



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

**“Historia ambiental de los bosques de haya (*Fagus grandifolia*  
subsp. *mexicana*) del estado de Hidalgo, México”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**Doctora en Ciencias en Biodiversidad y Conservación**

**PRESENTA:**

**M. en C. Adriana Beatriz Ortiz Quijano**

**Directora de tesis: Dra. María del Consuelo Cuevas Cardona**



**M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO**  
**DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**P R E S E N T E.**

Por este conducto le comunico que después de revisar el trabajo titulado **"Historia ambiental de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) del estado de Hidalgo, México "**, que presenta la alumna del Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación **M. en C. Adriana Beatríz Ortiz Quijano**, el Comité Revisor de tesis ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Comité Revisor.

PRESIDENTE	Dr. Ángel Moreno Fuentes
SECRETARIO	Dr. Lauro López Mata
VOCAL	Dra. Ma. del Consuelo Cuevas Cardona
SUPLENTE	Dr. Arturo Sánchez González



Sin otro particular, reitero a Usted la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE  
**"Amor, Orden y Progreso"**  
 Mineral de la Reforma, Hgo., octubre 30 de 2015.

DR. ORLANDO ÁVILA POZOS  
 DIRECTOR DEL ICBI



**Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación**  
 Centro de Investigaciones Biológicas  
 Ciudad del Conocimiento  
 Carretera Pachuca-Tulancingo km. 4.5, Col. Carboneras  
 Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184  
 Tel. +52 771 7172000 ext. 6674  
 doctorado-biodiversidad@hotmail.com

[www.uaeh.edu.mx](http://www.uaeh.edu.mx)

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se realizó gracias al apoyo económico otorgado por CONACyT mediante la beca de posgrado número 336759 correspondiente a la investigación: “Historia ambiental de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) en el estado de Hidalgo, México”.

Asimismo al proyecto CONACyT, Ciencia Básica CB-2011/169141: “Estructura, diversidad de especies vegetales y distribución actual de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) en el estado de Hidalgo, México” por el apoyo económico durante las salidas a campo.

A la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo y Area Académica de biología.

Al Archivo General Agrario, Archivo histórico del Agua, Hemeroteca Nacional por las facilidades otorgadas en la búsqueda de información.

Para la Dra. Consuelo Cuevas Cardona por su dirección en esta investigación, por la sabiduría y guía ante el maravilloso mundo de la historia ambiental, por ayudarme a desarrollar y descubrir mis habilidades y capacidades, por su credibilidad en mi persona y su siempre calidad humana que la caracteriza.

Con respeto y admiración al comité tutorial quienes siempre estuvieron dispuestos a colaborar y asesorarme con sus valiosos comentarios y aportaciones.

Al Dr. Arturo Sánchez González por su seguimiento y apoyo continuo durante la investigación, por compartir su experiencia y saber a lo largo del proceso que enriqueció de gran manera mi conocimiento y la del presente estudio. Por todos los momentos que vivimos en el transcurso de este proyecto.

Al Dr. Lauro López Mata por sus comentarios siempre constructivos, reflexivos y muy atinados asimismo por las facilidades brindadas con el equipo de trabajo para la obtención de muestras.

Al Dr. Ángel Moreno Fuentes por su calidad académica, su disposición, asesoría y amabilidad.

A la Dra. Susana Valencia por su valiosa colaboración en la identificación de las especies de *Quercus*.

Al laboratorio de dendrocronología, INIFAP, Gómez Palacio, Durango: Dr. José Villanueva Díaz, M. en C. Rosalinda Cervantes, M. en C. Julián Cerano y a todo el equipo de trabajo, por su gran disposición, calidad humana y todas las facilidades otorgadas.

A la Sra. Yesenia vital Cornejo, Sra. Esperanza García Lucio, Sr. Valentín Gómez García y sus familiares quienes siempre mostraron solidaridad.

A todos los pobladores que amablemente y sin condiciones nos brindaron información sustancial para el desarrollo del presente estudio.

A mi amiga Carmen Ramírez con la que compartimos momentos difíciles pero siempre dándonos ánimos.

A todos los investigadores y personal administrativo que me brindó apoyo en el transcurso de esta investigación.

## DEDICATORIA

*A César Leonardo y Aarón Arturo mis dos grandes razones de vivir, mi motivación, los estímulos de mi superación, porque sin entender por completo mis horas de trabajo, siempre hubo palabras y miradas de ternura, sonrisas y caricias dulces que me animaron a lograr esta meta.*

*A mis queridos padres y hermano por su infinito apoyo tan sincero, leal y sin reproches, a mi madre por todo su tiempo, la paciencia, dedicación y cariño que brindó a mis hijos mientras estuve ausente...*

*Mis logros son sus logros, su lucha es mi lucha...*

*Arturo muchas gracias por tu ejemplo, ánimo, apoyo y motivación...*

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	
DEDICATORIA	
RESUMEN.....	1
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL.....</b>	<b>5</b>
ANTECEDENTES.....	8
Origen y desarrollo de la Historia ambiental en el Continente Americano.....	8
Historia ambiental en los bosques latinoamericanos.....	10
Historia ambiental en los bosques de haya en América ( <i>Fagus</i> spp.) y en México ( <i>Fagus grandifolia</i> subsp. <i>mexicana</i> ).....	11
JUSTIFICACIÓN.....	11
OBJETIVOS.....	12
AREA DE ESTUDIO.....	13
LITERATURA CITADA.....	14
ANEXO I. Estado actual de los bosques de <i>fagus grandifolia</i> subsp. <i>mexicana</i> de México.....	18
<b>CAPÍTULO I: HISTORIA AMBIENTAL DE TRES BOSQUES DE HAYA DEL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO, 1935- 2014.</b>	
RESUMEN.....	22
ABSTRACT.....	22
INTRODUCCIÓN.....	23
MÉTODO.....	24
ÁREA DE ESTUDIO.....	25
RESULTADOS.....	25
Las exploraciones del Departamento Forestal y de Caza y Pesca.....	25
Historia de un ejido.....	30

Especie o subespecie?.....	34
Estudios locales.....	37
El género <i>fagus</i> en México y el mundo.....	43
A MANERA DE EPÍLOGO.....	45
NOTAS y AGRADECIMIENTOS.....	46
LITERATURA CITADA.....	47

**CAPÍTULO II: ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* EN EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DEL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO.**

RESUMEN.....	52
ABSTRACT.....	53
INTRODUCCIÓN.....	54
MATERIAL Y MÉTODO.....	56
Área de estudio.....	56
Análisis estructural de los bosques de haya.....	58
Estructura poblacional de <i>fagus grandifolia</i> subsp. <i>mexicana</i> .....	59
Obtención de muestras y conteo de anillos.....	61
Estimación de la edad de los individuos.....	61
RESULTADOS.....	62
Estructura poblacional por clases de altura y de diámetro.....	62
Relación entre edad, diámetro y altura de los árboles.....	66
Tamaño de las plántulas y de los arboles jóvenes.....	68
Estructura y composición de especies leñosas de los bosques de haya.....	68
DISCUSIÓN.....	69
AGRADECIMIENTOS.....	78
LITERATURA CITADA.....	79

ANEXO I. Importancia estructural de las especies leñosas arbóreas y arbusivas.....	85
---	----

**CAPÍTULO III: RECONSTRUCCIÓN DENDROCRONOLOGICA DE LA  
HISTORIA AMBIENTAL DE *FAGUS GRANDIFOLIA* SUBSP. *MEXICANA*  
DEL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO.**

RESUMEN.....	89
INTRODUCCIÓN.....	90
MATERIAL Y MÉTODO.....	92
Área de estudio.....	92
Información general de <i>Fagus grandifolia</i> subsp. <i>mexicana</i> (haya).....	93
Investigación documental y entrevistas.....	94
Obtención de muestras y estimación de la edad de los árboles.....	95
Eventos de liberación y supresión.....	96
Construcción de las cronologías.....	97
Relación con el clima.....	98
RESULTADOS.....	99
Investigación documental y entrevistas.....	99
Aprovechamiento de la especie.....	99
Disturbios humanos y naturales en los bosques de haya.....	99
Historia del clima.....	102
Liberaciones y supresiones en los anillos de crecimiento.....	103
El Gosco.....	103
Medio Monte.....	103
La Mojonera.....	104
Análisis dendrocronológico.....	104
Índice de ancho de anillo (cronología residual).....	108
Comparación entre cronologías.....	109
DISCUSIÓN.....	112



CONCLUSIONES.....	120
LITERATURA CITADA.....	121
CRONOLOGÍA DE SUCESOS IMPORTANTES RELACIONADOS CON LOS BOSQUES DE HAYA DE HIDALGO.....	129
<b>DISCUSIÓN GENERAL.....</b>	134
<b>CONCLUSIONES FINALES.....</b>	141
LITERATURA CITADA.....	143

## RESUMEN

Los estudios de historia ambiental en los bosques de México son escasos. Debido a la problemática ambiental que enfrentan los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) de nuestro país, la mayor extensión territorial y baja perturbación que caracteriza a los hayedos hidalguenses a pesar de estar rodeados por poblaciones humanas que han interactuado con ellos través del tiempo, fueron las razones que despertaron la inquietud de analizarlos bajo el escrutinio de la historia ambiental. Las localidades de estudio fueron La Mojonera, Zacualtipán de Ángeles; Medio Monte en San Bartolo Tutotepec y El Gosco en Tenango de Doría. Conocer y describir los cambios ambientales ocurridos en estos bosques debido a las actividades humanas que los han impactado a través del tiempo fue el objetivo principal de esta investigación. El método utilizado para estructurar la historia ambiental de los hayedos residió en la recopilación de información a través de entrevistas locales, documentos históricos (de archivo y científicos), recorridos y muestreos en los bosques para analizar la estructura poblacional, la composición de especies, la estimación de la edad de los árboles y la obtención de series de tiempo.

El trabajo quedo conformado en una introducción general, tres capítulos escritos a manera de artículos, una discusión y conclusiones generales.

En el primer capítulo se aborda, desde el punto de vista histórico-social, el caso de los tres bosques de haya con el propósito de conocer si las razones de su permanencia o degradación en las localidades son antropogénicas o están más vinculadas a causas naturales. Se unieron aspectos como las luchas sociales ocurridas durante la conformación de los pueblos con el pasado del desarrollo científico del país. Los resultados indicaron que en La Mojonera como propiedad ejidal se han incorporado los esfuerzos de los pobladores, ejidatarios, comunidad científica, técnicos forestales para el manejo del bosque a lo largo de los años dando como resultado el paisaje que hoy observamos. El bosque de hayas de Medio Monte es también de propiedad ejidal, de este árbol solamente las semillas son aprovechadas y se ha mantenido protegido por la ubicación e inclinación del terreno

y las dificultades que este hecho da a su explotación. Sin embargo, existe tala clandestina por lo que urge tomar medidas para proteger tanto al bosque como a los pobladores que lo habitan. El Gosco es un bosque de propiedad privada que se encuentra en riesgo de desaparecer y parece que el deterioro se debe a la tala descontrolada en los últimos años. En este caso sería necesario convencer a los propietarios de las bondades de la reforestación y la restauración para que puedan continuar utilizando los recursos en el futuro.

En el segundo capítulo, se analizó la historia reciente del bosque con base en la estructura poblacional de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, con la finalidad de aportar datos sobre su estructura (alturas, diámetros y edades) que actúen como indicadores del estado actual de las poblaciones. A nivel específico, las poblaciones son dinámicas, con un alto porcentaje de individuos jóvenes; sin embargo, en una de las localidades, han ocurrido cambios en la última década por actividades antropogénicas y la estructura de alturas y diámetros en las primeras categorías de edad se ha modificado; el diámetro resultó ser un buen predictor de la edad de los árboles. A nivel comunitario, la dominancia de *Fagus* y otras especies difirió entre localidades, lo que probablemente se relacione con el grado de perturbación. La estructura poblacional y comunitaria se relaciona y podrían ser consideradas como indicadores de cambios en las condiciones ambientales en el pasado reciente y en la actualidad.

En el tercer capítulo se analizó la historia ambiental desde el punto de vista dendrocronológico. La información de archivos históricos, entrevistas y la cronología de los anillos de crecimiento de la especie fue fundamental para identificar las principales causas de disturbio. Se encontraron árboles de haya que aproximadamente se establecieron desde el año 1778. Se midieron un total de 3,355 anillos de crecimiento y se elaboró la estandarización de las series cronológicas. El análisis de % CC permitió identificar un patrón de supresiones y liberaciones múltiples asociados a eventos locales y a un desarrollo natural de la especie. El valor de correlación entre el índice de ancho de anillo y las variables climáticas de cada

localidad fueron bajos y estadísticamente no significativos. En los bosques de haya del estado de Hidalgo, no se ha registrado ningún disturbio severo de origen natural o antropogénico, al menos en los últimos 150 años, solo en El Gosco donde el disturbio por causas humanas parece estar incrementando en esta última década.

La historia ambiental es un campo del conocimiento muy amplio, sin límites fijos, es abierto en cuanto a los criterios que considera en la toma de decisiones; esta característica nos permiten profundizar y aproximarnos a las causas probables de raíz que determinaron el uso y manejo de los recursos naturales por las sociedades humanas en el pasado para entender la situación en el presente y lograr un buen funcionamiento en el futuro.

# INTRODUCCIÓN GENERAL

El impacto del hombre en la naturaleza ha jugado un papel determinante en el desequilibrio ecológico mundial: población, economía, uso de la energía, contaminación industrial, han crecido de manera sorprendente en estos últimos años, generando la conocida problemática ambiental (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Puig (1991) considera que los paisajes vegetales, como se observan y describen actualmente, son el resultado, no solo del clima, sino también de la historia de las poblaciones que las han moldeado.

Como una respuesta a las limitadas capacidades de las disciplinas convencionales para entender la cada vez más compleja realidad actual, surge la historia ambiental que tiene como objetivo el estudio de las sociedades humanas y la historicidad de los sistemas naturales (González de Molina y Toledo, 2011; Padua, 2010). La historia ambiental esquematiza todas las actividades que han realizado los seres humanos y las integra al ambiente en distintas etapas de la historia (Meléndez, 2002). El propósito es documentar los cambios ecológicos del pasado y determinar los factores responsables de dichos sucesos (Gallini, 2009), es decir, al considerar las condiciones ecológicas se podrán comprender muchos hechos históricos (Puig, 1991). Con la historia ambiental es posible comprender mejor las diferentes situaciones locales para establecer estrategias de conservación y uso sostenible apropiadas (Grau et al., 2010).

Esta corriente historiográfica ha representado una nueva manera de interpretar el pasado de una forma más concreta pues, durante su proceso de conformación, se ha puesto de manifiesto que los problemas ambientales deben ser descritos, interpretados y resueltos solamente con un enfoque integrador (Meléndez, 2002; Whitney, 2002; Gallini, 2009; Padua, 2010; González de Molina y Toledo, 2011), involucrar no solamente las tradicionales fuentes escritas utilizadas por los historiadores, sino también nuevos documentos “impresos en la naturaleza”, como los registros en los anillos de crecimiento de los árboles (dendrocronología), en los sedimentos lacustres (limnología) y realizando conjuntamente análisis de polen (palinología), extracción de núcleos en los arrecifes coralinos o en las capas de hielo en los polos, estudio de perfiles de suelos, dependiendo de los objetivos y alcances

del estudio (Meléndez, 2002). Por esta razón es que la historia ambiental se apoya de teorías y métodos, por lo que saber cómo y dónde buscar información es una de las claves más importantes en el éxito del estudio de esta disciplina. Las evidencias documentales que implican el material escrito (documentación constitucional, historia local, gacetas, literatura de archivo y científica), el material gráfico (mapas, fotografías, censos, bases de datos, entrevistas, datos de clima) y el trabajo de campo, son fundamentales (Meléndez, 2002; Whitney, 2002).

En este sentido, la dendrocronología en historia ambiental es una valiosa herramienta que permite reconstruir, con resolución anual, las variaciones climáticas de los ambientes, perturbaciones y cambios ecológicos en el pasado a través de analizar los anillos de crecimiento de los árboles. Se aplica para especies longevas (más de 100-200 años), con anillos muy evidentes (Fritts, 1976), que se observan muy bien definidos en especies arbóreas de regiones templadas y frías, debido a la marcada estacionalidad climática (Villalba *et al.*, 2000). Si a esta información se agregan estudios de ecología forestal como por ejemplo, en el caso de un bosque, el análisis estructural de la población basado en tamaño y edad de los árboles que permite conocer la historia reciente del lugar (Veblen, 1992), se logrará una mejor interpretación del ambiente al conocer el estado actual en que se encuentra, con la finalidad de comparar y deducir qué ha sucedido a lo largo del tiempo. En conjunto, se podrá entonces inferir la historia de la dinámica poblacional del bosque (Ferreira, 2010) que deriva en la construcción de su historia ambiental.

Actualmente la tasa de deforestación en el mundo es alarmante, se percibe como el empobrecimiento de las sociedades paralelo a la pérdida de su entorno natural (Castro, 2000). Durante las últimas décadas, la superficie forestal se ha reducido debido a la conversión de tierras forestales a usos agrícolas y a la creciente extracción de madera (FAO, 2011). En México el bosque mesófilo de montaña (BMM) es el ecosistema con mayor riqueza de especies (Rzedowski 1978; Villaseñor 2010), pero también el más propenso a desaparecer. Ocupa solo aproximadamente el 0.6% del territorio nacional (CONABIO, 2010; Villaseñor, 2010). Por ubicarse en

una zona neotropical, este bosque es florísticamente rico y estructuralmente complejo (Puig, 1991); con flora muy diversa; existen bosques dominados con los géneros *Alnus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Juglans*, *Liquidambar*, *Magnolia*, *Oreopanax*, *Pinus*, *Prunus*, *Quercus*, entre otros (Rzedowski, 1996). Los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) de México representan un tipo de asociación vegetal particular dentro de los BMM, son altamente vulnerables a los cambios climáticos y al disturbio provocado por las actividades humanas (Williams-Linera et al., 2003; Rowden et al., 2004; Fang y Lechowicz, 2006; Vargas-Rodríguez et al., 2010).

*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* se encuentra incluida en la categoría de “en peligro de extinción” en la NOM059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Los bosques de haya se localizan en altitudes de entre 1,400-2,000 m y su distribución se restringe a las regiones montañosas de la Sierra Madre Oriental, algunos –los menos perturbados– en sitios inaccesibles (Téllez-Valdés et al., 2006). Hasta hace pocos años se encontraban en los estados de Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz (Rowden et al., 2004). Por ahora solo los pequeños bosques de haya de la reserva de la Biosfera El Cielo (Tamaulipas) están oficialmente “protegidos”, pero los que se encuentran en los estados de Puebla y San Luis Potosí prácticamente han desaparecido (Williams-Linera et al., 2003 y Rowden et al., 2004). Por otra parte los fragmentos situados en los estados de Tamaulipas y Veracruz están en eminente riesgo de extinción o son muy pequeños (Anexo 1).

En el estado de Hidalgo se encuentran los bosques de haya con mayor territorio y menos perturbados de México (Miranda y Sharp 1950; Rowden et al., 2004). Pérez (1999), Alcántara y Luna-Vega (2001) y Williams-Linera et al. (2003) coinciden en que los bosques de mayor extensión y mejor conservados se encuentran en La Mojonera, municipio de Zacualtipán, Hidalgo. No obstante existen registros de que también se desarrollan en comunidades de San Bartolo Tutotepec (Sharp 1946; Miranda y Sharp, 1950; Fox y Sharp, 1954; Villavicencio y Pérez-Escandón, 2007), en Tenango de Doria (Ehnis, 1981 y Rodríguez-Ramírez et al., 2013) y Agua Blanca (Martínez, 1979). Por otra parte, Rodríguez-Ramírez et al., (2013) determinó una extensión total de 106.79 ha, de bosque de *Fagus*



correspondiente a los municipios de Zacualtipán de Ángeles, San Bartolo Tutotepec y Tenango de Doria, lo que equivale al 73.9% de la cobertura a nivel nacional (Anexo 1).

En esta investigación se analizará la historia ambiental de los bosques de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en el estado de Hidalgo, partiendo de la información que se obtenga del material documental y de archivo (historia local, gacetas, censos, trabajos científicos), material gráfico (mapas y fotografías) y trabajo en campo (entrevistas, edad del bosque mediante estudios dendrocronológicos y estructura poblacional de *Fagus* así como la composición de especies) que, en conjunto, determinarán la dinámica e historia de los bosques.

## **ANTECEDENTES**

### **Origen y desarrollo de la Historia ambiental en el Continente Americano**

El estudio de las relaciones entre el hombre y su ambiente tiene raíces muy antiguas. La problemática ambiental no es un asunto nuevo, pero el interés que ha surgido por solucionarla sí es muy reciente. Desde finales del siglo XIX y XX, en Francia, se iniciaron trabajos que incorporaron el estudio de la historia con su entorno natural. Los primeros historiadores que son considerados como precursores de lo que actualmente se denomina historia ambiental pertenecieron a la Escuela de los Anales, cuyas obras hasta hoy en día son fuentes de información valiosas para la mayoría de los especialistas en la materia. El libro de Lucien Febvre titulado “La tierra y la evolución humana” (1922) enmarcó la facultad del hombre para remontar las dificultades y riesgos que le impone el medio ambiente. Otra obra imprescindible fue la de Emmanuel Le Roy Ladurie quien realizó estudios ambientales para determinar la influencia del clima y sus variaciones en la historia de la humanidad. Además de trabajar con información documental, consideró la integración de un método dendroclimatológico (Meléndez, 2002; Camus, 2001). Pero fue a partir de la década de los setenta del siglo XX que, debido a los movimientos ecologistas, la historia ambiental se consolidó con más fuerza en Europa y Estados Unidos (Camus,

2001; Worster, 2008; González de Molina y Toledo, 2011). En América Latina la historia ambiental ha tenido su propio desarrollo. Uno de los primeros trabajos a considerar es *Las venas abiertas de América Latina* (1971) en donde se expone el terrible impacto provocado por la implantación de monocultivos en muchas de las tierras, la extracción de minerales y de petróleo (Galeano, 2006). Otra obra importante es el trabajo de Gligo y Morillo (1980) *Notas sobre la historia ecológica de América Latina* (Gallini, 2009). Hoy en día, varios historiadores ambientales están de acuerdo en la relevancia de integrar a la historia ambiental con métodos de otras disciplinas para comprender los problemas ambientales. Worster (2008) enfatiza sobre la importancia de la construcción social del concepto de ambiente en el área, pues de esta forma se podrá percibir la complejidad ambiental en la historia pasada y abrir, al mismo tiempo, una acción prospectiva hacia la construcción de una racionalidad ambiental.

Ese sistema complejo se caracteriza por la confluencia de múltiples procesos cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como un conjunto organizado (medio físico-biológico, producción, tecnología, organización social, economía) (García, 2006) y no son abordados bajo una sola perspectiva, más bien son reflexivos (Funtowics y Ravetz, 2000). Este principio trata de superar el conocimiento en mundos separados, aquella excesiva especialización que prevalece en el desarrollo de la ciencia contemporánea y que conduce a una fragmentación de los problemas reales. Este sistema complejo, solo es analizable desde un enfoque interdisciplinario, que no puede quedarse limitado a la simple suma de los enfoques parciales de los distintos especialistas, sino que debe constituir una verdadera interpretación sistémica que dé lugar a un diagnóstico integrado (Meléndez, 2002; García, 2006).

Gallini (2009) menciona en su manuscrito: *Historia, ambiente, política: el camino de la historia ambiental en América Latina*, que en muchos países latinoamericanos la historia ambiental es actualmente un campo con legitimidad

académica y con espacios de investigación y formación, lo que se observa con el establecimiento de agrupaciones y sociedades científicas, como la Sociedad Latinoamericana y Caribeña de Historia Ambiental (SOLCHA) y otras (Gallini, 2009). Actualmente existe una gran lista de investigadores en el mundo que desarrollan trabajos sobre esta disciplina, tales como Worster, Crosby, McNeill, White, Meléndez, Gallini, Camus, González de Molina y Toledo, entre otros; cuyo trabajo está contribuyendo a su fortalecimiento.

### **Historia ambiental en los bosques latinoamericanos**

Grau *et al.* (2010) estudió la *historia ambiental y la dinámica de regeneración de los bosques de niebla en un valle del noroeste de Argentina*, aplicó un análisis histórico del uso de suelo y estimaciones dendrocronológicas con el propósito de explorar las interacciones entre factores climáticos, cambios socioeconómicos y dinámica de la vegetación. En México son pocos los trabajos que existen sobre el tema, sin embargo los aportes han sido muy interesantes; por ejemplo Berrío y colaboradores (2006) analizaron el bosque seco de Guerrero, con el fin de descubrir el impacto humano en los últimos 2,700 años, utilizando muestras de polen y datos litológicos. Los datos obtenidos les permitieron descubrir que ocurrieron cambios en las condiciones ambientales que favorecieron la transformación del bosque húmedo a uno seco; el impacto provocado por los asentamientos humanos fue tan alto, que originó la eutrofización de los lagos. Por otra parte Figueroa-Rangel *et al.* (2010) en la publicación *A 1300-Year History of West-Central Mexican Cloud Forest Climate*, reconstruyeron una historia de 1,300 años con la dinámica de clima del bosque mesófilo, mediante análisis de polen fósil, el carbón de microfósiles y los datos de sedimentos orgánicos e inorgánicos. Monroy (2013) trabajó con la *historia ambiental de los bosques de un ejido de la región de Chamela*, la autora encontró una serie de factores sociales con fuertes implicaciones en el uso y conservación de los bosques.

## **Historia ambiental en los bosques de haya en América (*Fagus spp.*) y en México (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*)**

En 1941 Friesner desarrolló un estudio preliminar sobre crecimiento en la haya (*Fagus grandifolia*), utilizando un método dendrográfico. Busby (2006) realizó una tesis sobre el haya americana, que representó el primer esfuerzo para caracterizar la historia y la dinámica de los hayedos en el sur de Nueva Inglaterra. En México Williams-Linera *et al.* (2000) determinaron la edad de los árboles del haya mexicana, la estructura del bosque, la fenología y otros patrones relacionados con variables climáticas. En el estado de Hidalgo los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*), específicamente los ubicados en La Mojonera, han sido objeto de estudio respecto a su estructura, distribución y regeneración (Jarillo, 2006); su capacidad de producir semillas y la emergencia de plántulas (Godínez-Ibarra, 2007), así mismo desde el punto de vista de la diversidad y composición de especies de hongos (Rodríguez-Ramírez y Moreno, 2010); la densidad, estructura y composición de especies vegetales (Montiel, 2011); y sobre su distribución, extensión y problemática actual (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2013). Sin embargo, hasta el momento no se han realizado investigaciones sobre su historia ambiental.

### **JUSTIFICACIÓN**

- Los estudios de historia ambiental en México son escasos.
- No existen estudios sobre historia ambiental de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) en el estado de Hidalgo.
- La historia ambiental de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) generará un panorama que permitirá aportar estrategias para su uso y conservación, así como el rescate de la memoria histórica que permitirá contribuir a la integración del patrimonio intangible de la región.

## OBJETIVOS

### General

- Conocer y describir los cambios ambientales ocurridos en los bosques de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* del estado de Hidalgo, debidos a las actividades humanas que los han impactado a través del tiempo.

### Específicos:

- Rescatar a través de la memoria histórica de las comunidades que habitan el bosque, dentro del municipio de Zacualtipán de Ángeles, Tenango de Doria y San Bartolo Tutotepec, la interpretación del paisaje a lo largo del tiempo y a través de su papel social.
- Documentar a partir de información de archivo datos históricos sobre los bosques de haya del estado de Hidalgo.
- Concentrar, revisar, analizar y rescatar la información contenida en estudios científicos realizados en la zona de estudio.
- Medir la estructura actual por edades del bosque de *Fagus* y emplear la técnica de dendrocronología para interpretar la dinámica del bosque, información que será complementaria para la construcción de la historia ambiental.
- Contribuir, a partir de la información obtenida, con propuestas para colaborar con el programa de manejo de estos bosques.

## ÁREA DE ESTUDIO

El intervalo de altitud en donde se encuentra *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* fluctúa de entre 1,557 y 1,987m. El clima es de tipo C(fm): templado húmedo, con lluvias todo el año, distintivo de un orobioma de montaña (Peters, 1995), con

neblinas frecuentes y una temperatura media anual de 12.7°C (García, 1988). Las precipitaciones son elevadas (alrededor de 2000 mm) y la presencia de fuertes pendientes es característica.

Las hayas tienen en promedio una altura de 20 a 25 metros, el carácter caducifolio de este grupo es muy preciso. Las hojas son de tipo mesófilo, generalmente coriáceas. El estrato arbustivo es relativamente claro y el estrato herbáceo bastante pobre (Puig, 1991).

El estudio se realizó en tres localidades con bosque de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) del estado de Hidalgo: La Mojonera (Zacualtipán de Ángeles), Medio Monte (San Bartolo Tutotepec) y El Gosco (Tenango de Doria) (Cuadro 1).

Localidad	Tamaño del bosque	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud (m)	Parcelas de muestreo
La Mojonera	42.50 ha	20°38'0.33"	98°36'51.8"	1780-1950	4-6
Medio Monte	34.25 ha	20°24'50"	98°14' 24"	1800-1944	4-6
El Gosco	4.50 ha	20°19'37.8"	98°14'57.1"	1557-1864	2

Cuadro 1. Tamaño y distribución actual de los bosques de haya del estado de Hidalgo. Información tomada de Rodríguez-Ramírez *et al.* (2013).

## LITERATURA CITADA

- Alcántara A O y I Luna-Vega. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botánica Mexicana* 54: 51-87.
- Berrío J C., Hooghiemstra H., Van Geel B y B Ludlow-Wiechers. 2006. Environmental history of the dry forest biome of Guerrero, México, and human impact during the last c. 2700 years. *Follow The Holocene* 16 (1): 63-80.
- Busby P E. 2006. American beech in coastal New England: forest history and dynamics. Tesis de maestría. Harvard University. 123 p.
- Castro G H. 2000. La crisis ambiental y las tareas de la historia en América Latina. *Papeles de población* 24: 37-60.
- Camus G P. 2001. Perspectiva de la Historia ambiental: Orígenes, definiciones y problemáticas. *Pensamiento crítico*, Revista electrónica de Historia 1: 1-27.
- CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 197 p.
- Ehnis D A. 1981. *Fagus mexicana* Martínez: Su ecología e importancia. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México. 123 p.
- FAO. 2011. Situación de los bosques de mundo 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 2011. 176 p.
- Fang J y Lechowicz M. 2006. Climatic limits for the presence distribution of beech (*Fagus* L.) species in the world. *Journal of Biogeography* 33: 1804-1819.
- Ferreyra A S. 2010. Dendrocronología y estructura de *Pinus hartwegii* en la cuenca del río Magdalena México, D. F. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México., DF. 60 p.
- Figueroa-Rangel B L, Willis K J y M Olvera-Vargas. 2010. Cloud forest dynamics in the Mexican neotropics during the last 1300 years. *Global Change Biology* 16: 1689-1704.
- Fox W B y A J Sharp. 1954. La distribución de *Fagus* en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 17: 31-33.
- Friesner R C. 1941. A preliminary study of growth in beech, *Fagus grandifolia*, by the demographic method. *Butler University Botanical Studies* 5: 85-94.

- Fritss H C. 1976. Tree-rings and Climate. Academic Press Inc. Londres, 565 p.
- Funtowics S O y V Marchi. 2000. La ciencia posnormal En: Enrique leff (comp.) La complejidad ambiental. Icaria, Barcelona 54- 83.
- Galeano E. 2006. Las venas abiertas de América Latina. Siglo XXI, México.
- García E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Quinta Edición, México. 99 p.
- García R. 2006. Sistemas complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Gedisa, Barcelona.
- Gallini S. 2009. Historia, ambiente, política: el camino de la historia ambiental en América Latina. *Nómadas* 30: 92-102.
- Godínez-Ibarra O., Ángeles-Pérez G., López-Mata L., García-Moya E., Valdez-Hernández J L., De los Santos-Posadas H. M y A Trinidad-Santos. 2007. Lluvia de semillas y emergencia de plántulas de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en La Mojonera, Hidalgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 117-128.
- González de Molina M y Toledo V M. 2011. Metabolismos, naturaleza e historia. Ed. Icaria, Barcelona. 375 p.
- Grau H R., Villalba R., Carilla J., Gil-Montero R., Araoz E., Masse G y M de Membiela. 2010. Environmental history and forest regeneration dynamics in a degraded valley of north-west Argentina's cloud forests. En: *Tropical Montane Cloud Forests, Science for Conservation and Management*. Eds. L.A. Bruijnzeel, F.N. Scatena, y L.S. Hamilton. Cambridge University Press. Cambridge. 597-604.
- Jarillo M H. 2006. Estructura, distribución espacial y regeneración de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. México. 54 p.
- Padua J A. 2010. The Theoretical Foundations of Environmental History. *Estudios avanzados* 24 (68): 81-101.
- Peters R. 1995. Architecture and development of Mexican beech forest. En: *Vegetation science in forestry*. Eds. Box E O., Peet R K., Masuzawa T., Yamada I., Fujiwara K., Maycock P F., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 325-343.
- Martínez M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica, México. 1247 p.
- Meléndez D S S. 2002. La historia ambiental: aportes interdisciplinarios y balance crítico desde América Latina. Cuadernos Digitales: Publicación electrónica en



*Historia, Archivística y Estudios Sociales*, Escuela de Historia, Universidad de Costa Rica.

- Miranda F y A J Sharp. 1950. Characteristics of the Vegetation in Certain Temperate Regions of Eastern Mexico. *Ecology* 31: 313-333.
- Monroy S A S. 2013. Historia, uso y manejo de los bosques en un ejido de la región de Chamela-Cuxmala, Jalisco. Tesis Maestría, Universidad Nacional autónoma de México., DF. 87 p.
- Montiel D O. 2011. Estructura poblacional y genética de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados. 37 p.
- Pérez P M. 1999. Las hayas de México. Monografía de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 51 p.
- Puig H. 1991. Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico. Instituto de Ecología, INECOL, México.
- Rodríguez-Ramírez E Ch y C E Moreno. 2010. Bolete diversity in two relict forests of the Mexican Beech (*Fagus grandifolia* var. *mexicana*; Fagaceae) *American Journal of Botany* 97 (5): 893-898.
- Rodríguez-Ramírez E Ch., Sánchez-González A y G Ángeles-Pérez. 2013. Current distribution and extension of the Mexican beech forests (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*). *Endangered Species Research* 20: 205–216.
- Rowden A., Robertson A., Allnutt T., Heredia S., Williams-Linera y A C Newton. 2004. Conservation genetics of Mexican beech, *Fagus grandifolia* var. *mexicana*. *Conservation Genetics* 5: 475-484.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, Distrito Federal. 432 p.
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.
- Sharp A J. 1946. Informe preliminar sobre algunos estudios fitogeográficos efectuados en México y Guatemala. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 7: 35-39.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación, México.
- Téllez-Valdés O., Dávila-Aranda P y R Lira-Saade. 2006. The effects of climate change on the long-term conservation of *Fagus grandifolia* var. *mexicana*, an important species of the Cloud Forest in Eastern Mexico. *Biodiversity and Conservation* 15: 1095-1107.

- Toledo M V y N Barrera-Bassols. 2008. La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. *Perspectivas agroecológicas*. Icaria Editorial, Barcelona. 230 p.
- Whitney G G. 2002. *From coastal wilderness to fruited plain*. Cambridge University, New York. 338 p.
- Vargas-Rodriguez Y L., Platt W., Vázquez-García J A y G Boquin. 2010. Selecting Relict Montane Cloud Forests for Conservation Priorities: The Case of Western Mexico. *Natural Areas Journal* 30: 156-173.
- Veblen T T. 1992. Regeneration dynamics. En: *Plant Succession: Theory and Prediction*. Glenn-Lewin D C., Peet R K., Veblen T T., eds Chapman & Hall, London, 152-187.
- Villalba R., Villagra P E., Boninsegra J A., Morales M S y V Moyano. 2000. Dendroecología y dendroclimatología con especies del género *Prosopis* en Argentina, *Multequina* 9 (2): 1-18.
- Villaseñor J L. 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 40 p.
- Villavicencio M A y B E Pérez-Escandón. 2007. Flora útil de la Huasteca y la zona otomí-tepehua de Hidalgo. En: *Estudio biológico de las áreas naturales y reserva de la biósfera del estado de Hidalgo*. (Eds) López-Escamilla A L., Pulido-Flores G., UAEH. 10 p.
- Williams-Linera G., Devall M S y C Álvarez-Aquino. 2000. A relict population of *Fagus grandifolia* var. *mexicana* at the Acatlán Volcano, México: structure, litterfall, phenology and dendroecology. *Journal of Biogeography* 27(6): 1297-1309.
- Williams-Linera G., Rowden A y A C Newton. 2003. Distribution and stand characteristics of relict populations of Mexican beech (*Fagus grandifolia* var. *mexicana*). *Biological Conservation* 109 (1): 27-36.
- Worster D. 2008. Transformaciones de la Tierra. Coscoroba., Montevideo., 216 p.

## Anexo I

Estado actual de los bosques de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* de México. 1: bueno, 2: estable, 3: amenazados de extinción, 4: extintos; a: Rodríguez-Ramírez et al. (2013), b: Montiel-Oscura (2011), c: Williams-Linera et al. (2000), d: Williams-Linera et al. (2003).

Estado	Municipio/localidad	Tamaño (ha)	Altitud (m)	Latitud	Longitud	Estatus	Referencia
<b>Hidalgo</b>	1. San Bartolo Tutotepec	34.25	1,800–1,944	20°24'50"	98°14'24"	1	a
	Medio Monte						
	2. San Bartolo Tutotepec	13.99	1,909–1,943	20°24'39.14"	98°16'52.2"	1	a
	Tutotepec						
	3. Tenango de Doria	4.5	1,557–1,864	20°19'37.8"	98°14'57.1"	3	a
	El Gosco						
	4. Zacualtipán de Ángeles	42.5	1,780–1,950	20°38'0.33"	98°36'51.8"	1	a
	La Mojonera						
	5. Zacualtipán de Ángeles	11.55	1,966–1,987	20°38'05.8"	98°35'13.4"	1	a
	El Reparó						
<b>Nuevo León</b>	6. Agua Fria	26	1,830	24°02'	99°42'	1	b
	7. Teziutlán						
<b>Puebla</b>		-	1,450	19°53'32.1"	97°19'49.1"	4	c, d
	Hueytemalco-Xiutetelco						
<b>San Luis Potosí</b>	8. Xilitla	-	-	21°22'	99°93'	4	d
<b>Tamaulipas</b>	9. Casa de Piedra,	3	1,500	23°03'57.8"	99°12'3.8"	3	d

	Reserva de la biosfera "El Cielo"						
	10. Ojo de Agua de los Indios	-	1,500	23°03´	99°12´	3	d
	Reserva de la biosfera "El Cielo"						
<b>Veracruz</b>	11. Mesa de la Yerba	4.05	1,900	19°33´37.2"	97°01´9.8"	3	d
	12. Acatlán Volcano crater	4.13	1,840	19°40´46.9"	96°51´9.8"	2	c,d
	13. Acatlán Volcano top	0.57	1,900	19°40´57.5"	96°51´15.3"	2	c,d
	14. Chucuyul, Chiconquiaco	-	1,750	19°46´	96°48´	4	d
<b>Area total</b>		<b>144.54</b>					

## CAPÍTULO I

### **HISTORIA AMBIENTAL DE TRES BOSQUES DE HAYA DEL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO, 1935- 2014.**

# HISTORIA AMBIENTAL DE TRES BOSQUES DE HAYA DEL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO, 1935- 2014.

Adriana Beatriz Ortiz-Quijano<sup>1</sup>, María del Consuelo Cuevas-Cardona<sup>2</sup> y Arturo Sánchez-González<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Posgrado en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ICBI, CIB., beatriz-1111@hotmail.com.mx.

<sup>2</sup> Profesora-investigadora en historia de la biología e historia ambiental en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Centro de Investigaciones Biológicas., cuevas@uaeh.edu.mx.

<sup>3</sup> Profesor-investigador en taxonomía y diversidad de plantas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Centro de Investigaciones Biológicas., arturosg@uaeh.edu.mx.

Historia de la Biología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ciudad Universitaria, Km. 4.5 Carretera Pachuca-Tulancingo. Mineral de la Reforma, Hidalgo 42184. México.

Tel: 017717172000 Ext. 6644, Fax: 017717172112

El presente artículo fue sometido y aceptado en la revista ***Historia 2.0***, será publicado en la 10° edición de la revista antes del 31 diciembre del presente año.

## RESUMEN

El pasado de las comunidades humanas y la manera como han afectado su medio es esencial para comprender la problemática ambiental actual. En el presente artículo se revisa el caso de tres bosques de haya, cuyo dosel es dominado por *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, especie que está en riesgo de extinción, para saber si las razones de su desaparición son antropogénicas o están más ligadas a causas naturales. En esta historia se unen aspectos como las luchas sociales ocurridas durante la conformación de los pueblos, con otros como el pasado del desarrollo científico del país.

**Palabras clave:** *Fagus grandifolia*, Gosco, Hidalgo, Medio Monte, Mojonera.

## ABSTRACT

The history of human communities and how they have affected their environment is essential to understand the current environmental problems. This paper explains the case of three beech forests, whose canopy is dominated by *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, an endangered species, for to review if the reasons of its disappearance are anthropogenic or linked to natural causes. In this story there are aspects as the social struggles that occurred during the formation of villages and other about scientific development of the country.

**Keywords:** *Fagus grandifolia*, Gosco, Hidalgo, Medio Monte, Mojonera.

La historia ambiental es el estudio del impacto que las comunidades humanas han ejercido en su medio a través del tiempo, es decir, revisa la historia de la relación que ha existido entre la sociedad y la naturaleza en un determinado espacio.<sup>1</sup> Por esta razón se decidió analizar bajo esta perspectiva el caso de los bosques de haya (nombre común de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) del estado de Hidalgo, México, pues se trata de una especie con forma de vida arbórea que está desapareciendo del país. Lo que se quería saber es si esto se debe al daño que han provocado en los arboles las poblaciones humanas a lo largo del tiempo o si hay otras causas.

Los bosques de *Fagus* representan una de las diferentes asociaciones vegetales que conforman a los bosques mesófilos de montaña de México, lugares de gran belleza en los que la flora es abundante, se puede decir que son los ecosistemas con mayor riqueza de especies del país por unidad de área, pero también los más propensos a desaparecer<sup>2</sup>, actualmente ocupan aproximadamente el 0.6% del territorio nacional.<sup>3</sup> Aunque en el pasado se encontraban bosques de haya en varios estados de la República, actualmente solo existen en Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz e Hidalgo. En este último estado es en donde se localizan los de mayor tamaño y los menos perturbados de México<sup>4</sup> en los municipios de Zacualtipán de Ángeles, San Bartolo Tutotepec y Tenango de Doria, con una extensión total de 106.79 ha, lo que equivale al 73.9% de su cobertura a nivel nacional.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Manuel González de Molina y Víctor Manuel Toledo, *Metabolismos, naturaleza e historia*, (Barcelona: Icaria, 2011) 25.

<sup>2</sup> Martha Gual-Díaz y Alejandro Rendón-Correa (comp.), *Bosques Mesófilos de Montaña de México. Diversidad, ecología y manejo* (México:CONABIO, 2014) 32.

<sup>3</sup> José Luis Villaseñor, *El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico* (México: UNAM, 2010) p.17.

<sup>4</sup> Faustino Miranda y A.J. Sharp, "Characteristics of the Vegetation in Certain Temperate Regions of Eastern Mexico", *Ecology* 31 (1950): 325.

<sup>5</sup> Ernesto Rodríguez-Ramírez, *et al*, "Current distribution and extension of the Mexican beech forests (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*)", *Endangered Species Research* 20 (2013): 209.



En el ejido La Mojonera, de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, se encuentra el bosque más extenso y el más protegido de todos. Los habitantes de este lugar tienen conciencia de que se trata de una especie ya rara en el país y se saben responsables de su protección. El bosque mesófilo del que son guardianes tiene una historia interesante, pues fue recorrido por investigadores del Departamento Forestal y de Caza y Pesca en 1935, cuando Lázaro Cárdenas era presidente, y ellos trataron de establecer un área de protección que lo resguardara, pues temían que el reparto agrario acabara con él. Además, fue en esta zona en donde el botánico mexicano Maximino Martínez descubrió en 1938 que había una especie de haya en México, árbol que nunca antes había sido descrito en el país. Con base en numerosos estudios, Martínez señaló que se trataba de una especie nueva y su descubrimiento se relaciona estrechamente con el interés que tienen los pobladores de La Mojonera por conservar esta especie de árbol, que ahora es emblemático para ellos. Sin embargo, la situación es distinta en cada localidad y por eso es necesario revisar la historia de los tres bosques de haya encontrados en Hidalgo.

## **MÉTODO**

En el Archivo General Agrario se encontraron documentos originales que permitieron construir la historia de los ejidos y detectar algunos aspectos del impacto ambiental que ha habido sobre los bosques a través de varios años. La búsqueda hemerográfica llevó a las publicaciones del Departamento Forestal y de Caza y Pesca, en cuyo boletín se encontraron distintos informes acerca de la región. También se buscaron todas las publicaciones posibles acerca de *Fagus grandifolia*, se encontró el artículo en el que Maximino Martínez describió a la haya como *Fagus mexicana* y aquellos que le dieron el nombre de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*. También se buscó información en la que se analizó la situación de los bosques de *Fagus* en diferentes partes del mundo. En las tesis de estudiantes de ingeniería forestal realizadas en diferentes años, se detectó que el deterioro que han venido sufriendo los bosques de haya es cada vez más elevado.

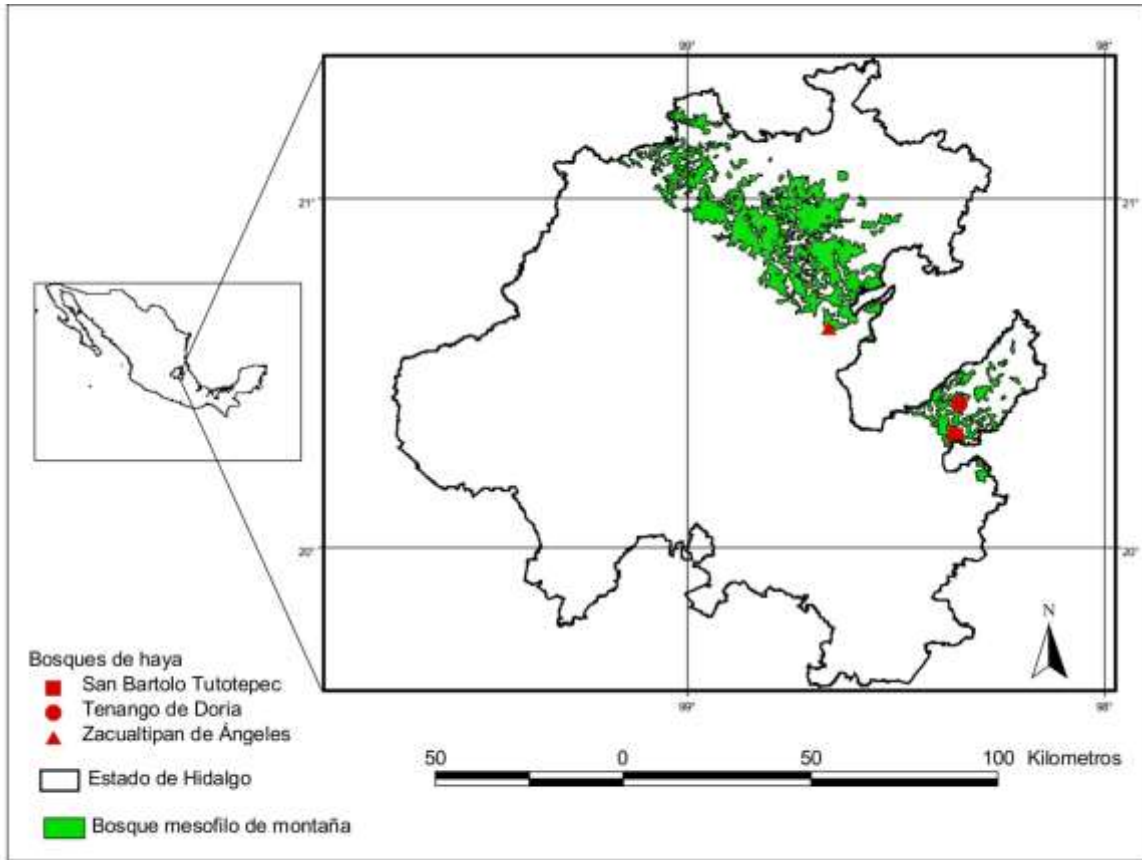
Asimismo, se realizaron recorridos de campo para observar las condiciones en las que se encuentran los bosques y se hicieron entrevistas a pobladores clave. La técnica seguida fue la llamada microhistoria, desarrollada por Luis González y González (2008), en la que se realizan largas entrevistas para rastrear el pasado de las localidades a través de las narraciones de quienes han vivido ahí por largos años y detectar, de esta manera, los cambios ambientales ocurridos. La utilización de entrevistas a profundidad ha sido utilizado en otros estudios de historia ambiental (Ver, por ejemplo, Vargas, 2014; Tortolero, 2008; Aguilar-Robledo y Flores, 2007).

### ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en tres localidades con bosque de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* del estado de Hidalgo: La Mojonera (Zacualtipán de Ángeles), Medio Monte (San Bartolo Tutotepec) y El Gosco (Tenango de Doria) con las siguientes características generales (Figura 1 , Cuadro 1):

Localidad	Tamaño del bosque	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud (m)
La Mojonera	42.50 ha	20°38'0.33"	98°36'51.8"	1780-1950
Medio Monte	34.25 ha	20°24'50"	98°14' 24"	1800-1944
El Gosco	4.50 ha	20°19'37.8"	98°14'57.1"	1557-1864

**Cuadro 1.** Tamaño y distribución actual de los bosques de haya del estado de Hidalgo. Información tomada de Rodríguez-Ramírez *et al.* (2013).



**Figura 1.** Localización de las tres áreas con bosques de hayas estudiadas en el estado de Hidalgo. Fuente: Rodríguez- Ramírez *et al.*, 2013.

## RESULTADOS

### Las exploraciones del departamento forestal y de caza y pesca

Cuando Lázaro Cárdenas llegó a la presidencia de la República decidió ocuparse seriamente de la conservación de los recursos naturales a la vez que del bienestar social. En este aspecto, se distinguió de otros líderes políticos de la época y de muchos otros países que prefirieron una industrialización agresiva para el beneficio de las minorías económicamente poderosas.<sup>6</sup> Además de emprender el proyecto de

<sup>6</sup> Christopher R. Boyer y Emily Wakild, "Social Landscaping in the Forest of Mexico: An Environmental Interpretation of Cardenismo, 1939-1940", *Hispanic American Historical Review* 92.1 (2012): 75-76.

reforma agraria más grande en la historia de México, apoyó la organización de cooperativas para que los campesinos y los pescadores pudieran defenderse de los intermediarios y los abusadores. Un aspecto importante durante su mandato es que sabía que para que hubiera bienestar social era necesaria la conservación de los recursos naturales, por lo que dirigió muchos de sus esfuerzos hacia este rubro. Cárdenas se dio cuenta de que durante su mandato como gobernador del estado de Michoacán se habían perdido bosques y manantiales y se sentía culpable de esto, de manera que decidió enfocar muchos de sus esfuerzos en la conservación de los recursos naturales durante su presidencia.<sup>7</sup> Su primera acción fue pedir al ingeniero Miguel Ángel de Quevedo que lo apoyara con la dirección del Departamento Forestal y de Caza y Pesca, órgano que dependería directamente de él, como Ejecutivo, sin pasar por la supervisión de la Secretaría de Agricultura de la que había dependido desde 1911, cuando se había creado como Departamento de Bosques.<sup>8</sup> La intención de Cárdenas era evitar trámites burocráticos y lograr que las acciones fueran rápidas para no obstaculizar el trabajo de conservación. El 1º de enero de 1935 en un mensaje de radio dirigido a la nación informó acerca de este departamento como un organismo autónomo que tendría oficinas centrales y delegaciones en cada uno de los estados. En ese mensaje, Cárdenas habló de la importancia de la conservación de los bosques, dijo que la riqueza maderera solo se explotaría cuando obedeciera a un fin social y un provecho colectivo, que las tierras de bosques dotadas a las comunidades serían sustituidas por tierras laborables<sup>9</sup>, que se reemplazarían los combustibles vegetales por gasolina o gas, se reforestarían regiones como el lago de Texcoco y se reorganizaría el Museo de Historia Natural para la instrucción y el

---

<sup>7</sup> Lane Simonian, *La defensa de la tierra del jaguar* (México: IMERNAR/CONABIO, 1999) 110-111.

<sup>8</sup> Rafael Hernández, *Memoria de la Secretaría de Fomento presentada al Congreso de la Unión por el secretario de Estado del Despacho del ramo: Lic. Rafael Hernández. Corresponde al ejercicio de 1910-1911 y a la gestión administrativa de los señores Lic. D. Olegario Molina y Lic. D. Manuel Marroquín y Rivera y Lic. D. Manuel Calero* (México: Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento, 1912) XCIII.

<sup>9</sup> Algunas de estas propuestas no pudieron ser cumplidas. En el transcurso de su periodo presidencial, no hubo la sustitución de tierras laborables prometida e incluso se continuaron entregando bosques como ejidos. El reemplazo de gasolina o gas en vez de combustibles vegetales no fue posible por razones económicas, pues resultaban muy caros para que los pudieran comprar los campesinos y también había dificultades para su adquisición. Sin embargo, sí se hicieron esfuerzos notables con el fin de disminuir la tala de los bosques y organizar mejor las actividades de caza y de pesca.

desarrollo cultural del pueblo, así como para poder establecer la defensa y el estudio de especies botánicas y zoológicas “que están siendo agotadas por una persecución inconsciente o por una ambición inmoderada de explotación y amenazan extinguirse”.<sup>10</sup>

Por su parte, Miguel Ángel de Quevedo tenía una larga historia en su lucha por la conservación de los recursos forestales. Desde 1901 fue asignado para dirigir la Junta Central de Bosques, (dependiente de la Dirección de Agricultura de la Secretaría de Fomento), después de que varios naturalistas escucharon su ponencia en el Primer Congreso de Meteorología y Climatología realizado en la ciudad de México. Con esta responsabilidad y con apoyo del equipo que conformó realizó censos forestales, estableció viveros, reforestó varias regiones del país y creó numerosos jardines y zonas arboladas en la ciudad de México.<sup>11</sup> En 1909 asistió a la Conferencia de la Conservación de los Recursos Naturales de Norteamérica, celebrada en Washington durante el mes de febrero, en donde se planteó que cada nación (Estados Unidos, Canadá y México) debería crear una Reserva Nacional de Bosques. Él se comprometió, ante esa conferencia, a establecer reservas en México no menores a 20 millones de hectáreas en conjunto.<sup>12</sup> Cuando regresó al país empezó a actuar y se sabe que en 1910 la Secretaría de Fomento anunció que no se darían concesiones para explotación de bosques en terrenos que se determinara deberían ser conservados para el bien público<sup>13</sup> y durante la presidencia de Francisco I. Madero se estableció una reserva forestal en el estado de Quintana

---

<sup>10</sup> Lázaro Cárdenas, “Mensaje del C. Presidente de la República, General Lázaro Cárdenas, rendido al pueblo mexicano el 1º de enero de 1935”, *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca* I.1, (1935): 36-38.

<sup>11</sup> Consuelo Cuevas Cardona, “En busca de la conservación. Estudios regionales del Departamento Forestal y de Caza y Pesca (1935-1940)”, *Espacios y prácticas de la Geografía y la Historia Natural de México (1821-1940)* (México: Instituto de Geografía- UNAM, 2014) 174.

<sup>12</sup> Miguel Ángel de Quevedo, “Exposición de motivos”, *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca*, 1:1 (1935), p. 14.

<sup>13</sup> Hernández, *Memoria de la Secretaría de Fomento*, p. XCIII.

Roo.<sup>14</sup> Cuando Victoriano Huerta usurpó el poder, Quevedo fue amenazado de muerte, así que tuvo que abandonar el país, pero regresó cuando Venustiano Carranza era presidente y a él logró convencerlo de establecer el Desierto de los Leones como primer parque nacional en 1917.<sup>15</sup>

Con la invitación de Lázaro Cárdenas, Miguel Ángel de Quevedo tuvo la oportunidad de continuar con su lucha por establecer áreas naturales protegidas, de manera que uno de los principales trabajos del Departamento Forestal fue la realización de exploraciones para detectar aquellas regiones del país en las que deberían establecerse reservas. Uno de los lugares explorados fue el bosque de la Barranca de San Miguel, en Zacualtipán. Se trataba de un bosque mesófilo, propiedad de los descendientes de Phillips Honey, un súbdito inglés que había llegado a la región en 1888 y había comprado los terrenos para explotar el hierro del lugar. En 1902, la ferrería se cerró debido a que el señor Honey no pudo competir con la Compañía de Hierro y Acero de Monterrey, pero continuó con la posesión del bosque, del que fueron dueños posteriormente sus descendientes. Cuando los investigadores del Departamento Forestal llegaron a sus posesiones, los Honey seguramente plantearon su temor de que les quitaran sus tierras para ser repartidas a los pueblos que ya las estaban solicitando y, ante la belleza y la diversidad de especies que encontraron, ellos se dispusieron a actuar e hicieron todo lo posible porque el gobierno del estado de Hidalgo comprara los terrenos para establecer ahí una reserva, o que se declarara inafectable para dotaciones de ejidos.<sup>16</sup> El 21 de noviembre de 1938 Miguel Ángel de Quevedo envió una carta a Javier Rojo Gómez, en ese entonces gobernador de Hidalgo, para insistir en la necesidad de la compra de ese lugar, excepcional por la riqueza de su vegetación típica, pues además de las

---

<sup>14</sup> Simonian, *La defensa de la tierra del jaguar*, p. 100.

<sup>15</sup> Miguel Ángel de Quevedo, *Relato de mi vida* (México: edición particular, 1943) 50.52.

<sup>16</sup> Antonio Sosa, "Los bosques de Zacualtipán, Estado de Hidalgo", *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca* I:1 (1935): 173-182.

espesas y regulares masas de árboles había que considerar la existencia de grandes helechos. Los estudios realizados mostraron que la vegetación de estos bosques estaba constituida por pino, encino, liquidámbar, pahuilla, aguacatillo, nogal, madroño, tejocote y aile. Quevedo trató de presionar al gobernante al afirmar que los propietarios ya habían considerado explotar el bosque para obtener algún beneficio económico antes de perderlo definitivamente y que se iban a iniciar talas que lo dañarían irremediablemente. Señaló que el Departamento Forestal en ese momento carecía de presupuesto para comprarlo, pero que si su gobierno lo hacía podría contar con un parque forestal de su propiedad bajo la vigilancia directa del Departamento.<sup>17</sup>

Dado que el gobierno del estado no dio respuesta, Miguel Ángel de Quevedo recurrió a la práctica que ya había realizado en otros lugares de nombrar como zona de protección los terrenos que rodeaban a la ciudad de Zacualtipán. Entre los terrenos señalados como protegidos se incluyó el bosque de la Ferrería de San Miguel, sitio en el que se prohibió la explotación comercial de productos forestales y el ensanchamiento de las superficies de cultivo agrícola. De acuerdo con el decreto, se permitiría el aprovechamiento de los árboles de encino que se encontraran descortezados, pero solo si la tala se avenía estrictamente a los lineamientos del Servicio Forestal. También se prohibía el pastoreo de ganado.<sup>18</sup>

### **Historia de un ejido**

Tal como fue señalado por los Honey y por los investigadores del Departamento Forestal, en 1935 los vecinos de la comunidad de La Mojonera habían solicitado formalmente tierras de labor, de pastoreo y monte y señalaron como afectables los terrenos de la hacienda Ferrería de San Miguel, propiedad del inglés Phillips Honey

---

<sup>17</sup> Miguel Ángel de Quevedo, "Carta a Javier Rojo Gómez", *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca* IV.13 (1938): 77

<sup>18</sup> Lázaro Cárdenas, "Decreto que declara zona protectora a la ciudad de Zacualtipán, Hgo." *Diario Oficial de la Federación* 20.IV (1939): 8-9.

y su familia.<sup>19</sup> Cuatro años más tarde, en 1939, después de realizar los estudios pertinentes, la Secretaría de Agricultura respondió que la superficie disponible para reparto correspondía a 1,300 hectáreas para dotar de ejidos a los pueblos de San Miguel, La Mojonera, Tzicoatlán y San Bernardo. Ya hecha la dotación, también se comentó sobre la explotación y conservación de los montes, estableciendo que los beneficiados quedarían sujetos a las disposiciones que sobre el particular dictara la Secretaría de Agricultura y Fomento.<sup>20</sup>

Después de la presidencia de Cárdenas, el reparto agrario disminuyó y la Ley Forestal de 1940 permitió entregar concesiones forestales en favor de grandes empresas privadas. Durante el gobierno de Manuel Ávila Camacho se entregaron 30 concesiones de alrededor de 400, 000 ha cada una en los estados de Oaxaca, Chihuahua, Durango, Chiapas y Quintana Roo.<sup>21</sup> En el estado de Hidalgo no hubo concesiones y aunque en todo el país, durante los gobiernos posteriores a Cárdenas el reparto agrario se redujo de manera considerable,<sup>22</sup> en la zona estudiada todavía se otorgaron varios ejidos.

El 6 de diciembre de 1949, el Comisariado Ejidal remitió un documento dirigido a Alejandro Durán, Jefe del Departamento Agrario, en el que mencionaba que en el año 1941 el gobernador les otorgó posesión provisional de las tierras que formaban su ejido, mismas que se encontraban cubiertas completamente de bosque. También argumentaron que por la falta de posesión definitiva de las tierras de cultivo y ya siendo provisionalmente ejidatarios, se hallaban obligados a trabajar y sembrar en diversas propiedades particulares muy alejadas de sus hogares, razón por la cual la

---

<sup>19</sup> Carta del 15 de marzo de 1935. Archivo General Agrario (en adelante AGA), carpeta del ejido La Mojonera, expediente 19508, legajo 2.

<sup>20</sup> Informe del 1 de marzo de 1941, AGA, carpeta del ejido La Mojonera, expediente 19508, legajo 1.

<sup>21</sup> Leticia Merino Pérez, *Conservación o deterioro. El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en los usos de los bosques en México*, (México: SEMARNAT-INE, 2004) 179-180.

<sup>22</sup> Ver, por ejemplo, José Agüero Rodríguez y Nelly León Fuentes. "Reparto agrario e institucionalización de la organización campesina", *Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural del Estado de Veracruz* (Veracruz: Gobierno del Estado de Veracruz, 2010) 50-52.



gente abandonaba la ranchería. Si se concedía la dotación definitiva, se procedería inmediatamente a solicitar el aprovechamiento del arbolado únicamente muerto y limpiar, previo estudio respectivo, esa parte de tierra para convertirla en áreas de cultivo, cuestión que los beneficiaría grandemente y con la que se evitaría la emigración de la población.<sup>23</sup> El 21 de junio de 1950 se concedió al poblado de La Mojonera la dotación de 316 hectáreas, todas de monte, que pertenecían al municipio de Zacualtipán.<sup>24</sup> Para 1954 se les otorgó una ampliación provisional de 55 hectáreas de terrenos nuevamente de monte alto para uso colectivo del lugar, las cuales servirían para cubrir las necesidades colectivas del núcleo de población solicitante, no fijándose parcela ejidal a los capacitados, por no haber tierras de cultivo dentro de los terrenos afectados”.<sup>25</sup>

Por otra parte, de acuerdo con entrevistas realizadas a los habitantes del ejido, en el siglo XIX llegó al lugar Moisés Cornejo Sisniega, un español que se casó con una mujer originaria de esta zona. Uno de sus hijos, Moisés Cornejo Martínez, heredó los terrenos que actualmente son habitados por sus descendientes. La comunidad se inició con 15 vecinos aproximadamente, entre el dueño de las tierras y sus trabajadores,<sup>26</sup> pero ya para el año 1900 eran 275 habitantes.<sup>27</sup>

Una vez formado el ejido, llegó gente de Huayacocotla, Zoqui, Agua Blanca y de otros municipios cercanos a quienes les dieron tierras de este lugar y de esta manera se fue poblando la comunidad.<sup>28</sup> Hoy la superficie total del ejido es de 264.4

---

<sup>23</sup> Carta del 6 de diciembre de 1949, AGA, carpeta del ejido La Mojonera, expediente 19508, legajo 3.

<sup>24</sup> Dictamen del 18 de diciembre de 1957, AGA, carpeta del ejido La Mojonera, expediente 19508, legajo 10.

<sup>25</sup> Dictamen del 10 de diciembre de 1953, AGA, carpeta del ejido La Mojonera, expediente 19508, legajo 4.

<sup>26</sup> Entrevista realizada a Rosa Cornejo el día 28 de septiembre de 2013.

<sup>27</sup> Censo de Población y Vivienda 2010, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

<sup>28</sup> Entrevista realizada a Rosa Cornejo el día 28 de septiembre de 2013.

hectáreas, y son 81 titulares quienes lo conforman<sup>29</sup>. El número de habitantes hasta 2010 fue de 839<sup>30</sup> y los ingresos económicos en la población se obtienen de la madera, los cultivos agrícolas y de los migrantes.<sup>31</sup> La mayoría de los pobladores son jornaleros, leñadores o productores de carbón. Los jornaleros trabajan en las milpas del mismo lugar, cultivando maíz y frijol, principalmente, pero también chayote, calabacita, chile y tomate verde. Para la producción de carbón existen hornos especiales donde se produce intensivamente, siempre con un manejo adecuado de las especies forestales. El carbón de encino lo usan los comerciantes que preparan comida y el de ocote es utilizado para fundir el metal que ocupan en la elaboración de campanas que se venden en Tlahuelompa.

En cuanto al deterioro ambiental, si bien parte del monte fue repartido durante la conformación del ejido a cierto número de capacitados y esto tuvo repercusiones, también es cierto que hubo regulación por parte de la Secretaría de Agricultura y Fomento con la emisión de leyes de uso, las que fueron respetadas por los ejidatarios pues, de acuerdo con documentos de 1940, ellos solicitaban autorización del uso de arbolado muerto y seco de los terrenos de monte, cercanos a sus viviendas.<sup>32</sup> Actualmente los bosques ejidales son manejados de acuerdo con la guía de especialistas forestales.

Sin embargo, es necesario aclarar que este cuidado no siempre ha ocurrido, los habitantes de la comunidad señalan que el bosque de pino-encino se ha deteriorado a través del tiempo, -“antes había más bosque”- platica la gente. Sin embargo la mayor parte de la tala no se debió a los pobladores, sino a un cacique

---

<sup>29</sup> SERFORH, S.C. y APFRZM, A.C., Estudio Regional Forestal de la Unidad de Manejo Forestal 1302 Zacualtipán-Molango (Mineral de la Reforma: Servicios Forestales de Hidalgo, 2011) 20.

<sup>30</sup> INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010. Disponible en [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/tabulados\\_localidades.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/tabulados_localidades.aspx)

<sup>31</sup> Entrevista realizada a Rosa Cornejo e Isidro Hernández Martínez el día 28 de septiembre de 2013.

<sup>32</sup> Carta del 6 de diciembre de 1949, AGA, carpeta del ejido La Mojonera, expediente 19508, legajo 3.

llamado Benito Vargas que con amenazas e influencias se fue apoderando de las tierras que antes pertenecieron a la ferrería y las taló intensivamente, así como también otros predios de la región.<sup>33</sup> Él fue el primero en tener un aserradero que fue sostenido con la devastación del arbolado que había sido cuidado por los ejidatarios, como lo muestran distintos informes. Los conflictos entre Vargas y la población quedan de manifiesto en numerosas cartas que los campesinos enviaron a la Comisión Agraria en las que lo calificaron de vulgar tala montes. Afirmaban que debido a sus destrozos ya no había lluvias, por lo que carecían de agua para sus cultivos, además de que explotaba los recursos del ejido e incluso destruyó viviendas.<sup>34</sup> Las quejas encontradas en el archivo abundan; Vargas se apropió de tierras que los campesinos habían poseído por años. Todavía el 20 de enero de 1976 el consejo agrarista mexicano, en representación de los ejidatarios del poblado San Miguel y San Bernardo, manifestaron la inconformidad de que Benito Vargas se había nombrado propietario de ciertos predios, entre ellos los montes de Zacatlamaya. Después de muchos conflictos, finalmente el gobernador del estado, Manuel Sánchez Vite, decidió actuar y le quitó a Vargas las tierras que habían pertenecido a la ferrería, lo que detuvo la tala.<sup>35</sup>

### **¿Especie o subespecie?**

La protección que la comunidad de La Mojonera da a los árboles de *Fagus* (Figura 2) que se encuentran entre su bosque proviene definitivamente del marcado interés que ha existido de parte de los biólogos de distintas instituciones por esta especie. El lugar ha sido visitado por estudiantes e investigadores de distintas instituciones y por trabajadores de dependencias como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que saben que los bosques de haya están desapareciendo del país y

---

<sup>33</sup> Cartas de febrero de 1961 y agosto de 1964, AGA, carpeta del ejido San Miguel, exp 23/19198.

<sup>34</sup> Carta del 7 de septiembre de 1964, AGA, carpeta del ejido San Miguel, exp 23/19198.

<sup>35</sup> Decreto del 20 de enero de 1976, AGA, carpeta del ejido San Miguel, exp 23/19198.

que, por tanto, deben ser estudiados y conservados. Ellos han logrado transmitir a los ejidatarios de La Mojonera un sentimiento de profundo respeto por el árbol y ahora los pobladores se sienten orgullosos de que se encuentre en su territorio.



**Figura 2.** Los árboles de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) del ejido La Mojonera en Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. Fotografía tomada por Arturo Sánchez González.

El primer botánico en descubrir que en México había bosques de haya fue Maximino Martínez, quien realizó numerosos estudios sobre diversas especies forestales.<sup>36</sup> A finales de 1938 llegó a sus manos una muestra de madera que presentaba características distintas a las que hasta ese momento él había estudiado, razón que despertó su curiosidad y que lo llevó a realizar exploraciones para localizar el árbol, mismo que encontró en Zacualtipán. Durante sus trabajos fue asistido por un integrante del Departamento Forestal y de Caza y Pesca, el ingeniero David Sánchez Galicia. Después de llevar muestras al laboratorio y de hacer las observaciones pertinentes, se dio cuenta de que se trataba de un árbol del género *Fagus* que nunca había sido mencionado antes en la flora de México. Martínez mandó una muestra a los Herbarios de Kew, en Inglaterra, y la especie fue declarada distinta de las europeas. La comparó también con las especies de *Fagus* conocidas en Estados Unidos y observó que era diferente, así, llegó a la conclusión de que se trataba de una especie nueva a la que nombró *Fagus mexicana*. La describió como un árbol grande, de 30 a 40 metros de altura, hojas irregulares y asimétricas, madera de color moreno rojizo que se usaba para la fabricación de muebles y que tenía semillas que la gente utilizaba para comer, ya fueran crudas o tostadas. Dijo que su nombre común era haya y que se encontraba en los montes de Zacatlamaya, municipio de Zacualtipán, Hidalgo, a una altura aproximada de 1,800 a 1,900 msnm, en terrenos húmedos.<sup>37</sup>

Posteriormente distintos especialistas, con base en estudios paleontológicos y de distribución geográfica, llegaron a la conclusión de que los árboles de *Fagus* encontrados en México no eran una nueva especie. Ellos señalaron que aunque *Fagus grandifolia* y la denominada *Fagus mexicana* están separadas por muchos kilómetros, en algún momento tuvieron un rango continuo y

---

<sup>36</sup> María del Consuelo Cuevas Cardona y Carmen López Ramírez, “Cambios de gobierno en la vida de un botánico mexicano: Maximino Martínez (1888-1964)”, *Historia Mexicana* LVIII. 3 (2009): 973-1004.

<sup>37</sup> Maximino Martínez, “Una nueva especie forestal (*Fagus mexicana* sp. nova),” *Anales del Instituto de Biología* 11: 1 (1940): 85-89.

se originaron de un ancestro común, de manera que el árbol fue cambiado de estatus de especie a variedad, en 1965<sup>38</sup>, y posteriormente de variedad a subespecie en 1983<sup>39</sup>. La subjetividad que existe en la clasificación de algunas entidades biológicas no es rara, el mismo Charles Darwin señaló en su libro *El origen de las especies* que lo que algunos especialistas definían como variedades otros las identificaban como especies.<sup>40</sup> Sin embargo, las dudas en la clasificación no le quitan ningún mérito a Maximino Martínez como descubridor de un árbol que nunca antes había sido identificado para México y que actualmente, dado su carácter de especie emblemática, ha llevado a la conservación del bosque mesófilo en el que se encuentra, al menos por ahora en la región en la que está establecido el ejido de La Mojonera.

### **Estudios locales**

Un hecho importante que muestra la historia ambiental es la necesidad de realizar estudios locales, tal como ha sido defendido por la microhistoria de Luis González y González. Lo ocurrido en La Mojonera es diferente a lo que ha pasado en otros bosques de *Fagus* en el mismo estado de Hidalgo. En el ejido Medio Monte, de San Bartolo Tutotepec, se encontró que el bosque se conservó mejor antes de que hubiera reparto agrario. De acuerdo con las entrevistas realizadas y los documentos de archivo, los bosques de esta región pertenecieron a Jesús Mendía y a los hermanos Ambrosio y Pánfilo Cabrera, quienes, de acuerdo con una mujer que lo vivió, no talaban ni para cubrir sus propios requerimientos, es decir, eran muy cuidadosos en el corte de los árboles.<sup>41</sup>

---

<sup>38</sup> Little, Elbert Little. "Mexican Beech, a Variety of *Fagus grandifolia*", *Castanea* 30. 3 (1965): 167-170.

<sup>39</sup> Edward Murray, "Kalmia". *A Botanic Journal* 13 (1983): 6.

<sup>40</sup> Charles Darwin, *El origen de las especies* (México: Conacyt, 1981).

<sup>41</sup> Carta del 18 de septiembre de 1939, AGA, carpeta del ejido Medio Monte, legajo 1, exp 10305. Entrevista realizada a Guadalupe Lucio San Juan el día 8 de junio, 2013.

En 1941 se decidió entregar tierras no a los trabajadores del rancho Medio Monte, sino a los pobladores de una comunidad vecina llamada Chicamole que las habían solicitado desde 1939.<sup>42</sup> A ellos se les asignaron 53 hectáreas tomadas del rancho y 132 hectáreas de la propiedad de los Cabrera<sup>43</sup> Sin embargo, las trabajadoras del rancho, que en su mayoría eran mujeres, afirmaron que ellas tenían más derechos que los de Chicamole, pues habían vivido y trabajado ahí desde hacía más de sesenta años, ya que tanto ellas como sus ancestros habían labrado esas tierras.<sup>44</sup> Los hermanos Cabrera enviaron una carta de protesta a Manuel Ávila Camacho para tratar de defender sus posesiones, acusaron a los vecinos de Chicamole de que ya habían empezado a talar esos bosques de gran riqueza, en los que abundaban encinos, hayas, robles y manzanillos que ellos habían cuidado por años.<sup>45</sup> Las tierras fueron repartidas de todas maneras y, al parecer, una parte les fue entregada a los habitantes de Chicamole, que formaron el ejido de Pueblo Nuevo, y otra se entregó a las habitantes de Medio Monte.<sup>46</sup>

Con el reparto agrario los bosques comenzaron a ser desmontados. Existen varias cartas enviadas a la Comisión Agraria Mixta en las que se señalaba la deforestación que estaba ocurriendo en Medio Monte. Se decía que ya con derechos de propiedad, la gente comenzó a desmontar para construir sus viviendas, milpas y potreros.<sup>47</sup> Estas cartas coinciden con los entrevistados, quienes dicen que antes del ejido había mucho bosque, hasta se apreciaba oscuro, con distintas clases de árboles, como encinos de troncos muy gruesos, copal, ocote, aguacatillo, que aún se observan pero con baja frecuencia. La mayor tala ocurrió para tener tierras de

---

<sup>42</sup> Dictamen del 18 de septiembre de 1939, AGA, carpeta del ejido Medio Monte, legajo 1, exp 10305.

<sup>43</sup> Dictamen del 10 de abril de 1941, AGA, carpeta del ejido Medio Monte, legajo 2, exp 23-10251.

<sup>44</sup> Carta del 7 de marzo de 1942, AGA, carpeta del ejido Chicamole, legajo 1, exp 22102.

<sup>45</sup> Carta del 11 de abril de 1942, AGA, carpeta del ejido Chicamole, legajo 1, exp 22102.

<sup>46</sup> Entrevista realizada a Guadalupe Lucio San Juan el día 8 de junio, 2013.

<sup>47</sup> Carta del 14 de enero de 1944, AGA, carpeta del ejido Chicamole, legajo 1, exp 22102.

cultivo y para uso doméstico, ya fuera para leña, construcción de viviendas o como cercos de terrenos. Si en algún momento vendían madera era por encargo y no tan frecuentemente. Los tabloneros se comprometían a fabricar tablones de copal, hacían de 20 a 30 cargas por pedido, los que eran transportadas por los arrieros.<sup>48</sup>

A pesar de lo anterior, es importante señalar que en el Periódico Oficial del Estado de Hidalgo se encontró una nota en la que se puede leer que uno de los hijos de Jesús Mendía (Jesús Mendía Jr.) tuvo una fábrica de cajas de madera, lo que sugiere que desde antes del reparto agrario la explotación de los bosques ya ocurría.<sup>49</sup>

En la actualidad se sigue desmontando y ahora sí se comercializa la madera. Sin embargo, la tala más devastadora se lleva a cabo por personas ajenas al ejido, que llegan a hacerlo de manera clandestina. Los pobladores ya observan los problemas que esto les está provocando, pues cada vez falta más el agua. Relacionan a los encinos como productores de agua y atribuyen su disminución a la carencia del vital líquido. “Por el bosque vivimos y aquellas personas que se mantienen de la leña solamente cortan y hacen tiradero de árboles. Como no son agricultores, no les importa la presencia del recurso”, dicen molestos.<sup>50</sup> Además, han observado que cada vez los cultivos ya no prosperan de la misma manera que antes. El granizo, vientos o lluvias fuertes acaban con las siembras, lo mismo sucede con la presencia de calor intenso. La mano de obra es otro problema, pues no se encuentra fácilmente quien quiera trabajar con los sueldos que se ofrecen, y a la vez muchos jóvenes prefieren emigrar porque no encuentran en el lugar oportunidades de trabajo.<sup>51</sup>

---

<sup>48</sup> Entrevista realizada a Antonio Cabrera Franco el día 9 de Julio de 2013.

<sup>49</sup> Ernesto Viveros, “Contrato”, Periódico Oficial del Estado de Hidalgo (Pachuca), 24 de octubre de 1936: 568-569.

<sup>50</sup> Entrevista realizada a Antonio Cabrera Franco el día 9 de Julio de 2013.

<sup>51</sup> Entrevista realizada a Esperanza García Lucio el día 8 de junio del 2013.



Autoridades forestales han tratado de mitigar el impacto con proyectos de reforestación. Sin embargo, han entregado a los ejidatarios árboles que no son propios del lugar, pinos desconocidos para ellos que se secan. Esto lo único que hace es fomentar el desánimo y el desinterés.<sup>52</sup>

“Las hayas”, como los habitantes reconocen al bosque de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, se ubican en una zona específica alejada de la comunidad de Medio Monte. Este bosque fue propiedad de Ambrosio Cabrera, pues en un documento de 1942 describió que el monte de su propiedad ostentaba una gran variedad de especies, entre ellas el haya.<sup>53</sup> Los habitantes de Medio Monte ubican este bosque en dos sitios particulares reconocidos como “Las Joyas” y “Los Tepetates”, que describen como zonas muy húmedas, donde nace el arroyo en cuyas orillas crecen los árboles. Un habitante comentó: “el lugar esta enojado, se encuentra escondido”.<sup>54</sup> De estos árboles solo se utilizan las semillas (Figura 3) como alimento, cuando los árboles las producen, muchas personas acuden con bolsas a recogerlas, pues con ellas preparan pipián, salsa para tamales y atole pero además, también las comercializan localmente. Sin embargo, los árboles han sido respetados por los taladores, principalmente porque están situados en lo profundo del bosque, en pendientes muy pronunciadas. Platican los lugareños que hace tiempo se intentó utilizar los troncos de haya como postes en la construcción de viviendas, esta forma de uso fue abandonada debido a que los maderos se encorvaban y perdían su estructura con el tiempo.<sup>55</sup> Algunos habitantes de Tutotepec y Pueblo Nuevo comentaron que aproximadamente entre 1915 y 1930 cerca de los hayales, a la orilla de río, existieron pequeñas fábricas de producción de

---

<sup>52</sup> Entrevista realizada a Esperanza García Lucio el día 8 de junio del 2013.

<sup>53</sup> Carta del 11 de abril de 1942, AGA, carpeta del ejido Chicamole, legajo 1, exp 22102.

<sup>54</sup> Entrevista realizada a Lino Cabrera Franco el día 9 de Julio de 2013.

<sup>55</sup> Entrevista realizada a Lino Cabrera Franco el día 9 de Julio de 2013 y a Crescencio Velazco Tolentino el día 11 de abril de 2014.

refino, pertenecientes a Ruperto Mérida, las cuales ocupaban grandes cantidades de agua y leña de encino para hacer trabajar los hornos que utilizaban.



**Figura 3.** Las semillas de uso comestible por los pobladores de los tres sitios de estudio. En el ejido de Medio Monte son comercializadas localmente durante la época de producción. Fotografía tomada por Adriana Beatriz Ortiz Quijano.

Estas fábricas fueron generadoras de empleos para los pobladores de las comunidades cercanas. La caña utilizada para obtener el refino llegaba de los pueblos cercanos, situados en altitudes bajas, donde la cultivaban y era transportada mediante animales de carga.<sup>56</sup> En el presente aunque la extracción de madera de *Fagus* no se lleva a cabo, la tala de los demás árboles es un problema grave que está disminuyendo la existencia del bosque mesófilo en su totalidad.

Por su parte El Gosco es una comunidad perteneciente al municipio de Tenango de Doria que ha sido poblada por gente joven de pueblos vecinos. Son pocos los adultos mayores originarios del lugar. Uno de ellos es Valentín Gómez González, de 66 años de edad, quien junto a su esposa llevan 40 años viviendo en el pueblo. Cuando llegaron a este lugar solamente existía una vivienda.

---

<sup>56</sup> Entrevista realizada a Miguel Gómez Galoso el día 18 de mayo de 2014 y a Cándido Velazco San Agustín el día 11 de abril del 2014.



**Figura 4.** Izquierda-Terreno de propiedad particular donde se muestra la devastación de los árboles de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en la comunidad El Gosco. Derecha- Vista de un tocón en donde se aprecia la madera de haya. Fotografías tomadas por Adriana Beatriz Ortiz Quijano.

En El Gosco no existe ejido, el territorio está dividido en propiedades privadas y generalmente son los dueños los que manejan sus terrenos, ya sea para siembra o renta. Se sabe que el Rancho El Gosco con un tamaño de 400 a 600 hectáreas aproximadamente, perteneció a un solo dueño, Félix Franco, quien fue presidente municipal de Tenango de Doria.<sup>57</sup> Este señor vendió terrenos muy grandes de su rancho a sus propios trabajadores, por medio de pequeños cobros cada vez que recibían su sueldo.

El Gosco, por desgracia, ha estado sometido a talas continuas (Figura 4). La mayor parte de los árboles son el liquidámbar o copal, el pino, el ocote, el aile y el encino. También hay hayas, a las que la gente llama totorcales o avellanas. Lo describen como un árbol duro y macizo, pero a la vez quebradizo. Una vez que la leña se seca se vuelve muy dura “como piedra”. Generalmente la gente mayor trata de cuidar a los totorcales evitando su tala y tratando de concientizar a los vecinos de que son árboles muy antiguos. Sin embargo, principalmente la gente joven del pueblo no escucha y, debido a la falta de empleos, comercializan la madera. Una

<sup>57</sup> Informe del 11 de octubre de 1939, AGA, carpeta Tenango de Doria, legajo 1, exp 10305. Entrevista realizada a Valentín Gómez García el día 14 de agosto de 2013.

“tarea” (amontonamiento de leña a lo largo de 2.8 m del suelo) de esta madera tiene un costo de \$400.00 a \$500.00. La leña de *Fagus* se aprecia por su combustión, un trozo es suficiente para preparar la comida y la cena en un día. La flama perdura y su rendimiento es más alto que cualquier otra especie forestal. Recientemente los panaderos de la región prefieren utilizar la madera de este árbol (Figura 5) para sus hornos, pues rinde más que la de otras variedades. La situación es tan grave que en varios periódicos locales han aparecido notas sobre la devastación que se está llevando a cabo en este lugar. De hecho, se señala que ya se formó un grupo llamado “Salvemos el bosque del Gosco” con activistas que están tratando de detener la tala.<sup>58</sup> Sin embargo, las acciones de los políticos con frecuencia son insuficientes. En 1997 hubo un presidente municipal que regaló motosierras y pensó que de esta manera apoyaría a los campesinos para que aprovecharan los árboles de su bosque. De acuerdo con las personas entrevistadas, a partir de esta medida se inició la tala desmedida de pinos y encinos. El uso intensivo del totoral como combustible tiene apenas unos cinco o seis años de ocurrir. Ahora se observan terrenos con varios árboles de *Fagus* derrumbados, tocones y trozos de madera tirados. Las poblaciones más afectadas son las que se ubican en la ladera superior del monte, respecto al camino principal, pues la orientación de los árboles permite que caigan sobre el declive del terreno, lo que es aprovechado para construir rampas de deslizamiento por donde ruedan los troncos y los transportan hasta las camionetas de carga.

### **El género *Fagus* en México y el mundo**

El género *Fagus* es propio de las latitudes del norte del planeta, en donde se encuentran numerosas especies, sobre todo en Japón y China. Está constituido por 10 especies y dos subespecies de árboles que pueden alcanzar hasta 40 m de altura. Es nativo de zonas templadas y se distribuye en Asia (*Fagus engleriana*, *F.*

---

<sup>58</sup> Alejandro Reyes, “Acusan indiferencia de Semarnat y Profepa”, *Milenio Hidalgo* (Pachuca), 26 de octubre de 2013. Tania Monroy, “Piden parar devastación en El Gosco”, *Síntesis* (Pachuca), 28 de octubre de 2013.

japónica, *F. okamotoi*, *Fagus hayatae*, *F. longipetiolata*, *F. lucida*, *F. chienii*, *F. crenata*. En Japón y en China es en donde se encuentra el mayor número de especies); en Europa (*Fagus sylvatica*) y en Norteamérica (*F. grandifolia*).<sup>59</sup>

Los estudios paleontológicos indican que lo que se conoce como *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* llegó a la parte continental que hoy es México en el Mioceno medio<sup>60</sup> y lo que en la actualidad queda son fragmentos relictuales que subsistieron aislados en sitios donde encontraron las condiciones más favorables para su desarrollo.<sup>61</sup> Varios estudios hacen ver que un factor limitante de su distribución han sido las fluctuaciones climáticas a lo largo de los tiempos geológicos;<sup>62</sup> sin embargo, el impacto que el ser humano ha ejercido en los bosques también ha sido un factor que ha llevado a la desaparición de la especie. Desde 1944 Lasse, un estudiante que hizo su tesis sobre esta especie de árbol, mencionó la explotación irracional a que se le estaba sometiendo, principalmente en Puebla, por lo que propuso un proyecto de manejo forestal.<sup>63</sup> Otro estudiante, Ehnis, en 1981 señaló la conveniencia de establecer medidas de protección para *Fagus* en México, este autor trabajó en Teziutlán, Puebla y en Zacualtipán, Hidalgo.<sup>64</sup> En 1994 Pérez-Rodríguez denunció que en Teziutlán, Puebla y en Tlapacoyan, Veracruz, el bosque en donde se encontraba *Fagus* se estaba derribando para ser sustituido por tierras

---

<sup>59</sup> T. Denk and G W. Grimm, "The biogeographic history of beech trees," *Review of Palaeobotany and Palynology* 158, (2009): 87

<sup>60</sup> Alan Graham, "Studies in Neotropical Paleobotany II. The Miocene communities of Veracruz, Mexico", *Annals of the Missouri Botanic Garden*, 63, (1976): 787.

<sup>61</sup> Guadalupe Williams-Linera, et al., "Distribution and stand characteristics of relict populations of Mexican beech (*Fagus grandifolia* var. *mexicana*)", *Biological Conservation*, 109 (2003): 28.

<sup>62</sup> Eduardo Alberto Ehnis Duhne, *Fagus mexicana* Martínez: Su ecología e importancia, Tesis de Licenciado en Biología (México: UNAM, 1981) 118. Adele Rowden, et al., "Conservation genetics of Mexican beech, *Fagus grandifolia* var. *Mexicana*", *Conservation Genetics*, 5, (2004) 482.; Guadalupe Williams-Linera et al. Distribution and stand characteristics of relict populations of Mexican beech, p. 28.

<sup>63</sup> Rolando Lasse, "El haya: *Fagus mexicana* sp. nova: su aprovechamiento y reglamentación", Tesis de Ingeniero Forestal (Texcoco: Universidad Autónoma de Chapingo, 1944) 33.

<sup>64</sup> Ehnis, *Fagus mexicana* Martínez: Su ecología e importancia, p. 118.

de cultivo y pastoreo, por lo que propuso algunas alternativas de conservación.<sup>65</sup> Hoy se sabe que los fragmentos de bosque de haya de Puebla, San Luis Potosí y algunos sitios de Veracruz ya desaparecieron por completo y que varias de las poblaciones que quedan se encuentran en estado vulnerable,<sup>66</sup> por lo que la especie se encuentra incluida en la categoría de “en peligro de extinción” en la NOM059-SEMARNAT-2010. De las poblaciones que quedan solo los pequeños bosques de haya de la Reserva de la Biosfera El Cielo, están oficialmente “protegidos”.

## **A MANERA DE EPÍLOGO**

Los casos estudiados en el estado de Hidalgo muestran distintas situaciones. En La Mojonera el árbol se ha convertido en una especie emblemática, en un símbolo de orgullo, lo que conduce a que todo el bosque sea protegido. En esta localidad se hace uso de la madera de distintos árboles y, sobre todo, se usan pinos y encinos para elaboración de carbón. Para hacerlo se han unido los esfuerzos de los ejidatarios con los de los técnicos forestales en el manejo del bosque. Uno de sus últimos proyectos es la creación de un vivero en el que se encuentran ya creciendo numerosos arbolitos de haya. En Medio Monte los ejidatarios utilizan solamente las semillas del *Fagus*, que se ha mantenido protegido por la inclinación del terreno y las dificultades que este hecho da a su explotación. Sin embargo, en este sitio existe tala clandestina por parte de gente que llega de fuera y que saca la madera en grandes camiones, de acuerdo con lo dicho por algunos entrevistados, por lo que urge tomar medidas para proteger tanto al bosque como a los pobladores que lo habitan. También es necesario continuar con planes de reforestación, pero a partir de especies propias del lugar. Finalmente El Gosco es un bosque que se encuentra en riesgo de desaparecer pronto. Los árboles de haya, específicamente, son talados para alimentar hornos de pan, pero también se talan todo tipo de árboles. En este

---

<sup>65</sup> Patricia Margarita Pérez Rodríguez, *Las hayas de México* (Texcoco: Universidad Autónoma de Chapingo, 1999) 140.

<sup>66</sup> Williams Linera, *et al.* “Distribution and stand characteristics of relict populations of Mexican beech”, p. 28 ; Rowden, *et al.* “Conservation genetics of Mexican beech”, p. 476; Rodríguez-Ramírez, *et al.* “Current distribution and extension of the Mexican beech forests”, p. 209.

caso sería necesario convencer a los propietarios de las bondades de la reforestación y la restauración para que puedan continuar utilizando los recursos en el futuro. En el caso específico de *Fagus*, los árboles que se están produciendo en La Mojonera serían de gran ayuda para echar a andar un proyecto en este sentido.

Como puede verse la historia ambiental es una disciplina que muestra el impacto que las poblaciones humanas han ejercido en su medio y que, además, brinda herramientas que pueden guiar las medidas a tomar para mitigar ese impacto.

### **Notas y agradecimientos**

El presente estudio contó con el apoyo económico otorgado por CONACyT mediante la beca de posgrado número 336759 correspondiente a la investigación: “Historia ambiental de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) en el estado de Hidalgo, México”. Asimismo al proyecto CONACyT, Ciencia Básica CB-2011/169141: “Estructura, diversidad de especies vegetales y distribución actual de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) en el estado de Hidalgo, México”. También agradecemos las facilidades otorgadas en la búsqueda de información al Archivo General Agrario y a los pobladores de las comunidades de estudio por su valiosa colaboración y aporte de información durante el desarrollo del estudio.

## LITERATURA CITADA

- Archivo General Agrario, carpeta del ejido La Mojonera, expediente 19508, legajos 1, 2, 3, 4, 10.
- Archivo General Agrario, carpeta del ejido San Miguel, expediente 23/19198.
- Archivo General Agrario, carpeta del ejido Medio Monte, expediente 10305, legajo 1.
- Archivo General Agrario, carpeta del ejido Medio Monte, expediente 10251, legajo 2.
- Archivo General Agrario, carpeta del ejido Chicamole, expediente 22102, legajo 1.
- Archivo General Agrario, carpeta Tenango de Doria, expediente 10305, legajo 1.
- Agüero Rodríguez, José y Nelly León Fuentes. "Reparto agrario e institucionalización de la organización campesina". *Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural del Estado de Veracruz*. Ed. Mayet Flores Cano. Veracruz: Gobierno del Estado de Veracruz, 2010.
- Boyer, Christopher R. y Emily Wakild. "Social Landscaping in the Forest of Mexico: An Environmental Interpretation of Cardenismo, 1939-1940". *Hispanic American Historical Review* 92. 1 (2012): 73-106.
- Cárdenas, Lázaro. "Mensaje del C. Presidente de la República, General Lázaro Cárdenas, rendido al pueblo mexicano el 1º de enero de 1935, en lo concerniente a la creación del Departamento Autónomo Forestal y de Caza y Pesca". *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca* I.1 (1935): 36-38.
- Cárdenas, Lázaro. "Decreto que declara zona protectora a la ciudad de Zacualtipán, Hgo." *Diario Oficial de la Federación* 20.IV (1939): 8-9.
- Cuevas Cardona, María del Consuelo y Carmen López Ramírez. "Cambios de gobierno en la vida de un botánico mexicano: Maximino Martínez (1888-1964)". *Historia Mexicana* LVIII.3 (2009): 973-1004.
- Cuevas Cardona, Consuelo. "En busca de la conservación. Estudios regionales del Departamento Forestal y de Caza y Pesca (1935-1940)". *Espacios y prácticas de la Geografía y la Historia Natural de México (1821-1940)*. Eds. Luz Fernanda Azuela y Rodrigo vega y Ortega Báez. México: UNAM, 2014.
- Darwin, Charles. *El origen de las especies*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1981.
- Denk, T. y G W. Grimm. "The biogeographic history of beech trees". *Review of Palaeobotany and Palynology* 158 (2009): 83-100.



- Ehnis Duhne, Eduardo Alberto. *Fagus mexicana* Martínez: Su ecología e importancia. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Biología. México: UNAM, 1981.
- González de Molina y Víctor M. Toledo. *Metabolismos, naturaleza e historia*, Barcelona: Icaria, 2011.
- González y González, Luis. *Pueblo en vilo. Microhistoria de San José de Gracia*. México: Clío, 2004.
- Graham Alan. "Studies in Neotropical Paleobotany II. The Miocene communities of Veracruz, Mexico". *Annals of the Missouri Botanic Garden* 63 (1976): 787-842.
- Gual-Díaz, Martha y Alejandro Rendón-Correa. "Bosques Mesófilos de Montaña de México: Diversidad, ecología y manejo". México: Conabio, 2014.
- Hernández, Rafael. *Memoria de la Secretaría de Fomento presentada al Congreso de la Unión por el secretario de Estado del Despacho del ramo: Lic. Rafael Hernández. Corresponde al ejercicio de 1910-1911 y a la gestión administrativa de los señores Lic. D. Olegario Molina y Lic. D. Manuel Marroquín y Rivera y Lic D. Manuel Calero*. México: Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento, 1912
- INEGI. Censo de Población y Vivienda. 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en [http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta\\_resultados/m5mh.aspx?c=28004&s=est](http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/m5mh.aspx?c=28004&s=est).
- Lasse, W, Rolando. *El haya: Fagus mexicana sp. nova: su aprovechamiento y reglamentación*. Tesis para obtener el título de ingeniero forestal. Texcoco: Universidad Autónoma de Chapingo, 1944.
- Little, Elbert L. "Mexican Beech, a Variety of *Fagus grandifolia*". *Castanea* 30. 3 (1965): 167-170.
- Martínez, Maximino. "Una nueva especie forestal (*Fagus mexicana* sp. nova)." *Anales del Instituto de Biología* 11. 1 (1940): 85-89.
- Merino Pérez, Leticia. *Conservación o deterioro. El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en los usos de los bosques en México*. México: SEMARNAT-INE-Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C., 2004
- Miranda Faustino Y A J Sharp. "Characteristics of the Vegetation in Certain Temperate Regions of Eastern Mexico". *Ecology* 31 (1950): 313-333.
- Monroy, Tania. "Piden parar devastación en El Gosco". Síntesis (Pachuca), 28 de octubre de 2013, 15
- Murray, Edward. "Kalmia". *A Botanic Journal* 13 (1983): 6.

- Pérez Rodríguez, Patricia Margarita. *Las hayas de México*. Texcoco: Universidad Autónoma de Chapingo, 1999.
- Quevedo, Miguel Ángel de. "Exposición de motivos". *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca* I.1 (1935): 5-58.
- Quevedo, Miguel Ángel de. "Carta a Javier Rojo Gómez". *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca* IV.13 (1938): 75-77.
- Quevedo, Miguel Ángel de. *Relato de mi vida*. México: edición particular, 1943.
- Reyes, Alejandro. "Acusan indiferencia de Semarnat y Profepa en tala clandestina de bosques". *Periódico Milenio Hidalgo* (Pachuca) 26 de octubre de 2013, 12.
- Rodríguez-Ramírez, Ernesto Chanes, Sánchez-González, Arturo y Gregorio Ángeles-Pérez. "Current distribution and extension of the Mexican beech forests (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*)". *Endangered Species Research* 20 (2013): 205-216.
- Rowden, Adele; Robertson, Ashley; Allnutt, Theodore; Heredia, Sylvia; Williams-Linera, Guadalupe y Adrian C. Newton. "Conservation genetics of Mexican beech, *Fagus grandifolia* var. *Mexicana*". *Conservation Genetics*, 5 (2004): 475-484.
- SERFORH, S.C. y APFRZM, A.C. *Estudio Regional Forestal de la Unidad de Manejo Forestal 1302 Zacualtipán-Molango*. Mineral de la Reforma: Servicios Forestales de Hidalgo y Asociación de Productores Forestales de la Región Zacualtipán-Molango, 2011.
- Simonian, Lane. *La defensa de la tierra del jaguar*. México: SEMARNAP-CONABIO-IMERNAR, 1999.
- Sosa, Antonio H. "Los bosques de Zacualtipán, Estado de Hidalgo." *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca* I: 1 (1935): 175-182.
- Villaseñor José Luis. *El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico*. México: Conabio, 2010.
- Viveros, Ernesto. "Contrato". *Periódico Oficial del Estado de Hidalgo* 24.X (1936): 8-9.
- Williams-Linera, Guadalupe; Rowden, Adele y Adrian C. Newton. "Distribution and stand characteristics of relict populations of Mexican beech (*Fagus grandifolia* var. *mexicana*)". *Biological Conservation* 109 (2003): 27-36.

## CAPÍTULO II

**Estructura poblacional de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en el bosque mesófilo de montaña del estado de Hidalgo, México.**

# Estructura poblacional de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en el bosque mesófilo de montaña del estado de Hidalgo, México

Population structure of *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* in the cloud forest of Hidalgo State, Mexico

*Cornisa:* Estructura poblacional de *Fagus grandifolia* en Hidalgo, México.

Adriana Beatriz Ortiz-Quijano<sup>1</sup>, Arturo Sánchez-González<sup>1\*</sup>, Lauro López-Mata<sup>2</sup> y José Villanueva-Díaz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Carretera Pachuca-Tulancingo km. 4.5, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. 42184.

<sup>2</sup> Posgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. 56230.

<sup>3</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmosfera, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento. Gómez Palacio, Durango, México. 35140.

El presente artículo fue sometido y aceptado en la revista ***Botanical Sciences*** y la versión en idioma inglés será publicada el próximo año (2016).

## RESUMEN

Las poblaciones de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* con mayor densidad de individuos y con mayor extensión territorial de México se desarrollan en el bosque mesófilo de montaña del estado de Hidalgo; dado que este taxón se considera en riesgo de extinción, el objetivo del presente estudio fue aportar datos sobre su estructura de alturas, diámetros y edades en tres poblaciones de Hidalgo. Adicionalmente, se obtuvo información sobre la estructura de los bosques de haya, en los que *Fagus* domina el dosel. En cada localidad se establecieron al azar entre 3 y 6 parcelas de muestreo de 400 m<sup>2</sup> cada una, dependiendo del tamaño de cada bosque. Dentro de cada parcela se estimó la densidad y área basal de cada especie de árbol y arbusto con diámetro mayor a 2.5 cm, a 1.30 m de altura. A nivel específico, las poblaciones son dinámicas, con un alto porcentaje de individuos jóvenes; sin embargo, en una de las localidades, han ocurrido cambios en la última década por actividades antropogénicas y la estructura de alturas y diámetros en las primeras categorías de edad se ha modificado; el diámetro resultó ser un buen predictor de la edad de los árboles. A nivel comunitario, la dominancia de *Fagus* y otras especies difirió entre localidades, lo que probablemente se relacione con el grado de perturbación. La estructura poblacional y comunitaria están relacionadas y podrían ser consideradas como indicadores de cambios en las condiciones ambientales en el pasado reciente y en la actualidad.

**Palabras clave:** Bosque mesófilo, clases diamétricas, dendrocronología, estructura de edades, *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*.

## ABSTRACT

The populations of *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* with higher density and greater land area of Mexico develop in the cloud forest of the state of Hidalgo; although this taxon is endangered, there is little information about their population structure. This study provides data on the structure of heights, diameters and ages of *Fagus* in three populations of Hidalgo. Additionally, information on the structure of the forests of beech, in which *Fagus* dominates the canopy was obtained. In each locality were set randomly between 3 and 6 sample plots of 400 m<sup>2</sup> each, depending on the size of each forest. Within each plot density and basal area of each species of tree and shrub diameter greater than 2.5 cm (1.30 m) was estimated. A specific level, populations are dynamic, with a high percentage of young individuals; however, in one of the localities, changes have occurred in the last decade by anthropogenic activities, and structure of sizes and diameters in the first age categories has changed; the diameter was a good indicator of the age of the trees. At the community level, the dominance of *Fagus* and other species differed between localities, which is probably related to the degree of disturbance. Population and community structure are related and could be considered as indicators of changes in environmental conditions in the recent past and today.

**Key words:** Age structure, cloud forest, diameter classes, dendrochronology, *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*.

En Norteamérica *Fagus grandifolia* Ehrh. es una de las especies arbóreas con más amplia distribución geográfica, se encuentra principalmente desde el extremo norte de la zona subtropical, hasta el extremo sur de la zona boreal de los Montes Apalaches (Fang y Lechowicz, 2006; Bradshaw et al., 2010). En contraste, en México existen solo 12 pequeñas poblaciones aisladas del taxón infra-específico *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* (Martínez) A.E. Murray, restringidas a la Sierra Madre Oriental, en los estados de Hidalgo, Nuevo León, Tamaulipas y Veracruz (Rodríguez-Ramírez et al., 2013; Rodríguez-Ramírez, 2014).

Los bosques de haya de México, cuyo dosel es dominado por *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, representan un tipo de asociación vegetal particular, tanto de los bosques de haya de Norteamérica, como de los bosques mesófilos de montaña del país; por su distribución relictual y las características ambientales específicas de los sitios en donde se desarrollan, son altamente vulnerables a los cambios climáticos y a las perturbaciones antropógenicas (Williams-Linera et al., 2003; Rowden et al., 2004; Fang y Lechowicz, 2006; Vargas-Rodríguez et al., 2010). El taxón referido se encuentra actualmente incluido en la NOM-059 (SEMARNAT, 2010) en la categoría de “en peligro de extinción”.

En concordancia con la enorme superficie que ocupan los *bosques de Fagus grandifolia* en Canadá y Estados Unidos de América, existen un gran número de estudios que han permitido definir que la composición florística, estructura, dinámica poblacional, condiciones ambientales y de manejo forestal, entre otras características, difiere de manera significativa con respecto a la de los bosques de

haya de México (Peters, 1994; Williams-Linera et al., 2003; Hoagland, 2006; Busby et al., 2009).

El análisis de la estructura de tamaños, diámetros y edades de los árboles, permite reconstruir la historia reciente, y definir la dinámica y estabilidad poblacional (Caballero y Orjeda, 1975; Leak, 1975; Whipple y Dix, 1979; Veblen, 1992; Busby et al., 2009; Boyce, 2012; Ferreyra, 2010); estos análisis son relevantes para especies incluidas en alguna categoría de riesgo ya que ayudan a establecer estrategias de uso, manejo y conservación (Schmitt y Windisch, 2006; Mehlreter, 2010). Si además de dichos parámetros, se estima la edad mediante el crecimiento radial de los árboles, se puede reconstruir con mayor detalle y certidumbre la historia contemporánea de los bosques (Rozas, 2002). Por otra parte, el valor de importancia de las especies vegetales también es fundamental, pues nos permite entender la fase de desarrollo sucesional de la comunidad, en el supuesto que la fase madura es conocida (Namikawa et al., 2010; Bianchi et al., 2011).

En México existen varios estudios sobre la estructura y composición florística de los bosques de haya (Williams-Linera et al., 2000; Williams-Linera et al., 2003; López-López, 2003; Godínez-Ibarra, 2007; Montiel-Oscuro, 2011, Rodríguez-Ramírez, 2014), pero solo se han publicado dos trabajos en el nivel de organización poblacional para *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*: uno en el que determinaron la estructura de edades y su relación con variables climáticas en tres rodales muy pequeños, de menos de 500 individuos cada uno, localizados dentro del cráter del volcán Acatlán, en Veracruz (Williams-Linera et al., 2000); y otro en el que analizaron



la variación aloenzimática y el tamaño de las poblaciones en siete localidades en la Sierra Madre Oriental (Montiel-Oscura et al., 2013).

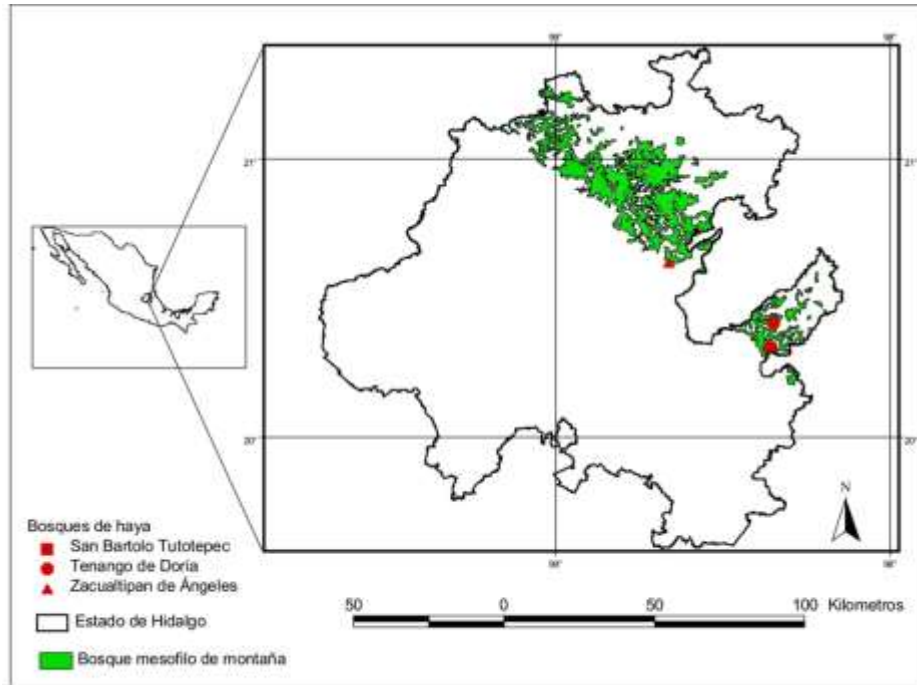
La mayoría de las poblaciones de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* se encuentran actualmente en riesgo de desaparecer, debido principalmente al disturbio provocado por las actividades humanas (Williams-Linera et al., 2003; Rowden et al., 2004; Rodríguez-Ramírez et al., 2013). La distribución restringida, el pequeño tamaño de las poblaciones y la escasa información biológica sobre el citado taxón, incrementan su nivel de vulnerabilidad. Debido a ello, en el presente estudio se plantearon como objetivos (1) definir la estructura poblacional de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en tres localidades del estado de Hidalgo, México, con base en el diámetro y altura de los individuos; (2) estimar en qué medida el diámetro y/o la altura se relacionan con la edad de los árboles de haya y, por ende, si pueden ser utilizados para definir en forma indirecta la estructura de edades de las poblaciones y, (3) conocer la composición de especies y la estructura en el nivel de organización comunitario. La intención es generar información básica e integral sobre la situación actual de los bosques de haya de México, que pueda ser de utilidad en otras investigaciones para reconstruir su historia reciente y establecer estrategias de manejo y conservación en el futuro.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El trabajo se realizó en tres localidades con bosque de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) del estado de Hidalgo, México: El Gosco (Tenango de Doria), La Mojonera (Zacualtipán de Ángeles) y Medio Monte (San Bartolo Tutotepec). Estos bosques se desarrollan en altitudes que fluctúan entre 1,557 y 1,987 m (Cuadro 1, Figura 1). El clima es de tipo C(fm): templado húmedo, con lluvias todo el año, distintivo de un orobioma de montaña (Peters,1995), con neblinas frecuentes y temperatura media anual de 12.7°C (García, 1988).

Localidad y Municipio	Latitud	Longitud	Intervalo de altitud (m)	Cobertura (ha)	Densidad (individuos/ha)
El Gosco, Tenango de Doria	20°19'37.8"	98°14'57.1"	1557-1864	4.5	92 <sup>c</sup>
La Mojonera, Zacualtipán de Ángeles	20°38'0.33"	98°36'51.8"	1780-1950	42.5	276 <sup>a</sup> -646 <sup>c</sup>
Medio Monte, San Bartolo Tutotepec	20°24'50.0"	98°14'24.0"	1800-1944	34.25	218 <sup>b</sup> -326 <sup>c</sup>

**Cuadro 1.** Características generales de las poblaciones de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* analizadas. Datos de cobertura tomados de Rodríguez-Ramírez *et al.* (2013), <sup>a</sup> López-López (2003), <sup>b</sup> Montiel-Oscura (2011), <sup>c</sup> Presente estudio.



**Figura 1.** Mapa de distribución del BMM en el estado de Hidalgo y ubicación de los bosques de haya en las localidades de estudio.

La precipitación pluvial total anual es elevada (oscila entre 1,200 y 2,050 mm); la topografía es accidentada y la pendiente del terreno muy elevada (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2013).

**Análisis estructural de los bosques de haya.** Se colocaron cinco parcelas permanentes de 20 x 50 m (0.1 hectárea) cada una en Medio Monte, cinco en La Mojonera y tres en El Gosco, con el fin de definir la estructura del bosque en cada localidad, con base en el diámetro y la densidad de las especies de árboles y arbustos (Rozas, 2002; Bianchi *et al.*, 2011). Los valores estructurales para la localidad El Gosco, fueron obtenidos en menos parcelas, debido al pequeño tamaño y alto grado de perturbación del bosque (Cuadro 1).

Las parcelas de muestreo se colocaron al menos a 40 m de distancia de áreas abiertas, para reducir lo más posible el efecto de borde (Gutiérrez *et al.*, 2009). Dentro de cada parcela fueron contabilizados todos los árboles y arbustos con tallos >1.5 m de alto y > 2.5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.3 m de altura). Con los valores del área basal [ $AB = \pi(DAP/2)^2$ ] y la densidad (D), se estimó el valor de importancia relativa (VIR) de cada especie (Matteucci y Colma, 1982), mediante la fórmula,  $VIR = (densidad\ relativa + \text{área}\ basal\ relativa)/2$ . Los valores de densidad de cada especie se extrapolaron y expresaron en número de individuos/ha. La semejanza en la composición florística entre localidades se calculó con el índice de Bray-Curtis, con base en la presencia-ausencia de las especies. Los análisis se realizaron con el programa PAST versión 3.03 (Hammer *et al.*, 2001).

Las especies se identificaron por medio de claves dicotómicas específicas para cada género y por especialistas en grupos taxonómicos complejos (i.e. *Quercus*). Todos los ejemplares se cotejaron con material de los herbarios HGOM (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo) y MEXU (Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México).

**Estructura poblacional de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*.** Los datos estructurales de la vegetación por parcela se emplearon también para definir la estructura poblacional de *Fagus*, con base en el DAP y la altura total de sus individuos (estimada ocularmente con la mayor precisión posible, SAyDS, 2005). Adicionalmente, a todas las plántulas (< 41 cm de alto) y juveniles pequeños y

grandes ( $>$  de 41 cm de altura y  $<2.5$  cm de DAP) de *Fagus* enraizados en las parcelas de muestreo, se les midió la altura, desde la base hasta el ápice o rama terminal del eje principal.

El número de intervalos de clase de altura y de diámetro se estimó con base en la regla de Sturges:  $k=1+3.322 (\log_{10} n)$ , donde  $k$ = número de intervalos y  $n$ = número de individuos (Schmidt *et al.*, 2009). Con el fin de realizar un análisis comparativo de la estructura poblacional entre las localidades, se eligió el mismo número y amplitud de intervalos de clase de altura y de diámetro, tomando como referencia para realizar el cálculo a la localidad con mayor número de individuos (Pérez-Paredes *et al.*, 2014). La amplitud de los intervalos de clase (AI) se estimó con la formula  $AI=R/k$ , donde  $R$ =rango (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2003).

En la estimación de la relación alométrica entre altura y diámetro de los individuos, se utilizó el análisis de regresión; de los modelos generados (uno linear y varios no lineares), se eligió el que presentó el valor del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) más alto (Urban *et al.*, 2010). Para definir si la estructura de tamaños (altura) y/o de diámetros de los individuos podían ser utilizados como indicadores adecuados de la estructura de edades de las poblaciones de haya, se estimó el grado de asociación entre edad-altura y edad-diámetro por medio de análisis de correlación lineal simple; todos los cálculos se realizaron con el programa STATISTICA versión 7.0 (StatSoft, 2004).

**Obtención de muestras y conteo de anillos.** En cada localidad de muestreo se eligieron 12 árboles de haya sanos (sin evidencia externa de pudrición o enfermedad en la corteza); para la extracción de muestras, radios o núcleos de crecimiento. De cada uno de los individuos seleccionados (tres por clase diamétrica: 18-36, 36.1-55, 55.1-72 y 72.1-91 cm de DAP), se extrajeron dos núcleos de crecimiento hasta alcanzar la medula de los árboles, utilizando un taladro Pressler; las perforaciones se realizaron a una altura de entre 1.3 y 1.5 m. Las muestras se colocaron al sol para facilitar el secado, posteriormente se montaron en rieles de madera y se pulieron gradualmente con lijas de distinto tamaño de grano, desde 120 (áspero) hasta 1,200 (fino). El pulido es necesario para resaltar los anillos de crecimiento y facilitar su conteo (Stokes y Smiley, 1968).

**Estimación de la edad de los individuos.** La estimación de la edad de los árboles muestreados se obtuvo siguiendo el método de Applequist (1958), que consiste en el conteo del total de anillos desde la corteza hasta la medula, más los anillos faltantes marcados a través de un traslape con un diagrama de anillos prediseñado. En las muestras en las que no aparecía la médula del árbol, el número de anillos faltantes se calculó de acuerdo con las recomendaciones de Villanueva *et al.* (2003), de la manera siguiente: se contaron los anillos de los primeros cinco cm de la parte interna de la muestra, ya que en teoría, serían los más semejantes en grosor a los anillos presentes en la parte faltante. Con este dato y el valor del radio de cada individuo, se realizó una extrapolación para calcular los años contenidos en la sección faltante.

## RESULTADOS

**Estructura poblacional por clases de altura y de diámetro.** Se encontró una relación inversa entre el diámetro y la altura promedio, con respecto a la densidad de árboles por localidad: en La Mojonera y Medio Monte, con 646 y 326 ind/ha, respectivamente, el diámetro (18 vs. 17.26 cm) y la altura (10.6 vs. 10.6m) promedio fueron similares.

Localidad	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Área basal Relativa (%)	VIR (%)
<b>La Mojonera</b>					
<i>Fagus grandifolia</i> subsp.					
<i>mexicana</i>	646	71.94	303 997.62	73.67	72.8
<i>Quercus delgadoana</i>	34	3.79	54 367.76	13.18	8.48
<i>Magnolia schiedeana</i>	76	8.46	3 446.59	0.84	4.65
<i>Clethra macrophylla</i>	14	1.56	23 366.81	5.66	3.61
<b>Medio Monte</b>					
<i>Fagus grandifolia</i> subsp.					
<i>mexicana</i>	326	37.30	186 794.07	63.67	50.61
<i>Quercus delgadoana</i>	90	10.30	35 483.15	12.10	11.22
<i>Quercus corrugata</i>	68	7.78	26 910.84	9.17	8.49
<i>Magnolia schiedeana</i>	92	10.53	18 581.39	6.33	8.44
<b>El Gosco</b>					
<i>Fagus grandifolia</i> subsp.					
<i>mexicana</i>	92	38.02	103 167.51	78.30	58.16
<i>Podocarpus reichei</i>	46	19.01	4 984.95	3.78	11.4
<i>Magnolia schiedeana</i>	20	8.26	5 332.14	4.05	6.16
<i>Liquidambar macrophylla</i>	24	9.92	1 224.74	0.93	5.42

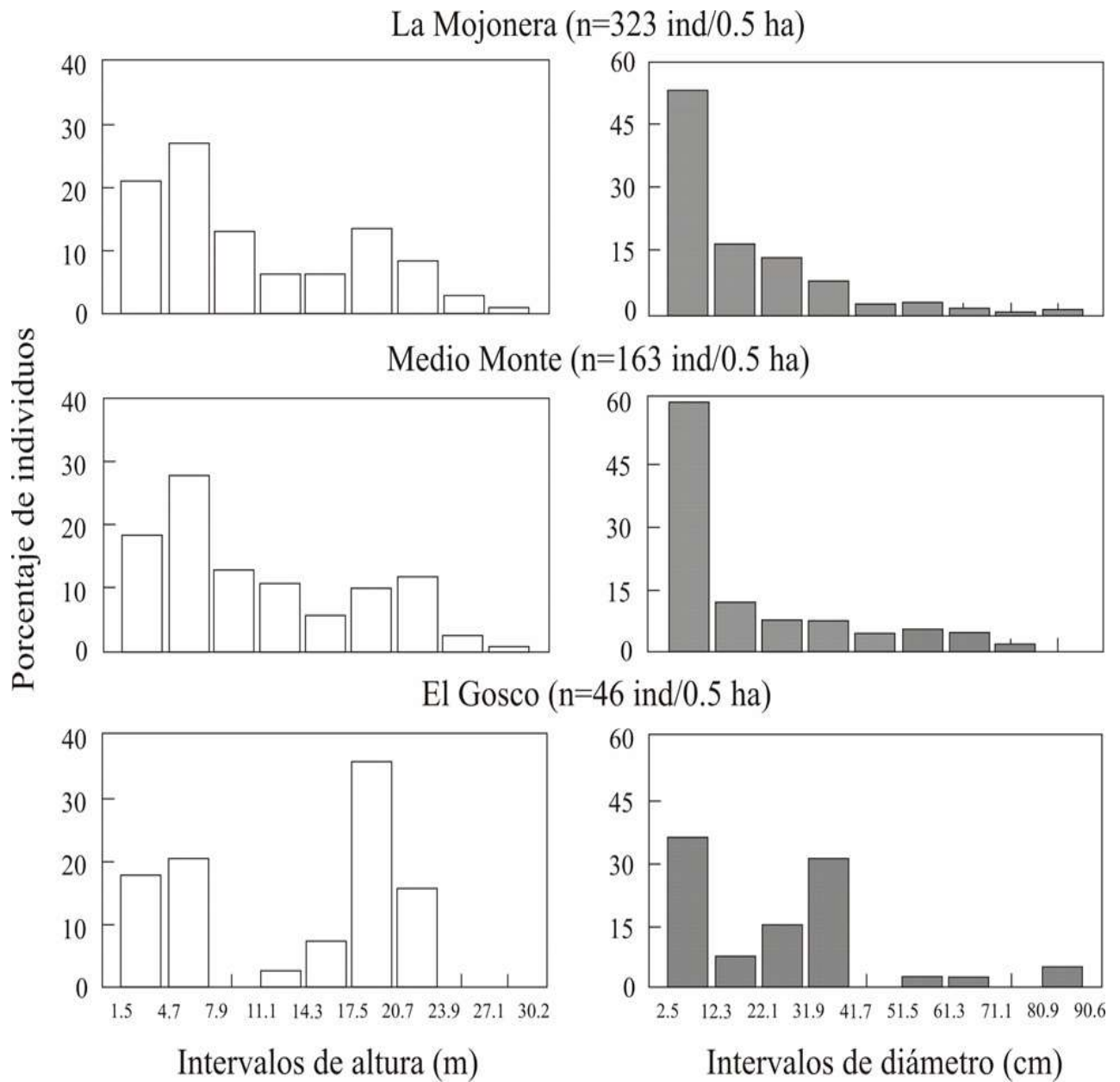
**Cuadro 2.** Atributos estructurales de las especies de árboles dominantes en las tres localidades con bosque de haya del estado de Hidalgo.

Por el contrario, en la localidad El Gosco se contabilizaron solo 92 individuos/ha, con diámetro y altura promedio de 27.79 cm y 13.58 m, respectivamente (Cuadro 2).

La estructura de tamaños (alturas) también fue semejante entre las poblaciones de las localidades de La Mojonera y Medio Monte; la mayoría de los individuos (59-62%) pertenecían a clases de altura pequeñas (plantas jóvenes con menos de 11 m), un menor número (26%) fueron de altura intermedia (11.1-20.6 m) y solo unos cuantos individuos (12-15%) median 20.7 m o más. En cambio, la distribución de alturas en la población de El Gosco fue heterogénea, el porcentaje de individuos con tamaños de entre 1.5 y 11.0 m (38.5%) fue bajo comparado con el de las otras dos localidades (más de 59% de los individuos), la mayoría de los individuos (46.1%) median entre 11.1 y 20.6 m; el 15.4% tenían entre 20.7 y 23.8 m y no se observaron individuos de más de 23.9 m de altura, dentro de las parcelas de muestreo (Figura 2).

Por otra parte, la distribución de las clases diamétricas en las poblaciones de las localidades La Mojonera y Medio Monte siguió un patrón similar en forma de “J” invertida (Figura 2): en ambas más del 77% de los individuos fueron de diámetro pequeño (entre 2.5 y 31.8 cm), el 13.3-16.0% presentaron diámetros intermedios (31.9-61.2 cm) y menos del 6.2% fueron de diámetros mayores a 61.3 cm. En la localidad El Gosco se observó un comportamiento diferente con respecto a las otras dos localidades, con un menor número de individuos en clases diamétricas pequeñas (58.9%) y un porcentaje más alto (33.3%) de diámetros intermedios (Figura 2).

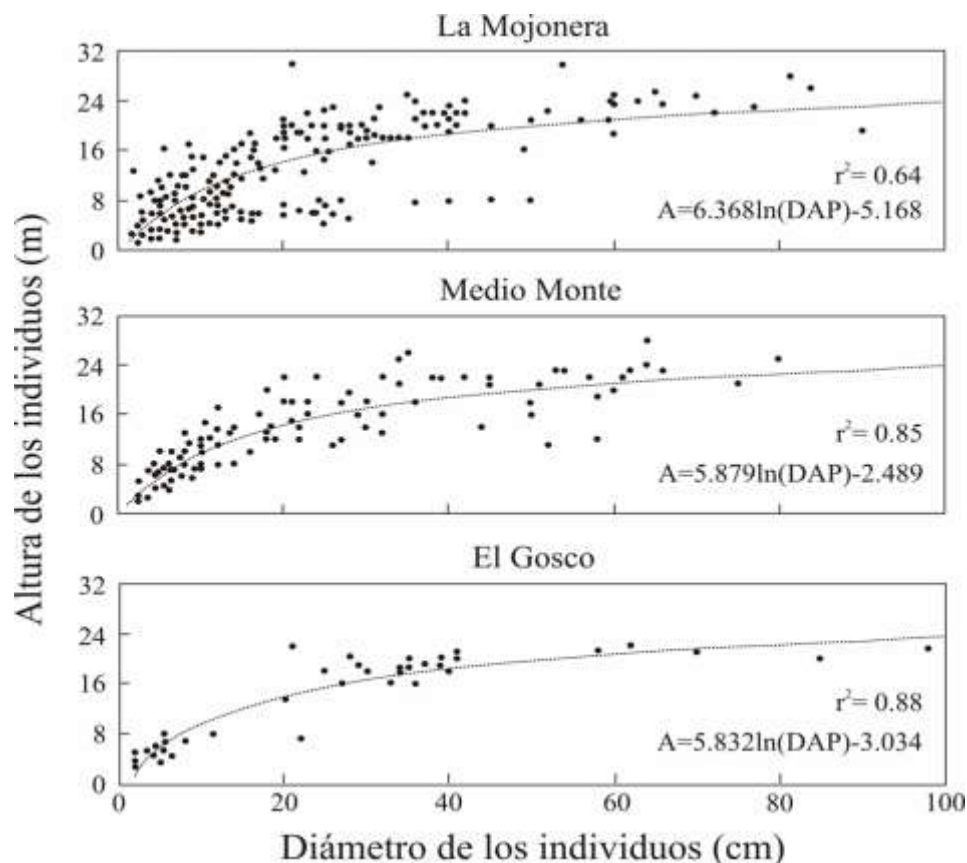




**Figura 2.** Porcentaje individuos de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, por clase de altura y diámetro, en las tres localidades analizadas.

La relación entre la altura y el diámetro de los árboles en las tres poblaciones analizadas fue similar y puede ser descrita por medio de sendas ecuaciones

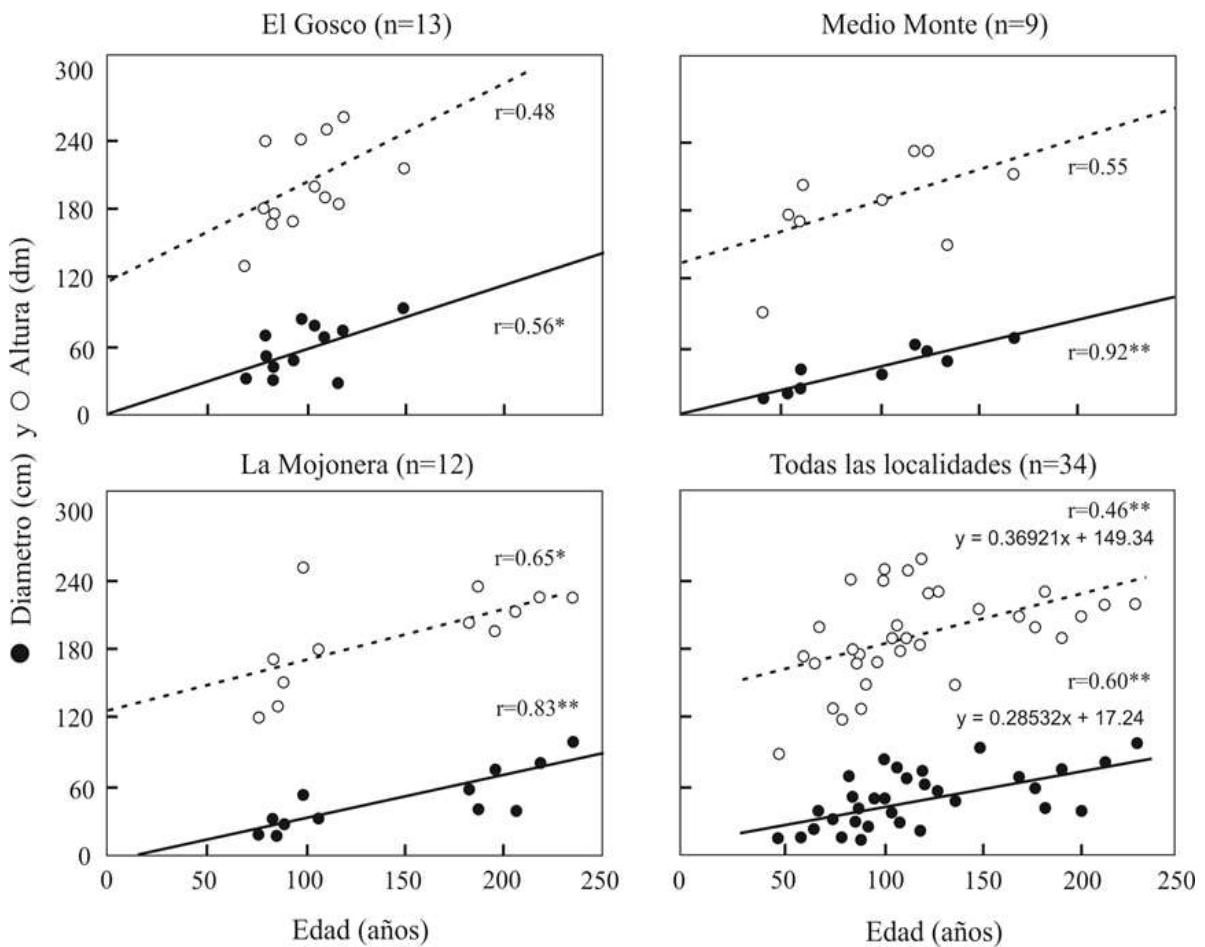
alométricas que describen una función logarítmica. Los valores de los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) fluctuaron entre 0.64 y 0.88 (Figura 3) y fueron estadísticamente significativos ( $P < 0.01$ ,  $N = 503$ ). En las tres poblaciones se observó el mismo patrón: en las primeras etapas la tasa de crecimiento en altura y diámetro de los individuos fue proporcional (lineal), pero después de que adquirieron cierto tamaño (por ejemplo en el intervalo de entre 16 y 20 m de altura) la relación cambio; de tal forma que el crecimiento en diámetro se mantuvo constante, mientras que en altura disminuyó hasta alcanzar una forma asintótica (Figura 3).



**Figura 3.** Relación entre el diámetro normal y la altura de los individuos en cada localidad con bosque de haya analizada.  $N = 39$  en El Gosco, 302 en La Mojonera y 162 en Medio Monte. En todos los casos  $P < 0.01$ .

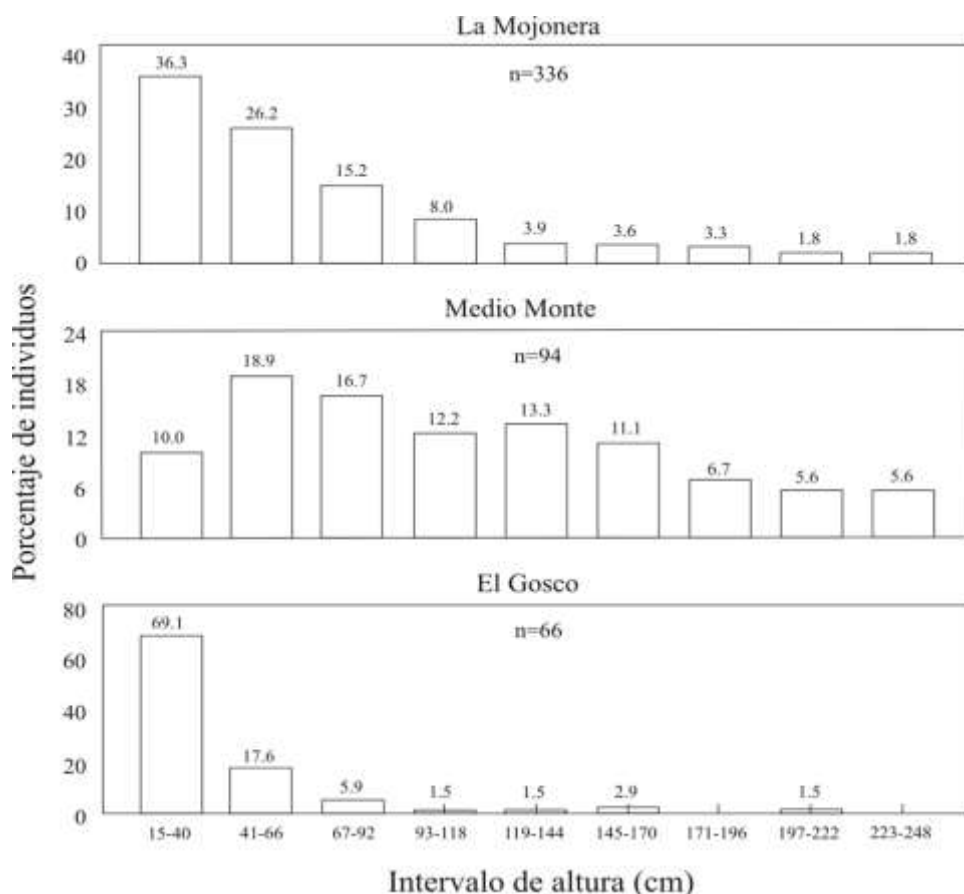
**Relación entre edad, diámetro y altura de los árboles.** Los árboles de haya de la localidad de La Mojonera fueron los de mayor edad, el ejemplar más longevo tenía una edad aproximada de 235 años, 22 m de altura y 98.3 cm de diámetro; otros dos individuos tenían edades de 205 y 218 años. En la localidad de Medio Monte, se encontraron árboles de más de cien años, el más longevo tenía 171 años de edad, 21 m de altura y 68.6 cm de diámetro. En la localidad El Gosco se registraron árboles de más de 100 años, la edad máxima correspondió a un individuo de 149 años

(Figura 4).



**Figura 4.** Relación edad-altura (línea punteada) y edad-diámetro (línea continua) de los árboles de haya por cada localidad y considerando las tres localidades en conjunto. \*P<0.05, \*\*P<0.01.

La relación entre la altura y la edad de los individuos fue estadísticamente significativa solo en una de las poblaciones (localidad de La Mojonera). En cambio, la correlación entre el diámetro y la edad de los árboles fue estadísticamente significativa ( $P < 0.001$ ) en todas las poblaciones analizadas (Figura 4). Estos resultados sugieren que la estructura de diámetros (Figura 2), puede considerarse como un predictor o sustituto adecuado de la estructura de edades de las poblaciones de haya analizadas.



**Figura 5.** Porcentaje de plántulas en diferentes clases de altura, registradas en las tres localidades de muestreo

**Tamaño de las plántulas y de los árboles jóvenes.** En cada una de las localidades se observó un patrón diferente, en la localidad El Gosco la mayoría de los individuos (69%) fueron plántulas (< de 41 cm de altura) y árboles jóvenes pequeños (>41 cm y < 170 cm), y los árboles jóvenes altos (> de 171 cm) estaban prácticamente ausentes. En cambio, en las localidades de La Mojonera y Medio Monte, la cantidad de plántulas fue menor (36.3 y 10%, respectivamente), la cantidad de árboles jóvenes pequeños fue elevada (56.9 y 72.2%, respectivamente) y la de árboles jóvenes altos fue baja (Figura 5). Es importante señalar que el pulso de establecimiento de los individuos considerados como plántulas en el presente estudio, proviene del año semillero que ocurrió en forma sincrónica en las tres poblaciones en la primera mitad del año 2012.

**Estructura y composición de especies leñosas de los bosques de haya.** En los bosques de haya estudiados, se identificaron 26 familias, 29 géneros y 42 especies de plantas arbustivas y arbóreas (Anexo 1). De acuerdo con los VIR estimados, la especie dominante en las tres localidades fue *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, en contraste, las demás especies presentaron valores estructurales bajos (Cuadro 1, Anexo 1).

En la localidad de La Mojonera, el VIR de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* fue el más alto, comparado con las otras dos localidades. Por otra parte, de las seis especies arbóreas con VIR más elevados (después de *Fagus*), solo *Magnolia schiedeana* se encontró en las tres localidades y *Quercus delgadoana* en dos de

ellas, mientras que *Liquidambar macrophylla* y *Podocarpus reichei* se presentaron solo en la localidad El Gosco (Cuadro 2).

Por otra parte, la composición florística fue semejante entre localidades, los valores fluctuaron entre 0.64-0.68. Con respecto a la riqueza, en la localidad de Medio Monte se encontró el mayor número de especies de árboles y arbustos (N=24), mientras que La Mojonera y El Gosco presentaron una riqueza similar, con 18 y 19 especies, respectivamente.

## **DISCUSIÓN**

Los resultados del presente estudio indican que la estructura de tamaños de los árboles de haya difirió entre las localidades analizadas, lo que puede explicarse en razón de que en las poblaciones de plantas en general, la variación individual en altura es muy amplia, como resultado de la competencia asimétrica por la luz y/o porque la distribución de otros recursos es poco uniforme (Delgado et al., 2005; Cole y Ewel, 2006). Existen varias investigaciones que enfatizan la importancia de los disturbios (v. gr. viento, fuego, tala) sobre la estructura de las poblaciones y sobre la dinámica de la vegetación; de hecho los bosques templados de Norteamérica, incluidos los de México, se caracterizan por una compleja historia de disturbios naturales y antropogénicos (Rzedowski, 1978; Cowell y Hayes, 2007; Busby et al., 2008; Bradshaw et al., 2010; Jardel et al., 2014).

En los bosques maduros de haya de La Mojonera y Medio Monte los indicios de perturbación humana fueron escasos, o poco frecuentes, la formación de claros

de luz se debió principalmente a disturbios naturales en pequeña escala (caída de ramas grandes, muerte de árboles adultos por senescencia, por desenraizamiento y/o ruptura de tallos por ventarrones). En consecuencia, ambas localidades presentaron condiciones similares, con un mosaico de parches en diferentes fases de regeneración natural (Peters y Platt, 1994; Packham et al., 2012; Jardel et al., 2014; Rodríguez-Ramírez, 2014), lo cual puede estar relacionado con el predominio de individuos de haya en las primeras clases de altura.

En contraste, en la localidad de El Gosco, donde si hubo evidencias claras de perturbación por actividad humana reciente, como tala no controlada de árboles de haya y de encino (*Quercus* spp.), de extracción de leña, gran cantidad de caminos, al menos una casa habitación dentro y varias cerca del bosque, y pastoreo de ganado caprino; la estructura de tamaños fue diferente, con un predominio de árboles de más de 17 m de altura. Es probable que el incremento en el número y tamaño de los claros, debido a la tala de árboles en la última década en esta localidad, esté relacionado con la supervivencia de un número elevado de plántulas de haya que germinaron en el año semillero del año 2012 (Rodríguez-Ramírez et al., 2013) y de árboles jóvenes pequeños cuyas semillas emergieron en el año semillero 2005 (Godínez-Ibarra et al., 2007); una explicación similar ha sido propuesta para otros bosques de haya de México y Norteamérica, sometidos a diferentes fuentes de disturbio elevado o frecuente (Peters, 1995; Williams Linera et al., 2003; Busby et al., 2008).

Por otra parte, la tala preferencial de árboles jóvenes de haya (dato proporcionado por los guías de campo locales), puede ser la causa del escaso número de individuos en el intervalo de entre 7.9 y 11.0 m de altura y del predominio de árboles maduros. La elevada frecuencia e intensidad de disturbio en la localidad El Gosco, no son adecuadas para la supervivencia y establecimiento de las plántulas de *Fagus grandifolia* subsp. mexicana, por lo que es importante definir estrategias de manejo y conservación.

En este contexto, se debe de asegurar por un lado la producción de semillas, reducir la presión y asegurar la supervivencia poblacional de *Fagus*, sin dejar de obtener recursos del bosque (v. gr. extracción de árboles enfermos o viejos). Por otra parte, la extracción de árboles a una tasa o intensidad “moderada”, promovería el establecimiento de especies con diferentes estrategias de uso de recursos (la hipótesis del disturbio intermedio, sensu Connell, 1978), sobre todo de plántulas de especies típicas del dosel de los bosques mesófilos de montaña, como *Liquidambar macrophylla*, *Quercus* spp. y *Pinus* spp., que tienen una amplia gama de usos en México. La utilidad de este tipo de estrategias de manejo ha sido demostrada en bosques templados (incluyendo los de *Fagus* spp.) de diferentes regiones del planeta (Peters 1997; Grau 2004; von Oheimb et al., 2007).

Las plántulas y juveniles de las especies de *Fagus* de Asia, América y Europa (Peters, 1995, 1997; Petritan, 2009; Packham et al., 2012; Hokusima et al., 2013), se desarrollan lentamente en el sotobosque y pueden vivir largos periodos de tiempo (décadas), bajo niveles mínimos de luz (periodos de supresión), pero crecen



rápidamente (periodos de liberación) cuando se forman claros en el dosel (Williams-Linera et al., 2000; Hubbs y Huston, 2003; Williams-Linera et al., 2003; Busby et al., 2009; Bradshaw et al., 2010; Boyce, 2012). Acorde con lo anterior, en el presente estudio se observó que la regeneración de *Fagus* ocurre en pequeños claros que se producen naturalmente; sin embargo, en la localidad El Gosco, la apertura de grandes espacios (Rodríguez-Ramírez et al., 2013, observación personal) y otras fuentes de disturbio, podrían estar relacionados con el mayor incremento en biomasa (altura y diámetro) de las plantas (Delgado et al., 2005). A pesar de que las tres localidades analizadas se desarrollan en áreas relativamente cercanas, las condiciones de sitio (incluido el disturbio) y las presiones competitivas (v. gr. diferente densidad en cada rodal), afectaron la estructura y relaciones alométricas diámetro-altura de las poblaciones; tal como lo proponen Urban et al. (2010), para explicar las diferencias a nivel local en los modelos alométricos, en diferentes poblaciones de *Fagus sylvatica* de Europa.

Peters y Platt (1996), mencionan que *Fagus grandifolia* posee una tasa de crecimiento en diámetro mayor que en altura, como lo predicen los modelos biomecánicos en distintas especies de árboles (Delgado et al., 2005; Dodonov et al., 2011). Aunque esta tasa de crecimiento en diámetro es lenta en el sotobosque, al parecer es más elevada que la de otras especies del dosel en el bosque mesófilo de montaña de México; este incremento más “constante” en diámetro que en altura podría explicar en parte, el porqué los valores de correlación diámetro-edad, fueron más elevados que los de altura-edad; como ocurre en las poblaciones de haya de los

Apalaches, en el sureste de Estados Unidos de América y de *Fagus Sylvatica* en Europa (Lorimer, 1980; Urban et al., 2011).

López-López (2003) clasificó como arboles viejos de haya a los individuos con diámetro mayor de 50 cm, lo que de acuerdo con los resultados del presente estudio estarían correspondiendo a individuos de más de 80 años de edad. Sin embargo, como se mencionó previamente, la relación diámetro-edad puede modificarse por la heterogeneidad en las condiciones ambientales que se presentan en los bosques, especialmente de entrada de luz; lo que pone de manifiesto que (1): la edad real de los individuos solo puede estimarse a través del conteo de los anillos de crecimiento, una técnica con escaso o nulo margen de error (Fritts, 1976; Villanueva et al., 2008 a), y (2): que es importante estimar la edad en un número representativo de árboles bajo diferentes condiciones de desarrollo, para definir con certeza si la amplitud de variación en el diámetro (u otras características alométricas), puede ser considerado como un indicador adecuado de la edad de los individuos (Lorimer, 1980; Bosch y Gutiérrez, 1999; Rozas, 2002).

En el presente estudio, las tres poblaciones analizadas se definieron como “dinámicas”, es decir, con predominio de individuos jóvenes, con base en la estructura de diámetros observada. De acuerdo con varios autores, la ocurrencia de poblaciones dinámicas en especies arbóreas, indica que tienen alto potencial de regeneración y que se desarrollan bajo condiciones ambientales favorables para el establecimiento de sus plántulas (Lorimer y Krug, 1983; Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002; Busby et al., 2008; Boyce, 2012; Pérez-Paredes et al., 2013). En el caso

particular de *Fagus grandifolia* subsp. mexicana, Williams-Linera et al. (2003) y Montiel-Oscura (2011), mencionan que las poblaciones de La Mojonera, Tutotepec (Hidalgo) y Acatlán (Veracruz), presentan una gran cantidad de individuos jóvenes, por lo que son lo suficientemente estables como para mantenerse a través del tiempo, a menos que sean afectadas por el cambio climático o por otros disturbios severos, como está ocurriendo en la localidad El Gosco.

Las edades de los árboles de *Fagus grandifolia* subsp. mexicana de las tres localidades analizadas oscilaron entre 40 y 235 años, los más viejos fueron aquellos del bosque de La Mojonera, en donde el núcleo de crecimiento más antiguo se remontó al año de 1777 y el más joven al año de 1972. En otros estudios se han encontrado resultados semejantes con respecto a la edad de las poblaciones en los bosques maduros. En Estados Unidos de Norteamérica, Lorimer et al. (1980) dataron árboles de haya de más de 280 años y diámetros de hasta 110 cm, Busby et al. (2008) estimaron la edad de las poblaciones de *F. grandifolia* del norte de Nueva Inglaterra, con el fin de caracterizar el establecimiento de esta especie, los árboles presentaron edades de entre 26 y 204 años. En cambio, Williams-Linera et al. (2000) determinaron edades de 70 a 120 años en una población de *Fagus* localizada en el volcán de Acatlán, Veracruz, lo que atribuyen a que en el pasado ocurrió una perturbación severa, que provocó la regeneración del bosque.

A nivel comunitario, la riqueza de especies leñosas en las tres localidades de muestreo fue similar a la que mencionan Williams-Linera et al. (2003), en otras localidades con bosque de haya del país y también con respecto a las registradas en

otros estudios florísticos en bosque mesófilo de montaña del estado de Hidalgo y de México (Alcántara y Luna-Vega, 2001; Williams-Linera et al., 2003). Por otra parte, los VIR estimados indicaron que *Fagus grandifolia* subsp. mexicana, dominó estructuralmente el dosel; en la localidad de La Mojonera su predominio fue ligeramente mayor que en los otros dos bosques analizados, como lo habían referido previamente Godínez-Ibarra et al. (2003). En el estrato arbóreo inferior la especie con mayor VIR en las tres localidades fue *Magnolia schiedeana*, lo que podría considerarse como un atributo o característica distintiva de los bosques de haya de México (Peters, 1997; Williams-Linera y Álvarez-Aquino, 2000; Alcántara y Luna-Vega, 2001; Williams-Linera et al., 2003; Godínez-Ibarra et al., 2003).

Por otra parte, aun cuando las localidades de El Gosco y Medio Monte son geográficamente cercanas, la similitud en la composición de especies que coexisten en el dosel fue baja. Es probable que las diferencias en la extensión territorial de cada bosque, y en el grado de fragmentación y disturbio ocasionado por las actividades humanas (Rodríguez-Ramírez et al., 2013), estén jugando un papel importante en el establecimiento y/o en el reemplazo de especies y por ende, en la modificación de la estructura de la vegetación. Esto es particularmente evidente en la localidad El Gosco, en donde la tala ilegal de individuos de *Quercus* y *Fagus* y la extracción de helechos arborescentes (*Cyathea fulva* y *Alsophila firma*), han modificado la conformación del dosel y subdosel, por lo que han adquirido relevancia *Liquidambar macrophylla* y *Podocarpus reichei*, especies consideradas como indicadores de perturbación en el bosque mesofilo de montaña de México, al ser

remanentes de la primera cohorte de árboles establecidos en claros (Sosa, 1978; Rodríguez-Ramírez et al., 2013; Rodríguez-Ramírez, 2014; Jardel et al., 2014).

En la localidad de Medio Monte, no hay evidencias claras de perturbación a causa de las actividades humanas (Rodríguez-Ramírez et al., 2013, presente estudio). En este bosque se identificaron 24 especies de árboles y arbustos, lo que indica que posee la mayor riqueza hasta ahora registrada, para los bosques de haya de México (Williams-Linera et al., 2003); las especies más comunes en el dosel fueron *Quercus corrugata*, *Q. delgadoana* y *Magnolia schiedeana*. A diferencia de la localidad de El Gosco, en Medio Monte coexisten varias especies de encinos: *Quercus delgadoana*, *Q. corrugata*, *Q. xalapensis*, *Q. lancifolia* y *Q. aff. trinitatis*, la mayoría con valores de importancia relativamente bajos.

De acuerdo con los resultados de varias investigaciones realizadas a nivel local en México (Peters, 1995; Peters, 1997; Williams-Linera et al., 2003; Godínez-Ibarra et al., 2007; Montiel-Oscuro, 2011) y en distintas regiones de Canadá y Estados Unidos de América (Peters, 1997; Hoagland, 2006), en el dosel de los bosques prístinos de *Fagus grandifolia* es común encontrar especies de *Befaria*, *Magnolia*, *Ostrya*, *Podocarpus*, *Quercus* y *Turpinia*. En contraste, se ha sugerido que aquellos bosques de haya del planeta (norte de América, Asia y Europa) en donde alguna especie de *Fagus* domina por completo el dosel, son producto de una alta intensidad o frecuencia de disturbios ya sea de origen natural o antrópico (Peters, 1997; Waltert et al., 2002; Busby, 2008, 2009; Bradshaw et al., 2010; Hokusima et al., 2013; Jardel et al., 2014). En este sentido, el conocimiento sobre la composición

de especies y la heterogeneidad estructural de los bosques pueden indicar aspectos relevantes sobre su dinámica (Bianchi et al., 2011).

Además de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, al menos cinco de las especies arbóreas identificadas en el presente estudio, están catalogadas en alguna categoría de riesgo dentro de la legislación mexicana o tienen una distribución restringida (NOM-059, SEMARNAT, 2010). *Magnolia schiedeana* por ejemplo, está incluida en la categoría de “amenazada” y es probable que las poblaciones con mayor densidad de individuos de esta especie en el estado de Hidalgo, se desarrollen bajo el dosel de los bosques de haya (estudio en proceso). En el caso de *Quercus delgadoana*, una de las especies con VIR más alto en las localidades de La Mojonera y Medio Monte, es endémica del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre Oriental y su distribución está estrechamente asociada con la de los bosques de haya (Valencia et al., 2011). Algo similar ocurre con *Podocarpus reichei*, especie que solo se recolectó en El Gosco, también es endémica de México y tiene una distribución discontinua en las regiones montañosas de varias entidades de México; actualmente está considerada en la categoría de vulnerable, debido a la explotación forestal y la conversión de su hábitat en terrenos agrícolas (Zamudio, 2002).

Los objetivos del presente estudio estuvieron encaminados a comprender aspectos básicos sobre la estructura poblacional de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* y sobre la estructura de los bosques de haya. La información obtenida indica que las poblaciones de La Mojonera y Medio son estables en las condiciones actuales y que probablemente pueden continuar así, si no ocurren cambios drásticos

en las condiciones ambientales, como en el caso de El Gosco, en donde existe un alto riesgo de que la población de *Fagus* y el bosque como tal, desaparezcan en el corto plazo, si no se implementan medidas de control. Los resultados obtenidos son relevantes, porque pueden servir de base para el diseño y realización de estudios específicos sobre diversos aspectos, como por ejemplo para reconstruir la historia reciente de estos bosques, para generar modelos de simulación de su dinámica y estabilidad, para proponer estrategias de uso, manejo y conservación de las poblaciones de haya y de otras especies con las que coexisten, entre otros muchos aspectos importantes, que involucran la interacción de varias disciplinas, especialistas y actores de la sociedad.

### **Agradecimientos**

El presente estudio contó con el apoyo económico otorgado por CONACyT mediante la beca de posgrado número 336759 correspondiente a la investigación: “Historia ambiental de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) en el estado de Hidalgo, México”. Asimismo del proyecto CONACyT, Ciencia Básica CB-2011/169141: “Estructura, diversidad de especies vegetales y distribución actual de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) en el estado de Hidalgo, México”. Agradecemos a la Dra. Susana Valencia su valiosa colaboración en la identificación de las especies de *Quercus*.

## Literatura citada

- Alcántara A O y Luna-Vega I. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botánica Mexicana* 54:51-87.
- Appleyard M B. 1958. A simple pith locator for use with off-center increment cores. *Journal of Forestry* 56:141.
- Bianchi L., Bottacci A., Calamini G., Maltoni A., Mariotti B., Quilghini G., Salbitano F., Tani A., Zoccola A y Paci M. 2011. Structure and dynamics of a beech forest in a fully protected area in the northern Apennines (Sasso Fratino, Italy). *Forest-Biogeosciences and Forestry* 4:136-144.
- Bosch O., Gine L., Ramadori E. D., Bernat A y E Gutiérrez. 1992. Disturbance, age y size structure in stands of *Pinus uncinata* Ram. *Pirineos* 140:5-14.
- Boyce R L. 2012. Size Structure of *Fagus grandifolia*, *Liriodendron tulipifera*, and *Celtis occidentalis* Populations in a Wetland Forest in Campbell County, Kentucky. *Journal of the Kentucky Academy of Science* 73:83-89.
- Bradshaw R H W., Kito N y T Giesecke. 2010. Factors influencing the Holocene history of *Fagus*. *Forest Ecology and Management* 259:2204-2212.
- Busby P E., Motzkin G y D R Foster. 2008. Multiple and interacting disturbances lead to *Fagus grandifolia* dominance in coastal New England. *Journal of the Torrey Botanical Society* 135:346-359.
- Busby P E., Canham C., Motzkin G y D R Foster. 2009. Forest response to chronic hurricane disturbance in coastal New England. *Journal of Vegetation Science* 20:487-497.
- Caballero D y M Orjeda. 1975. Estudio de una metodología para la determinación de edades de bosques naturales. *Revista Forestal del Perú* 6:33-40.
- Cole T G y J J Ewel. 2006. Allometric equations for four valuable tropical tree species. *Forest Ecology and Management* 229:351-360.
- Connell J H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs – high diversity of trees and corals is maintained only in a non-equilibrium state. *Science* 199:1302-1310.
- Cook E R y R H Holmes. 1984. Program ARSTAN and users manual Laboratory of Tree-Ring Research. University of Arizona. Tucson, Arizona, USA 15 p.



- Cowell C M y J. J Hayes. 2007. Structure, history and dynamics of a mature oak-beech forest in western Indiana. *Journal of the Torrey Botanical Society* 134:215-222.
- Delgado A L., Acevedo F. M., Castellanos H., Ramírez H y J Serrano. 2005. Relaciones alométricas y patrones de crecimiento para especies de árboles de la reserva forestal Imataca, Venezuela. *Interciencia* 30:275-283.
- Dodonov P., Lucena I. C., Leite M. B. y M. D Silva. 2011. Allometry of some woody plant species in a Brazilian savanna after two years of a dry season fire *Brazilian Journal of Biology* 71:527-535.
- Fang J. y M. J. Lechowicz 2006. Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus L.*) species in the world. *Journal of Biogeography* 33:1804-1819.
- Ferreyra A S. 2010. Dendrocronología y estructura de *Pinus hartwegii* en la cuenca del río Magdalena Mexico, Distrito Federal. *Tesis de licenciatura*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 60 pp.
- Fritts H C. 1976. *Tree-rings and Climate*. Academic Press Inc. Londres.
- García E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 99 pp.
- Godínez-Ibarra O y L López-Mata. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 73:283-314.
- Godínez-Ibarra O., Ángeles-Pérez G., López-Mata L., García-Moya E., Valdez-Hernández J. L., De los Santos-Posadas H M y A Trinidad-Santos. 2007. Lluvia de semillas y emergencia de plántulas de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en La Mojonera, Hidalgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:117-128.
- Grau H. R., Carilla J., Gil-Montero R., Villalba R., Araoz E., Masse G y M Membiela. 2010. Environmental history and forest regeneration dynamics in a degraded valley of north-west Argentina's cloud forests. En: Bruijnzeel L.A., Scatena F. N. y L Hamilton Eds. *Tropical Montane Cloud Forests, Science for Conservation and Management*, pp. 597-604. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gutiérrez A G., Armesto J J., Aravena J C., Carmona M., Carrasco N V., Christie D A., Peña M P., Pérez C y A Huth. 2009. Structural and environmental characterization of old-growth temperate rainforests of northern Chiloe´ Island, Chile: Regional and global relevance. *Forest Ecology and Management* 258:376-388.

- Hammer Ø., Harper D A T y P D Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp.
- Holmes R L. 1983. Computer assisted quality control in tree ring dating and measuring. *Tree Ring Bulletin* 43:69-76.
- Hoagland B W. 2006. Woody Plant Species Composition of a *Fagus grandifolia* Ehrh. (American Beech) Forest along Beech Creek, LeFlore County, Oklahoma. *Publications of the Oklahoma Biological Survey* 7:34-39.
- Hukusima T., Matsui T., Nishio T., Pignatti S., Yang L., You L S., Kim M H., Yoshikawa M., Honma H y Y Wang. 2013. *Phytosociology of the Beech (Fagus) Forests in East Asia*. Geobotany Studies. Springer, Heidelberg.
- Jardel P J E., Cuevas G R y P A L Santiago. 2014. Ecología y manejo de los bosques mesófilos de montaña en México. En: Gual-Díaz M, Rendón-Correa A. Eds. *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*, pp. 141-181. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Leak W B. 1975. Age distribution in virgin red spruce and northern hardwoods. *Ecology* 56:1451-1454.
- López-López P. 2003. Evaluación de la regeneración del haya (*Fagus grandifolia* Ehrh. ssp. *mexicana* Martínez), en el ejido La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo. Tesis de Licenciatura en Ingeniería, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 64 pp.
- Lorimer C G. 1980. Age structure and disturbance history of a southern Appalachian virgin forest. *Ecology* 61:1169-1184.
- Lorimer C G y A G Krug. 1983. Diameter distributions in even-aged stands of shade-tolerant and midtolerant tree species. *American Midland Naturalist* 109: 331-345.
- Matteucci S D y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie Biología, Monografía No. 22. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.
- Miranda F y A J Sharp A. 1950. Characteristics of the Vegetation in Certain Temperate Regions of Eastern Mexico. *Ecology* 31:313-333.
- Montiel-Oscara D. 2011. Estructura poblacional y genética de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 37 pp.

- Namikawa K., Matsui T., Kobayashi M., Goto R. y S Kuramoto. 2010. Initial establishment and regeneration processes of an outlying isolated *Fagus crenata* Blume forest stand in the northernmost boundary of its range in Hokkaido, northern Japan. *Plant Ecology* 207:161-174.
- Packham J. R., Thomas P. A., Atkinson M D y T Degen. 2012. Biological Flora of the British Isles: *Fagus sylvatica*. *Journal of Ecology* 100:1557-1608.
- Pérez-Paredes M G., Sánchez-González A y J D Tejero-Díez. 2014. Estructura poblacional y características del hábitat de dos especies de Cyatheaceae del estado de Hidalgo. *Botanical Sciences* 92:259-271.
- Pérez P M. 1999. *Las hayas de México*. Monografía de *Fagus grandifolia* ssp. *mexicana*. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 51 pp.
- Peters R y W J Platt. 1996. Growth strategies of main trees and forest architecture of a *Fagus-Magnolia* forest in Florida, USA. *Vegetatio* 123:39-49.
- Peters R. 1995. Architecture and development of Mexican beech forest. En: Box E. O., Peet R. K., Masuzawa T., Yamada I., Fujiwara K., Maycock P. F. Eds. *Vegetation science in forestry*, pp. 325-343. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Peters R. 1997. Beech forests. *Geobotany* 24, Kluwer.
- Puig H. 1991. Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico. Instituto de Ecología, INECOL. México D.F.
- Robinson W J y R Evans. 1980. A microcomputer-based tree-ring measuring system. *Tree-Ring Bulletin* 40:59-64.
- Rodríguez-Ramírez E Ch., Sánchez-González A y G Ángeles-Pérez. 2013. Current distribution and extension of the Mexican beech forests (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*), *Endangered Species Research* 20:205-216.
- Rodríguez-Ramírez E 2014. Composición florística, estructura y distribución espacial de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) del estado de Hidalgo, México. Tesis Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 113 pp.
- Rowden A., Robertson A., Allnutt T., Heredia S., Williams-Linera G y A C Newton. 2004. Conservation genetics of Mexican beech, *Fagus grandifolia* var. *mexicana*. *Conservation Genetics* 5:475-484.
- Rozas V. 2002. Estructura y patrones de regeneración del roble y el haya en un bosque maduro del litoral occidental de Cantábrica. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 11:109-138.

- SAyDS. 2005. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Segunda etapa. Buenos Aires, Argentina. <[http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/informe\\_nacional\\_pinbn.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/informe_nacional_pinbn.pdf)> (consultado 9 Octubre 2014).
- Sánchez-Rodríguez E V., López-Mata L., García-Moya E. y R Cuevas-Guzmán. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 73:17-34.
- Schmidt T., Arens P., Smulders J M M., Billeterc R., Liirad J., Augenstein I y W Durkaa. 2009. Effects of landscape structure on genetic diversity of *Geum urbanum* L. populations in agricultural landscapes. *Flora* 204:549-559.
- SEMARNAT. 2010. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 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. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección. México, Distrito Federal.
- StatSoft, Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Stokes M A y T L Smiley. 1968. *An Introduction to Tree-Ring Dating*. University of Chicago Press, Chicago.
- Sosa V. 1981. Hamamelidaceae. *Flora de Veracruz* 1:1-6.
- Swetnam T W., Thompson M. A. y E K Sutherland. 1988. Using dendrochronology to measure radial growth of defoliated tree. Agriculture Handbook 639. USDA Forest Service. USA.
- Urban J., Rebrošová K., Dobrovolný L. y J Schneider. 2010. Allometry of four European beech stands growing at the contrasting localities in small-scale area. *Folia Oecologica* 37:103-112.
- Villanueva- Diaz J., Hernández R A., García S F., Cornejo O E., Stahle D W., Therrell M. D y M K Cleaveland. 2003. Análisis estructural de un rodal de sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) en Los Peroles, San Luis Potosí, México. *Ciencia Forestal* 28:57- 79.
- Veblen T T. 1992. Regeneration dynamics. En: Glenn-Lewin D C., Peet R K y T T Veblen. Eds. *Plant Succession: Theory and Prediction*, pp. 152-187. Chapman & Hall, London.

- von Oheimb G., Westphal C. y W Härdtle. 2007. Diversity and spatio-temporal dynamics of dead wood in a temperate near-natural beech forest (*Fagus sylvatica*). *European Journal of Forest Research* 126:359-370.
- Waltert B., Wiemken V., Rusterholz H P., Boller T y B Baur. 2002. Disturbance of forest by trampling: Effects on mycorrhizal roots of seedlings and mature trees of *Fagus sylvatica*. *Plant and Soil* 243:143-154.
- Williams-Linera G., Rowden A y A C Newton. 2003. Distribution and stand characteristics of relict populations of Mexican beech (*Fagus grandifolia* var. *mexicana*). *Biological Conservation* 109:27-36.
- Williams-Linera G., Devall M S y C Alvarez-Aquino. 2000. A relict population of *Fagus grandifolia* var. *mexicana* at the Acatlán Volcano, México: structure, litterfall, phenology and dendroecology. *Journal of Biogeography* 27:1297-1309.
- Whipple S A y L D Ralph. 1979. Age structure and successional dynamics of a Colorado subalpine forest. *American Midland Naturalist* 101:142-158.
- Zamudio S. 2002. Podocarpaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* 105:1-7.

**Anexo 1.** Importancia estructural de las especies leñosas arbóreas y arbustivas (>2.5 centímetros de diámetro) de las tres localidades analizadas: 1= La Mojonera, 2= Medio Monte, 3= El Gosco. \* Especies incluidas en la NOM-069-2010.

FV	Especie	VIR (%) por localidad		
		1	2	3
A	<i>Fagus grandifolia</i> subsp. <i>mexicana</i> (Martínez) A.E. Murray*	72.80	50.61	58.16
A	<i>Podocarpus reichei</i> J. Buchholz & N.E. Gray	-	-	11.40
A	<i>Quercus delgadoana</i> S. Valencia, Nixon & L. M. Kelly	8.82	11.22	-
A	<i>Quercus corrugata</i> Hook	-	8.49	-
A	<i>Magnolia schiedeana</i> Schltdl. *	4.65	8.44	6.16
A	<i>Liquidambar macrophylla</i> Oerst.	-	0.35	5.42
Ar	<i>Vaccinium leucanthum</i> Schltdl.	-	-	4.73
Ar	<i>Ocotea klotzschiana</i> (Nees) Hemsl.	1.19	4.60	1.38
A	<i>Clethra macrophylla</i> M. Martens & Galeotti	3.61	1.70	-
A	<i>Quercus xalapensis</i> Humb. & Bonpl.	-	2.80	1.37
A	<i>Prunus samydoides</i> Schltdl.	-	2.67	0.99
A	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	2.34	-	-
Ar	<i>Berberis lanceolata</i> Benth.	0.35	-	2.32
A	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don.	2.15	1.68	0.68
Ar	<i>Eugenia capuli</i> (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	-	1.80	-
A	<i>Quercus lancifolia</i> Liebm. ex A. DC.	-	1.55	0.93
A	<i>Persea aff.americana</i> Miller.	-	1.31	0.42
Ar	<i>Smilax jalapensis</i> Schltdl.	1.20	-	-
A	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	-	-	1.00
Ar	<i>Viburnum caudatum</i> Greenm.	-	-	0.86
A	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	-	0.82	-
Ar	<i>Symplocos coccinea</i> Bonpl.*	-	0.80	-

A	<i>Nectandra</i> sp. (Kunth) Nees	0.70	-	-
A	<i>Cyathea fulva</i> (M. Martens & Galeotti) Fée *	-	0.41	0.61
A	<i>Litsea</i> sp.	-	0.55	-
A	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook. *	-	0.54	-
A	<i>Quercus</i> aff. <i>trinitatis</i>	0.53	-	-
Ar	<i>Miconia glaberrima</i> (Schltdl.) Naudin	-	0.23	0.42
A	<i>Fraxinus</i> sp.	0.47	-	-
Ar	<i>Styrax glabrescens</i> Benth.	0.35	-	-
Ar	<i>Ternstroemia sylvatica</i> Schltdl. & Cham.	-	0.27	-
A	<i>Cornus disciflora</i> DC.	0.35	-	-
Ar	<i>Parathesis melanosticta</i> (Schltdl.) Hemsl.	0.14	-	-
Ar	<i>Deppea umbellata</i> Hemsl.	-	0.12	-
A	<i>Prunus serotina</i> Ehrenb.	-	0.12	-
	Otras especies (7)	0.34	0.82	1.34
<b>Total</b>	<b>42 especies</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>19</b>

## CAPÍTULO III

**Reconstrucción dendrocronológica de la historia ambiental de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* del estado de Hidalgo, México**



# **Reconstrucción dendrocronológica de la historia ambiental de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* del estado de Hidalgo, México**

Adriana Beatriz Ortiz-Quijano<sup>1</sup>, María del Consuelo Cuevas-Cardona<sup>1\*</sup>, José Villanueva-Díaz<sup>2</sup>, Lauro López-Mata<sup>3</sup>, Arturo Sánchez-González<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Carretera Pachuca-Tulancingo km. 4.5, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. 42184.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmosfera, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento. Gómez Palacio, Durango, México. 35140.1 Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

<sup>3</sup> Posgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. 56230.

C-electrónico autor para la correspondencia: \*cuevas@uaeh.edu.mx

## RESUMEN

El análisis de los anillos de crecimiento en la historia ambiental es una fuente valiosa de información para la reconstrucción de eventos del pasado. En esta investigación se utilizó la información de archivos históricos, entrevistas y la cronología de los anillos de crecimiento de la especie *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* para identificar las principales causas de disturbio. El muestreo de los núcleos de crecimiento se realizó en tres localidades donde la especie citada domina el dosel, conformando los bosques de haya. Se midieron un total de 3,355 anillos de crecimiento y se elaboró la estandarización de las series cronológicas. Los promedios anuales de ancho de anillo fueron semejantes entre localidades, fluctuaron entre 0.98 y 1.08. El análisis de % CC permitió reconocer un patrón de supresiones y liberaciones múltiple, asociado a eventos locales y al desarrollo natural de la especie. Aun cuando los valores de correlación entre cronologías no fueron estadísticamente significativos, se observaron tendencias de variación semejantes en las localidades El Gosco y La Mojonera. Los valores de correlación lineal entre el índice de ancho de anillo y las variables climáticas (precipitación total anual, temperatura mínima, máxima y promedio) de cada localidad, no fueron estadísticamente significativos. En los bosques de haya del estado de Hidalgo, no se han registrado disturbios de origen natural o humano de escala mayor, al menos en los últimos 150 años, con excepción de la Localidad El Gosco, donde el disturbio antropogénico se ha incrementado drásticamente en la última década.

**Palabras clave:** Ancho de anillo, cronología residual, disturbio, *Fagus grandifolia*, historia ambiental, liberaciones, población, supresiones.

La dinámica de los bosques y el efecto de los disturbios se pueden identificar a través de los patrones de liberación y supresión de los anillos de crecimiento de los árboles, dado que estos actúan como “archivos naturales” para la reconstrucción de los episodios ambientales del pasado (Genova, 1988; Braddley, 1999; Kitzberger *et al.*, 2000). Las técnicas dendrocronológicas son herramientas útiles y confiables para la reconstrucción de la historia ambiental de la vegetación.

Los factores endógenos (genéticos) y exógenos (v. gr. precipitación, temperatura, pulsos generados por disturbios) definen el crecimiento secundario de los árboles (Cook, 1987; Nowacki y Abrams, 1997). Los cambios repentinos en el grosor de los anillos de crecimiento, definidos como supresiones y liberaciones, indican modificaciones en las condiciones ambientales, que son proporcionales a la fuente (antrópica y/o natural), frecuencia y magnitud del disturbio (Bormann y Likens, 1979; Lorimer, 1985, Cook, 1987).

Las especies tolerantes a la sombra que dominan el dosel de los bosques templados, como es el caso de *Fagus* spp., son particularmente adecuadas para realizar estudios dendrocronológicos, por su alta capacidad de regeneración del dosel después de un disturbio (Peters, 1997; Lorimer, 1980; Lorimer, 1983; Scharnweber *et al.*, 2013) y por la longevidad de los árboles, que en algunos individuos puede exceder los 500 años (Čufar *et al.*, 2008).

Las especies *Fagus grandifolia* y *F. sylvatica* son importantes desde el punto de vista ecológico y económico en Norteamérica y Europa, respectivamente; por lo

que han sido objeto de varios estudios dendrocronológicos, principalmente para evaluar la relación entre el crecimiento y el clima en el pasado y en el presente, y para estimar las repercusiones del cambio climático en el futuro (Rozas, 2001; Busby, 2008; Scharnweber *et al.*, 2013).

El establecimiento y desarrollo de los bosques dominados por *Fagus grandifolia* en Norteamérica es el resultado de la compleja historia de disturbios humanos y naturales a lo largo de varios siglos (Cowell y Hayes, 2007; Busby 2008). *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* es un taxón endémico de México, de distribución restringida y “en peligro de extinción” (NOM-059-SEMARNAT-2010). Las causas actuales más probables de que se encuentre en esta categoría de riesgo, se relacionan fundamentalmente con el disturbio antropogénico (Williams-Linera *et al.*, 2003; Rowden *et al.*, 2004; Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2013; Ortiz-Quijano *et al.*, 2015), pues aún no se ha definido con certidumbre la influencia del cambio climático (Téllez-Valdés *et al.*, 2006).

Los estudios dendrocronológicos con *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* son escasos, en uno de ellos se determinó la estructura de edades y su relación con variables climáticas en tres rodales de menos de 500 individuos cada uno, localizados dentro del cráter del volcán Acatlán, en Veracruz (Williams-Linera *et al.*, 2000), y en el otro se utilizó el conteo de los anillos de crecimiento para definir la relación entre la edad, la altura y el diámetro de los individuos en tres localidades del estado de Hidalgo (Ortiz-Quijano *et al.*, en prensa).

Actualmente en México existe interés en la búsqueda de especies con potencial dendrocronológico y la generación de cronologías, con el fin de solucionar problemas ecológicos, arqueológicos y de aprovechamiento de agua (Villanueva *et al.*, 2003).

El presente estudio es una contribución al conocimiento dendrocronológico de las especies de árboles del país a partir de un estudio de caso. Los objetivos principales son: (1) reconstruir la historia ambiental reciente de los bosques de haya del estado de Hidalgo, los de mayor extensión territorial y con menor grado de disturbio del país (Miranda y Sharp, 1950; Rodríguez- Ramírez *et al.*, 2013), por medio de la revisión de archivos históricos, entrevistas y la cronología de los anillos de crecimiento de la especie dominante en el dosel: *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, (2) identificar los principales factores ambientales relacionados con los periodos de supresión y/o liberación de los anillos de crecimiento de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, para que la información obtenida sirva de referencia en la elaboración de estrategias de manejo y conservación de los bosques de haya de la entidad.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Área de estudio**

El trabajo se realizó en tres localidades con bosque de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) situados en tres diferentes municipios del estado de Hidalgo, México: El Gosco (Tenango de Doria), La Mojonera (Zacualtipán de Ángeles) y

Medio Monte (San Bartolo Tutotepec). Estos bosques se desarrollan en altitudes que fluctúan entre 1,557 y 1,987 m (Cuadro 1, Figura 1). El clima es de tipo C(fm): templado húmedo, con lluvias todo el año, distintivo de un orobioma de montaña (Peters, 1995), con neblinas frecuentes y temperatura media anual de 12.7°C (García, 1988). La precipitación pluvial total anual es elevada (oscila entre 1,200 y 2,050 mm), la topografía es accidentada y la pendiente del terreno muy inclinada (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2013; Ortiz-Quijano *et al.*, en prensa).

### **Información general de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* (haya)**

Las poblaciones de esta especie se distribuyen en las regiones montañosas de la Sierra Madre Oriental, en los estados mexicanos de Hidalgo, Nuevo León, Tamaulipas y Veracruz (Williams-Linera *et al.*, 2003; Rowden *et al.*, 2004). En 1940 el botánico Maximino Martínez la determinó como una nueva especie: *Fagus mexicana*. Sin embargo, años más tarde, con base en estudios paleontológicos y de distribución geográfica se modificó su categoría taxonómica de especie a variedad (Little, 1965), y posteriormente de variedad a subespecie (Murray, 1983), debido a la similitud en distintos caracteres de morfología foliar (Pérez, 1994; Valencia y Flores-Franco, 2006).

Es una especie monoica cuya polinización se produce por la acción del viento, pero la capacidad de dispersión del polen es muy baja (Ehnis, 1981). Su reproducción se realiza a través de las semillas, aunque en campo se han observado brotes en troncos seccionados y una amplia red de rizomas (observación personal). El intervalo de tiempo de producción de los frutos oscila entre 4 y 7 años (Pérez-

Rodríguez, 1999) y es sincrónico, por lo que presenta años semilleros (Godínez-Ibarra *et al.*, 2007). La producción más reciente de semillas ocurrió en el año 2012 y fue sincrónica en las tres localidades consideradas en el presente estudio (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2013). Las plantas jóvenes son tolerantes a la sombra, crecen lentamente durante periodos prolongados cuando el dosel es cerrado (periodos de supresión), pero lo hacen rápidamente (periodos de liberación) cuando se forman claros (Peters, 1997; Williams-Linera *et al.*, 2000; Ortiz-Quijano *et al.*, en prensa).

Los factores principales que influyen en la regeneración natural de la especie son la apertura del dosel, la exposición, el grado de inclinación y la concentración de materia orgánica del suelo (López-López, 2003; Rodríguez-Ramírez, 2014). En suelos pobres en nutrientes o en climas muy fríos su tolerancia es menor (Peters, 1997). En la corteza, troncos y raíces de algunos árboles se presenta podredumbre, debido a la invasión de hongos (Lasse, 1944; López-López, 2003; observación personal).

### **Investigación documental y entrevistas**

La búsqueda de información en expedientes del Archivo General Agrario (AGA), el Archivo Histórico del Agua (AHA), en artículos científicos, tesis y censos históricos (INEGI), permitió identificar los eventos de disturbio por actividades humanas más relevantes en los hayedos de las tres localidades. Adicionalmente, los testimonios verbales (historias de vida de los habitantes) fueron otro recurso importante de información local, utilizando el método de historia oral para la microhistoria (González

y González, 2004), mediante entrevistas abiertas dirigidas especialmente a los adultos mayores de 50 años, originarios de la comunidad, pero también a las autoridades y/o comisariados, dispuestos a responder, que pudieron estar relacionados con el manejo de los bosques de haya.

### **Obtención de muestras y estimación de la edad de los árboles**

En cada localidad de muestreo se eligieron 12 árboles maduros y sanos de haya (sin evidencia externa de pudrición o enfermedad en la corteza), para la extracción de los núcleos de crecimiento: tres individuos por cada uno de los siguientes intervalos de diámetros, medidos a una altura de 1.30 m: 18 a 36, 36.1 a 55, 55.1 a 72 y 72.1 a 91 cm. En cada árbol elegido se extrajeron dos núcleos de crecimiento, con taladros Pressler de diferentes longitudes. Las perforaciones se realizaron a una altura de entre 1.3 y 1.5 m, en el centro del tronco, para tratar de obtener la parte central de la medula. Las 72 muestras frescas obtenidas se colocaron a la luz solar directa, y una vez secas se montaron en rieles de madera para el pulido gradual con lijas de distinto tamaño de grano, de 120 (áspero) hasta 1,200 (fino) (Stokes y Smiley, 1968).

Algunos núcleos de crecimiento no fueron adecuados para el análisis, por la pudrición natural de algunos de los troncos (Lasse, 1944; López-López, 2003). Sin embargo, por la categoría de riesgo del taxón en estudio se evitó la perforación de más árboles. La cronología se realizó con 66 núcleos de crecimiento, el conteo de cada uno de ellos fue en dirección corteza-medula, con un microscopio estereoscópico (Applenquist, 1958). En las muestras en las que no aparecía la médula, el número de anillos faltantes se estimó mediante el conteo de los anillos en



los primeros cinco cm de la parte interna de la muestra, ya que en teoría serían los más semejantes en grosor a los de la parte faltante. Con este dato y el valor del radio de cada individuo, se realizó una extrapolación para calcular los años contenidos en la sección faltante (Villanueva *et al.*, 2003).

### **Eventos de liberación y supresión**

En cada núcleo de crecimiento se localizó el año más antiguo (anillo completo, más próximo a la médula), visualizando el inicio (madera temprana) y el final (madera tardía) de cada uno; la medición del espesor de los anillos se realizó en un sistema de medición VELMEX, con precisión de 0.001 mm (Robinson & Evans, 1980).

La calidad del fechado y medición de las series de crecimiento se verificaron con el programa COFECHA Versión 6.06P (Holmes, 1983), a través de traslapes en períodos de 50 y 25 años para observar la afinidad entre las series; el algoritmo del programa selecciona la correlación mínima aceptable ( $r = 0.328$ ,  $P < 0.01$ ). Los datos de amplitud de los anillos (mm) se utilizaron para estimar el promedio anual por muestra y localidad (Escudero, 2002).

Los periodos de liberación o supresión fueron estimados con base en la fórmula de porcentaje de cambio de crecimiento (%CC), sostenido por un periodo de 5 años (Rozas, 2004):

$$\%CC = [(M1-M2)/M1] \times 100$$

Donde:

%CC = Porcentaje de cambio de crecimiento entre los promedios de los cinco años precedentes y subsiguientes

M1 = Media aritmética de los diez años precedentes

M2 = Media aritmética de los diez años subsiguientes

Cuando el valor obtenido es positivo, significa que la tasa de crecimiento es alta en los años subsecuentes (liberación) y si es negativo indica que la tasa de crecimiento es baja (supresión). La fórmula de %CC supone que los árboles tienen un tiempo de reacción de un año ante una perturbación y que el valor máximo del ancho de anillo es el de los años más cercanos, previos a un cambio brusco en el crecimiento (Lorimer y Frelich, 1989; Nowacki y Abrams, 1997).

### **Construcción de las cronologías**

La estandarización de los valores de las series de crecimiento y la construcción de las cronologías de cada localidad se realizaron con el programa ARSTAN (Cook & Holmes, 1984). El algoritmo del programa estima la mejor curva de ajuste para las series de crecimiento, con lo que se homogeniza la varianza y se maximiza la señal climática, eliminando las tendencias debidas a factores biológicos (incremento en el área de fuste con la edad, competencia, parasitismo). Con esto, la comparación entre los anillos de individuos de diferentes edades permite una mejor interpretación de la variabilidad ambiental común en una región determinada (Fritts, 1976; Cerano-Paredes *et al.*, 2013).

En ARSTAN se realiza el ajuste de los datos a una función de tipo spline (línea flexible), se dividen los valores estimados entre los observados (Fritts, 1976), y se estima el índice de ancho de anillo (IAA) o cronología residual (índice normalizado), con media = 1.0 y varianza homogénea (Cook y Holmes, 1984; Cook, 1987; Urrutia, 2002; Cerano *et al.*, 2013).

### **Relación con el clima**

Las tres cronologías obtenidas fueron comparadas entre sí y contrastadas con otra cronología de 100 años de extensión realizada en *Pseudotsuga menziesii* en una localidad denominada Jaramillo, en el estado de Hidalgo (INIFAP, 2012), mediante análisis de correlación lineal y análisis de componentes principales. El año de inicio de la cronología más antigua obtenida en la presente investigación fue 1845, por lo que la información documental, oral y climática con fines de búsqueda de correspondencia e integración de la historia ambiental comprendió el periodo 1845-2012 (Figura 2).

Por otra parte, se realizó un análisis de correlación lineal entre el índice de ancho de anillo y los valores de precipitación pluvial total anual, temperatura mínima, máxima y promedio anual, de los años 1942-2011, obtenidos de dos estaciones meteorológicas cercanas a las localidades estudiadas (Tenango de Doria y Zacualtipán de Ángeles). No se encontró información climática suficiente para incluir en el análisis estadístico a la localidad de Medio Monte (CLICOM, estaciones).

## RESULTADOS

### Investigación documental y entrevistas

**Aprovechamiento de la especie.** En las tres localidades analizadas la semilla de *Fagus* ha sido un recurso alimenticio aprovechado por los pobladores en distintas formas de preparación, esta práctica parece haberse transmitido de generación en generación desde tiempos inmemoriales. En el ejido Medio Monte, la semilla se recolecta para consumo y venta local a 100 pesos por cuartillo (observación personal, año semillero 2012) y en el pasado los troncos de haya fueron utilizados en la construcción de algunas viviendas. En el ejido La Mojonera, la madera de los troncos muertos de haya fue utilizada en el proceso de elaboración de campanas. En la localidad El Gosco, la madera de *Fagus* se utiliza desde hace menos de una década, como leña para uso doméstico y comercial (en las panaderías de la región), por el alto rendimiento calorífico que representa.

**Disturbios humanos y naturales en los bosques de haya.** Los entrevistados indicaron que en el pasado, los bosques de haya tenían mayor extensión territorial, en las tres localidades. En Medio Monte, la cobertura de los bosques de encino (*Quercus* spp.) y pino (*Pinus* sp.), se redujo a causa del reparto agrario, el saqueo y la tala clandestina. Esta información coincide con la de un documento del archivo agrario (AGA, 1942), en el que describen a los bosques como áreas de gran riqueza y abundancia de encinos, robles, manzanillos y “hayas” en propiedades de la comunidad y alertan sobre posibles problemas de despojos y distribución. Sin embargo, pocos años después, Miranda y Sharp (1950), al documentar la existencia de los bosques de haya en los poblados de Medio Monte y Tutotepec (San Bartolo

Tutotepec), los definen como áreas aisladas dentro de los bosques de encino (roble), en donde predominan formas arbóreas de *Leucothoe*, *Magnolia* y *Weinmannia*: “los hayedos se muestran casi puros, con laderas muy pronunciadas y de exposición norte”.

Las personas entrevistadas indican que en Medio Monte, entre los años 1915 y 1930, se establecieron pequeñas fábricas de producción de refino a la orilla del río que cruza el hayal, que ocupaban grandes cantidades de agua y leña de encino para los hornos. Sin embargo, la extracción clandestina de madera en años recientes es la causa principal de la desaparición de la cubierta forestal alrededor de los bosques de haya y es también la amenaza principal para su continuidad.

Con respecto a la localidad de La Mojonera, en 1935 se describió la situación de los bosques en un sitio aledaño, de la Ferrería de San Miguel, en Zacualtipán de Ángeles: “son bosques de bella y exuberante vegetación compuesta por pino (*Pinus patula* y *P. leiophylla*), numerosas especies de encino (*Quercus* spp.), liquidámbar, pahuilla, aguacatillo, nogal, madroño, tejocote y aile” (Sosa, 1935). De la misma forma que en la localidad de Medio Monte, a los dueños de la zona forestal les preocupaba un reparto inequitativo de los ejidos (AGA, 1935).

En 1939 se publicó un decreto de uso forestal, en el que los bosques fueron declarados como zona protectora de Zacualtipán. En 1940 se realizó la primer descripción de la especie de haya proveniente de los montes de Zacatlamaya, muy cercanos a los de Ferrería y La Mojonera (Martínez, 1940). Desde entonces se

referían al bosque de haya de la localidad La Mojonera como los menos perturbados y de mayor superficie.

En cambio, el bosque de la localidad El Gosco es propiedad privada, está dividido en varios pequeños fragmentos de distinto tamaño y el grado de disturbio ocasionado por las actividades humanas es alarmante (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2013). De acuerdo con las personas entrevistadas, el declive del bosque inició recientemente, en el año 1997, cuando el presidente municipal en turno regaló motosierras con la idea de que los campesinos aprovecharan los árboles del bosque. A partir de este suceso se inició la tala desmedida de árboles de pinos y encinos. En el caso de *Fagus*, el uso intensivo de la madera como combustible ocurrió hasta el año 2005, cuando se descubrió su elevada capacidad calorífica. En el año 2013 activistas ambientales del municipio de Tenango de Doria notificaron su preocupación a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por la devastación del bosque mesófilo de montaña en El Gosco, lo que atribuyeron a la lotificación de la superficie forestal que inició en el año 2003 (Monroy, 2013).

La estructura del bosque de haya de El Gosco se ha modificado drásticamente, en comparación con la de las otras dos localidades. Además de *Fagus*, otras especies indicadoras de perturbación como *Liquidambar macrophylla*, *Magnolia schiedeana* y *Podocarpus reichei* codominan el dosel en la actualidad (Ortiz-Quijano *et al.*, en prensa).

Los lugareños de Medio Monte mencionan que en 1992 hubo un incendio que alcanzó solamente algunos árboles de haya, y en 1999 un fuerte huracán que afectó a viviendas y árboles de distintas especies. En La Mojonera, los campesinos relataron el caso de un gran incendio que comenzó en el bosque de pino y se prolongó durante tres meses en los años de 1930 (Ehnis, 1981). En la actualidad los ejidatarios comentan que los incendios son raros y pocas veces de importancia, debido a las condiciones de alta humedad que imperan durante todo el año. En la localidad El Gosco no se registró información oral acerca de desastres naturales.

**Historia del clima.** En México, las sequías y las temporadas con precipitación pluvial alta son fenómenos relevantes por los efectos demográficos, socioeconómicos (Florescano, 1995) y ecológicos que originan. En el siglo XIX se reconocen tres sequías generales que afectaron a todo el país: en 1868, 1877, 1891-1892 (Servin, 2005). En el siglo XX ocurrieron en los periodos 1918-1922, 1927-1932 y 1988-1996. Los periodos de precipitación pluvial más alta registrados en la República Mexicana fueron: 1831-1837, 1895-1914, 1923-1926, 1940-1941, 1957-1958, 1965-1969, 1985-1987 y 2001-2005 (Villanueva *et al.*, 2013).

En el estado de Hidalgo las sequías más extremas del siglo XIX y principios del XX (Florescano *et al.*, 1980; García, 1997), ocurrieron durante el periodo de 1875 a 1910. Una cronología de *Pseudotsuga menziesii* en el Parque Nacional El Chico, dentro de la misma entidad (1915-2001), sugiere la presencia de sequías recurrentes aproximadamente cada 10 años, lo que ha sido confirmado en otras series de tiempo de los estados aledaños de Puebla y Tlaxcala (INIFAP, 2012).

## **Liberaciones y supresiones en los anillos de crecimiento**

**El Gosco.** El promedio de ancho de anillo en las 12 series de crecimiento analizadas para esta localidad fue de 1.083 mm/año (d. e. = 0.26 mm/año). Los porcentajes de CC indicaron tres periodos con supresiones abruptas y constantes por más de cinco años: el primer evento ocurrió en el periodo 1923 a 1931, con valores máximos en 1923, 1924 y 1925; el segundo fue entre los años 1970-1977, con valores más altos en 1973, 1974 y 1975; y el último periodo de supresión sucedió entre los años 2000-2005. Se identificaron dos periodos largos de liberación, el primero de 1959 a 1969 y el segundo de 1977 a 1991. Los periodos de 1918 a 1921 y de 1995 a 1998, considerados cortos, presentaron los porcentajes de liberación más altos. El valor máximo de supresión fue registrado en el año 1925 (112.55%) y el máximo de liberación en 1919 (36.58%), 1920 (39.98%) y 1997 (19.55%). Los valores de liberaciones en los años 1919 y 1920 coincidieron en las tres series más antiguas; y los del año 1997 coincidieron en el total de muestras analizadas (Figura 1A).

**Medio Monte.** El valor promedio de las 10 series de crecimiento radial analizadas fue de 0.98 mm/año (d. e. = 0.21 mm/año). Se identificaron seis eventos de supresión, entre los cuales destacaron los periodos: 1904-1910, 1916-1924 y 1988-1996, porque durante ellos se registraron los porcentajes de CC más altos, 1908 (44.36%), 1919 (51.30%) y 1992 (31.94%) y más duraderos.

Se reconocieron cuatro eventos de liberación, sin embargo los más notorios fueron dos, en los años 1911 a 1915 y 1925 a 1938. El porcentaje de CC más alto en liberaciones ocurrió en el año 1914 (41.0%) y en supresiones en 1908 y 1919 (Figura



1B). No obstante, estas últimas estimaciones proceden solo del árbol de mayor edad, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela. Con respecto al porcentaje de CC para supresión en el año 1992, se estimó con datos que provienen de todas las muestras analizadas.

**La Mojonera.** El promedio de las nueve series consideradas fue 0.99 mm/año (d. e. = 0.31 mm/año). Se reconocieron dos periodos de supresión entre 1889-1899 y 1929-1944, y tres de liberación: 1849-1854, 1863-1868 y 1877-1889, todos sostenidos por cinco o más años. Los valores máximos de supresión se registraron en los años 1935 (99.48%) y 1891 (76.53%), y de liberación solo en el año 1867 (50.12%). Los valores antes mencionados provienen de las dos series más antiguas, excluyendo el del año 1935 que se estimó a partir de seis de las doce series analizadas (Figura 1C).

### **Análisis dendrocronológico**

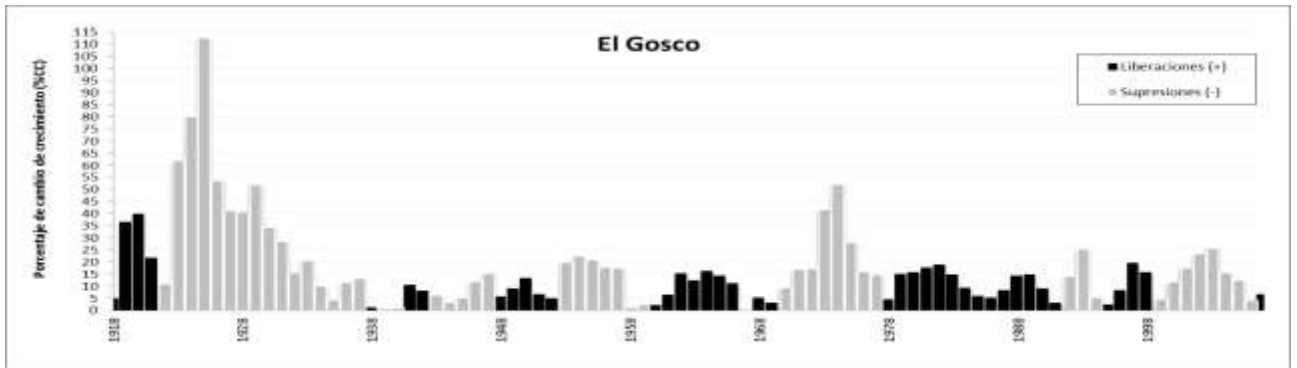
Los árboles de haya de La Mojonera fueron los especímenes más longevos, algunos de ellos formaron parte de una cohorte que se estableció en el año 1778 correspondiente a 235 años de edad y un dap de 98.3 cm. En la localidad de Medio Monte, se encontraron árboles con fecha de reclutamiento en 1842 (171 años y un dap de 68.6 cm) y en la localidad El Gosco, los individuos más antiguos pertenecieron a una cohorte que se desarrolló a partir de 1864 (edad de 149 años y 94 cm de dap).

Se midieron un total de 3,355 anillos de crecimiento en las tres localidades de estudio. La correlación entre series obtenida con el programa COFECHA fue de 0.43

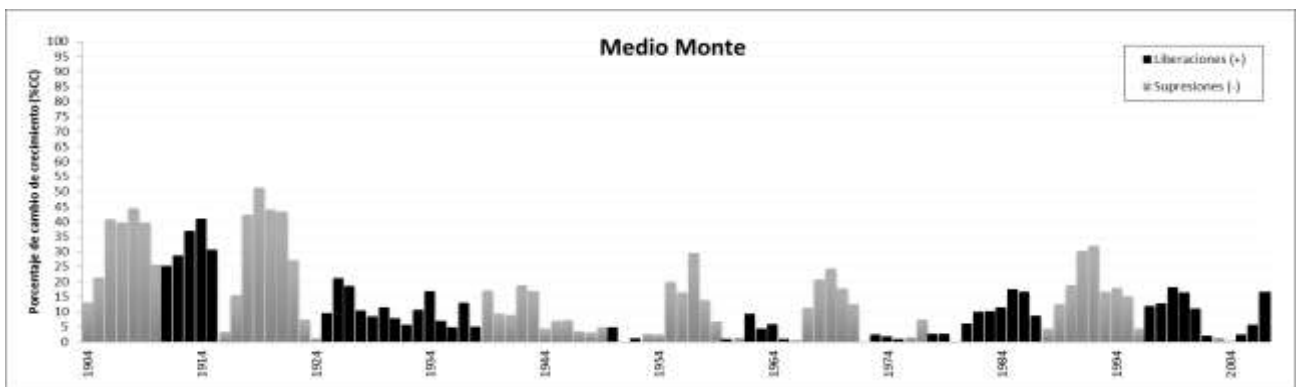
para El Gosco y de 0.33, tanto para La Mojonera como para Medio Monte, valores ligeramente mayores a la correlación mínima aceptable en dicho programa, que es de 0.30. En el Cuadro 1 se incluyen los resultados generales obtenidos con el programa ARSTAN para cada una de las localidades. La longitud total de la cronología es el periodo de tiempo en años que el programa ARSTAN sincroniza con todas las muestras de los árboles, algunos autores recomiendan que sea como mínimo de 100 años de amplitud (Ferreyra, 2010). El intervalo más amplio obtenido fue para la localidad La Mojonera (169 años), en el periodo 1845-2012. El intervalo común, o segmento en donde coinciden el mayor número de muestras en los tres rodales, fue entre los años 1950 y 2012.

Los valores de sensibilidad fluctuaron de bajos a intermedios, no obstante, tales valores son de utilidad en estudios dendrocronológicos (Cuadro 1). A este respecto Grissino-Mayer (2010) considera como valor alto de sensibilidad 0.30, e intermedios entre 0.20 y 0.29, sin embargo, los valores de referencia para la sensibilidad baja no fueron mencionados.

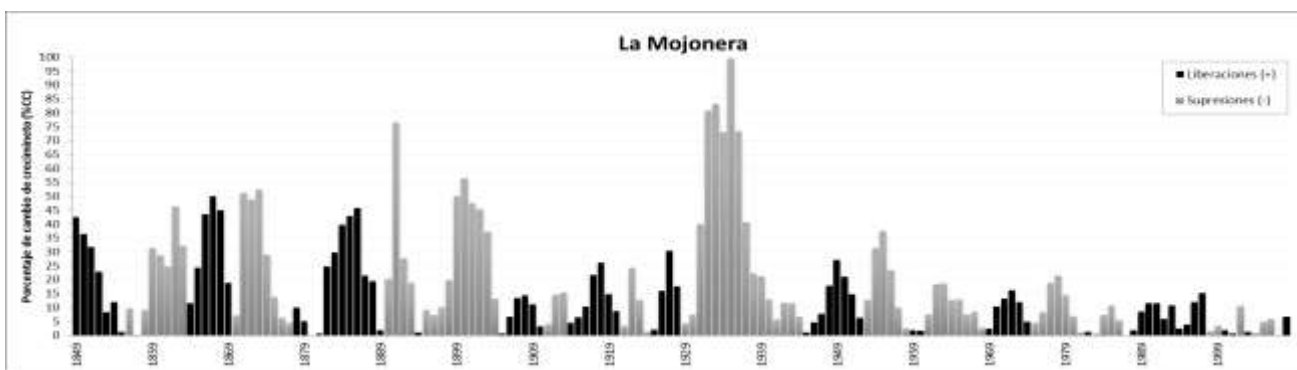
A



B



C



**Figura 1.-** Porcentajes de cambio de crecimiento a partir del promedio radial anual y en periodos de 10 años: (A) El Gosco, (B) Medio Monte y (C) La Mojonera.

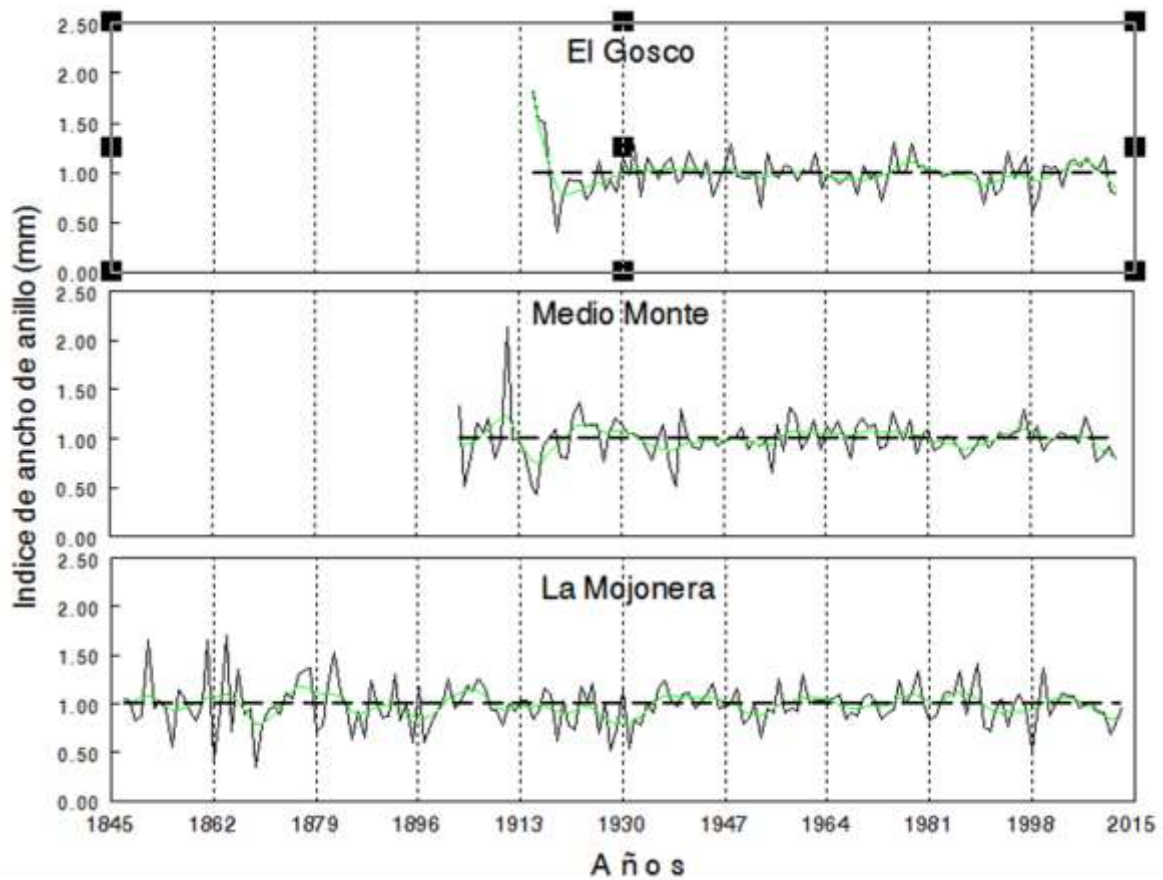
**Cuadro 1.** Estadísticas básicas de las cronologías obtenidas en el programa ARSTAN

Parámetros	Localidades		
	El Gosco	La Mojonera	Medio Monte
Longitud de la cronología	1914-2012	1845-2012	1900-2012
Total en años	99	169	113
Intervalo común	1951-2012	1950-2010	1951-2012
Número de árboles	12	12	10
Número de muestras	21	18	14
Sensibilidad media	0.18	0.20	0.18
Desviación estándar	0.19	0.19	0.20
Correlación entre series	0.20	0.07	0.22
Auto correlación de primer orden	0.20	0.06	0.08

Por otra parte, la correlación entre series refleja la asociación entre líneas de tiempo provenientes de árboles de una misma o de diferentes localidades. Los valores de correlación de las cronologías en cada localidad fueron mayores de cero: en El Gosco y Medio Monte la correlación fue de 0.20 y 0.22, respectivamente, lo que significa que aunque no existe asociación directa entre series, las condiciones ambientales podrían tener alguna influencia de peso en el crecimiento de los árboles. Los valores de la auto-correlación de primer orden fueron bajos en las tres localidades.

### Índice de ancho de anillo (cronología residual)

Los decrementos más evidentes en los valores del índice de ancho de anillo (condiciones desfavorables) ocurrieron en distintos tiempos en cada localidad, en El Gosco en los años 1919 y 1998, en La Mojonera en 1862 y 1869, y en Medio Monte en 1916 y 1939. Lo mismo ocurrió con los valores más altos del índice de ancho de anillo (condiciones favorables): en El Gosco se observaron en los años 1917 y 1975, en La Mojonera en 1861, 1864 y 1989, y en Medio Monte en 1911 y 1923 (Figura 2).



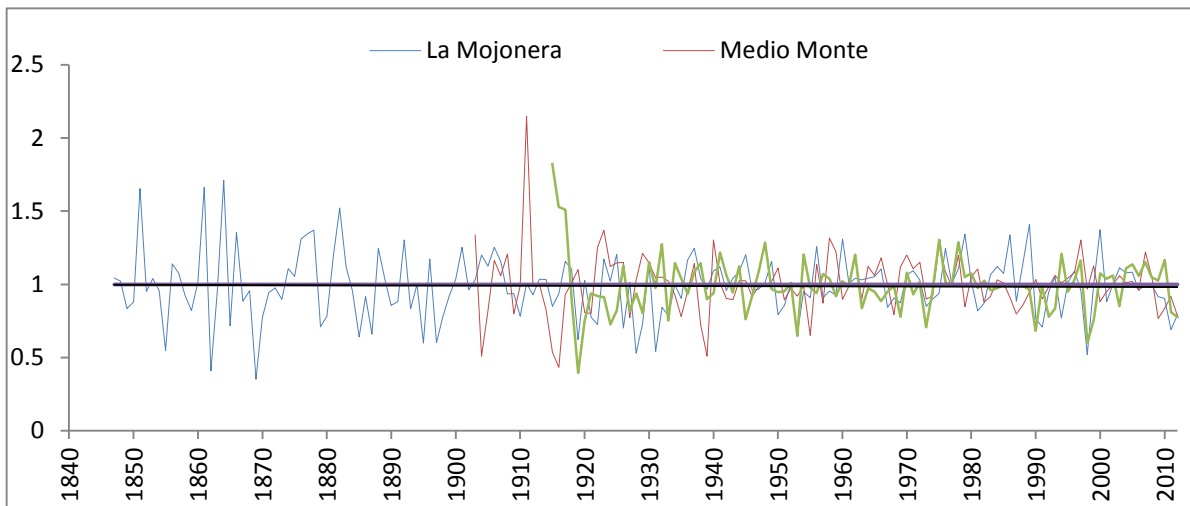
**Figura 2.-** Cronologías de las tres localidades de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, con base en el índice de ancho de anillo.

### **Comparación entre cronologías**

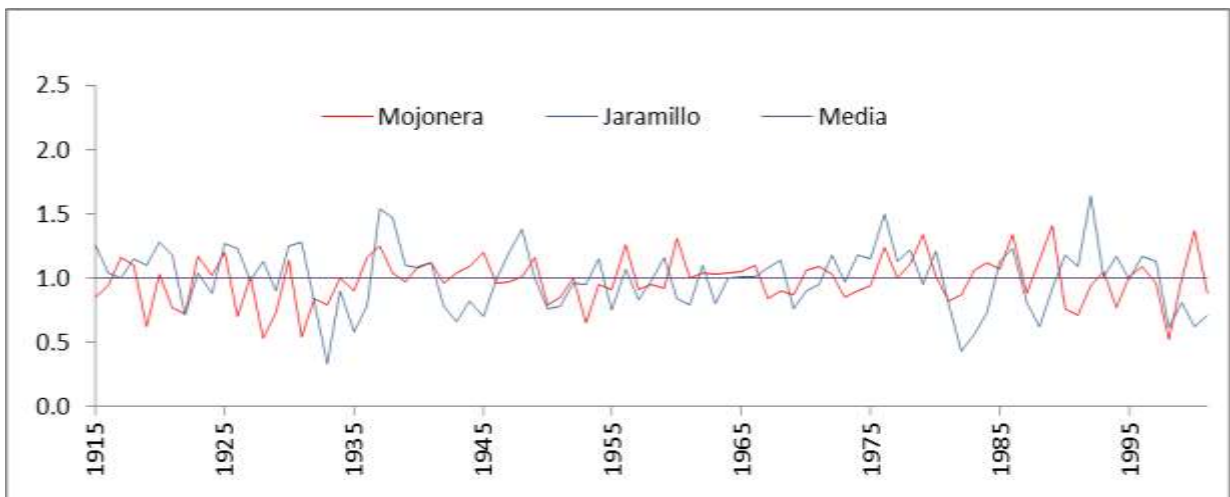
Los valores de los índices de correlación entre localidades y con respecto a la localidad de referencia (Presa Jaramillo, Hidalgo) no fueron estadísticamente significativos. Sin embargo, se detectaron tendencias similares en las tres localidades en los valores de los índices de ancho de anillo en los años 1919, 1973, 1975-1979 y 1998. En las localidades La Mojonera y Medio Monte se observaron coincidencias en el año 1973 y en los periodos 1919-1920, 1922-1930, 1937-1939 y 1975-1978; y en las localidades La Mojonera y Presa Jaramillo en el periodo 1931-1937 y en los años 1922, 1950, 1956, 1976, 1982, 1986, 1988 y 1998 (Figura 3).

En los resultados del análisis de componentes principales, se observaron tendencias semejantes en las cronologías de las localidades El Gosco, La Mojonera y Presa Jaramillo, dado que se relacionaron con el primer eje o componente principal. En cambio, la cronología de Medio Monte se relacionó más con el segundo componente principal, lo que sugiere una tendencia independiente (condiciones climáticas, eventos de disturbio) de todas las demás. Los dos primeros componentes principales explicaron el 61.8% de la variación en los datos (Figura 4).

**A**



**B**



**Figura 3A.-** Correlación entre cronologías de las tres localidades analizadas. **3B.** Correlación entre las cronologías (1915-2001) de la localidad La Mojonera y la Presa Jaramillo ( $r=0.73$ ;  $P < 0.05$ ).

Por otra parte, los valores de los coeficientes de correlación lineal entre el índice de ancho de anillo y las variables climáticas (precipitación total anual, temperatura mínima, máxima y promedio) de cada localidad, en todos los casos fueron bajos y estadísticamente no significativos, por lo que no se incluyen las matrices de correlación.

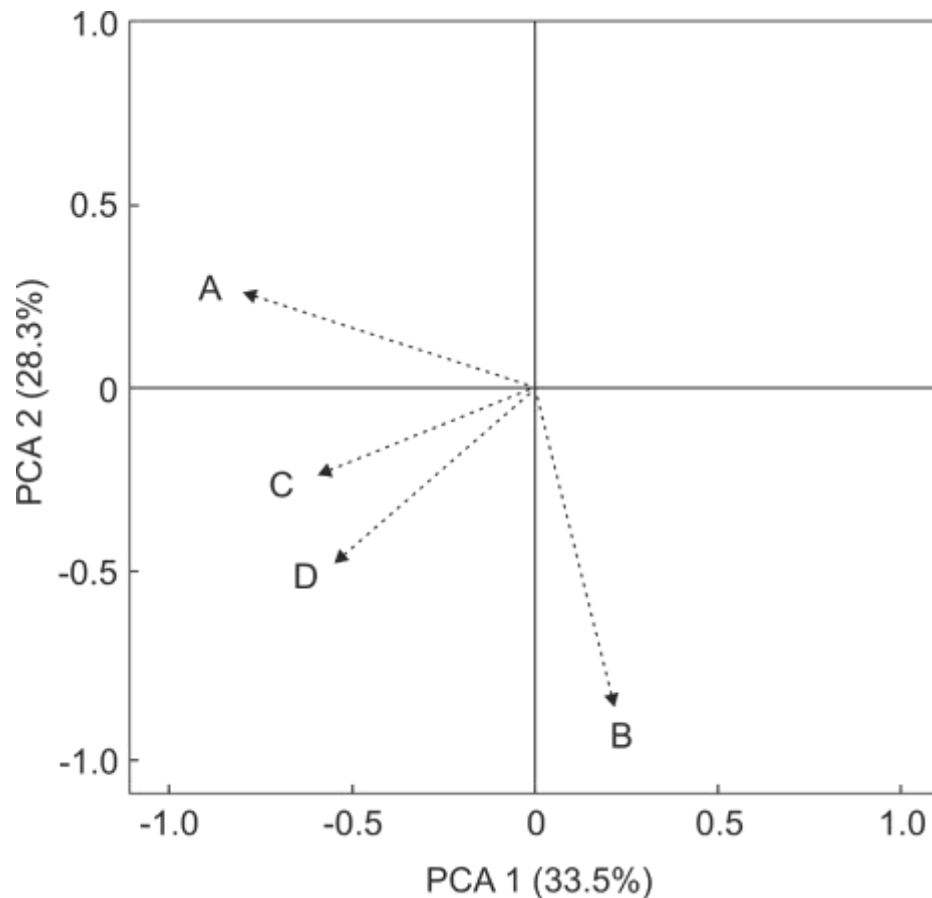


Figura 4. Diagrama de ordenación que muestra la relación de los datos estandarizados de los índices de ancho de anillo obtenidos para cada una de las localidades, con respecto a los dos primeros componentes principales. A: El Gosco, B: Medio Monte, C: La Mojonera, D: Presa Jaramillo. PCA: Componente principal.



## DISCUSIÓN

Los testimonios orales indicaron que, desde hace décadas, los bosques de haya del estado de Hidalgo mantienen el mismo tamaño de área y por la ubicación, topografía y pendientes abruptas en donde se desarrollan, son visitados principalmente durante la época de producción de semillas (cada 4-7 años) (Godínez-Ibarra *et al.*, 2007).

Las técnicas dendrocronológicas permitieron determinar la edad de los árboles de haya y relacionar el ancho de los anillos de crecimiento con la presencia de algunos disturbios antropogénicos, naturales y condiciones climáticas a las que estuvieron expuestas las plantas al menos en los últimos cien años a nivel local (Worbes, 1989; Melandri *et al.*, 2007).

Los resultados revelaron que algunos de los individuos de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* de los rodales analizados tienen más de 150 años de edad. En la localidad de La Mojonera se encontraron árboles de 234 años (1778), mientras que en Medio Monte se fecharon individuos establecidos desde 1842 y en El Gosco desde 1864. Estos valores son ligeramente superiores a los encontrados en una población de haya del volcán Acatlán, en Veracruz, donde la edad de sus individuos fue de 135 años (Williams-Linera *et al.*, 2000), y son semejantes a los registrados en distintas poblaciones de *F. grandifolia* de Estados Unidos Americanos con ejemplares de más de 200 años de edad (Busby *et al.*, 2008). En otras especies, como *Fagus sylvatica* en Europa, se han encontrado árboles de 200 a 300 años de edad, y en casos excepcionales de más de 400 (Brunet, 2010).

En México los encinos (*Quercus*) son considerados árboles ancestrales debido a las edades que alcanzan y que oscilan entre 250 y 300 años (Villanueva, 2010; García, 2012); bajo esta perspectiva, *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* también puede incluirse dentro de las especies arbóreas más longevas de México. Además de representar una fuente de información biológica, histórica y ambiental, puede proponerse como un taxón emblemático de México, por la categoría de riesgo en la que se encuentra, por sus características biológicas y hábitat tan particulares, y para mantener el escaso grado de disturbio actual en las localidades de La Mojonera y Medio Monte, las de mayor superficie con bosque de haya en México (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2013; Ortiz-Quijano *et al.*, en prensa).

El conocer la distribución, dinámica poblacional y relación con las sociedades humanas de una especie longeva como *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, puede proporcionar elementos para fundamentar acciones de protección, restauración y manejo de ecosistemas degradados y para la conservación de la biodiversidad (Villanueva, 2010).

Además de la edad, los anillos de crecimiento reflejan los acontecimientos más importantes que le han ocurrido a un árbol durante su vida (Rincón y Huante, 1988). En el presente estudio, los promedios anuales de ancho de los anillos fueron semejantes entre localidades, fluctuaron entre 0.98 y 1.08, valores que coinciden parcialmente con los estimados por Peters (1997) en árboles de haya adultos (0.92 a 2.6 mm) en el ejido La Mojonera; pero resultaron menores a los obtenidos en una

población de haya del Volcán Acatlán, en Veracruz, con tasa promedio de crecimiento radial de 2.35 mm (Williams-Linera *et al.*, 2000).

El valor promedio anual del ancho de los anillos permite reconocer las liberaciones y supresiones ocurridas a lo largo del tiempo. De acuerdo con Peters (1997), los anillos de crecimiento de mayor dimensión con respecto al promedio son los de sitios donde han ocurrido un alto número de liberaciones, mientras que los de menor dimensión corresponden a sitios con supresiones continuas. Acorde con la anterior aseveración, en las localidades analizadas los promedios radiales más angostos coincidieron con un mayor número de supresiones. En el caso particular de la población de Acatlán, Veracruz, el elevado valor del promedio de ancho de anillo podría estar asociado con un disturbio importante (incendio) ocurrido en el bosque, que de acuerdo con Williams-Linera *et al.* (2000) y Busby *et al.* (2008) ocasionó la regeneración y posterior mono-dominancia de *Fagus* en el dosel.

En general en los tres localidades analizadas se encontró un patrón de supresiones y liberaciones múltiple, semejante al registrado por Canham (1990) en bosques de *Fagus grandifolia* de Estados Unidos de América, que sugiere que las liberaciones se deben principalmente a la apertura de claros provocados por la caída natural de los árboles, lo que propicia que los juveniles alcancen el subdosel en menor tiempo (Yamamoto, 2000; Shimano, 2002; Petritan *et al.*, 2009).

El análisis de los porcentajes de cambio de crecimiento, estimados a partir de los datos de liberaciones y supresiones, permitió identificar tres eventos de liberación

importantes, uno en el año 1914 en la localidad de Medio Monte y dos en La Mojonera, en 1849 y 1867. El número de individuos con anillos de crecimiento que corresponden al año de 1914 fue reducido, por lo que los resultados no son confiables. De acuerdo con Escudero *et al.* (2002), eventos de disturbio tales como una deforestación de gran magnitud o amplitud, solo pueden ser corroborados cuando el cambio en el crecimiento de los anillos ocurre en un número representativo de individuos de la población.

Es probable que el evento de liberación detectado en el año de 1914 sea producto de un evento local. De acuerdo con la información proporcionada por los habitantes de los poblados de Chicamole y Tutotepec, entre 1915 y 1930 existieron fábricas rurales de producción de refino en las orillas del río que actualmente delimita el bosque de haya de la localidad de Medio Monte, debido a la necesidad de agua y leña de encino para el funcionamiento de las mismas.

Los encinos, junto con los pinos, tienen diversos usos en México (Pérez *et al.*, 2000), en especial como madera y leña. Algunas especies como *Quercus corrugata*, *Q. delgadoana* y *Q. xalapensis*, son elementos típicos en el dosel de los bosques de haya de México (Williams-Linera *et al.*, 2003; Rodríguez-Ramírez, 2014; Ortiz-Quijano *et al.*, en prensa), por lo que es posible suponer que los claros formados por la eliminación selectiva de los encinos (para utilizarlos como combustible en las fábricas de refino), tenga relación con el desarrollo de los juveniles de *Fagus* y, por ende, con el evento de liberación observado.

Los valores de la cronología residual indican condiciones ambientales benignas para *Fagus* en el año 1911, lo que coincide con uno de los periodos de mayor precipitación pluvial en México entre 1895 y 1914 (Melandri *et al.*, 2007; Villanueva, 2013), dado que la respuesta a un suceso de esta naturaleza se percibiría al menos dos años después en el ancho de los anillos radiales (Escudero *et al.*, 2002); así, es posible que ambas situaciones (tala selectiva de encinos y precipitación elevada) pudieran influir en el mayor desarrollo de los anillos de crecimiento.

Con referencia a las supresiones, una de las más conspicuas ocurrió en 1924, lo que indicaría un crecimiento lento de los individuos juveniles de haya en el sotobosque (Crawley, 1997). Una de las causas probables de esta supresión supondría un dosel cerrado, las evidencias orales sugieren que - “antes del reparto de tierras, había muchos árboles de pino y encino, el bosque se veía oscuro y teníamos leña y árboles muy cercanos a nuestras viviendas, pero después del reparto agrario (1930) la gente comenzó a desmontar”.

Desde 1929 los habitantes de Tutotepec y Chicamole (localidades aledañas a Medio Monte) solicitaron la conversión del bosque a tierras de labor. Sin embargo, los ejidatarios propietarios afectados enviaron cartas de inconformidad ante tal amenaza hacia sus bosques, incluidos los de haya (AGA, 1942), y avisos sobre la tala ilegal de los bosques circundantes (AGA, 1944). De cualquier forma, el análisis de supresiones y liberaciones no muestra evidencia de que la población de haya fuese afectada, tal vez por la ubicación del bosque en sitios de pendiente pronunciada, topografía accidentada y por estar rodeados o aislados por bosques de

encino y pino que sustentan una variedad de especies de uso forestal y que funcionarían como áreas de protección natural (Conabio, 2008).

El otro periodo de supresión evidente, entre los años 1929 y 1944, probablemente se vio favorecido tanto por la declaración de los bosques de la región como zona protectora en 1939 (con la que se buscaba regular el uso de leña y madera), como por un periodo de mayor humedad que benefició el crecimiento arbóreo. En correspondencia con este lapso de supresión, durante los años 50s los bosques de haya de Medio Monte y Tutotepec fueron descritos por los entrevistados como áreas aisladas, con laderas muy pronunciadas, rodeados por bosques de encino (roble), resaltando la “casi pureza de los hayedos”.

En El Gosco los años de liberación más marcados ocurrieron entre 1919 (36.58%) y 1920 (39.98%), eventos que pudieron estar asociados a la sequía registrada en el periodo 1918-1922 (Servin, 2005) y que fue elemento causal de la formación de claros en el dosel, posiblemente por la muerte de árboles aledaños (Manson y Jardel, 2009). Otra liberación, que sucedió en el año 1997 (19.55%) probablemente este relacionada con un evento de origen local: la presencia de motosierras que facilitó el aprovechamiento desmedido de pinos y encinos (Ortiz-Quijano *et al.*, 2015), aunado al aumento de población (100 habitantes) para esos años en la comunidad (INEGI, 2010).

Los resultados del presente estudio indican que en los bosques de haya del estado de Hidalgo no se ha registrado ningún disturbio de origen natural o humano

de escala mayor, al menos en los últimos 150 años. Sin embargo, en la última década, en la localidad El Gosco han ocurrido cambios drásticos en la composición y estructura del bosque de haya a nivel comunitario (Rodríguez-Ramírez, 2014) y en la estructura poblacional de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* (Ortiz-Quijano *et al.*, en prensa), a causa del disturbio ocasionado por las actividades humanas. La tala de árboles de encino y haya se ha incrementado en forma excesiva en el último lustro, por lo que el bosque está en riesgo de desaparecer. Sin embargo, el tipo de análisis dendrocronológico utilizado no permite detectar los efectos de los eventos ocurridos en los últimos años (en este caso del año 2012 en adelante), que es cuando el deterioro del bosque en esta localidad ha alcanzado su mayor intensidad.

En estudios recientes se ha determinado que las poblaciones de haya de las localidades de La Mojonera y Medio Monte son dinámicas, es decir, con una estructura poblacional en la que predominan individuos jóvenes, lo que sugiere una regeneración natural adecuada para la preservación de la especie (López-López, 2003; Montiel-Oscura, 2011; Ortiz-Quijano *et al.*, en prensa), estimulada por la existencia de un mosaico de claros en el bosque en distintas etapas de recuperación. Aunado a lo anterior, la composición florística y la estructura del bosque en ambas localidades es típica de los bosques maduros de haya de América y Europa, con poco o moderado disturbio (Peters, 1995; Williams-Linera *et al.*, 2003; Godínez-Ibarra *et al.*, 2007; Brunet *et al.*, 2010).

La historia del régimen de disturbios es un aspecto fundamental que se debe considerar cuando se definen prácticas de conservación biológica y planes de

manejo del territorio y los recursos naturales (Hobbs y Huenneke 1992; Pickett *et al.* 1997; Landres *et al.* 1999). Los periodos de liberación y supresión observados, sugieren una dinámica natural de disturbios en los bosques de haya con poco impacto de las actividades humanas, e indican también que los cambios climáticos ocurridos en el pasado reciente (de acuerdo con los escasos datos de clima disponibles), no han afectado de manera evidente el crecimiento de los árboles de haya, en parte tal vez por un efecto de “amortiguamiento” causado por las condiciones ambientales particulares (exposición, pendiente, topografía, tipo de suelo y vegetación circundante) de las localidades en donde se desarrollan (Williams-Linera *et al.*, 2000; López-López, 2003).

En años recientes los bosques de haya de las localidades de La Mojonera y Medio Monte, han adquirido mayor relevancia para las personas que habitan en los pueblos aledaños, pues se han enterado de las características biológicas, historia natural particular y categoría de riesgo de la especie (Ortiz-Quijano *et al.*, 2015), lo que probablemente ayudará, al menos en el corto plazo, a la preservación de estos bosques. Sin embargo, se ha estimado que la distribución de la especie podría disminuir drásticamente en el futuro cercano, bajo un escenario hipotético de cambio climático moderado (Téllez-Valdés *et al.*, 2006).



## CONCLUSIONES

- En la historia ambiental de los bosques de haya la integración de los análisis dendrocronológicos con la historia escrita y oral permitió la reconstrucción de eventos del pasado y documentar el estado actual de estos ambientes.
- Con el análisis de % CC se reconoció un patrón de supresiones y liberaciones múltiple en el dosel arbóreo que se pudo asociar a eventos locales y al desarrollo natural de la especie.
- No se encontró una relación significativa entre los valores de correlación lineal entre el índice de ancho de anillo y las variables climáticas de cada localidad que indicará un fenómeno de impacto circunstancial en los bosques.
- No obstante, se descarta la sensibilidad que presentan la especie para detectar los cambios a las condiciones ambientales.
- En los bosques de haya del estado de Hidalgo no se han registrado disturbios de origen natural o humano de escala mayor, al menos en los últimos 150 años, con excepción de la Localidad El Gosco, donde el impacto antropogénico se ha incrementado drásticamente en la última década.
- En futuros estudios con paisajes forestales se recomienda un muestreo de al menos dos especies arbóreas dominantes con el fin de confirmar la presencia o ausencia de perturbaciones así como el fechado de madera de construcciones antiguas si existen en el lugar.
- Las experiencias de las comunidades y la historia de los bosques proporcionan las bases para la implementación de estrategias de uso, manejo y conservación.

## Notas y agradecimientos

El presente estudio contó con el apoyo económico otorgado por CONACyT mediante la beca de posgrado número 336759 correspondiente a la investigación: “Historia ambiental de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) en el estado de Hidalgo, México”. Asimismo del proyecto CONACyT, Ciencia Básica CB-2011/169141: “Estructura, diversidad de especies vegetales y distribución actual de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) en el estado de Hidalgo, México”. Agradecemos las facilidades otorgadas en el Laboratorio de dendrocronología, INIFAP, Gómez Palacio, Durango por gran su disposición, asesoramiento y calidad humana: al Dr. José Villanueva Díaz, M. en C. Rosalinda Cervantes, M. en C. Julián Cerano y a todo el equipo de trabajo. Al Archivo General Agrario por su disposición en la búsqueda del material solicitado. A todos los pobladores que amablemente nos brindaron información en el presente estudio. Especialmente a la Sra. Yesenia vital Cornejo, Sra. Esperanza García Lucio y Sr. Valentín Gómez García, a sus familiares por su valiosa colaboración y aporte de información durante el desarrollo de este estudio.

## LITERATURA CITADA

- Appleyard M B. 1958. A simple pith locator for use with off-center increment cores. *Journal of Forestry* 56:141.
- Bormann F H y G E Likens. 1979. Pattern and Process in a Forested Ecosystem. Springer-Verlag. New York, USA.
- Bosch O y E Gutiérrez. 1999. La sucesión en los bosques de *Pinus uncinata* del Pirineo. De los anillos de crecimiento a la historia del bosque. *Ecología* 13: 133-171.
- Bradley R. 1999. Paleoclimatology Reconstructing climates of the Quaternary. Segunda edición, Universidad de Massachusetts, 397-436.
- Brunet J., Fritz Ö y G Richnau. 2010. Biodiversity in European beech forests – a review with recommendations for sustainable forest management. *Ecological Bulletins* 53: 77-94.
- Busby P E., Motzkin G y D R Foster. 2008. Multiple and interacting disturbances lead to *Fagus grandifolia* dominance in coastal New England. *Journal of the Torrey Botanical Society* 135(3): 346-359.
- Canham C D. 1990. Suppression and release during canopy recruitment in *fagus grandifolia*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 117 (1): 1-7.
- Carta del 11 de abril de 1942., AGA., carpeta del ejido Chicamole., legajo 1., exp 22102.
- Cerano-Paredes J., Méndez-González J., Amaro-Sánchez A., Villanueva-Díaz J., Cervantes-Martínez R y E. Rubio-Camacho. 2013. Reconstrucción de precipitación invierno-primavera con anillos anuales de *pinus douglasiana* en la Reserva de la biosfera sierra de Manantlán, Jalisco. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 19 (3): 414-422.
- Conabio. 2008. Capital natural de México. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Vol. 1., México.
- Cook E R y R L Holmes. 1984. Program ARSTAN and users manual. Tucson, AZ, USA: Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona.
- Cook E R. 1987. The decomposition of tree-ring series for environmental studies. *Tree-Ring Bulletin* 47: 37-59.

- Cowell C. M. y J. J Hayes. 2007. Structure, history and dynamics of a mature oak-beech forest in western Indiana. *Journal of the Torrey Botanical Society* 134:215-222.
- Crawley M J. 1997. Life history and environment en: plant ecology. Ed. Michael J. Crawley. Second edition. Blackwell Science.
- Cufar K., Prislán P y J. Gricar. 2008. Tree-ring variation, wood formation and phenology of beech (*Fagus sylvatica*) from a representative site in Slovenia, SE.
- Datos climáticos diarios del CLICOM del SMN con gráficas del CICESE (<http://clicom-mex.cicese.mx>).
- Documento de solicitud de tierras., 15 de Marzo 1935., AGA., carpeta del ejido La Mojonera., Zacualtipán de Ángeles., legajo 2., expediente 19508.
- Documento enviado al presidente de la Comisión Agraria Mixta., 14 de enero 1944., AGA., carpeta del ejido Chicamole., San Bartolo Tutotepec., legajo 1., expediente 22102.
- Ehnis D A. 1981. *Fagus mexicana* Martínez: Su ecología e importancia. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México, 123 p.
- Escudero A., Herrera J., Olano J M., Laskurain., Nere A y J Ioidi. 2002. Reconstrucción de la historia de un abedular-hayedo. *Naturzale* 17: 111-132.
- Ferreyra A S. 2010. Dendrocronología y estructura de *Pinus hartwegii* en la cuenca del río Magdalena México, D. F. Tesis de licenciatura, UNAM. 60 p.
- Figueroa-Rangel B L., Willis K J y M Olvera-Vargas. 2010. Cloud forest dynamics in the Mexican neotropics during the last 1300 years. *Global Change Biology* 16: 1689-1704.
- Florescano E y S Swan. 1995. Breve historia de la sequía en México, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Florescano E., Sancho y Cervera J y G A D Pérez. 1980. Las sequías en México: historia, características y efectos. *Comercio Exterior* I (30) 7: 747-757.
- Fritss H C. 1976. Tree-rings and Climate. Academic Press Inc. Londres, 565 p.
- García A V. 1993. Las sequías históricas de México. *Desastres y sociedad* 1: 18.
- *García de la Cruz Y. 2012. Los encinos: un tesoro poco valorado. Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana* 25 (2):1-2.

- García E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 99 pp.
- Genova R. 1988. Comparación de tres series dendrocronológicas del valle de Conangres (Pirineo central). *Orsis*, 3: 105-120.
- Godínez-Ibarra O., Ángeles-Pérez G., López-Mata L., García-Moya E., Valdez-Hernández J L., De los Santos-Posadas H. M y A Trinidad-Santos (2007) Lluvia de semillas y emergencia de plántulas de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en La Mojonera, Hidalgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 117-128.
- González y González L. 2004. Pueblo en vilo. Editorial Clío, Primera reimpresión. México. 421 p.
- Grissino-Mayer H., Kobziar L N., Harley G L., Russell K P., Laforest B L and J K Oppermann. 2010. The Historical Dendroarchaeology of the Ximenez-Fatio House, St. Augustine, Florida, U.S.A. *Tree-Ring Research* 66 (1): 61-73.
- Hobbs R J y F L Huenneke. 1992. Disturbance, Diversity, and Invasion: Implications for Conservation. *Conservation Biology*, 6 (3): 324-337.
- Holmes R L. 1983. Computer assisted quality control in tree ring dating and measuring. *Tree Ring Bulletin* 43:69-76.
- INIFAP, Informe técnico y financiero anual 2012.
- Kitzberger T., Veblen T y R Villalba. 2000. Métodos dendroecológicos y sus aplicaciones en estudios de dinámica de bosques templados de Sudamérica En: Roig F A. (ed.) *Dendrocronología en América latina*, pp: 17-78 EDIUNC. Mendoza.
- Landres P B., Morgan P y F J Swanson. 1999. Overview of the use of natural variability concepts in managing ecological systems. *Ecological Applications* 9: 1179-1188.
- Lasse W R. 1944. El Haya su aprovechamiento y reglamentación. Tesis de licenciatura en ingeniería, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México 56 p.
- Little E L. 1965. Mexican Beech, a Variety of *Fagus grandifolia*. *Castanea* 30 (3): 167-170.
- López-López P. 2003. Evaluación de la regeneración del haya (*Fagus grandifolia* Ehrh. ssp. *mexicana* Martínez), en el ejido La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo. Tesis de Licenciatura en Ingeniería, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 64 p.

- Lorimer C G y A G Krug. 1983. Diameter distributions in even-aged stands of shade-tolerant and midtolerant tree species. *American Midland Naturalist* 109: 331-345.
- Lorimer C G. 1980. Age structure and disturbance history of a southern Appalachian virgin forest. *Ecology* 61:1169-1184.
- Lorimer C G. 1985. Methodological considerations in the analysis of forest disturbance history. *Can. J. For. Res.* 15(1): 200-213.
- Manson R H y Jardel Peláez E J. 2009. Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico, en Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio. México, pp. 131-184
- Martínez, Maximino. 1940. "Una nueva especie forestal (*Fagus mexicana* sp. nova)." *Anales del Instituto de Biología* 11 (1): 85-89.
- Melandri J L., Nelda D y Espinoza de Pernía N. 2007. Periodicidad de los anillos de crecimiento en *Pinus caribaea* var. *hondurensis* proveniente de una plantación del Estado Mérida, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 51(1): 57-66.
- Miranda F y A J Sharp. 1950. Characteristics of the Vegetation in Certain Temperate Regions of Eastern Mexico. *Ecology* 31:313-333.
- Monroy S A S. 2013. Historia, uso y manejo de los bosques en un ejido de la región de Chamela-Cuxmala, Jalisco. Tesis Maestría, Universidad Nacional autónoma de México. D.F. 87 p.
- Montiel D O. 2011. Estructura poblacional y genética de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. 37 p.
- Murray E. 1983. "Kalmia". *A Botanic Journal* 13: 6.
- Nowacki G J y M D Abrams. 1997. Radial-growth averaging criteria for reconstructing disturbance histories from pre-settlement origin-oaks. *Ecological Monographs* 67(2): 225-249.
- Ortiz-Quijano A B., Cuevas-Cardona María del Consuelo y A Sánchez-González. 2015. Historia ambiental de tres bosques de haya del estado de Hidalgo, México, 1935-2014. Historia 2.0 (en prensa).
- Ortiz-Quijano A B., Sánchez-González A., López-Mata L. y D. J. Villanueva (en prensa). Population structure of *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* in the cloud forest of Hidalgo State, Mexico. *Botanical Sciences*.
- Pérez O C., Dávalos S R y C E Guerrero. 2000. Aprovechamiento de la madera de encino en México. *Madera y bosques* 6(1): 3-13.

- Pérez R P M. 1994. Revisión sobre el conocimiento dendrológico, silvícola y un censo de las poblaciones actuales del género *Fagus* en México. Tesis de maestría en Biología, México, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez R P M. 1999. Las hayas de México. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Peters R. 1995. Architecture and development of Mexican beech forest. En: Box E. O, Peet R K., Masuzawa T., Yamada I., Fujiwara K y P F Maycock. Eds. *Vegetation science in forestry*: 325-343 pp. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Peters R. 1997. Beech forests. *Geobotany* 24, Kluwer.
- Petritan A M., Lüpke B V y I C Petritan. 2009. Influence of light availability on growth, leaf morphology and plant architecture of beech (*Fagus sylvatica* L.), maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and ash (*Fraxinus excelsior* L.) saplings. *Eur J Forest Res* 128: 61-74.
- Pickett S T A., Ostfeld R S., Shachack M y G E. Likens (eds.). 1997. The ecological basis of conservation: Heterogeneity, ecosystems and biodiversity. Chapman & Hall, Nueva York.
- PNUMA en América Latina y el Caribe: Retos y Respuestas, PNUMA (programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 2000.
- Rincón E y P Huante. 1989. Dendrocronología. *Ciencia* 40: 245-256.
- Robinson W J y R Evans. 1980. A microcomputer-based tree-ring measuring system. *Tree-Ring Bulletin* 40:59-64.
- Rodríguez-Ramírez E Ch., Sánchez-González A y G Ángeles-Pérez. 2013. Current distribution and extension of the Mexican beech forests (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*). *Endangered Species Research* 20: 205–216.
- Rodríguez-Ramírez E. Ch. 2014. Composición florística, estructura y distribución espacial de los bosques de Haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* del estado de Hidalgo, México. Tesis doctoral. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. 138p.
- Rowden A., Robertson A., Allnut T., Heredia S., Williams-Linera G y A C Newton. 2004. Conservation genetics of Mexican beech, *Fagus grandifolia* var. *mexicana*. *Conservation Genetics* 5: 475-484.

- Rozas V. 2001. Detecting the impact of climate and disturbances on tree-rings of *Fagus sylvatica* L. and *Quercus robur* L. in a lowland forest in Cantabria, northern Spain. *Ann For Sci* 58: 237-251.
- Rozas V. 2004. Efectos de la historia del dosel y el clima sobre los patrones de crecimiento radial de *Fagus sylvatica* L. y *Quercus robur* L. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 13(3): 479-491.
- Scharnweber M M y M Wilmking. 2013. Differential radial growth patterns between beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus robur* L.) on periodically waterlogged soils. *Tree Physiology* 33: 425–437.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación, México.
- Servín C. 2005. Las sequías en México durante el siglo XIX. *Boletín de investigaciones geográficas* 56: 118-126.
- Shimano K. 2002. Regeneration dynamics, causal factors, and characteristics of Pacific Ocean-type beech (*Fagus crenata*) forests in Japan: A review. *Folia Geobotanica* 37: 275–296.
- Sosa A H. 1935. Los bosques de Zacualtipán, Estado de Hidalgo. *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca* 1(1): 175-182.
- Stokes M A y T L Smiley. 1968. An Introduction to Tree-Ring Dating. University of Chicago Press, Chicago.
- Téllez-Valdés O., Dávila-Aranda P y R Lira-Saade (2006) The effects of climate change on the long-term conservation of *Fagus grandifolia* var. *mexicana*, an important species of the Cloud Forest in Eastern Mexico. *Biodiversity and Conservation* 15: 1095-1107.
- Urrutia J R B. 2002. Desarrollo de una cronología de anchos de anillos para Alerce (*fitzroya cupressoides*) y reconstrucción de la historia de incendios en el área de Abtao, parque nacional chiloé, x región. Tesis Ingeniería. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de agronomía e ingeniería forestal, Chile. 80p.
- Valencia A S y G Flores-Franco. 2006. Catálogo de autoridades taxonómicas de las fagáceas (Fagaceae: Magnoliopsida) de México. Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, Proyecto CS008, México.
- Villanueva D J., Cerano P J., D W Sthale Constante G V., Vazquez S L., Estrada A J y S J D Benavides. 2010. Árboles longevos de México. *Rev. Mex. Cien. For.* 1(2): 7-29.



- Villanueva D J., Constante G V., Cerano P J., Martínez S A., D W Sthale y J A Estrada. 2013. Fenología y crecimiento radial del sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) en el río San Pedro Mezquital, Durango. Folleto Técnico No. 27. INIFAP CENID RASPA. Gómez Palacio, Durango. 35 p.
- Villanueva D J., Hernández R A., García S F., Cornejo O E., Stahle D W., Therrell M D y M K Cleaveland. 2003. Análisis estructural de un rodal de sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) en Los Peroles, San Luis Potosí, México. *Ciencia Forestal* 28: 57-79.
- Williams-Linera G., Devall M S y C Álvarez-Aquino. 2000. A relict population of *Fagus grandifolia* var. *mexicana* at the Acatlán Volcano, Mexico: structure, litterfall, phenology and dendroecology. *Journal of Biogeography* 27: 1297-1309.
- Williams-Linera G., Rowden A y A C Newton. 2003. Distribution and stand characteristics of relict populations of Mexican beech (*Fagus grandifolia* var. *mexicana*). *Biological Conservation* 109: 27-36.
- Worbes M. 1989. Growth rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the Neotropics. *IAWA Bulletin* 10: 109-122.
- Yamamoto S I. 2000. Forest Gap Dynamics and Tree Regeneration *Jour. For. Res.* 5: 223-229.

**Cronología de sucesos importantes relacionados con los bosques de haya Hidalgo.**

Año	Evento
1864	El bosque de hayas del ejido La Mojonera experimentó buenas condiciones para la especie posiblemente por abundancia en recursos hídricos.
1869	En el hayal del ejido La Mojonera las condiciones no fueron tan favorables para el bosque, probablemente resintió la sequía general del país experimentada un año anterior, en 1868.
1910-1930	Cerca de los hayales, a la orilla de río, existieron pequeñas fábricas de producción de refino, pertenecientes a Ruperto Mérida, las cuales ocupaban grandes cantidades de agua y leña de encino para hacer trabajar los hornos que utilizaban.
1931	El rancho El Gosco fue una propiedad privada con un tamaño de 400 a 600 ha aproximadamente, perteneció a un solo dueño, Félix Franco, quien fue presidente municipal de Tenango de Doria. Este señor vendió terrenos muy grandes de su rancho a sus propios trabajadores, por medio de pequeños cobros cada vez que recibían su sueldo.
1935	El Departamento Forestal y de Caza y Pesca informó acerca de los bosques de la Ferrería de San Miguel, Zacualtipán, que parecían estar en muy buen estado. Citó algunas especies presentes e informó que durante los años en que el señor Honey trabajó la ferrería, el carbón de encino se obtuvo de otros bosques de la región y que de esta forma había existido la buena conservación de los bosques en sus propiedades. Un ingeniero del Departamento (Antonio Sosa) planteó que el gobierno estatal podría comprar los terrenos a repartir para establecer un parque nacional o para fundar una reserva forestal inviolable; o bien, que se declararan inafectables para dotaciones de ejidos.

1939	Maximino Marínez describe e identifica a <i>Fagus mexicana</i> , la muestra provino de los montes de Zacatlamaya, Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. Martínez siempre estuvo asistido por un integrante del Departamento Forestal y de Caza y Pesca, el ingeniero David Sánchez Galicia. La madera del árbol de haya era utilizada para la fabricación de muebles y la semilla para consumo humano de forma cruda o tostada.
1942	Los hermanos Cabrera poseían un rancho en el poblado de Medio Monte, entre sus posesiones se encontraban los bosques de <i>Fagus</i> que hoy conocemos. Cuando sus propiedades se destinaron a ser repartidas enviaron una carta de protesta al gobierno federal donde acusaron a los vecinos de Chicamole por una tala previa en sus propiedades:- “Estos sujetos han tratado de adjudicarse nuestras propiedades porque poseemos cierta cantidad de monte que tiene maderas como encino, haya, roble, manzanillo y otras clases de madera que datan de hace muchos años y que estos sujetos han estado desmontando en nuestras propiedades”-, ellos se negaban ante continuar con el aprovechamiento, pues argumentaban el deseo de conservar su bosque.
1944	Se enfatizó la importancia que tenía la especie para el sector forestal de México y la explotación irracional a que se le estaba sometiendo, principalmente en Puebla, por lo que se propuso un proyecto de aprovechamiento forestal. En Zacualtipán se estableció la veda de zonas con bosque. El hayal quedó protegido.
1950	Además de la descripción del sitio y la composición de especies del bosque de haya de Zacatlamaya, Miranda y Sharp registraron un sitio más para Hidalgo, el bosque de hayas de Medio Monte, localizado a una altitud de 6000 pies. Entre la vegetación sobresalían las formas arborescentes de <i>Weinmannia</i> , <i>Magnolia</i> y <i>Leucothoe</i> de 35 a 50 pies de altura. Comentaron que en ambos sitios las hayas presentaron formas preciosas, su bosque casi puro, de laderas muy inclinadas con una exposición hacia el norte. En su publicación también se mencionó la presencia de un

	<p>hayedo más en Gómez Farías, Tamaulipas. En ese mismo año hubo amenazas acerca de desviar las aguas del arroyo de Medio Monte, donde se encuentra el hayal, hacia el municipio de San Bartolo Tutotepec. Este suceso no se llevó a cabo.</p>
1992	<p>Incendio en la localidad de Medio Monte, San Bartolo Tutotepec, por causa de altas temperaturas. Los pobladores informaron que la pina seca de un helecho prendió fuego y provocó un incendio muy fuerte en el bosque, quemando una choza de madera con ovejas. Parece que el fuego llegó hasta el hayal, pero por la humedad, los árboles no fueron afectados.</p>
1995	<p>Continúa el interés por los estudios biológicos de <i>Fagus</i> en La Mojonera.</p>
1997	<p>En la comunidad El Gosco se repartieron a los campesinos motosierras como un apoyo social y económico para el aprovechamiento de sus recursos forestales. A partir de este evento comenzó el deterioro masivo del bosque de pino-encino en la localidad.</p>
1998	<p>Los hayedos de los ejidos La Mojonera y El Gosco detectaron la sequía de 1998, año muy crítico en México, causante de altas temperaturas e incendios forestales; sin embargo las hayas no fueron afectadas.</p>
1999	<p>Fuerte huracán en la comunidad de Medio Monte que impactó algunas viviendas del lugar. En esa ocasión hubo una persona fallecida que quedó atrapada en su vivienda entre los escombros. Hubo varios árboles afectados.</p>
2001-2003	<p>Se sugiere catalogar a <i>Fagus grandifolia</i> subsp. <i>mexicana</i> como una especie en peligro, por las condiciones encontradas en otros bosques de haya del país.</p>
2005	<p>Fecha aproximada del descubrimiento de la capacidad calorífica de la madera de <i>Fagus</i> por los pobladores de El Gosco, Tenango de Doria, impulsando así la tala y la comercialización intensiva actualmente. Su</p>

	venta es de 500 pesos la “tarea”.
2011	Un estudio realizado en el hayal de Medio Monte sugirió que las poblaciones pueden mantenerse en un futuro si no son alterados drásticamente, además presentaron una alta diversidad genética que les confiere resistencia ante los cambios ambientales.
2012	Se registra el rodal de hayas en la comunidad El Gosco, Tenango de Doria, revelando así el deterioro de la población ocasionado por el disturbio antropogénico. En el mismo estudio se determinan los tamaños de los rodales, siendo este hayal el más pequeño.
2013	Denuncias de activistas por deforestación en la comunidad El Gosco, quienes comentaron que “PROFEPA y SEMARNAT son instituciones solo de adorno”. Estudios recientes plantean que los valores de diversidad genética y el tamaño de las poblaciones de <i>Fagus</i> en las localidades La Mojonera y El Reparó, Zacualtipán de Ángeles; y Tutotepec, San Bartolo Tutotepec, son suficientemente adecuados como para permitir la continuidad evolutiva de la especie (Montiel-Oscura <i>et al.</i> , 2013).

## **DISCUSION Y CONCLUSIONES GENERALES**

## DISCUSIÓN GENERAL

Las investigaciones que incluyen los paisajes forestales de México, bajo la perspectiva de la historia ambiental, son escasos y específicamente no existen con relación a los bosques de “haya” del país. En vista de la problemática y complejidad ambiental característica de los bosques de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* de México, se decidió contextualizar esta investigación a través de la multidisciplinariedad de la historia ambiental, con la premisa de que son los seres humanos los principales sujetos modificadores de estos ambientes, razón por la que su memoria colectiva y la historia ecológica fue fundamental.

Este estudio se presenta como el primer trabajo integral que relaciona factores histórico-sociales, ecológicos y dendrocronológicos encaminados a la construcción de la historia ambiental de los bosques de haya del estado de Hidalgo.

Con las evidencias del registro fósil se ha argumentado que probablemente el género *Fagus* surgió en Asia durante el Paleoceno, posteriormente se extendió a Europa, luego apareció en Norteamérica y durante el Mioceno en México (Peters, 1997). Otras investigaciones han propuesto que fue América del Norte el centro de dispersión (Denk y Grimm, 2009). Aún no existe un consenso de ideas acerca del origen, pero en lo que sí hay concordancia es que fueron los cambios ambientales a lo largo del tiempo geológico y específicamente durante las glaciaciones y periodos interglaciares los responsables de su dispersión. Por esta razón es que encontremos en México poblaciones relictas de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* con una distribución fragmentada y restringida a pequeñas localidades (Williams-Linera *et al.*, 2003), vulnerables a perturbaciones tanto naturales como de origen humano, la fragmentación del hábitat o el cambio climático.

En los tres sitios de estudio la memoria colectiva en su escala temporal señaló que en efecto, los árboles de *Fagus* son ancestrales, de gran altura y con troncos de dimensiones muy amplias, siempre ocultos y cercanos a zonas con humedad.

Evidencias sobre la longevidad de los hayales fueron confirmadas a través del

método dendrocronológico de fechado cruzado permitiendo conocer que los individuos adultos se establecieron desde hace 235 años, es decir desde 1777 (Ortiz-Quijano *et al.*, en prensa) que corresponde a la edad calculada para otros bosques maduros de *Fagus grandifolia* de Norteamérica (Lorimer, *et al.*, 1980; Busby *et al.*, 2008). La edad y la estructura de diámetros así como la composición de especies permitieron definir el estado de sucesión y parte de la perturbación a la que se encuentran sometidos los rodales (Rozas, 2001; Bianchi *et al.*, 2011; Ortiz-Quijano *et al.*, en prensa). Los tres sitios estudiados presentaron un alto potencial de regeneración, es decir, que se desarrollan bajo condiciones ambientales favorables para el establecimiento de sus plántulas (Lorimer y Krug, 1983; Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002; Busby *et al.*, 2008; Boyce, 2012; Pérez-Paredes *et al.*, 2013).

Varios autores han comentado que las perturbaciones naturales son parte importante de la historia y dinámica de los bosques (Gunderson y Holling 2002), aunque la presencia de disturbios antropogénicos también juega un rol sustancial. Con el análisis del porcentaje de cambio en el crecimiento radial (%CC) sugerido por Nowacki y Abrams (1997) y retomado por otros autores (Bosch y Gutiérrez., 1999; Herrera, *et al.*, 2002; Rozas, 2004; Busby *et al.*, 2008) se descubrió un patrón múltiple de supresiones y liberaciones en los tres rodales que permitió inferir la ausencia de perturbaciones considerables que representen un factor de peso importante como para afectar o interrumpir el ciclo biológico del haya. La supresiones fueron más constantes, este comportamiento nos indicó que los hayedos han estado expuestos a cierto grado de disturbio en el dosel (Peters, 1997), pero en este caso más natural que de tipo antropogénico, y que probablemente este patrón sea muy semejante al modo predominante de reclutamiento para la especie, tal como sucede en *Fagus grandifolia*, donde las liberaciones registradas fueron causadas por la muerte natural de los mismos ejemplares o árboles cercanos que permitieron a los jóvenes alcanzar el subdosel (Canham, 1990).

En los bosques maduros de haya de La Mojonera y Medio Monte los indicios de perturbación humana fueron escasos, o poco frecuentes, la formación de claros



de luz parece asociarse principalmente a disturbios naturales en pequeña escala (caída de ramas grandes, muerte de árboles adultos por senescencia, por desenraizamiento y/o ruptura de tallos por ventarrones), los que seguramente se han ocasionado por ciertos fenómenos meteorológicos como fuertes lluvias o sequías. A diferencia del estudio de Williams-Linera *et al.*, 2000, donde puntualizaron que la correlación fue baja entre la anchura de los anillos con la temperatura y precipitación, en la cronología de clima obtenida con los rodales de Hidalgo sí se encontró cierta relación con algunos años de cambios (lluvia o sequía) y aparentemente ninguno dejó secuelas considerables de impacto en el desarrollo de los hayales a través del tiempo. En consecuencia, ambas localidades presentaron condiciones similares, con un mosaico de parches en diferentes fases de regeneración natural (Peters y Platt, 1996; Packham *et al.*, 2012; Jardel *et al.*, 2014; Rodríguez-Ramírez, 2014), lo que puede estar relacionado con el predominio de individuos de haya en las primeras clases de altura.

Si los rodales han estado en contacto con poblaciones humanas, el comportamiento dinámico también ha sido dependiente de la historia social y el manejo forestal que han recibido en cada localidad. En ambos hayales los habitantes solo aprovechan las semillas de los árboles, en La Mojonera, los esfuerzos del Departamento Forestal y de Caza y Pesca por proteger a los bosques de la región iniciaron desde 1935, asimismo el descubrimiento de *Fagus* en México por Maximino Martínez en 1940, los programas de manejo adecuado de especies forestales y el marcado interés que ha existido de parte de los biólogos de distintas instituciones por esta especie han sido factores importantes para su protección. Esta situación se puede comprobar con la organización de los ejidatarios y estancias gubernamentales que hasta el año 2012 (año semillero) dieron inicio a un proyecto para crear un vivero de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en la comunidad de La Mojonera.

En el ejido de Medio Monte fue con el reparto agrario cuando hubo un deterioro en la cobertura forestal de la localidad. Los hermanos Cabrera y Jesús Mendía fueron los caciques dueños de los hayedos de Medio Monte y Tutotepec

(AGA, 1942). Los Cabrera no talaban el bosque de su propiedad ni para su propio beneficio, a diferencia de Jesús Mendía, cuyo hijo tuvo una fábrica de cajas de madera, lo que sugiere que desde antes del reparto agrario la explotación de los bosques ya ocurría (Viveros, 1936).

No obstante, pese al deterioro de los bosques, los hayales en esta localidad quedaron resguardados gracias a su ubicación muy profunda dentro de los bosques de pino y encino, contexto descrito y señalado por Miranda y Sharp en 1950. Esta condición actuó como una ventaja para *Fagus* y una desventaja de aprovechamiento para los habitantes, en parte, por la ubicación pero también por las características no deseables de la madera para su uso doméstico. Otro motivo de protección para el taxón fue la presencia de especies forestales disponibles y cercanas a las viviendas del lugar, razón que no obligaba a los pobladores a internarse dentro del bosque y obtener sus recursos maderables. Actualmente se comenta que son los saqueadores los principales taladores, que no existe una regulación adecuada y que el bosque se daña cada día más, esta situación podría dejar al descubierto los hayedos amenazando su supervivencia.

Ya en 1944 Lasse enfatizó que *Fagus* de México era importante para el sector forestal y señaló la explotación irracional a que se le estaba sometiendo, principalmente en Puebla. En el presente, este aprovechamiento se observa en los bosques de la comunidad El Gosco, escenario donde la destrucción del bosque mesófilo y de sus asociaciones vegetales como *Fagus* va en aumento (Rodríguez-Ramírez, et al., 2013, Ortiz-Quijano, et al., en prensa). El pastoreo, la apertura de caminos, la tala y la extracción clandestina de encinos y hayas (conocidas como Totorcales en dicha comunidad) está relacionada con la falta de información y la escasez de fuentes de trabajo mejor remunerados; por lo que para algunas familias la venta de leña es una fuente de ingreso económico, ya que al ser terrenos de propiedad privada pueden hacer usos de sus recursos. Además la ubicación cercana al camino principal les facilita el transporte, tal como sucedió en Teziutlán, Puebla y

Tlapacoyan, Veracruz, rodales de haya que hoy se sabe están extintos (Pérez-Rodríguez, 1994).

El Gosco demostró un incremento en el número y tamaño de los claros y a pesar de ello se muestra un comportamiento dinámico en donde pareciera que estas aperturas en el dosel estuvieran favoreciendo la supervivencia de las plántulas. En este caso es más probable que la germinación observada en un número elevado se deba, más bien, al año semillero 2012 (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2013; Ortiz-Quijano, *et al.*, en prensa) y a los árboles jóvenes pequeños, cuyas semillas emergieron en el año semillero 2005 (Godínez-Ibarra *et al.*, 2007). Este acontecimiento ya ha sido observado en otros bosques de haya de México y Norteamérica, sometidos a diferentes fuentes de disturbio elevado o frecuente (Peters, 1995; Williams Linera *et al.*, 2003; Busby *et al.*, 2008). Otro parámetro de disturbio fue el escaso número de individuos en el intervalo de entre 7.9 y 11.0 m de altura y del predominio de árboles maduros, probablemente relacionado a la tala preferencial de árboles jóvenes de haya (dato proporcionado por los guías de campo locales). La composición de especies también fue un indicador más de perturbación, pues la relevancia de *Liquidambar macrophylla* y *Podocarpus reichei* en el dosel y subdosel son especies consideradas como indicadores de perturbación en el bosque mesófilo de montaña de México, al ser remanentes de la primera cohorte de árboles establecidos en claros (Sosa, 1981; Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2013; Rodríguez-Ramírez, 2014; Jardel *et al.*, 2014).

El método de porcentaje de cambio de las liberaciones y supresiones no reflejó la perturbación antropogénica observada en estos últimos años en El Gosco. Este comportamiento se atribuye a una desventaja que presenta el método: la pérdida de los primeros y últimos años de cada serie de tiempo (Escudero, 2002), en nuestro cálculo, fueron cinco años. Si fue a partir de 2005 cuando se conoce que dio inicio la tala y extracción de *Fagus* y la cronología abarcó hasta 2007 por los años extremos, quizá sea la causa probable de que no se pueda distinguir el porcentaje de

cambio de la liberación a causa del disturbio. En este caso se consideró como una prueba de que en efecto, es un evento local observable y documentado.

El análisis de la estructura poblacional y comunitaria fue un elemento muy importante, indicador del estado actual de la vegetación tal y como ha sido expuesto por otros autores. Con el fechado de los árboles, además de indicarnos su longevidad, se logró observar la heterogeneidad de edades en las poblaciones de *Fagus*, lo que se relacionó con la dinámica de los mismos bosques. Es muy probable que el muestreo de más árboles adultos hubiera permitido encontrar ejemplares más antiguos en la zona de estudio. Asimismo, la obtención de núcleos de crecimiento con otras especies arbóreas hubiera permitido realizar un estudio comparativo entre las mismas respecto a las condiciones de clima.

Parece que la vulnerabilidad de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* a las condiciones ambientales solo puede afectar de forma extrema, pues su plasticidad y adaptabilidad le confiere resistencia (Rodríguez- Ramírez; 2014), a menos que sean afectadas por disturbios severos, como está ocurriendo en la localidad El Gosco donde los individuos de la población están siendo mitigados por causas humanas y no tanto naturales. En efecto, en este sitio las prácticas de manejo no son adecuadas para la supervivencia y establecimiento de las plántulas, por lo que es importante definir estrategias de manejo y conservación.

Al respecto Pickett *et al.* 1997 y Landres *et al.* 1999 señalan que los cambios en el régimen histórico de perturbación son de consideración para definir prácticas de conservación biológica y planes de manejo del territorio y de los recursos naturales. En este contexto, una estrategia que se propone es la de asegurar la producción de semillas y, en general, reducir la presión hacia el taxón, lo que ayudaría a su supervivencia poblacional, sin dejar de obtener recursos del bosque (v. gr. extracción de árboles enfermos o viejos). La extracción de árboles a una tasa o intensidad “moderada” promovería el establecimiento de especies con diferentes estrategias de uso de recursos (la hipótesis del disturbio intermedio, sensu Connell, 1978), este tipo

de estrategia ya ha sido demostrada en bosques templados (incluyendo los de *Fagus* spp.) de diferentes regiones del planeta (Peters 1997; von Oheimb et al., 2007).

La restauración con especies nativas en las localidades también es otro aspecto importante para el bienestar de la sociedad y el éxito de los bosques. Sin embargo, nosotros argumentamos que cualquier estrategia de manejo debe fundamentarse en la vida de las poblaciones humanas, pues son estas las que viven y conviven a diario con su ambiente y sus recursos. En cada localidad hay problemáticas diferentes y si se continúa con imposiciones mal infundadas, esto no funcionará. Las sugerencias manejadas en este escrito no se pueden generalizar para todo los bosques de *Fagus* de México, pues seguramente cada uno tiene su propia historia, como se ha mostrado para estos tres bosques de Hidalgo. La realización de estudios específicos sobre el manejo y conservación de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* son necesarios.

Finalmente conocer la estructura de edades de los arboles (nivel poblacional) permite dilucidar o es una referencia de la etapa de desarrollo o de sucesión del bosque (nivel de organización comunitario), lo cual puede estar relacionado con la historia de las poblaciones humanas que los rodean. Este es un ejemplo de la manera como la historia se apoya de distintas áreas del conocimiento para dar una respuesta integral a las problemáticas ambientales.

## CONCLUSIONES FINALES

- Es la primera investigación bajo la perspectiva de la historia ambiental con bosques de haya de México.
- En general, el estado actual de los hayedos de Hidalgo ha sido resultado de una combinación de factores a través del tiempo de fondo social, pero también climático.
- Los tres casos estudiados mostraron distintas historias.
- En La Mojonera el árbol se ha convertido en una especie emblemática, en un símbolo de orgullo, lo que conduce a que todo el bosque sea protegido. Uno de sus últimos proyectos es la creación de un vivero en el que se encuentran ya creciendo numerosos arbolitos de haya.
- En Medio Monte los ejidatarios utilizan solamente las semillas del *Fagus*, el bosque se ha mantenido protegido por la inclinación del terreno y las dificultades que este hecho da a su explotación. En este sitio existe tala clandestina, por lo que urge tomar medidas para proteger tanto al bosque como a los pobladores que lo habitan.
- El Gosco es un bosque que se encuentra en riesgo de desaparecer. Los árboles de haya, específicamente, son talados para alimentar hornos de pan, pero también se talan todo tipo de árboles.
- Es necesario convencer a los propietarios de las bondades de la reforestación y la restauración para que puedan continuar utilizando los recursos en el futuro.
- Implementar planes de restauración con especies propias del lugar.
- La historia ambiental es una disciplina que muestra el impacto que las poblaciones humanas han ejercido en su medio y que, además, brinda herramientas que pueden guiar las medidas a tomar para mitigar ese impacto.
- La integración de distintas áreas del conocimiento permitieron estructurar la historia para conocer las causas de su supervivencia o deterioro, a diferencia de otras poblaciones ya extintas.

- La historia ambiental es un campo del conocimiento muy amplio, que no tiene límites fijos. Es abierto en cuanto a los criterios que considera en la toma de decisiones, los cuales nos permiten profundizar y aproximarnos a las causas probables de raíz que determinaron el uso y manejo de los recursos naturales por las sociedades humanas en el pasado.

## LITERATURA CONSULTADA

- Bianchi L., Bottacci A., Calamini G., Maltoni A., Mariotti B., Quilghini G., Salbitano F., Tani A., Zoccola A y M Paci. 2011. Structure and dynamics of a beech forest in a fully protected area in the northern Apennines (Sasso Fratino, Italy). *Forest-Biogeosciences and Forestry* 4:136-144.
- Bosch O y E Gutiérrez. 1999. La sucesión en los bosques de *Pinus uncinata* del pirieno. De los anillos del bosque a la historia del bosque. *Ecología* (13): 133-171.
- Boyce R L. 2012. Size Structure of *Fagus grandifolia*, *Liriodendron tulipifera*, and *Celtis occidentalis* Populations in a Wetland Forest in Campbell County, Kentucky. *Journal of the Kentucky Academy of Science* 73:83-89.
- Busby P E., Motzkin G y D R Foster. 2008. Multiple and interacting disturbances lead to *Fagus grandifolia* dominance in coastal New England. *Journal of the Torrey Botanical Society* 135(3) 346–359.
- Canham C D. 1990. Suppression and release during canopy recruitment in *fagus grandifolia*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 117 (1): 1-7.
- Carta del 7 de marzo de 1942, AGA, carpeta del ejido Chicamole, legajo 1, exp 22102.
- Carta del 11 de abril de 1942, AGA, carpeta del ejido Chicamole, legajo 1, exp 22102.
- Denk T y G W Grimm. 2009. The biogeographic history of beech trees. *Elsevier* 158: 83-100.
- Gunderson L H y C S Holling (eds.). 2002. *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, D.C.
- Escudero A. Herrera J., Olano J M., Laskurain N A y J Loidi. 2002. Reconstrucción de la historia de un abedular-hayedo. *Naturzale* 17: 111-132.
- Jardel-Peláez E J., Cuevas-Guzmán R., Santiago-Pérez A L y J M Rodríguez-Gómez. 2014. Ecología y manejo de los bosques mesófilos de montaña En: Gual-Díaz M y Rendón-Correa A (comps.) *Bosques Mesófilos de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352 p.
- Lasse W R. 1944. El Haya su aprovechamiento y reglamentación. Tesis de licenciatura en ingeniería, UACH, 56 p.
- Lorimer C G. 1980. Age structure and disturbance history of a southern Appalachian virgin forest. *Ecology* 61:1169-1184.



- Lorimer C G. y A. G Krug. 1983. Diameter distributions in even-aged stands of shade-tolerant and midtolerant tree species. *American Midland Naturalist* 109: 331-345.
- Martínez M. 1940. Una nueva especie forestal (*Fagus mexicana* sp. nova). *Anales del Instituto de Biología* 11 (1): 85-89.
- Miranda F y A J Sharp. 1950. Characteristics of the Vegetation in Certain Temperate Regions of Eastern Mexico. *Ecology* 31:313-333.
- Godínez-Ibarra O y L López-Mata. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 73:283-314.
- Godínez-Ibarra O., Ángeles-Pérez G., López-Mata L., García-Moya E., Valdez-Hernández J L., De los Santos-Posadas H M y A Trinidad-Santos. 2007. Lluvia de semillas y emergencia de plántulas de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en La Mojonera, Hidalgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:117-128.
- Landres P B., Morgan P y F J Swanson. 1999. Overview of the use of natural variability concepts in managing ecological systems. *Ecological Applications* 9: 1179-1188.
- Nowacki G J y M D Abrams. 1997. Radial-growth averaging criteria for reconstructing disturbance histories from presettlement origin-oaks. *Ecological Monographs* (67) 2: 225-249.
- Ortiz-Quijano A B., Sánchez-González A., López-Mata L y J Villanueva-Díaz. En prensa. Estructura poblacional de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en el bosque mesófilo de montaña del estado de Hidalgo, México.
- Packham J R., Thomas P A., Atkinson M D y T Degen. 2012. Biological Flora of the British Isles: *Fagus sylvatica*. *Journal of Ecology* 100:1557-1608.
- Pérez-Paredes M G., Sánchez-González A y J D Tejero-Díez. 2014. Estructura poblacional y características del hábitat de dos especies de Cyatheaceae del estado de Hidalgo. *Botanical Sciences* 92:259-271.
- Pérez R P M. 1994. Revisión sobre el conocimiento dendrológico, silvícola y un censo de las poblaciones actuales del género *Fagus* en México. Tesis de maestría en Biología, México, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Peters R y W J Platt. 1996. Growth strategies of main trees and forest architecture of a *Fagus-Magnolia* forest in Florida, USA. *Vegetation* 123:39-49.
- Peters R .1997. Beech forests. *Geobotany* 24 *Kluwer* 1-169.

- Peters R. 1995. Architecture and development of Mexican beech forest. En: Box E O., Peet R K., Masuzawa T., Yamada I., Fujiwara K y P F Maycock. Eds. *Vegetation science in forestry*, pp. 325-343. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Pickett S T A., Ostfeld R S., Shachack M y G E Likens (eds.). 1997. *The ecological basis of conservation: Heterogeneity, ecosystems and biodiversity*. Chapman & Hall, Nueva York.
- Rodríguez-Ramírez E Ch., Sánchez-González A y G Ángeles-Pérez. 2013. Current distribution and extension of the Mexican beech forests (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*), *Endangered Species Research* 20:205-216.
- Rodríguez-Ramírez E Ch. 2014. Composición florística, estructura y distribución espacial de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*) del estado de Hidalgo, México. Tesis Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 113 pp.
- Rozas V. 2001. Dinámica forestal y tendencias sucesionales en un bosque maduro de roble y haya de la zona central de la Cornisa Cantábrica. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 11: 109-138.
- Rozas V. 2004. Efectos de la historia del dosel y el clima sobre los patrones de crecimiento radial de *Fagus sylvatica* L. y *Quercus robur* L. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 13(3): 479-49.
- Sosa A. 1935. Los bosques de Zacualtipán, Estado de Hidalgo. *Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca* I (1): 173-182.
- Sosa V. 1981. Hamamelidaceae. *Flora de Veracruz* 1:1-6.
- Viveros E. 1936. Contrato, Periódico Oficial del Estado de Hidalgo (Pachuca), 24 de octubre: 568-569.
- von Oheimb G., Westphal C y W Härdtle. 2007. Diversity and spatio-temporal dynamics of dead wood in a temperate near-natural beech forest (*Fagus sylvatica*). *European Journal of Forest Research* 126:359-370.
- Williams-Linera G., Devall M S y C Álvarez-Aquino. 2000. A relict population of *Fagus grandifolia* var. *mexicana* at the Acatlán Volcano, México: structure, litterfall, phenology and dendroecology. *Journal of Biogeography* 27:1297-1309.
- Williams-Linera G., Rowden A y A C Newton. 2003. Distribution and stand characteristics of relict populations of Mexican beech (*Fagus grandifolia* var. *mexicana*). *Biological Conservation* 109 (1): 27-36.