



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

**PROPAGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE LAS
ESPECIES NATIVAS MULTIFUNCIONALES
Quercus laurina Humb. & Bonpl. y *Q. rugosa* Née.
DE “EL NOGAL”, IXMIQUILPAN, HIDALGO.**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

PRESENTA:

**GUTIÉRREZ ROCHA
FERNANDA ANTARES**

ASESOR DE TESINA:

M. EN C. FRANCISCO LÓPEZ GALINDO

LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉXICO
2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, gracias por estar presente en cada momento de mi vida, por no dejarme caer, por guiarme, iluminar mi camino y sostenerme en su infinito y perfecto amor.

A Yolanda Gutiérrez, por ser mi pilar, compañía y guía en todo este proceso, por su apoyo y enorme paciencia, por confiar en que algún día lo lograría. Te amo infinitamente, sin ti no sería nada de lo que soy hoy, todo es para ti mami.

A mi tía Paty, por ser mi otro apoyo, gracias por estar conmigo y quererme tanto (yo sé que si me quieres), esto también es para ti, nunca terminaré de agradecerte todo lo que has hecho por mi y mi mamá desde que estaba bebé.

A mis abuelos, a la Sra. Bertha, por ser la mejor abuela del mundo y consentirme tanto y a Don Ángel gracias hasta el infinito.

A Jairo, por todo tu amor, por echarme tantas porras y confiar en mí desde el día uno, pero sobre todo por todo el apoyo que me has dado desde que nos conocemos, te amo mucho, aquí vamos, poco a poquito.

A mis ángeles en el cielo, Magenta, Gata y Micah, por estar cada noche de desvelo ahí conmigo echándome porras, un beso hasta el cielo mis bebés. A mis ángeles en la tierra, Milo, Mili, Snow y Adhara. Esto también es para ustedes, para poderles comprar muchos juguetes, los amo muchísimo.

A mi equipo tlacuache, a Elizabeth (Tiki) por ser mi compañera de aventuras, te quiero muchísimo, sin tu compañía en cada clase esto no hubiera sido posible.

A Janik, por cada día y risa compartida, por ser nuestra pequeña ancla en cada proyecto de LIC y no abandonarnos y a Omar, por ser tan buen amigo.

Al Mtro. Francisco López Galindo, mi tutor en este proyecto, por todo su apoyo, por cada consejo y por toda la paciencia que me tuvo, además de la gran vocación que me demostró.

A mis asesores, al Dr. Fernando Niño por sus muy puntuales correcciones y por la ayuda en cada duda, a la Biol. Soledad Chino y Lourdes Pérez, por sus consejos y toda la paciencia que me brindaron, al Biol. Marcial Garcia, por sus comentarios y valioso apoyo, al profesor Samuel Meraz, por ser el mejor y más paciente profesor de asignatura de toda la facultad y por su ayuda en los ejercicios estadísticos reportados en este trabajo. Sin el apoyo de cada uno de ustedes esto no hubiera sido posible.

Al Sr. Eleuterio Bartolo Corona, Gabriel Pérez García, Filemon Domínguez Corona y Pedro Bartolo Corona, de la comunidad de El Nogal, por abrirnos las puertas y compartirnos un poquito de su experiencia, por darse el tiempo de acompañarnos. Esto también es para ustedes.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, porque aquí encontré de todo, los mejores amigos, los mejores maestros, las mejores instalaciones y eso no tiene precio.

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL GÉNERO <i>Quercus</i>	3
3.1. Generalidades y aspectos taxonómicos	3
3.2. Distribución ambiental y geográfica del género	4
3.3. Importancia y usos de los encinos	5
3.4. Estado de Conservación de los encinos en México	7
3.5. Formas de producción y conservación de encinos.	8
3.6. Plagas que dañan encinos	9
4. ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN DE ENCINOS EN EL ESTADO DE HIDALGO	11
5. ÁREA DE INVESTIGACIÓN	11
5.1. Generalidades del Valle del Alto mezquital	11
5.1.1. Características ambientales	12
5.1.2. Aspectos socioeconómicos y culturales	12
5.1.2.1. Antecedentes históricos	12
5.1.2.2. Características poblacionales	13
5.1.2.3. Bienes y servicios	13
5.1.2.4. Actividades económicas	14
5.1.2.5. Formas de organización	14
5.1.2.6. Aspectos culturales	14
5.2. Características físico-geográficas y socioeconómicas de la comunidad de El Nogal	15
5.2.1 Ambiente Biofísico	15
5.2.1.1. Ubicación	15
5.2.1.2. Fisiografía	16
5.2.1.3. Hidrografía	16
5.2.1.4. Geología	16
5.2.1.5. Edafología	17
5.2.1.6. Clima	17
5.2.1.7. Vegetación	17
5.2.1.8. Fauna	17
5.2.2. Aspectos socioeconómicos de la comunidad	17
6. OBJETIVOS	19
7. DESARROLLO	19
7.1. Fases del Trabajo	19

7.2. Recopilación de información, sitios de trabajo, características ambientales, diversidad de especies locales y toma de muestras	19
7.3. Procesos de germinación y producción de encinos	21
7.4. Elaboración de base de datos y sistematización de información	22
7.5. Elaboración de material de divulgación y capacitación local	23
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
8.1. Especies maderables e importantes de la región	23
8.2. Descripción morfológica de las especies de importancia y dominancia localizadas en El Nogal: <i>Q. laurina</i> y <i>Q. rugosa</i>	24
8.3. Comportamiento germinativo	30
8.4. Producción, crecimiento y sobrevivencia de plántulas en vivero	35
Estructura morfológica de plántulas	37
Análisis estadístico	40
Evaluación de germinación y fenología de cada especie.	40
8.5. Información local relevante sobre manejo y conservación	41
8.6. Elaboración de material de divulgación: “Manual de Producción de Encinos: Guía Rápida de producción por semilla”	41
9. CONCLUSIONES	42
10. SUGERENCIAS: ESPECIES NATIVAS CON POTENCIAL PRODUCTIVO Y DE CONSERVACIÓN	43
11. BIBLIOGRAFÍA	44
12. ANEXOS	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la cuenca El Nogal-San Clemente.	16
Figura 2. Áreas con mayor cobertura arbórea.	20
Figura 3. Sitios de colecta.	21
Figura 4. Organismo herborizado de <i>Q. laurina</i> .	25
Figura 5. Hojas de <i>Q. laurina</i> .	26
Figura 6. Flores masculinas de <i>Q. laurina</i> .	26
Figura 7. Frutos de <i>Q. laurina</i> .	26
Figura 8. Organismo herborizado de <i>Q. rugosa</i> .	28
Figura 9. Hojas de <i>Q. rugosa</i> .	29
Figura 10. Fruto de <i>Q. rugosa</i> .	29
Figura 11. Flores masculinas de <i>Q. rugosa</i> .	29
Figura 12. Prueba de flotabilidad de semillas de los tres sitios.	30
Figura 13. Bellotas de <i>Quercus</i> inviables en prueba de flotabilidad después de la escarificación.	31
Figura 14. Bellotas de <i>Quercus</i> germinadas.	36
Figura 15. Especies de encino identificadas en el sitio 1.	37

Figura 16. Especies de encino identificadas en el sitio 2.	38
Figura 17. Especies de encino identificadas en el sitio 3.	38
Figura 18. Alturas promedio, obtenidas como resultado de 10 semanas de medición de cada uno de los sitios.	39
Figura 19. Coberturas promedio, obtenidas como resultado de 10 semanas de medición de cada uno de los sitios.	39
Figura 20. Número de hojas promedio, obtenidas como resultado de 10 semanas de medición de cada uno de los sitios.	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies de encinos mexicanos en categoría de amenaza (EN) o amenaza crítica (CR).	7
Tabla 2. Especies de encinos hidalguenses utilizados en este trabajo para la propagación y producción en preocupación menor de riesgo (LC).	8
Tabla 3. Plagas de importancia forestal en encinos.	9
Tabla 4. Sitios de colecta.	20
Tabla 5. Especies encontradas en el bosque de encino del área de estudio.	23
Tabla 6. Evaluación de bellotas viables e inviables de los sitios de colecta.	30
Tabla 7. Total de bellotas germinadas vs. no germinadas por tratamiento, sitio 1.	32
Tabla 8. Total de bellotas germinadas vs. no germinadas por tratamiento, sitio 2.	33
Tabla 9. Total de bellotas germinadas vs. no germinadas por tratamiento, sitio 3.	34
Tabla 10. Total de semillas, % de germinación, % de sobrevivencia y total de plántulas del sitio 1.	35
Tabla 11. Total de semillas, % de germinación, % de sobrevivencia y total de plántulas del sitio 2.	35
Tabla 12. Total de semillas, % de germinación, % de sobrevivencia y total de plántulas del sitio 3.	36
Tabla 13. Valores de F y P (ANOVA) para las variables de altura, cobertura y número de hojas medidas en las plántulas de los tres sitios estudiados.	40
Tabla 14. Índices que describen el comportamiento germinativo de las dos especies de <i>Quercus</i> en el estudio.	41
Tabla 15. Especies vegetales con potencial productivo y para conservación.	43

RESUMEN

Los bosques de encino contribuyen a la provisión de bienes y servicios ambientales. Son el hábitat de un gran número de especies vegetales y animales, muchas de las cuales se encuentran amenazadas debido principalmente al cambio en el uso del suelo, además, por los usos actuales que se dan a la madera (leña, carbón) y los potenciales (obtención de celulosa, forraje, medicinal, reforestación y ornato). La comunidad de “El Nogal” perteneciente al Valle del Mezquital, presenta un tipo de vegetación boscosa, con buena cobertura arbórea, predominantemente de encinares, los cuales brindan beneficios ambientales y económicos importantes. Sin embargo, existen factores que repercuten en la conservación y aprovechamiento sustentable de los encinos, debido a que se llevan a cabo actividades como la ganadería y la agricultura, que no son aptas para la zona por las condiciones topográficas. La finalidad del presente trabajo fue realizar un estudio de propagación y fenología de dos especies: *Quercus rugosa* Neé. y *Quercus laurina* Humb. & Bonpl., socialmente valoradas en la región de “El Nogal”, Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo, con el fin de apoyar en la toma de decisiones sobre el manejo, restauración y conservación de las poblaciones de dichas especies, además de elaborar herramientas de divulgación que ayuden a disminuir el proceso de deterioro ambiental y fomentar la conservación de la biodiversidad, realizando un manejo racional y sustentable de los recursos forestales. Como resultado se determinaron cuatro especies de encinos en el sitio de trabajo: *Q. crassifolia*, *Q. mexicana*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*, identificando a *Q. laurina* como la más importante para la región y a *Q. rugosa* como el de mayor dominancia fisonómica. De ambas especies se realizó la colecta de semillas para su propagación encontrando que el factor principal que promueve la pérdida de bellotas son los insectos parásitos *Curculio occidentis*. Por lo cual, es conveniente separar las bellotas sanas de las dañadas por medio de técnica de flotación. En cuanto a las plántulas obtenidas se encontró que la perturbación de los bosques está relacionada con la calidad de las semillas obtenidas de los árboles madre, es decir que a menor perturbación las plántulas obtenidas presentaron mayor calidad y supervivencia. Al analizar la información obtenida bibliográficamente, aunado a la actividad de campo y experimental se elaboró el **“Manual de Producción de Encinos: Guía Rápida de producción por semilla”**. el cual busca contribuir a la difusión de información local para la recuperación y conservación de recursos forestales y de los sitios de importancia ecológica apoyando a la conservación de los bosques mexicanos los cuales pueden ser empleados por los pobladores para su beneficio y la recuperación de sus recursos bióticos que a la larga se concretan en ingresos económicos y de servicios ambientales.

1. INTRODUCCIÓN

México se caracteriza por ser un país esencialmente con clima tropical y semiárido pero al mismo tiempo una gran proporción de su extensión territorial está cubierta por bosques de climas templados como el de pino–encino (Almazán *et al.*, 2009). Estos bosques, sin embargo, no se limitan a estas condiciones ya que pueden encontrarse en regiones de clima caliente (Rzedowski, 1978). Este tipo de vegetación constituye el hábitat de un gran número de especies vegetales y animales, muchas de las cuales se encuentran amenazadas debido principalmente al cambio en el uso del suelo, además, por los usos actuales que se dan a la madera (leña, carbón) y los potenciales (obtención de celulosa, forraje, medicinal, reforestación y ornato), haciendo que el género *Quercus* sea de gran importancia económica (Zavala, 1995, citado por Rodríguez & Romero, 2007).

En la comunidad de “El Nogal”, ubicada en el Alto Mezquital, municipio de Ixmiquilpan Hgo, se presentan diversas actividades sectoriales que inciden de forma directa e indirecta en el estado y calidad de los recursos naturales; sin embargo, este hábitat está sometido a fuertes presiones antropogénicas en la zona; por lo que su cobertura vegetal original se ha reducido a relictos cada vez más pequeños, uno de los principales agentes de degradación ambiental en la región es la erosión del suelo, calculando que alrededor del 35.12% de la superficie total del municipio presenta suelos con un grado de erosión extrema (SEMARNAT-UACH, 2002, citado por SEMARNAT, 2013).

La erosión identificada en la región se manifiesta en diferentes tipos e intensidades, siendo una de las más comunes la presencia de materiales regolíticos calcáreos e intrusivos debido a procesos erosivos en cárcavas. Esto afecta negativamente la zona, ya que se reducen áreas dedicadas a la agricultura, el pastoreo y forestales, además de contaminar cuerpos de agua superficiales (Bravo, *et al.*, 2010). La pérdida del suelo como recurso resulta de gran importancia en la región Ixmiquilpan y en general, en el Valle del Alto Mezquital debido a su capacidad productiva, ya que en él se desarrollan actividades fundamentales para el ser humano como son las prácticas agrícolas y ganaderas orientadas especialmente a la producción de alimentos, además de la extracción de materiales para construcción.

Por lo anterior, el propósito del presente trabajo es realizar un estudio de propagación y fenología de dos especies: *Quercus rugosa* Neé. y *Quercus laurina* Humb. & Bonpl., socialmente valoradas en la región de “El Nogal”, Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo, con el fin de apoyar en la toma de decisiones sobre manejo, restauración y conservación de las poblaciones de dichas especies, además de elaborar herramientas de divulgación que ayuden a disminuir el proceso de deterioro ambiental y fomentar la conservación de la biodiversidad, realizando un manejo racional y sustentable de los recursos forestales.

2. JUSTIFICACIÓN

La comunidad de “El Nogal” pertenece al Valle del Mezquital, particularmente a la Zona de la Sierra Juárez del llamado Alto Mezquital, cuya vegetación es boscosa, con mayor humedad y nivel de precipitación pluvial en comparación con la zona semi árida. Esta zona presenta una mayor cobertura arbórea, principalmente de encinares, los cuales brindan beneficios ambientales y económicos como el incremento del potencial de aprovechamiento forestal, protección contra la erosión y retención de agua. Sin embargo, existen factores que

repercuten en la conservación y aprovechamiento sustentable de los encinares, debido a que se llevan a cabo actividades como la ganadería extensiva y la agricultura, actividades que no son aptas para la zona por las condiciones topográficas. Por todo esto, es de vital importancia la realización de planes de manejo, conservación y restauración forestal de especies nativas pertenecientes a los géneros: *Pinus* spp. (pino), *Quercus* spp. (encino), *Prosopis* spp. (mezquite) y *Abies* spp. (oyamel), o bien con la incorporación sustentable de plantas de importancia alimenticia como: manzana, pera, durazno, granada, higo, entre otros. Especies que en consecuencia brindan beneficios ambientales, económicos y sociales, tales como el incremento del potencial de aprovechamiento forestal, protección de los suelos dañados, venta de frutos, retención de agua, aprovechando además las zonas con presencia de especies nativas de la región las cuales representan un atributo importante ya que funcionan como bancos de germoplasma de donde es posible obtener semillas por medio de recolecciones directas. Todo esto tomando en cuenta el conocimiento y la participación de la comunidad, para elaborar una propuesta de manejo integral.

3. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL GÉNERO *Quercus*

3.1. Generalidades y aspectos taxonómicos

Los encinos, robles, alcornoques, o belloteros, pertenecen al Orden Fagales dentro de la Familia Fagaceae, el cual comprende a su vez 10 Géneros: *Lithocarpus*, *Trigonobalanus*, *Colombobalanus*, *Formanodendron*, *Chrysolepis*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Fagus*, *Quercus* (Nixon & Crepet, 1989) y recientemente *Notholithocarpus* (Valencia *et al.*, 2017).

La propuesta más reciente para la clasificación infragenérica de *Quercus*, reconoce dos subgéneros con ocho linajes filogenéticos (Denk *et al.*, 2017):

Subgénero *Quercus*, "clado del Nuevo Mundo" o "latitud alta".

- Sección *Protobalanus*: encinos intermedios de Norteamérica
- Sección *Ponticae*: encinos de Eurasia y Norteamérica
- Sección *Virentes*: encinos Americanos
- Sección *Quercus*: encinos blancos de Norteamérica y Eurasia
- Sección *Lobatae*: encinos Norteamericanos rojos

Subgénero *Cerris*, "clado del viejo mundo" o "latitud media" son exclusivamente euroasiáticos.

- Sección *Cyclobalanopsis*: encinos de "cycle-cup" del este de Asia
- Sección *Ilex*: Especies en Eurasia y Norte de África
- Sección *Cerris*: Especies en Eurasia y Norte de África

La clasificación de encinos se ha basado hasta ahora en caracteres morfológicos, los cuales difieren profundamente unos de otros. A ciencia cierta, aún no hay una razón clara que explique por qué hay tanta variación morfológica entre ellos. Sin embargo, algunos especialistas otorgan este hecho a que algunas especies comparten la misma área geográfica y muestran períodos de floración similares, condiciones que favorecen su

polinización cruzada (Arizaga *et al.*, 2009). A pesar del polimorfismo que presentan también comparten una serie de características biológicas comunes: tallos leñosos, hojas con consistencia similar al cuero (coriáceas o duras) y presencia de bellotas. Su forma de crecimiento es comúnmente como árbol (con una altura de 3 a 40 m), por ejemplo, *Quercus rugosa*, y algunos como arbustos (con alturas de 10 a 60 cm), por ejemplo, *Q. mexicana*. Su desarrollo es lento, causa por la cual son de larga vida, y crecen desde climas tropicales y subtropicales, hasta templados fríos, matorrales, pastizales y de forma intercalada en algunas selvas secas (Nixon, 2009, citado en Sabas, J., 2015).

Otra peculiaridad del género es el patrón en la duración de las hojas. Algunos son caducifolios (*Q. robur*), es decir, pierden la mayoría de sus hojas durante una época del año, mientras que otras permanecen con hojas durante todo el año y se van sustituyendo de manera paulatina es decir, son perennifolios (*Q. rugosa*). En el renuevo de las hojas se muestran colores vívidos que van del naranja al rojo carmesí y se caracterizan por tener diferentes tipos de ápice (punta de la hoja), base de la hoja, número de nervaduras, margen (o borde de la hoja), textura, tamaños y colores, propiedades morfológicas que son empleadas en la taxonomía para su clasificación científica (Arizaga *et al.*, 2009).

Son árboles o arbustos hermafroditas, porque poseen tanto flores masculinas como flores femeninas. Las flores masculinas forman agrupaciones colgantes conocidas como amentos, y cada flor puede tener de 5 a 10 estambres libres (Rzedowski, 2005); debido a la gran cantidad de flores masculinas que se desarrollan entre las ramas, los amentos son muy evidentes en la naturaleza. Las flores femeninas, en cambio, son solitarias o están en pequeños grupos, y por su tamaño son imperceptibles a simple vista.

El transporte de polen entre las flores masculinas y femeninas es por medio del viento (polinización anemófila) dando como resultado la formación de frutos comúnmente llamados bellotas, cubiertas en su base de unión con la rama por una estructura leñosa y de forma cóncava, conocida como cúpula. Dependiendo de la especie, las bellotas se producen cada año o cada dos años, y tienen una forma ovoide (de huevo). Las bellotas son verdes cuando están inmaduras y se tornan de color café una vez que maduran. Son una fuente de alimento para numerosos animales, como roedores, aves e insectos; estos últimos se alojan en su interior, por la cual es común observar pequeños agujeros en la superficie (Arizaga *et al.*, 2009).

3.2. Distribución ambiental y geográfica del género

La distribución geográfica de las especies es el resultado de la acción conjunta de los factores abióticos y de las actividades humanas, ya que estas constantemente modifican las áreas de distribución, creando, destruyendo hábitats, estableciendo barreras, corredores y transportando accidental o voluntariamente a las especies a nuevos lugares. El análisis de la composición espacial de plantas a diferentes escalas provee información para identificar las variables climáticas, topográficas o edáficas a las que están adaptadas y cuáles las limitan (Uribe *et al.*, 2019). En México, el relieve es extraordinariamente variado, en él podemos encontrar desde cadenas montañosas hasta grandes planicies costeras, pasando por valles, cañones, altiplanicies y depresiones entre otras formaciones, de ahí la gran variedad de vegetación (INEGI, 1997).

Fagaceae es una de las familias botánicas más importantes de angiospermas de las regiones templadas del hemisferio norte. Específicamente, *Quercus* es un género que se distribuye en el hemisferio norte. A nivel mundial, los encinos se desarrollan ampliamente y de manera natural en los bosques templados, bosques tropicales, semitropicales y en los matorrales de climas secos del hemisferio norte. Por el contrario, muy pocos encinos se asientan en los ecosistemas tropicales y semitropicales del hemisferio sur (América del Sur y el sureste de Asia) (Arizaga *et al.*, 2009). Se encuentran en zonas con amplia variación de temperatura, soportando en general temperaturas mínimas de ~5 °C y máximas de más de ~30 °C. Los encinos blancos se encuentran en áreas con temperaturas ligeramente inferiores a las que presentan los ambientes que habitan los encinos rojos. En cuanto a los niveles de precipitación los encinos rojos crecen en áreas con más lluvia (mayor a 1000 mm anuales), así como en áreas donde la aridez es menos intensa (Uribe *et al.*, 2019).

En México, es un grupo de gran importancia ecológica porque sus especies son dominantes en gran variedad de comunidades vegetales (Nixon, 2006 citado en Martínez *et al.*, 2006) ya que constituye un elemento fundamental en los ambientes templados húmedos y subhúmedos, presentes en las cadenas montañosas y en serranías aisladas del altiplano, en los que ha ocurrido su diversificación (Uribe *et al.*, 2019). El número de especies es controversial, pues no hay un consenso acerca del número preciso por la dificultad al identificarlas. En nuestro país sólo está representado el subgénero *Quercus*, con 161 especies y cuatro secciones: *Quercus* (encinos blancos) con 81 especies, *Lobatae* (encinos rojos) con 76, y *Protobalanus* (encinos intermedios o de copa dorada) con 4 de las 5 especies (Valencia, 2004), además de la sección *Virentes*. La elevada riqueza de especies de *Quercus* presentes en México lo ubica como el segundo centro de diversificación del género en el mundo, el primero, se encuentra en el sureste de Asia en donde se dice que existen alrededor de 125 especies de encinos (Arizaga *et al.*, 2009).

La distribución y abundancia han sido el resultado de complejos procesos históricos de migración, diversificación y adaptación relacionados a la historia climática global y a la gran heterogeneidad topográfica y ambiental (Nixon, 1998; Graham, 1999, en Uribe *et al.*, 2019). En particular, el Estado de Hidalgo localizado en la región central de México, es uno de los más ricos en diversidad de especies de encino y aunque hay varios estudios en la materia, no existe un estudio exhaustivo florístico y taxonómico del género. Además, la continua fragmentación de los bosques, especialmente los de las principales montañas, y el escaso conocimiento botánico enfatizan la importancia de estudiar estos taxones en la región (Valencia *et al.*, 2017).

3.3. Importancia y usos de los encinos

Los bosques contribuyen a la provisión de bienes y servicios ambientales, tales como la conservación de diversidad biológica, captura de carbono, regulación del ciclo hidrológico (infiltran el agua al subsuelo) y el clima (regulan la temperatura atmosférica) (Seppelt *et al.*, 2011), los encinares, además de producir oxígeno, filtran el ruido, reducen la erosión del suelo y son hospederos naturales que alojan en sus cortezas, ramas, hojas y flores, a numerosas especies de ardillas, pájaros, avispas, abejas, moscas, escarabajos, orquídeas, líquenes, bromelias, helechos y plantas trepadoras. Esto hace que un solo encino actúe por sí mismo como un ecosistema en miniatura, en donde los diferentes organismos y procesos

ecológicos se relacionan entre sí a través de diversas relaciones como la depredación, la herbivoría, la simbiosis y la reproducción (Arizaga *et al.*, 2009).

Además de la importancia ecológica, los encinos representan valores económicos, sociales y culturales importantes y se usan con fines de alimentación, medicinal y artesanal, por ejemplo, la madera de encino ocupa el tercer lugar de aprovechamiento nacional con un 12.6%, después de las coníferas (pino, oyamel) con el 73.8%, y de las maderas tropicales (preciosas y comunes tropicales) con el 13.6%. Los estados con mayor aprovechamiento son: Durango, Chihuahua, Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Zacatecas, Puebla, Sonora, Veracruz y Oaxaca. Otros usos principales que se le dan a la madera son: elaboración de mangos de diversas herramientas, confección de artesanías locales, elaboración de muebles, obtención de celulosa (para la elaboración de papel kraft, cartón o de empaques para el transporte de cal, cemento, yeso, alimento para mascotas, harina y carbón), chapa y madera contrachapada (triplay), como materia prima básica para construcción (escuadría, postes, pilotes, morillos, durmientes) y como combustible (SEMARNAT, 2017). Este último directamente como leña o carbón, siendo mayor el aprovechamiento del primero, en especial las especies de resinosos (Bravo, 1995). Rzedowski (1978), menciona que grandes extensiones de encinares se han extinguido debido a la producción de carbón vegetal y a pesar de que estos son de los mejores combustibles, no justifican la transformación de valiosos árboles de grandes tallas en ellos, por ser de bajo valor agregado.

Por otro lado, en países europeos y de América del Norte, los árboles usados para celulosa son árboles débiles, que son talados para que los árboles vigorosos alcancen su plena madurez para ser utilizados como madera aserrada. En el ámbito alimentario, las bellotas de sabor dulce aún se consumen crudas, mientras que en otros lugares son tostadas y molidas para fabricar una bebida parecida al café, las hojas son utilizadas como condimento y algunas especies son productoras de sustancias azucaradas que es colectada por abejas que las almacenan en forma de miel, también la corteza es ampliamente utilizada en trabajos de peletería debido a la alta concentración de taninos que poseen (Arizaga *et al.*, 2009), además de que en algunos estados del país se aprovechan las “chicharras de encino” (ciertas larvas de insectos) en la cocina tradicional (Peña & Hernández., 2014). En el Suroeste de la Península Ibérica, las bellotas de la especie *Quercus ilex* L. son empleadas como alimento para el engorde y mantenimiento de cerdos (especialmente en razas grasas) por su alto poder energético (Rodríguez *et al.*, 2020).

Desde el punto de vista médico, los informes etnobotánicos mencionan que las infusiones de algunas especies de *Quercus* en combinación con otras plantas, como flores amarillas de *Solanum rostratum* Dunal, muestran efectos anticancerígenos en pacientes con cáncer gástrico, cuando las consumen regularmente (Alonso *et al.*, 2011, citado en Vázquez *et al.*, 2015).

Gracias a la gran variedad de usos los encinos son un recurso importante para las comunidades rurales y urbanas ya que, en conjunto, éstas aprovechan prácticamente cada estructura de la planta con diferentes fines. La diversificación de los usos es reflejo del conocimiento que se ha adquirido y conservado en relación a las especies en el tiempo.

3.4. Estado de Conservación de los encinos en México

De las 161 especies de encinos reportadas por Valencia (2004), en nuestro país tenemos varias especies en riesgo, y aunque ninguna está en la Norma Oficial Mexicana para la Protección de Especies Nativas de México, NOM-059-SEMARNAT-2010, si se encuentran presentes en alguna categoría en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**Tabla 1**).

Tabla 1. Especies de encinos mexicanos en categoría de amenaza (EN) o amenaza crítica (CR) *.

ESPECIE	SECCIÓN	CATEGORÍA DE AMENAZA EN LA LISTA ROJA	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO
<i>Quercus hintonii</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Estado de México
<i>Quercus diversifolia</i>	<i>Quercus</i>	EN	Estado de México
<i>Quercus nixoniana</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Jalisco, Guerrero, Oaxaca
<i>Quercus galeanensis</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Tamaulipas, Nuevo León
<i>Quercus radiata</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Jalisco, Durango, Zacatecas
<i>Quercus brandegeei</i>	<i>Virentes</i>	EN	Baja California
<i>Quercus cualensis</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Jalisco
<i>Quercus carmenensis</i>	<i>Quercus</i>	EN	Coahuila
<i>Quercus devia</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Baja California, Baja California Sur
<i>Quercus miquihuanensis</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Nuevo León, Tamaulipas
<i>Quercus flocculenta</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Nuevo León, Tamaulipas
<i>Quercus hirtifolia</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Puebla, Hidalgo, Veracruz
<i>Quercus mulleri</i>	<i>Quercus</i>	CR	Oaxaca
<i>Quercus macdougalli</i>	<i>Quercus</i>	EN	Oaxaca
<i>Quercus dumosa</i>	<i>Quercus</i>	EN	Baja California
<i>Quercus cupreata</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Nuevo León
<i>Quercus delgadoana</i>	<i>Lobatae</i>	EN	Veracruz, Puebla, Hidalgo

*Fuente: <https://www.iucnredlist.org/es/>

A pesar de que el número de especies amenazadas es una minoría, se deben elaborar propuestas de manejo y conservación de los ecosistemas en donde estos encinares se encuentran. De las dos especies utilizadas en este proyecto ninguna está presente en la lista de especies amenazadas (**Tabla 2**).

Tabla 2. Especies de encinos hidalguenses utilizados en este trabajo para la propagación y producción en preocupación menor de riesgo (LC) *.

ESPECIE	SECCIÓN	CATEGORÍA DE AMENAZA EN LA LISTA ROJA	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO
<i>Q. rugosa</i>	<i>Quercus</i>	LC	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Chiapas, Durango, Guerrero, CDMX, Michoacán, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Nuevo León, Zacatecas, Veracruz, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Sonora, San Luis Potosí, Querétaro, Coahuila, Baja California Sur, Chihuahua.
<i>Q. laurina</i>	<i>Lobatae</i>	LC	Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Tlaxcala, Puebla, Colima, Guerrero, CDMX, Michoacán, Hidalgo, Estado de México, Morelos,

*Fuente: <https://www.iucnredlist.org/es/>

Aunque ambas especies están en una categoría de preocupación menor, *Q. rugosa* presenta una tendencia poblacional decreciente.

3.5. Formas de producción y conservación de encinos.

El manejo forestal de encinos en México ha cambiado a lo largo del tiempo con el desarrollo de nuevas técnicas para la producción con fines de restauración, conservación y aprovechamiento sostenible. Se ha demostrado que algunas veces la propagación por semilla puede ser reforzada con otras técnicas, como lo son la propagación por esquejes e injertos o por tejido vegetal. Además de elegir la mejor forma de propagación de acuerdo a los antecedentes de la especie, zona y de acuerdo a los materiales a los que se tenga acceso, es fundamental definir los sitios con mayor aptitud para su conservación y eliminar las áreas más vulnerables. Actualmente la conservación de encinos ha optado por incorporar especies raras o amenazadas en las colecciones de jardines botánicos en los cuales se pueden llevar a cabo actividades de divulgación y educación, así los jardines y arboretums son el enlace entre los especialistas y el público, y en muchos casos son una gran fuente de información sobre la flora local en las comunidades donde se encuentran. Mundialmente también se hacen esfuerzos para conservar encinos, el “Consortio Global para la Conservación de Encinos” busca crear una red de instituciones junto con expertos que desarrollen e implementen estrategias de conservación para prevenir la extinción de especies a nivel mundial. En México se ha formado una sección de este consorcio y está liderado por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) e incluye asociaciones civiles, organismos gubernamentales, centros de investigación, ejidatarios, así como

iniciativas privadas para asegurarse que la mayoría de las especies de encino del país estén salvaguardadas en colecciones vivas dentro de sitios seguros (Rodríguez *et al.*, 2020).

3.6. Plagas que dañan encinos

Otra de las problemáticas importantes respecto al grupo es que, en años recientes, en varios estados de la República mexicana se comenzó a observar una declinación y muerte de los encinares (Alvarado *et al.*, 2007). Como lo señala Cibrián *et al.*, (2007), existen factores de origen antropogénico —incendios forestales, aprovechamientos clandestinos, cambios de uso de suelo y sobrepastoreo— que predisponen a los árboles a condiciones de estrés y debilidad, y con ello, los hacen susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, ocasionando deformaciones, pérdida del crecimiento, debilitamiento y muerte del arbolado (Tabla 3).

Tabla 3. Plagas de importancia forestal en encinos*.

Orden	Familia	Nombre Común	Tipo de daño o afectación	Etapas que causa el daño	Observaciones
Orthoptera	Tettigoniidae	Esperanzas, Chiva de los encinos	Defoliadores y descortezadores	Adultos: forman enormes agregaciones y pueden defoliar y descortezar grandes extensiones de bosque.	<i>Pterophylla beltrani</i> B. & B. causa daños severos a bosque de encino y encino-pino.
Hemiptera	Membracidae	Periquitos	Chupadoras de savia; pican peciolos, venas de las hojas y ramas. Excretan mielecilla, la cual es aprovechada por hormigas, abejas, avispas, para el desarrollo de Capnodiales causando fumagina.	Adulto: las hembras ovipositan en los brotes, y este daño se agrava por la alimentación de los grupos de ninfas.	<i>Hoplophorum monogramma</i> tiene cierta importancia como fitófago en encinos.
Coleoptera	Buprestidae	Escarabajos metálicos barrenadores de madera o insectos joya	Ataca el floema del tronco de los encinos.	Larva: daña el cambium y el floema.	<i>Agrilus auroguttatus</i> Schaeffer. plaga agresiva ataca el tronco del encino, <i>Chrysobothris costifrons costifrons</i> Waterhouse, <i>Mastogenius cyanelytra</i> Westcott Atacan <i>Q. rugosa</i>
Coleoptera	Curculionidae	Picudos o gorgojos	Daño a la producción y tasas de germinación de las bellotas.	Adultos: las hembras perforan con el rostro y ovipositan dentro de las bellotas inmaduras Larvas: se alimenta y desarrolla dentro de la bellota, y posteriormente sale al suelo para pupar.	<i>Curculio occidentis</i> Casey & T.L. Es uno de los principales depredadores de bellotas de encino.

Hymenoptera	Cynipidae	Avispas gallicolas	Produce deformaciones (agallas) en hojas, flores, yemas, tallo, raíces y frutos.	Adultos: pone los huevos en alguna estructura de la planta, la larva se desarrollará en las agallas.	<i>Andricus</i> es el único género (hasta el momento) capaz de producir daño en los encinos mexicanos, se reporta en <i>Q. laurina</i> y <i>Q. affinis</i> lo cual está cambiando el ecosistema del estado de Hidalgo y alrededores.
Lepidoptera	Gracillariidae	Palomillas nocturnas	Son minadores de hojas, afectando su valor ornamental.	Larvas: penetran al tejido vegetal desde la parte inferior del huevo, se alimentan exclusivamente de savia, construyen su cámara entre las capas de parénquima.	El género <i>Cameraria</i> ataca encinares, hace minas en la parte superior de las hojas.
Lepidoptera	Sesiidae	Palomillas de alas claras	Barrenadoras	Las larvas son barrenadoras, perforan raíces, tallos, troncos. Algunas desarrollan el ciclo larvario en el floema y la corteza externa, y por ello sus túneles son poco profundos; en cambio otras barrenan dentro de xilema.	<i>Paranthrene asilipennis</i> Boisduval, barrenador de encinos ampliamente distribuido en México, en los troncos de encinos infestados solo se aprecian montículos de excrementos en las hendiduras de la corteza.
Lepidoptera	Geometridae	Larvas conocidas como medidores	Defoliadores	La fase larvaria coincide con la brotación primaveral, las pérdidas de producción de bellotas pueden llegar a ser cuantiosas.	En encinos del norte de México se han reportado infestaciones severas, pero las especies no se han identificado.
Lepidoptera	Lasiocampidae	Gusano de bolsa o gusano bolsa de encino	Defoliadores	Las larvas se alimentan del follaje de los árboles.	En la Sierra Madre Oriental el gusano de bolsa <i>Eutachyptera psidii</i> defolia encinos.
Diptera	Pantophthalmidae	Moscas de la madera	Barrenadores	Las larvas barrenan y por éstos orificios dreña la savia.	<i>Pantophthalmus roseni</i> ha sido considerado como una plaga de los encinos.

*Tomado de: Cibrián *et al.*, 2007.

4. ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN DE ENCINOS EN EL ESTADO DE HIDALGO

A la fecha se han realizado escasas investigaciones sobre encinos en el Estado de Hidalgo, entre las que destacan:

Álvarez (2006), realizó un análisis de la estructura morfológico foliar de *Quercus crassifolia* midiendo 18 caracteres morfológicos de 3,135 hojas pertenecientes a 75 individuos adultos asociados a diferentes microambientes dentro del parque nacional El Chico, Hidalgo. Encontrando que la variación morfológica encontrada fue significativa entre localidades, individuos y estratos del dosel donde cada uno de los caracteres presentaba un patrón de variación diferente en cada una de las localidades.

Ramirez (2009), encontró 11 familias, 28 géneros, 65 especies de helechos y una familia con seis especies de licopodios. Citando siete nuevos registros para el Estado de Hidalgo, enfatizando que en el bosque de encino destacan las especies epífitas, debido a que los encinos son buenos hospederos y a los micro-ambientes húmedos que esta comunidad ocupa.

Jiménez (2016), evaluó los recursos vegetales del bosque de la comunidad de El Banxú en el Valle del Mezquital, tomando en cuenta aspectos ecológicos, sociales y culturales. Los resultados indicaron la presencia de 18 asociaciones vegetales, entre los que se encontraba el Encinar, Pinar, Bosque de Encino-Pino, Pino-Encino los cuales se encontraban conservados, sugiriendo que el manejo más adecuado es el uso regulado y el incremento de estrategias de conservación de especies.

En el Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, tenemos las contribuciones de: Sánchez *et al.*, 2018, que realizaron un catálogo ilustrado de encinos en el cual proporciona información básica para la identificación de las especies de encinos presentes en el área natural protegida que ocupa el segundo lugar en extensión territorial en el Estado de Hidalgo, y como complemento se aportan datos generales sobre su riqueza y distribución por tipo de vegetación y altitud dentro del PNM. El de Álvarez *et al.* (2010) en el cual identificaron 18 especies de encinos de las cuales diez pertenecen a la sección *Quercus* (encinos blancos) y ocho a la sección *Lobatae* (encinos rojos), poseyendo más de 50% de las especies mencionadas hasta ahora para el Estado.

5. ÁREA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Generalidades del Valle del Alto mezquital

La región del Valle del Mezquital está localizada en los parteaguas de las subcuencas de los cauces afluentes del Río Tula y San Juan, la región forma parte del Altiplano Central Mexicano, dentro de la Provincia Fisiográfica de la Meseta Neovolcánica. Comprende el occidente del Estado de Hidalgo, parte del norte del Estado de México y una limitada zona del sureste del Estado de Querétaro. Se caracteriza por presentar vegetación que se puede

dividir por zonas: la correspondiente a bosques de pino y encino en las sierras y serranías intermedias; la del semidesierto y la del llamado Mezquital Árido en las planicies (López & Fournier, 2009).

5.1.1. Características ambientales

El Valle del Mezquital que incluye parte del Estado de Hidalgo se caracteriza por un clima desértico, muy caliente durante el día y con bajas temperaturas por la noche. Donde existe escasa precipitación y con plantas resistentes a la sequía (vegetación xerófila). Esta zona se divide en tres subregiones, cada una con características ambientales diferentes. La subregión **Centro-Sur** tiene un clima semiseco que se extiende como una franja del centro que baja hacia el sureste. Donde el suelo ha sufrido importantes modificaciones por la introducción de canales de riego que lo han tornado propicio para la agricultura intensiva y ha permitido la diversificación de cultivos. Le sigue la subregión **Centro**, la cual presenta una franja de vegetación xerófila que se extiende hacia el norte, e incluye una pequeña porción de matorral en el suroeste donde abunda el maguey (*Agave spp.*) la lechuguilla (*A. lechuguilla Torr.*) y las biznagas (*Mammillaria spp.*) entre otras cactáceas. De igual forma su clima es seco-semicálido. En esta se practica principalmente la agricultura de temporal y sus tierras también son aptas para actividades pecuarias de las cuales se obtienen diferentes productos destinados a la venta y el autoconsumo (Moreno *et al.*, 2006). Finalmente, hacia el **norte** encontramos la tercera subregión, llamada Alto Mezquital, con características muy distintas a las anteriores. Este sitio se subdivide en la Zona del Valle, Alto Mezquital Árido, y en las partes más altas la Zona de la Sierra Juárez cuya vegetación es boscosa, con mayor humedad y nivel de precipitación pluvial que las otras subregiones. El suelo no es apto para la agricultura, aunque se practica la de temporal y la extracción de recursos maderables y no maderables.

5.1.2. Aspectos socioeconómicos y culturales

5.1.2.1. Antecedentes históricos

Se han dado muchos significados a la palabra “Otomí” dependiendo del autor, en un principio, las investigaciones sobre la etimología del término “otomí” se basaron en los escritos de Fr. Bernardino de Sahagún, 1956, quien dice que procede del nombre de “Otón”, soberano de la tribu, antepasado mítico, o bien deriva del término “othó” (nada) que significa “pueblo sin residencia” (Vázquez 1994, citado en Aldasoro, 2000). Más tarde se identifica a los otomíes como cazadores. W. Jiménez Moreno, 1939, iba a profundizar esta hipótesis, al ver en el término “otomí” la forma moderna de un vocablo arcaico, “totomiti” (flechador de pájaros o de aves), que aparece en “Totomihuacan” y “Totomihuatzin”, palabras inscritas bajo dos glifos del *Códice Xolotl*, que representan aves flechadas. De ahí la interpretación del autor: “totomihuacan” significa “lugar de los poseedores de flechas de pájaros” (Galinier, 1987; Mejía, 2006). También puede considerarse que proviene del Náhuatl “otocac”, el que camina, y “mitl”, flecha (Vásquez Valdivia, 1995 citado por Mejía, 2006).

Otro término, si tomamos en cuenta los distintos significados, puede ser “cazadores que caminan cargando sus flechas”. En su lengua, los Otomíes del Valle del Mezquital se autodenominan **HÑAHÑU**.

Pero si el origen o significado de su nombre es hasta cierto punto enigmático, no lo es menos la historia de su origen y de su llegada al Valle de Mezquital.

Desde la época prehispánica se dice que se asentó el pueblo hñahñu en la zona centro de México y es considerado uno de los pueblos más antiguos del altiplano central y como muchos pueblos mesoamericanos tiene un origen mítico. Se cree que uno de los orígenes pueden ser los “Uema”, gigantes que habitaron la tierra en una era anterior y a quienes se les atribuye dejar pinturas rupestres (Lerma *et al.*, 2014).

En la actualidad, invadidos por una forma de vida basada en la comodidad, la tecnología y el dinero, algunos otomíes, se resisten a dejar sus formas antiguas, a dejar de existir como Hñahñu, a dejar de ser y a pesar de las circunstancias adversas, nunca han perdido su lengua, desarrollaron sus propios cantos y filosofía, su forma de procurarse la vida, siendo tal vez los dos aspectos más importantes de esta cultura su lengua “idioma” y su “medicina”.

5.1.2.2. Características poblacionales

De acuerdo al INEGI en su Censo de Población y Vivienda 2020, Ixmiquilpan cuenta con una población total de 98 654 habitantes lo cual equivale al 32 % de la población estatal. La tasa de natalidad estatal es del 1.6% y la tasa de mortalidad es de 2.8%.

5.1.2.3. Bienes y servicios

En el municipio de Ixmiquilpan el 62.3% de la población tiene una afiliación a un servicio de salud, el 68.4% está afiliada al Instituto de Salud para Bienestar (INSABI), el 15.7% al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), el 13.9% al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 1.0% al IMSS-Bienestar, el 0.5% a una Institución Privada y el 1.0% a Otros (INEGI, 2020). En las pequeñas localidades del municipio se cuenta además con el centro de desarrollo comunitario perteneciente al Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), el cual presta servicio médico cuando se cuenta con alguien que brinde servicio social ya que no cuenta con un médico permanente.

En Ixmiquilpan se cuenta con un total de 26 586 viviendas particulares habitadas, la mayoría están construidas con paredes de tabique-block y techos de colado, el 99.1% tiene energía eléctrica, el 94.5% tiene drenaje, el 96.6% cuenta con servicio sanitario, el 62.2% cuenta con agua entubada, el 78.9% con tinaco y el 18.3% tiene cisterna y aunque la mayoría de habitantes cuenta con pisos de cemento el 3.1% aun cuenta con pisos de tierra. En algunas de las comunidades aún se encuentran viviendas con muros de órganos, troncos, palos o quíotes de magueyes secos y el techo elaborado con penca de maguey o láminas de cartón. En específico, la cocina tradicional hñahñu se ubicaba en un cuarto aparte de donde se duerme (INEGI, 2020).

La tasa de alfabetización más alta del municipio de Ixmiquilpan es del 99.3% en jóvenes de 15 a 24 años de edad, la asistencia escolar más alta es en niños de 6 a 11 años con un 98%, de los 12 a los 14 años esta asistencia baja al 95.7%. La mayoría de la población (52.6%) cuenta con un nivel de escolaridad básica y muchas de las comunidades cuentan con un preescolar, primaria y secundaria/telesecundaria (INEGI, 2020).

5.1.2.4. Actividades económicas

De acuerdo a INEGI 2020, el 99% de la población es activa, en su mayoría los hombres, la población no activa está conformada por personas dedicadas al hogar y estudiantes.

5.1.2.5. Formas de organización

La estructura social del pueblo hñahñu incluye formas de organización tradicional y designación de autoridades locales, que le han permitido conservar la unidad social de sus comunidades y también preservar su identidad cultural, con variaciones particulares de cada comunidad, pero por lo general se cuenta con una estructura religiosa (comité de fiestas patronales), social (comité de seguridad) y educativa (comité de padres de familia), a pesar de que todos abarcan cosas diferentes se busca coincidir en diversas situaciones.

5.1.2.6. Aspectos culturales

Las fiestas patronales marcan el momento más significativo para la comunidad y se enmarcan en el calendario religioso católico. Es común que el santo le dé su nombre al pueblo, aunado a un mito que nos cuenta cómo fue que llegó a la comunidad. Festejan a la Virgen de la Concepción, San Pedro, San Miguel, San Juan, Virgen de Loreto, Santiago Apóstol y otros más. También la protege y le procura buenas cosechas, pero a cambio se le debe hacer una fiesta grande en su día, llevarle ofrendas y sacarlo en procesión para que cargue de fuerza a la comunidad (INPI, 2020). Otra festividad es la Feria anual de Ixmiquilpan, realizada en el mes de agosto en el cual se organizan bailes, juegos pirotécnicos, presentaciones de bandas y artistas de renombre en el teatro del pueblo, la expo comercial, juegos mecánicos, la expo artesanal, procesiones intercomunitarias y/o interculturales (participación de otros pueblos originarios) además de la preparación y venta de alimentos típicos de la región. El resultado de una compleja interacción de condiciones ecológicas, bioculturales y sociohistóricas es la cocina hñahñu del Mezquital, que sus descendientes contemporáneos atesoran a través de un sentido de sobrevivencia a la dominación y al mestizaje, en la que se concibe el alimento de su entorno ecológico como propio del ser hñahñu, como un elemento que caracteriza a su cultura que tiene la capacidad de hacer usos de los recursos disponibles en el Valle del Mezquital.

Su alimentación siempre fue y ha sido de un solo plato fuerte, guisado esporádicamente con manteca (en la cocina hñahñu original no se guisaba con aceite), por ejemplo, podría ser un plato de malvas, una gorda martajada y una jícara de pulque; asimismo, siempre se tiene comida de acuerdo con las estaciones del año, en primavera, una gran variedad de quelites y nopales; en verano, otra variedad de quelites aunado a la fauna silvestre, aprovechando que, para entonces, los animales están gorditos; en otoño un poco de elotes, o granos que ya comenzaron a secarse, en invierno los granos están listos, algunas personas secaron calabacita o nopal; por ser tiempo de frío un atole de aguamiel, etc. (Peña *et al.*, 2014). Los niños son alimentados al pecho hasta edades avanzadas, algunas veces durante varios años, y no ha sido raro encontrar mujeres con varios niños lactando a la vez (Anderson *et al.*, 2009).

Como se observa, la gastronomía hñahñu integra una gran variedad de recursos naturales, adquiridos según su ciclo de reproducción a través de la caza, la recolección y la siembra, pero también por intercambio (trueque) y comercio, donde se incorporan recursos naturales

no propios de la región e ingredientes procesados, útiles para la elaboración de platillos, bebidas y recientemente postres (Peña *et al.*, 2014).

En otro aspecto, un rasgo de identidad cultural lo constituye el idioma, cada grupo de otomíes presenta un propio vocablo para autodenominarse: hñahñu en el Valle del Mezquital, ñatho en Toluca, ñ'yuhu en la Sierra norte del pueblo y ñaño en Mezquitlan, estas son derivadas de la raíz Otomí y cada una de ellas tiene sus propias diferencias en cuanto a sonidos y significados de las palabras conforme al contexto.

La palabra Hñahñu está formada por dos partículas: Hña (significa hablar) y hñu (significa nariz). Podemos decir que las personas que forman el pueblo hñahñu son aquellas que hablan la lengua nasal (León, 2019).

Del total de la población el 36.77% habla una lengua indígena de este porcentaje el 98.4% habla Otomí/Hñahñu y el 1 % Náhuatl, el 2.8% no habla español, solo su lengua natal (INEGI, 2020). Un problema que se puede observar es un decremento en la población bilingüe en el sector infantil, al cual en su mayoría solo se le enseña español y ya no el hñahñu.

5.2. Características físico-geográficas y socioeconómicas de la comunidad de El Nogal

5.2.1 Ambiente Biofísico

5.2.1.1. Ubicación

El sitio de investigación se encuentra en una zona conocida como el Valle del Mezquital en la comunidad de "El Nogal"; se localiza en el centro del estado de Hidalgo, entre los 20° 38' 39.69" y 20° 40' 57.50" de Latitud Norte y los 99° 08' 55.84" y 99° 11' 13.80" Longitud Oeste, en la zona UTM 14; con un rango de altitud que va de los 2100 a 2800 msnm y una superficie aproximada de 2000 ha. Colinda con las localidades de El Defay y El Santuario (**Figura 1.**).

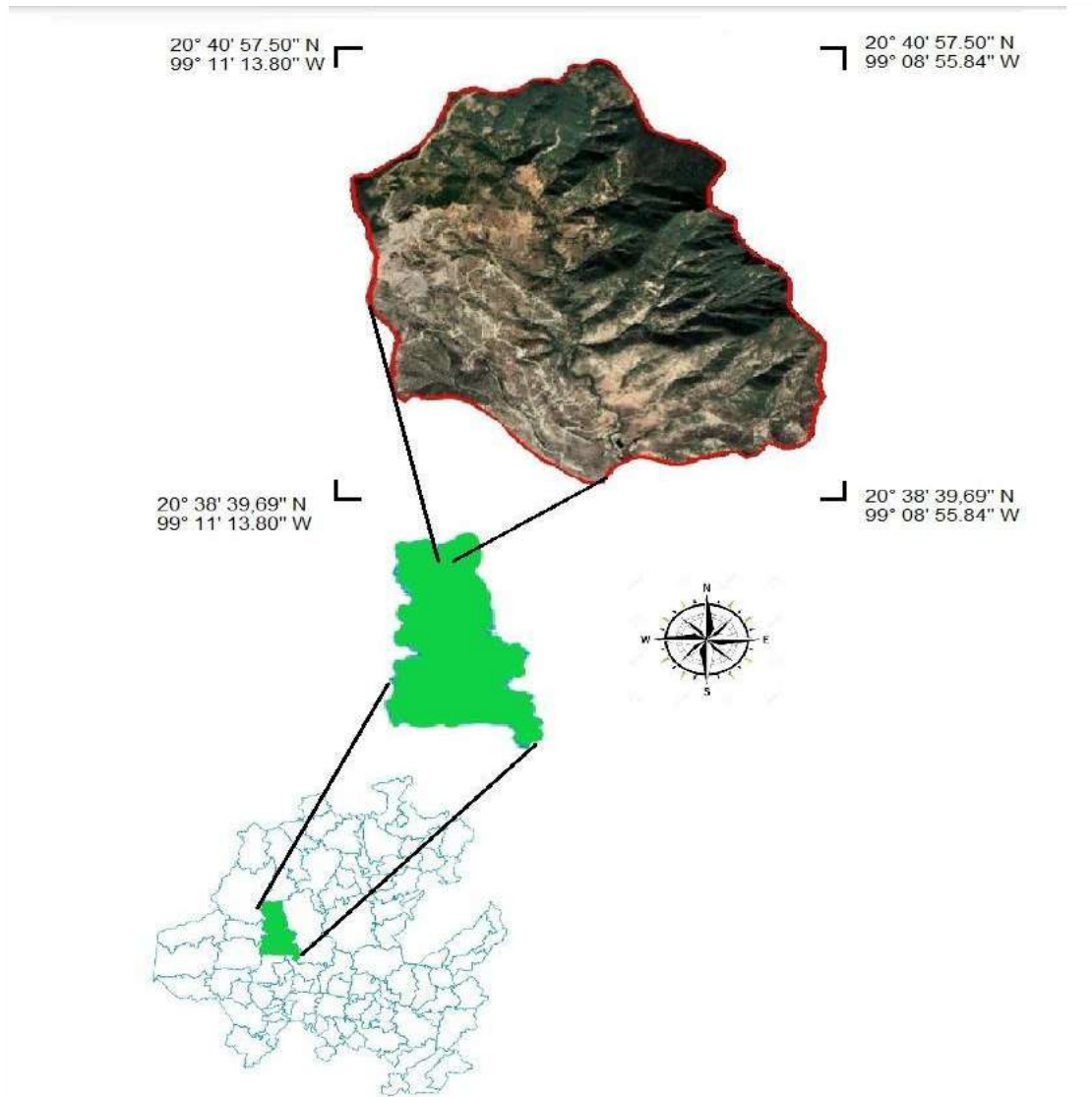


Figura 1. Ubicación de la cuenca El Nogal-San Clemente.

5.2.1.2. Fisiografía

La zona de estudio pertenece a la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal en su parte sur y la Sierra Madre Oriental en la porción norte (INEGI, 1983A).

5.2.1.3. Hidrografía

El sitio pertenece a la Región Hidrológica número 26, en la Cuenca del Río Pánuco, y la Subcuenca del Río Tula (INEGI, 1983C).

5.2.1.4. Geología

Las partes sur y oeste están compuestas por rocas sedimentarias del Cretácico Inferior, Caliza y Areniscas; el norte presenta rocas ígneas, Toba ácida, al igual que el sureste (INEGI, 1983A).

5.2.1.5. Edafología

Con suelos de tipo: del norte al sur hay presencia dominante de Leptosol Lítico (LPq) L. Rendzico (LPk), en ambos casos se presenta una textura media a gruesa, presenta gran cantidad de materia orgánica y un pH de 7 (INEGI, 1983B).

5.2.1.6. Clima

El rango de temperatura va de los 6.3 °C a los 21.9 °C y el rango de precipitación es de 55.5 mm (CONAGUA, 2020).

5.2.1.7. Vegetación

La vegetación dominante corresponde a bosque de pino (*Pinus greggii*, *p. pseudostrobus*, *pinus patula*), bosque de pino-encino y en menor medida el bosque de Quercus (*Quercus mexicana*, *Q. rugosa*, *Q. crassifolia*); con agricultura de temporal de cultivos anuales y en la parte sur se presenta matorral desértico micrófilo (INEGI, 1983D).

5.2.1.8. Fauna

En el Valle del Mezquital se han llevado a cabo pocos inventarios faunísticos, entre los animales silvestres más abundantes en el área son: ardillas, tlacuache, conejo, zorra, zorrillo, liebres, gatos montes, ratón de campo, una gran variedad de insectos, aves, reptiles (*Storeria hidalgoensis*, *Thamnophis melanogaster*) y anfibios (*Anaxyrus punctatus*, *Chiropetrotriton* sp. y *Craugastor* sp.) (Fernández & Goyenechea, 2010).

5.2.2. Aspectos socioeconómicos de la comunidad

Demografía

La población de El Nogal está conformada por 150 personas, en su mayoría mujeres, de la totalidad de la población aproximadamente solo 6 personas son de la tercera edad, 10 están en la infancia y la mayoría se encuentran entre los 25-60 años de edad.

En la comunidad la mayoría de las viviendas son de concreto, aunque siguen existiendo casas de palma, lámina y cartón. Estas cuentan con estufas de gas, pero también con estufas de carbón, el servicio de telefonía móvil se encuentra entre el 80% de la población y poco más del 50% tiene internet. Los servicios públicos a los que se tiene acceso son: escuela preescolar, primaria y secundaria, en caso del bachillerato, los alumnos deben asistir fuera de la comunidad, ya sea al centro de Ixmiquilpan o a comunidades cercanas que presten este servicio, la escuela primaria está bajo la supervisión de la Secretaría de Educación Pública (SEP) pero también hay prestadores de servicios del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) que se encargan del preescolar y la secundaria. Se cuenta también con dos tiendas misceláneas y alrededor de 20 combis que sirven como transporte público y recorren desde la comunidad hasta Ixmiquilpan centro, en cuanto a los servicios médicos, hay un centro de salud y en caso de alguna emergencia los pobladores tienen que recurrir al hospital del centro de Ixmiquilpan. El servicio de drenaje y paquetería no existen en el pueblo (Bartolo, E. Comunicación personal, 25 de septiembre del 2022).

Actividades productivas

Las principales actividades que desarrollan los hombres en El Nogal es la de agricultores, especialmente cosechando manzana, las mujeres se pueden dedicar a diversas actividades como lo son: la costura, la fabricación de sandalias, el campo y en su mayoría al hogar (Bartolo, E. Comunicación personal, 25 de septiembre del 2022).

Movilidad social

Los principales motivos por los cuales los pobladores emigran a Estados Unidos son para mejorar la vida de la familia, construir su casa, comprarse un auto. Los jóvenes, son los que principalmente salen del país en busca de mejores oportunidades, hace algún tiempo está actividad había cesado, pero desde hace dos años se activó de nuevo, de dos personas que se van con permiso temporal hay 8 ilegales, con coyote. Los migrantes viajan principalmente a las ciudades de Dallas, Florida, Carolina del Sur, Texas, Nueva York. Las personas laboran en la construcción, jardinería y muy pocos en el campo, todos firman un contrato al entrar, con el patrón o empresa para contar con prestaciones y seguro de vida. Antes los migrantes permanecían en Estados Unidos por un aproximado de 1 año y regresaban a celebrar las fiestas navideñas, pero ahora llegan a tardar entre 5 o 6 años ya que el precio de los pasajes y de los “coyotes” que los transportaban aumentaron considerablemente, antes cada “pasada” costaba entre 20 a 30 mil pesos, pero ahora ronda entre 150 y 200 mil pesos por lo cual los migrantes deben ahorrar durante bastante tiempo (Bartolo, E. Comunicación personal, 25 de septiembre del 2022).

Estructura organizativa

La organización en la comunidad se divide en tres formas, una estructura educativa, una religiosa y una social.

La estructura educativa cuenta con dos personas encargadas de juntar a la comunidad para llevar un control acerca de la infraestructura escolar y de buscar apoyos para llevar a cabo las actividades además de realizar eventos de integración como jugar fútbol o básquetbol. En el ámbito religioso el comité lo conforman dos personas que se organizan acerca de las festividades y costumbres. Y finalmente la estructura social organiza temas de seguridad, tráfico, solicitud de proyectos, introducción de bienes y servicios, transportes, caminos y comunicaciones y recaudación de apoyos para cualquier cosa que se necesite en la comunidad (Bartolo, E. Comunicación personal, 25 de septiembre del 2022).

Festividades

La fiesta más importante es la del Santo niño Rey, la cual se celebra el 28 de diciembre, para celebrarla se invitan a 15 comunidades cercanas aproximadamente, en especial a San Clemente, por su cercanía, y cuatro meses antes se organizan los dos mayordomos para realizar el amarre de la “cuelga” (arreglos de plantas olorosas como el romero, ruda, para adornar a los santos). Se hacen equipos de 6 a 8 personas y cada equipo se encarga de algo, ya sea la comida, juegos pirotécnicos, flores, etc. Todas las estructuras se unen en ciertas festividades sin importar religión, culto, edad, para mantener en calma y bien a la comunidad. (Bartolo, E. Comunicación personal, 25 de septiembre del 2022).

6. OBJETIVOS

Objetivo General

- Realizar un estudio de propagación, producción y fenología de dos especies: *Quercus rugosa* Neé. y *Quercus laurina* Humb. & Bonpl., socialmente valoradas en la región de “El Nogal”, Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo.

Objetivos Particulares

- Seleccionar especies de importancia para la zona con fines de producción y reintroducción.
- Realizar ensayos de germinación de semillas de las especies de *Quercus* más importantes del sitio.
- Desarrollar y monitorear la fenología de plantas nativas en condiciones de vivero.
- Secuenciar información local acerca del manejo y conservación de especies nativas multifuncionales.
- Contribuir a la conservación de los recursos forestales, sugiriendo alternativas de producción forestal.
- Generar un instrumento de divulgación y capacitación obtenido a partir de la sistematización de información local de tipo ambiental, cultural y técnica.

7. DESARROLLO

7.1. Fases del Trabajo

La realización del presente trabajo está basada en la recopilación de información bibliográfica, con apoyo de diversos artículos y documentación especializada referente al tema. Adicionalmente se llevó a cabo la investigación en campo de la cual se obtuvo información valiosa sobre las especies socialmente valoradas, material genético y finalmente en la fase de laboratorio se realizaron experimentos de germinación. Todas las fases se explican con más detalle a continuación.

7.2. Recopilación de información, sitios de trabajo, características ambientales, diversidad de especies locales y toma de muestras

A través de cartografía temática se delimitó la zona de estudio, mostrando las mejores rutas de acceso y por medio de fotointerpretación se ubicaron las zonas con mayor deterioro ambiental, así como aquellas que presentan mayor cobertura arbórea (**Figura 2.**). De igual forma, se obtuvo información bibliográfica para tener en cuenta los antecedentes de trabajos asociados al tema y metodologías empleadas, así como la preparación de cuestionarios de carácter etnobotánico, basados en la guía de Benyei y colaboradores (2017), los cuales fueron aplicados a los pobladores del área para la obtención del conocimiento local acerca de los recursos maderables del sitio, además de los lugares y ecosistemas más comunes de establecimiento de estas especies aplicando técnicas de investigación participativa (Francés *et al.*, 2015).

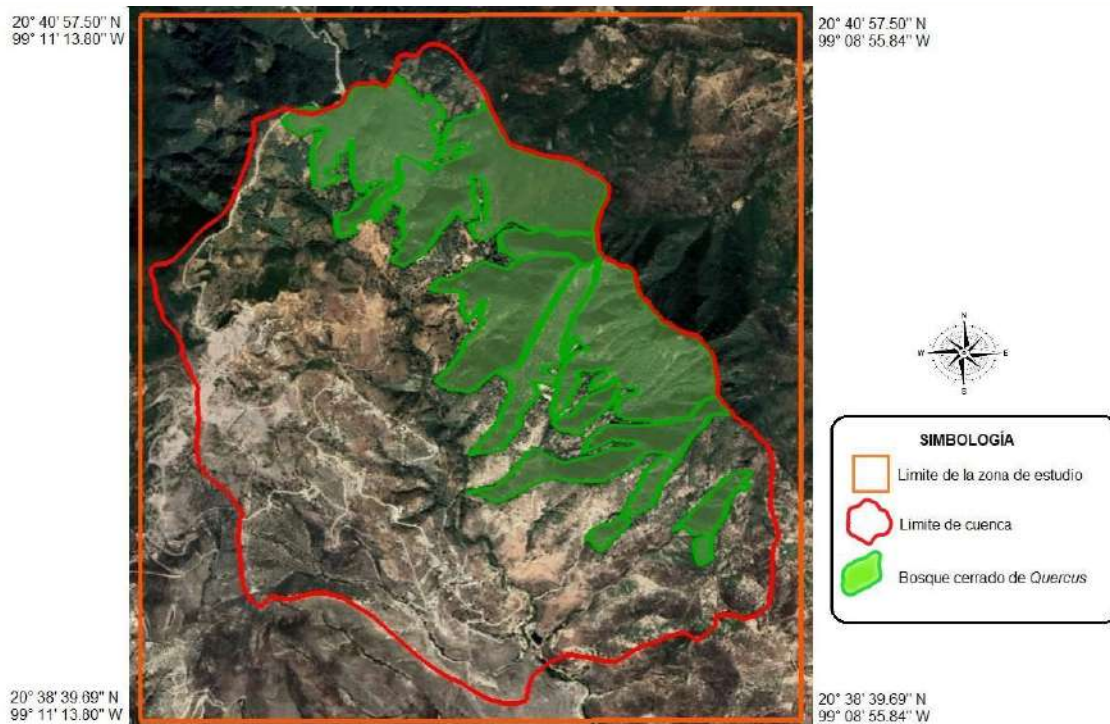


Figura 2. Áreas con mayor cobertura arbórea.

Al llegar al sitio, con la colaboración de informantes y con ayuda de catálogos ilustrativos ya realizados en la zona (Aldasoro, 2000; Sánchez *et al.*, 2008), se elaboró un inventario de especies importantes de acuerdo al uso y de manera simultánea, se eligieron árboles madre en estado de fructificación. Las bellotas de *Quercus* fueron colectadas en tres sitios (**Tabla 4.**) a lo largo de senderos guiados por personas que conocen perfectamente los bosques cerrados de encinos, ubicados en el límite noreste de la cuenca del Río Tula (**Figura 3.**).

Tabla 4. Sitios de colecta.

Sitio de muestreo (S)	Coordenadas	Altitud
S1	20° 40' 42.82" N 99° 10' 28.70" W	2659 msnm
S2	20° 40' 45.90" N 99° 10' 24.00" W	2674 msnm
S3	20° 40' 46.20" N 99° 10' 19.90" W	2685 msnm

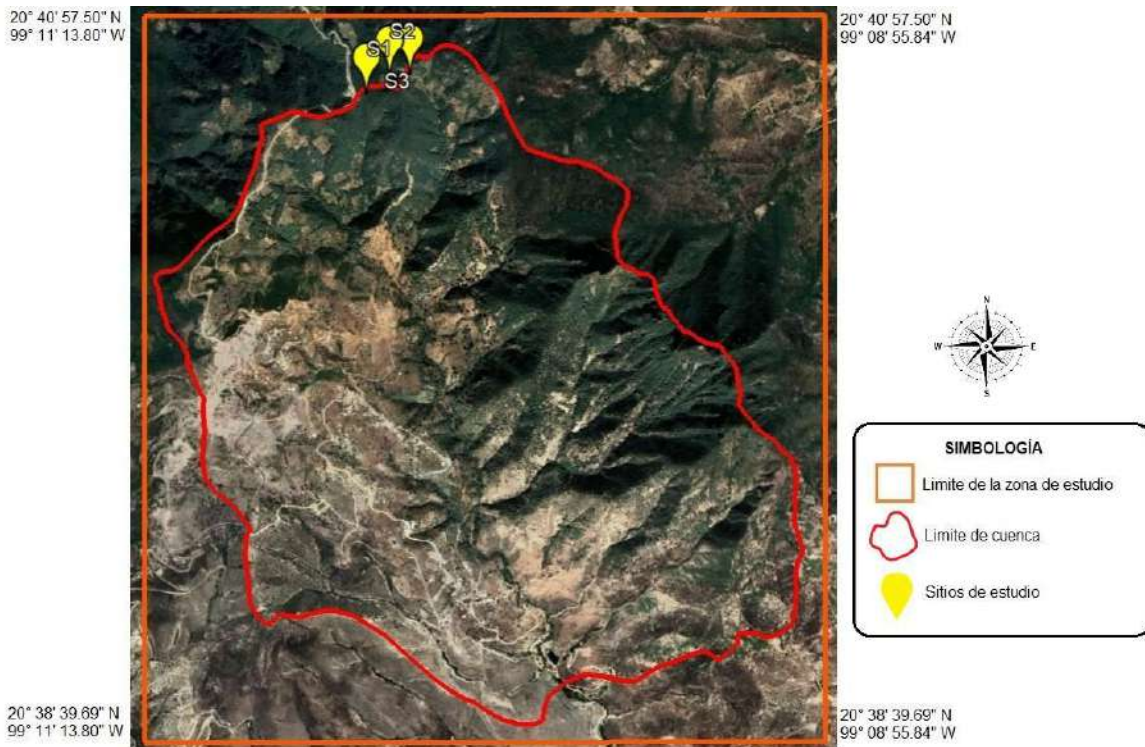


Figura 3. Sitios de colecta.

Durante la colecta se evitaron bellotas con evidente daño por insectos. Las bellotas cosechadas se colocaron en bolsas herméticas debidamente rotuladas con información del sitio de colecta, especie probable, georeferencia y fecha además de que se tomó una muestra botánica de las especies madre para su posterior determinación. Finalmente, las bellotas se trasladaron al Laboratorio de Edafología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

7.3. Procesos de germinación y producción de encinos

Las semillas fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de 7°C para mantener su capacidad germinativa. Luego se lavaron con agua corriente y desinfectaron con una mezcla de agua destilada e hipoclorito de sodio a una concentración del 10% (Clark *et al.*, 2018; Ramírez, 2009). Posteriormente, se llevó a cabo la prueba de flotabilidad para elegir semillas viables mediante la colocación de las bellotas en un recipiente (20 L) previamente lleno de agua. Después de 24 hrs, las bellotas flotantes fueron signo de infección debido a que los cotiledones y embriones fueron consumidos por los parásitos (es decir, la bellota está vacía), por el contrario, las bellotas sumergidas fueron semillas que aún poseen endospermo y embrión viable para germinar (González *et al.*, 2013). Las bellotas sumergidas se colocaron nuevamente en bolsas herméticas de plástico y se mantuvieron en refrigeración para comenzar después el proceso de escarificación mecánica y manual retirando todo el pericarpio con navajas.

Tratamiento experimental. Se establecieron tres lotes experimentales de semillas de acuerdo al sitio de colecta: 1) semillas no escarificadas, 2) semillas escarificadas sanas y, 3) semillas escarificadas con presencia de larvas, y dos lotes de semillas de acuerdo a la especie a la que pertenecían: 1) semillas de la especie *Q. rugosa* y, 2) semillas de la

especie *Q. laurina*. Para mantener las semillas se usaron cajas Petri. Utilizando como sustrato papel filtro absorbente blanco, los ensayos de germinación se iniciaron secuencialmente después de realizada la escarificación y a pesar de que todas las escarificaciones no fueron terminadas al mismo tiempo, estas se llevaron a cabo en las mismas condiciones.

Finalmente, los recipientes que contenían las bellotas de los diferentes sitios y tratamientos se colocaron en una cámara de germinación a temperatura constante de 25 °C y con fotoperiodo de 12 horas de luz/oscuridad (Díaz & Reyes, 2009). El riego y limpieza de cajas se efectuó dos veces por semana.

En todos los casos, la germinación se monitoreó diariamente durante 30 días, las semillas que no germinaron después de este periodo se consideran latentes (Baskin y Baskin, 2001 en Moreno y Miranda, 2013), se asumió que la germinación había ocurrido al registrar la aparición de la radícula con un mínimo de 5 mm de largo (Zavala, 2004). Todo esto con la finalidad de estudiar su comportamiento germinativo, calculando la potencia germinativa, así como la calidad germinativa e índice de Maguire (Romero *et al.*, 2017).

Una vez germinadas las semillas se aplicó inóculo de microorganismos a partir del suelo natural de extracción del material al 10%, dos días después se realizó una revisión para determinar si las semillas inoculadas no presentaban hongos dañinos, y se inoculó el resto de las semillas para después ser trasplantadas en charolas de germinación de 54 cavidades, empleando como sustrato tierra negra con hojarasca triturada. Se aplicaron riegos normales cada tercer día. Después del trasplante se tomaron datos para la determinación de sobrevivencia y crecimiento, este último fue monitoreado realizando mediciones cada semana durante el periodo de estudio. Registrando así el largo del tallo, número de hojas y cobertura, así como las condiciones de temperatura y humedad.

7.4. Elaboración de base de datos y sistematización de información

Con la información recabada se elaboró una base de datos a la cual se le aplicaron pruebas estadísticas utilizando la aplicación básica de Excel Microsoft para obtener los estadísticos de rutina.

La identificación de las especies se hizo por comparación de las muestras botánicas colectadas y plántulas con las colecciones científicas digitales de El Herbario Nacional de México (MEXU), El Herbario Iztacala (IZTA), la Flora Fanerogámica del Valle de México (Rzedowski, 2005), la guía de Encinos de México (Romero *et al.*, 2015) y el Catálogo ilustrado de los encinos del Parque Nacional Los Mármoles, Estado de Hidalgo (Sánchez *et al.*, 2018).

La sistematización de información se recabó de un conjunto numeroso de trabajos etnobotánicos, taxonómicos y florísticos que especifican: propagación, capacidad germinativa, algunos tipos de plagas, importancia y uso de los encinos, distribución, etcétera, para la elaboración de un instrumento de divulgación y capacitación.

7.5. Elaboración de material de divulgación y capacitación local

Con la sistematización de los numerosos trabajos bibliográficos se elaboró un Manual de producción de encinos: guía rápida de propagación por semilla, dirigido a la población local de la comunidad, con el cual se busca contribuir a la conservación de los recursos forestales, sugiriendo alternativas de producción y manejo para los habitantes.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Especies maderables e importantes de la región

En la región de estudio se identificaron un total de 4 especies del género *Quercus*, las cuales se mencionan en la **Tabla 5**. Donde se muestran los datos sistemáticos y el nombre común dado en la localidad. La información de tipo etnobotánica proporcionada por los informantes indicó que las plantas del género *Quercus* son reconocibles por su tamaño, forma de hoja, fruto y coloración, además de puntualizar su importancia por ser un recurso maderable, empleado en la obtención de postes, tablas destinadas a la fabricación de muebles y con fines energéticos para la obtención de leña y carbón, además de aprovechar los residuos para la elaboración de composta.

Tabla 5. Especies encontradas en el bosque de encino del área de estudio.

Nombre científico	Orden	Familia	Género	Nombre Local	Nombre Hñahñu *
<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Encino blanco	t'axaxiza
<i>Q. mexicana</i> Bonpl	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Encino blanco	t'axaxiza
<i>Q. laurina</i> Bonpl	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Encino duro Encino rojo Encino escobillado	thengxiza, baxixiza
<i>Q. rugosa</i> Née	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i>	Encino blanco	t'axaxiza

*Obtenido de: Cruz *et al.*, 2010.

De estas se encontró que la especie *Q. laurina.*, es la de mayor importancia por el uso que se le brinda. Dentro de ellos está el gran potencial de aprovechamiento para la industria maderera (Hernández *et al.*, 2009). Además, el sitio se caracteriza por ser bosque de encino de tipo cerrado, en el cual la especie dominante fue *Q. rugosa*.

8.2. Descripción morfológica de las especies de importancia y dominancia localizadas en El Nogal: *Q. laurina* y *Q. rugosa*

En México, los encinos están representados principalmente por las especies de la sección Lobatae o encinos rojos y de la sección Quercus o encinos blancos, *Q. laurina* (**Figura 4.**) está clasificada en la Sección Lobatae, mientras que *Q. rugosa* (**Figura 8.**) está clasificada en la sección Quercus (Sabás *et al.*, 2015). Las características morfológicas de los encinos se reportan a continuación:

Quercus laurina Humb. & Bonpl.

Nombres comunes: Encino chilillo, encino laurelillo, encino hoja angosta, encino roble, encino colorado, encino blanco, encino escobillado, encino prieto, encino urikua, atluapitzahual, xicatahua, tesmolera, huitzalacate (CONAFOR, 2003; Arizaga *et al.*, 2009).

Sinonimias: *Q. lanceolata* Humb. & Bonpl., *Q. barbinervis* Benth., *Q. bourgaei* Trel., *Q. caerulocarpa* Trel. (Rzedowski, G. C. de, & J. Rzedowski, 2005).

Descripción: **Árbol** de 4 a 40 m de altura, tronco con un diámetro de 15 cm a 1 metro, con ramillas de 1 a 2.3 mm de diámetro, tomentosas al principio, después glabrescentes, de color rojo oscuro con lenticelas pequeñas, corteza gris oscura y finamente agrietada.

Hojas (**Figura 5.**) caedizas con el peciolo de 6 a 12 mm de largo, tomentoso, limbo algo rígido, lanceolado o elíptico-oblancheolado, de 3.3 a 14.5 cm de largo por 1 a 5 cm de ancho, ápice agudo, a veces acuminado, borde algo engrosado, entero o dentado-aristado, base redondeada o subcordada, venas laterales 5 a 9 pares, haz y envés lustrosos, envés casi glabro excepto por los mechones de pelos situados en las axilas entre las venas laterales de color verde a verde amarillento y el nervio central. Flores masculinas (**Figura 6.**) de 8 a 11 cm de largo, pilosos; flores femeninas 1 a 3 en un pedúnculo fuerte de 1 a 2 cm de largo; **Fruto** (**Figura 7.**) (bellota) solitario o agrupados por pares sobre un pedúnculo de 2 a 4 mm de grosor, cúpula hemisférica, de 12 a 15 mm de diámetro, con las escamas canescentes o glabras, bellota ovoide, de 15 a 20 mm de largo por 10 a 17 mm de diámetro (Arizaga *et al.*, 2009; CONAFOR, 2003; Rzedowski, G. C. de, & J. Rzedowski, 2005; Romero *et al.*, 2015).

Distribución: Endémica a México, Tamaulipas, Durango, San Luis Potosí, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Tlaxcala, Ciudad de México, Morelos, Puebla y Veracruz (Arizaga *et al.*, 2009; Rzedowski, G. C. de, & J. Rzedowski, 2005; Romero *et al.*, 2015).

Altitud: entre 1500 y 3200 m (Arizaga *et al.*, 2009; CONAFOR, 2003).

Tipos de Vegetación: Bosque de Quercus, bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas (Arizaga *et al.*, 2009; CONAFOR, 2003; Rzedowski, G. C. de, & J. Rzedowski, 2005).

Época de floración y fructificación: Floración desde finales de febrero hasta abril. Fructificación bianual, entre junio y diciembre (CONAFOR, 2003).

Usos: leña, carbón, fabricación de cercas, arados, redilas, papel tipo kraft, muebles rústicos, utensilios domésticos, tarimas para carga, instrumentos musicales, bancos, cabos de herramientas, vigas de construcción, postes (Arizaga *et al.*, 2009; CONAFOR, 2003).

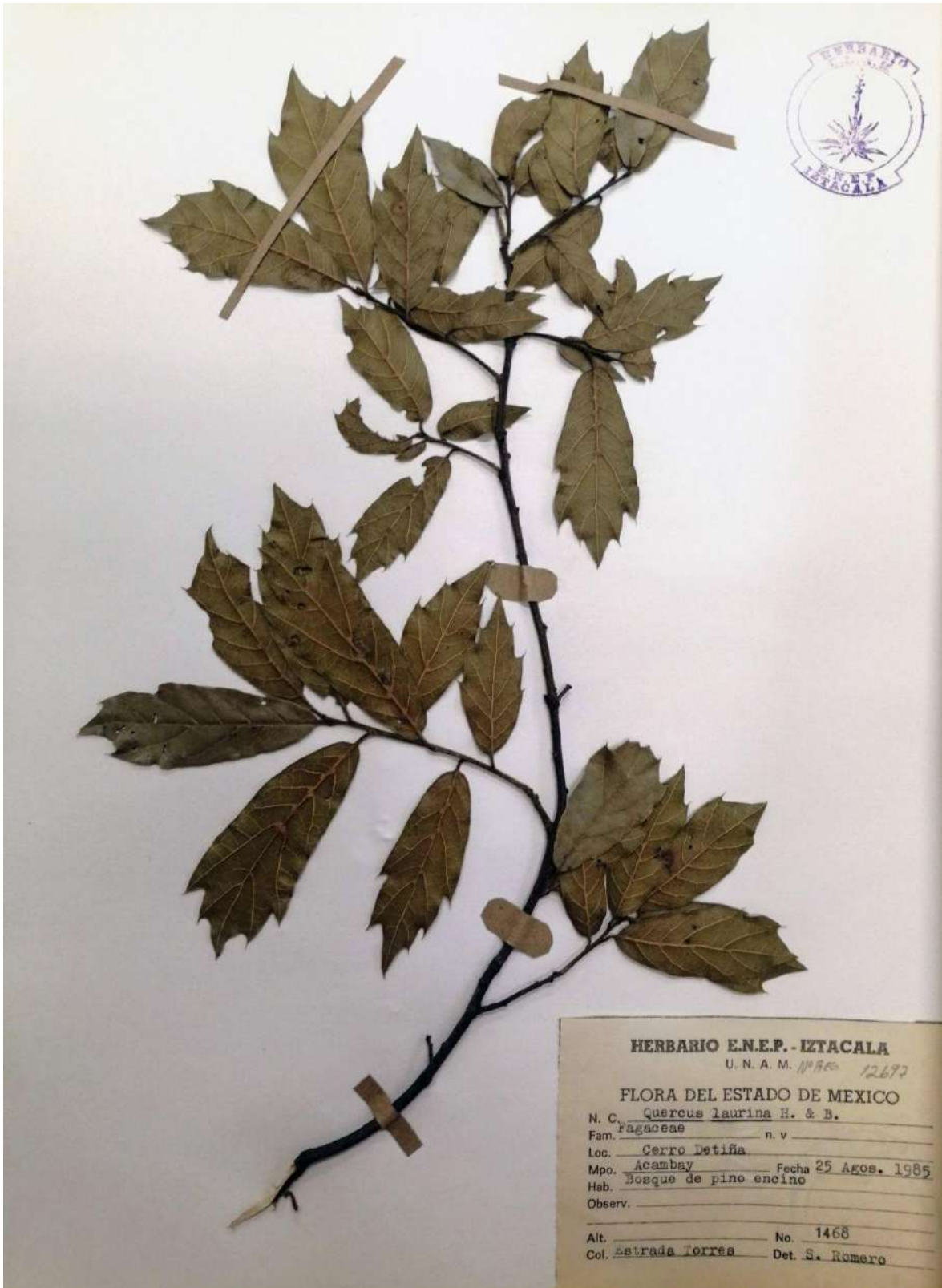


Figura 4. Organismo herborizado de *Q. laurina*.



Figura 5. Hojas de *Q. laurina*.



Figura 6. Flores masculinas de *Q. laurina*.



Figura 7. Frutos de *Q. laurina*.

***Quercus rugosa* Née.**

Nombres comunes: encino de miel, encino cuero, encino blanco liso, encino de asta, encino avellano, encino tocuz, encino quebracho, encino roble, encino hojarasco, encino negro (Arizaga *et al.*, 2009; CONAFOR, 2003).

Sinonimias: *Q. reticulata* Humb. & Bonpl., *Q. conglomerata* Trel., *Q. ariifolia* Trel., *Q. bonplandiana* Sweet., *Q. decipiens* Mart. & Gal., *Q. diversicolor* Trel., *Q. durangensis* Trel., *Q. innuncupata* Trel., *Q. purpusi* Trel., *Q. rhodophlebia* Trel., *Q. spicata* Humb. & Bonpl., *Q. spicata* Liebm., *Q. suchiensis* Warb., *Q. uhdeana* Trel., *Q. vellifera* Trel. (Arizaga *et al.*, 2009; CONAFOR, 2003; Rzedowski, G. C. de, & J. Rzedowski, 2005).

Descripción: **Árbol o arbusto** de 3 a 25 m de altura; tronco con un diámetro de hasta 1 m o más, de ramillas fuertes de 2 a 4 mm de diámetro, tomentosas al principio, después casi glabras; estípulas lineares u oblanceoladas, de 8 a 12 mm de largo, escariosas y pilosas, corteza gris castaño y escamosa. **Hojas (Figura 9.)** con pecíolo pubescente, de 5 a 10 mm de largo, muy gruesas, rígidas y coriáceas, frecuentemente cóncavas por el envés, muy rugosas, obovadas, elíptico-obovadas o casi suborbiculares de 4 a 20 cm de largo por 1.8 a 13 cm de ancho, ápice anchamente obtuso o redondeado, margen engrosado con 3 a 17 dientes, estos dientes terminan en mucrón y fuerte hasta de 1 mm de largo, base redondeada o cordada, nervios laterales 8 a 12 pares, haz verde oscuro lustroso y glabro, envés amarillento tomentoso con pelos ramificados y pelos glandulares abundantes vermiformes, epidermis glauco-cerosa, papilosa y algo ampulosa. Flores masculinas (**Figura 10.**) de 3 a 6 cm de largo; flores femeninas de 2 a 12 en un pedúnculo largo y delgado; **Fruto (Figura 11.)** (bellota ovoide) anual, solitario y en grupos de 2 ó 3 bellotas en la extremidad de un pedúnculo de 10 a 25 mm de largo por 8 a 15 mm de diámetro (Arizaga *et al.*, 2009; CONAFOR, 2003; Rzedowski, G. C. de, & J. Rzedowski, 2005; Romero *et al.*, 2015).

Distribución: Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México, Ciudad de México, Morelos, Puebla y Veracruz (Arizaga *et al.*, 2009; Rzedowski, G. C. de, & J. Rzedowski, 2005; Romero *et al.*, 2015).

Altitud: 1100 a 3150 msnm (Arizaga *et al.*, 2009; Rzedowski, G. C. de, & J. Rzedowski, 2005).

Tipos de Vegetación: Bosque de encino, bosque de pino-encino, bosque de pino, bosque mesófilo de montaña, matorral, matorral subtropical (Arizaga *et al.*, 2009; CONAFOR, 2003; Rzedowski, G. C. de, & J. Rzedowski, 2005)

Época de Floración y Fructificación: Florece de marzo a junio, bellotas producidas de octubre a febrero (CONAFOR, 2003).

Usos: leña, carbón, pilotes, durmientes, postes para cercas, para curtir pieles, las hojas para hacer decoraciones navideñas y el fruto para preparar café (Arizaga *et al.*, 2009; CONAFOR, 2003).

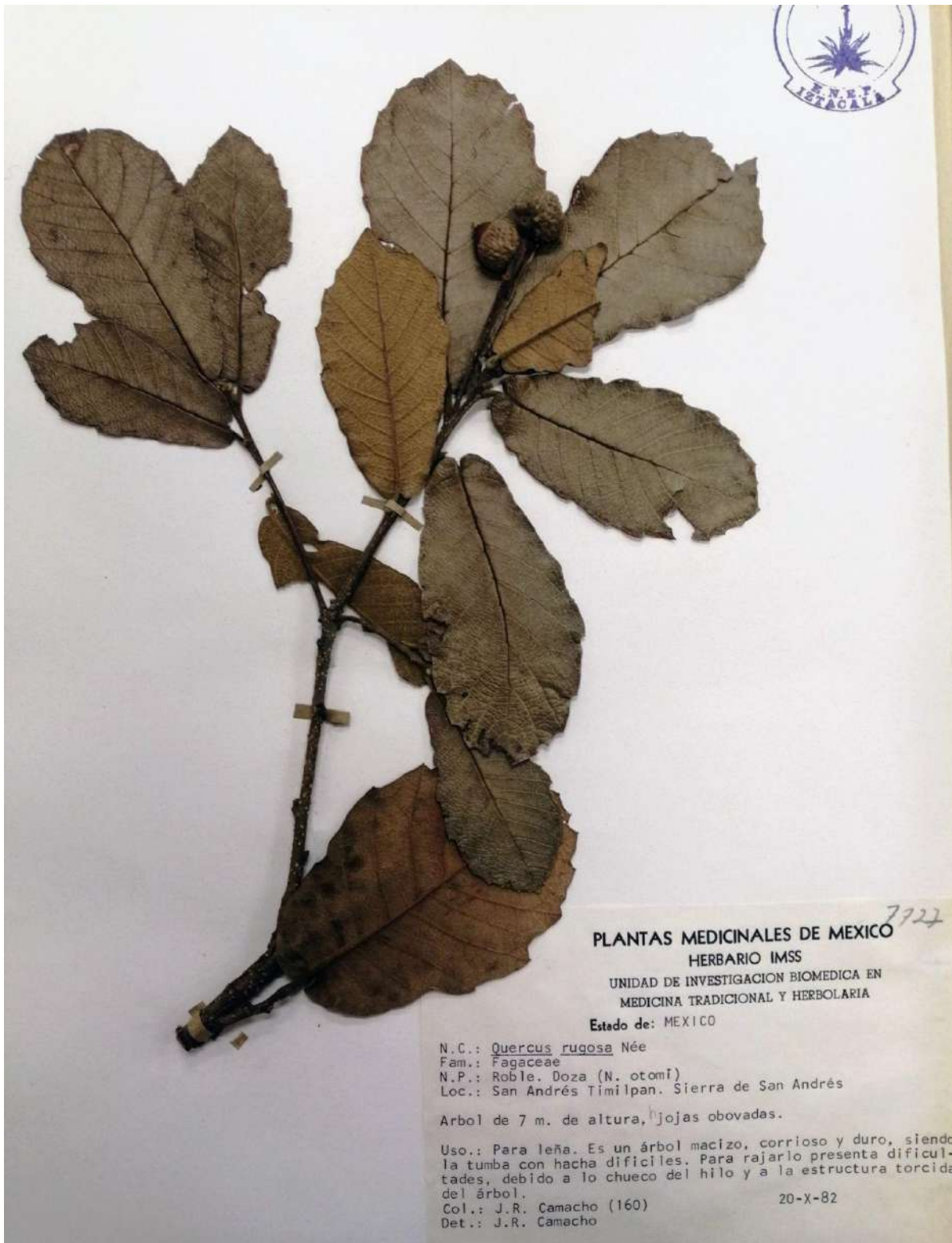


Figura 8. Organismo herborizado de *Q. rugosa*.



Figura 9. Hojas de *Q. rugosa*.



Figura 10. Fruto de *Q. rugosa*.



Figura 11. Flores masculinas de *Q. rugosa*.

8.3. Comportamiento germinativo

Evaluación de flotabilidad

De una colecta en tres sitios se obtuvo un total de 440 semillas a las cuales se les practicó una prueba de flotabilidad tal como se muestra en la **Figura 12**. Para así descartar las bellotas inviables.

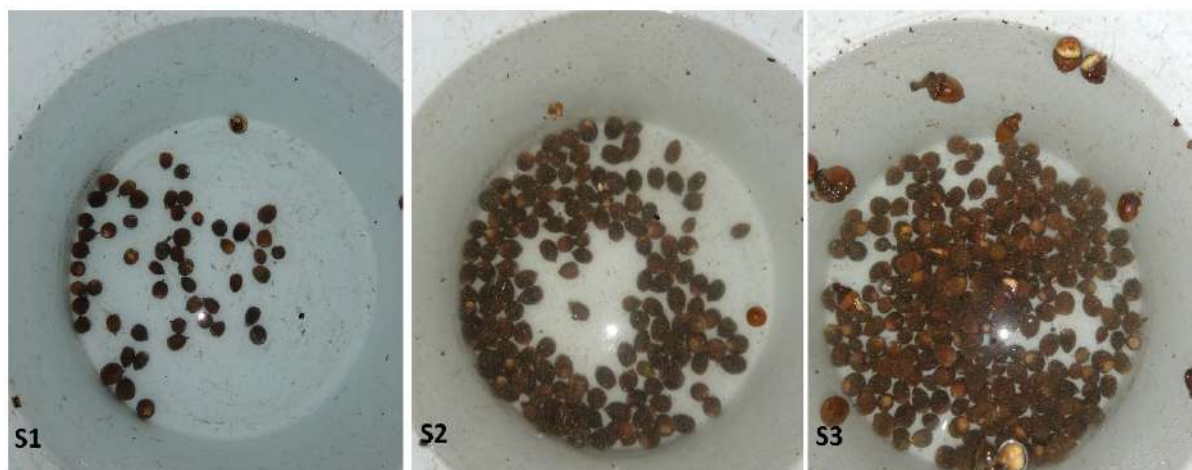


Figura 12. Prueba de flotabilidad de semillas de los tres sitios.

La **Figura 12**. muestra los resultados de las pruebas de flotabilidad de los tres sitios de estudio y a pesar de que esta prueba es adecuada para determinar cantidades de semillas viables, no es del todo confiable, lo cual coincide con lo reportado por González y colaboradores (2013) quienes mencionan que este es un método *a posteriori* para evaluar la infestación de las bellotas y, en algunos casos, las bellotas que se recolectan y se almacenan ya están infestadas, pero no se identifican como tales porque el daño (el orificio por el cual emerge el imago) no es evidente hasta varios meses más tarde.

La **Tabla 6**. Nos muestra los resultados de viabilidad de las semillas tanto escarificadas como de la prueba de flotabilidad.

Tabla 6. Evaluación de bellotas viables e inviables de los sitios de colecta.

	Bellotas totales	Bellotas viables (prueba de flotabilidad)	Bellotas inviables		Bellotas inviables totales
			Prueba de flotabilidad	Escarificación	
Sitio 1	57	55	2	8	10
Sitio 2	228	210	18	22	40
Sitio 3	155	153	2	32	34

En ella se observan las diferencias entre los valores obtenidos por medio de la prueba de flotabilidad y los valores obtenidos de bellotas inviábiles escarificadas, en los tres casos se presentaron bellotas secas de años semilleros anteriores y bellotas con infestación de larvas de insectos identificadas como *Curculio occidentis* a partir de la clave entomológica de Cibrián *et al.*, 1995. (Figura 13).



Figura 13. Bellotas de *Quercus* inviábiles en prueba de flotabilidad después de la escarificación. **A)** Bellotas afectadas por insectos parásitos. **B)** Acercamiento de bellota infectada con larva de *Curculio occidentis*.

Valoración de la germinación de acuerdo a cada sitio.

Las **Tablas 7, 8 y 9** muestran las cantidades de bellotas germinadas y no germinadas de los 3 sitios con los diferentes tratamientos. Los datos demuestran que las bellotas que fueron escarificadas presentaron valores más altos de germinación en comparación de aquellas que no fueron escarificadas, esto concuerda con lo descrito por Martínez *et al.*, en el 2006 y Gómez (2003), quienes sugieren que el tamaño de la apertura de la testa puede influir en la velocidad de germinación y así mismo que las bellotas escarificadas que no germinaron pudieron haber sido dañadas en la escarificación mecánica por la destrucción del endospermo aunado al daño ocasionado por larvas de insectos, proceso similar que fue observado en este estudio, donde bellotas en germinación presentaron la emergencia de la larva antes mencionada.

Tabla 7. Total de bellotas germinadas vs. no germinadas por tratamiento, sitio 1.

Sitio 1											
Total de bellotas sin escarificar				Total bellotas escarificadas							
7				40							
				Sanas				Larva			
Tratamiento con luz		Tratamiento sin luz		24				16			
7		0		Tratamiento con luz		Tratamiento sin luz		Tratamiento con luz		Tratamiento sin luz	
				12		12		8		8	
Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas
2	5	0	0	11	1	12	0	7	1	8	0

Tabla 8. Total de bellotas germinadas vs. no germinadas por tratamiento, sitio 2.

Sitio 2											
Total de bellotas sin escarificar				Total bellotas escarificadas							
98				90							
				Sanas				Larva			
Tratamiento con luz		Tratamiento sin luz		40				50			
49		49		Tratamiento con luz		Tratamiento sin luz		Tratamiento con luz		Tratamiento sin luz	
				20		20		25		25	
Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas
40	9	40	9	18	2	17	3	23	2	25	0

Tabla 9. Total de bellotas germinadas vs. no germinadas por tratamiento, sitio 3.

Sitio 3											
Total de bellotas sin escarificar				Total bellotas escarificadas							
70				51							
				Sanas				Larva			
Tratamiento con luz		Tratamiento sin luz		27				24			
35		35		Tratamiento con luz		Tratamiento sin luz		Tratamiento con luz		Tratamiento sin luz	
14				13				12		12	
Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas	Germinadas	No germinadas
29	6	32	3	13	1	13	0	12	0	12	0

8.4. Producción, crecimiento y sobrevivencia de plántulas en vivero

El total de semillas, su porcentaje de germinación, porcentaje de sobrevivencia por lapso de días de germinación se presentan en las **Tablas 10, 11 y 12**.

Tabla 10. Total de semillas, % de germinación, % de sobrevivencia del sitio 1.

Tratamiento		Total de semillas	% de germinación	% de sobrevivencia	Tiempo de germinación (días)
Bellotas sin escarificar	Con Luz	7	28.57%	50%	8
	Sin Luz	-	-	-	-
Bellotas escarificadas Sanas	Con Luz	12	91.6%	45.45%	20
	Sin Luz	12	100%	50%	16
Bellotas escarificadas con larva	Con Luz	8	87.5%	57.14%	16
	Sin Luz	8	100%	62.5%	16

Tabla 11. Total de semillas, % de germinación, % de sobrevivencia del sitio 2.

Tratamiento		Total de semillas	% de germinación	% de sobrevivencia	Tiempo de germinación (días)
Bellotas sin escarificar	Con Luz	49	81.6%	50%	24
	Sin Luz	49	81.6%	77.5%	18
Bellotas escarificadas Sanas	Con Luz	20	90%	83.33%	20
	Sin Luz	20	85%	58.82%	22
Bellotas escarificadas con larva	Con Luz	25	92%	65.21%	23
	Sin Luz	25	100%	52%	20

Tabla 12. Total de semillas, % de germinación, % de sobrevivencia del sitio 3.

Tratamiento		Total de semillas	% de germinación	% de sobrevivencia	Tiempo de germinación (días)
Bellotas sin escarificar	Con Luz	35	82.8%	62.06%	20
	Sin Luz	35	91.4%	56.25%	22
Bellotas escarificadas Sanas	Con Luz	14	92.8%	61.53%	14
	Sin Luz	13	100%	76.92%	12
Bellotas escarificadas con larva	Con Luz	12	100%	58.33%	14
	Sin Luz	12	50%	50%	10

En las **Tablas 10, 11 y 12**, se observa que las bellotas escarificadas, así como aquellas bellotas en tratamiento sin luz, mostraron un alto porcentaje de germinación en contraste de aquellas sin escarificar y con presencia de luz esto sugiere que probablemente las semillas de *Quercus* tendrían más oportunidad de germinar en los micrositos sombreados y húmedos por el carácter recalcitrante que poseen, esto coincide con Zavala (2001), quien menciona que en efecto, la presencia de una capa de hojarasca es lo común en el piso del bosque donde crecen los encinos **Figura 14**.



Figura 14. Bellotas de *Quercus* germinadas. **A)** Bellotas sin escarificar con radícula en tratamiento sin luz después de ocho días. **B)** Bellotas escarificadas en tratamiento sin luz después de ocho días.

El porcentaje más alto (45,45 %) de las plántulas muertas se concentró en el sitio 1, esto puede ser provocado por *Capnodium sp.* “fumagina” el cual fue encontrado en los individuos, que de acuerdo a Mendoza y colaboradores en el 2005, se manifiesta como un polvillo negro que cubre hojas, tallos, troncos, y frutos, impidiendo así procesos como la fotosíntesis, respiración y otras funciones de los órganos dañados retardando su crecimiento y desarrollo. *Capnodium sp.* vive de las mielecillas excretadas por pulgones y mosquitas blancas, las cuales pueden estar presentes en el sustrato utilizado.

Estructura morfológica de plántulas

Los caracteres seleccionados permiten diferenciar las dos especies involucradas en este estudio. Las dos muestran diferente aspecto en campo, y el análisis de algunas estructuras como el número de venas secundarias y su impresión en el haz, el aspecto del tomento en el envés y lo revoluto o no del margen de la hoja permite reconocerlas como puede apreciarse en la **Figura 15, 16 y 17**. Cabe recalcar que este análisis se llevó a cabo con plántulas, lo cual dificulta la identificación, en parte, a la gran variabilidad que presentan las especies en algunos caracteres hasta cierto punto superficiales.

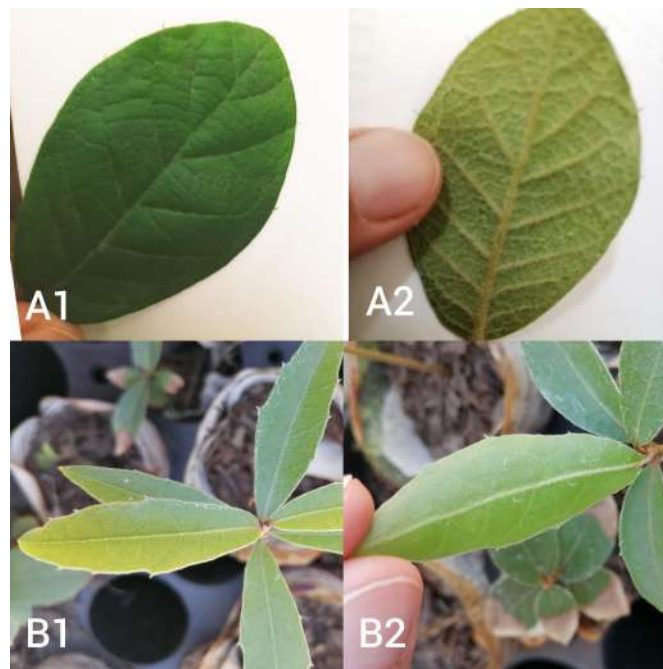


Figura 15. Especies de encino identificadas en el sitio 1. **A)** Hojas de *Q. rugosa*. **A1)** Haz de hoja de *Q. rugosa*. **A2)** Envés de hoja de *Q. rugosa*. **B)** Hojas de *Q. laurina*. **B1)** Haz de hoja de *Q. laurina*. **B2)** Envés de hoja de *Q. laurina*.

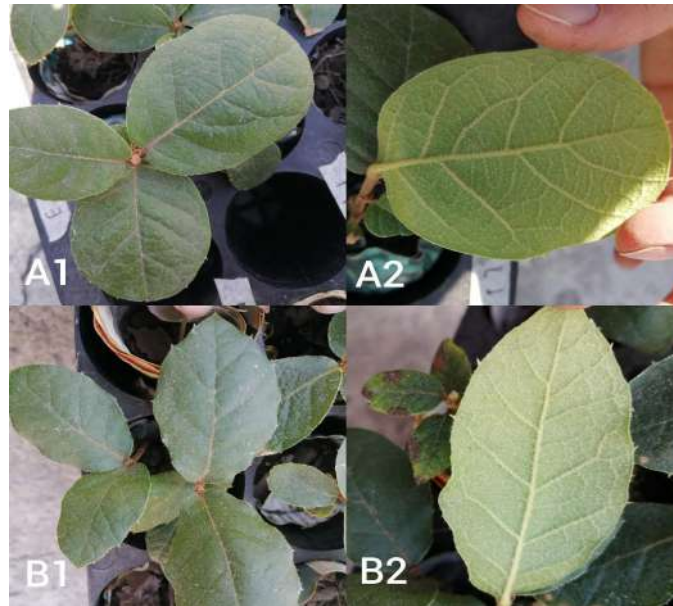


Figura 16. Especies de encino identificadas en el sitio 2. **A)** Hojas de *Q. rugosa*. **A1)** Haz de hoja de *Q. rugosa*. **A2)** Envés de hoja de *Q. rugosa*. **B)** Hojas de *Q. crassifolia*. **B1)** Haz de hoja de *Q. crassifolia*. **B2)** Envés de hoja de *Q. crassifolia*.

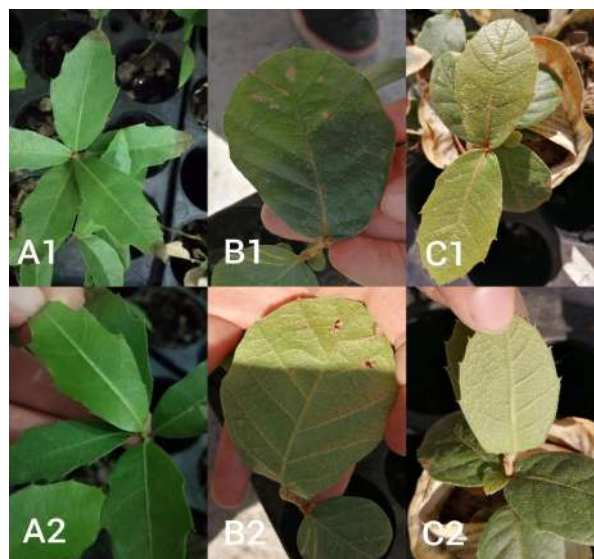


Figura 17. Especies de encino identificadas en el sitio 3. **A)** Hojas de *Q. laurina*. **A1)** Haz de hoja de *Q. laurina*. **A2)** Envés de hoja de *Q. laurina*. **B)** Hojas de *Q. rugosa*. **B1)** Haz de hoja de *Q. rugosa*. **B2)** Envés de hoja de *Q. rugosa*. **C)** Hojas de *Q. crassifolia*. **C1)** Haz de hoja de *Q. crassifolia*. **C2)** Envés de hoja de *Q. crassifolia*.

Del análisis morfológico anterior se logró la identificación de tres especies distintas de encino: *Q. laurina*, *Q. rugosa* y *Q. crassifolia*., sin embargo, el género presenta una amplia variación en la morfología de las hojas observadas en varias especies; la diferenciación en las características foliares ocurre entre poblaciones e individuos tal como lo menciona Bruschi *et al.*, 2004, lo cual sugiere que el desarrollo foliar es influenciado por las condiciones ambientales prevaecientes en cada localidad de recolección, pues difieren en

altitud, parámetros meteorológicos, pendiente, exposición, tipo de vegetación y grado de perturbación.

En las **Figuras 18, 19 y 20**, se muestran los gráficos de altura, cobertura y número de hojas de las plántulas de cada sitio. Se puede observar que las plántulas del sitio 3, mostraron los valores más altos de crecimiento en los 3 parámetros, esto se puede deber a que los árboles belloteros están mejor conservados, presentan grandes alturas y cobertura, por lo tanto brindan semillas de mayor calidad. Además de que este lugar es el más conservado por los pobladores al tener menor acceso, funciona como un reservorio de germoplasma, mejor calidad de madera y mayor importancia socioeconómica. Esto se complementa con lo citado por Moreno y Cuartas (2015), que mencionan que las “plantas niñera o nodrizas” pueden ser usadas como una estrategia de restauración usándolas como un sistema que provea sombra necesaria para el establecimiento de las plántulas, además de que proporcionan un microhábitat favorable para las plántulas al reducir altas temperaturas de la superficie del suelo e incrementar los nutrientes disponibles.

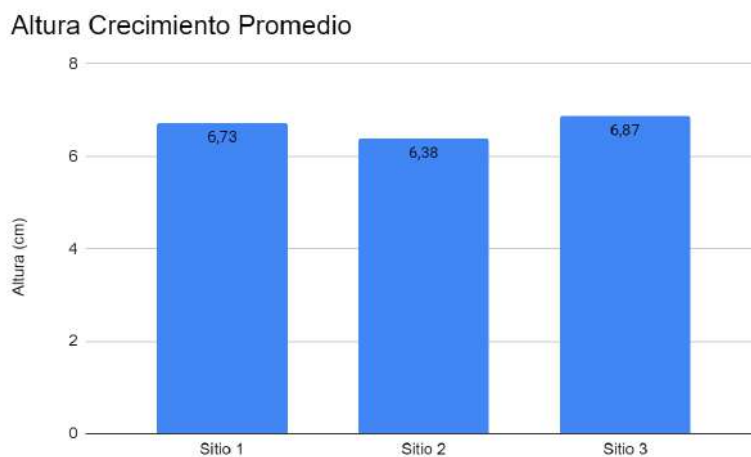


Figura 18. Alturas promedio, obtenidas como resultado de 10 semanas de medición de cada uno de los sitios.

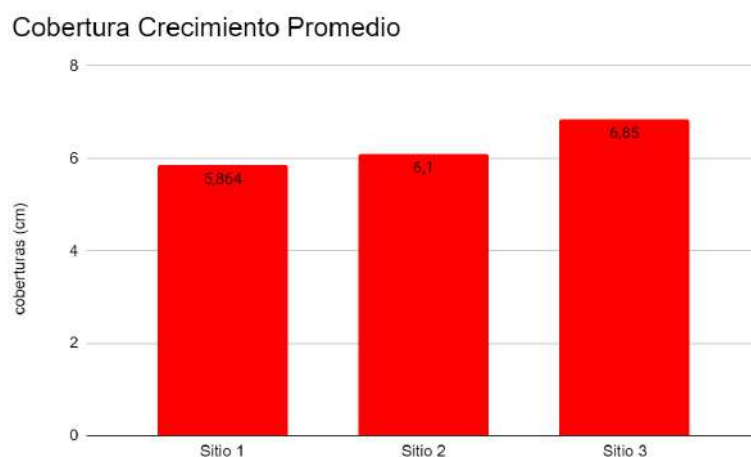


Figura 19. Coberturas promedio, obtenidas como resultado de 10 semanas de medición de cada uno de los sitios.



Figura 20. Número de hojas promedio, obtenidas como resultado de 10 semanas de medición de cada uno de los sitios.

Análisis estadístico

El análisis estadístico mostró que los tres sitios difieren significativamente ($P < 0.05$) en altura y número de hojas desarrolladas por las plántulas; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la cobertura (**Tabla 13.**). Estas diferencias significativas fueron en el sitio 1 y 2 en comparación con el sitio 3, lo cual se puede deber a que el sitio 3 es el menos perturbado, por lo cual presenta menor ataque de plagas y sus frutos son de mayor calidad.

Tabla 13. Valores de F y P (ANOVA) para las variables de altura, cobertura y número de hojas medidas en las plántulas de los tres sitios estudiados.

Variables	F	P
Altura	4.4519*	<0.0131
Cobertura	2.2530	>0.1083
Número de hojas	8.6293*	<0.0002

*Significancia $P < 0.005$ *

Evaluación de germinación y fenología de cada especie.

Las especies de *Quercus* analizadas muestran poca variación en cuanto el tiempo medio de germinación, este solo difiere en un día entre ambas especies, lo cual no se considera un valor significativo. Meyer *et al.*, 1997 en Hernández., *et al* 2010, menciona que los mecanismos que regulan el inicio de la germinación están bajo presiones selectivas; así, la variación de la capacidad germinativa entre y dentro de las especies se interpreta como una adaptación a las condiciones específicas del hábitat local y regional, además de que la variación de los porcentajes y velocidades de germinación entre individuos contribuye a reducir el riesgo de que todos sean sometidos a condiciones similares (adversas) simultáneamente durante su desarrollo, ayuda a evitar o reducir la competencia por recursos entre hermanos, aumenta la distribución de edades de las semillas y así se eleva

la variación genética dentro de una población (Shütz y Rave, 2003 en Hernández., *et al* 2010) Por otro lado un factor por el cual es probable que se reporten bajos porcentajes de germinación pueden ser los periodos de latencia que existen en algunas especies de *Quercus* (Aizen y Patterson 1990), probablemente este sea el caso de *Q. rugosa* que fue la especie con menor porcentaje de germinación, aunado a que desconocemos el tiempo entre la dispersión (caída) y colecta de las semillas, posiblemente las condiciones microclimáticas a las que fueron expuestas pudieron haber estimulado o detenido la germinación y por ello, se detectó una tasa de germinación baja (**Tabla 14.**)

Tabla 14. Índices que describen el comportamiento germinativo de las dos especies de *Quercus* en el estudio.

	<i>Q. rugosa</i>	<i>Q. laurina</i>
Potencia germinativa (PG)	75%	88.57%
Día de inicio de la germinación (IG)	Día 7	Día 7
Tiempo medio de germinación (TMG)	12 Días	11 Días
Índice de Maguire (IM)	30.6	56.84

8.5. Información local relevante sobre manejo y conservación

Tiempo atrás, los bosques se aprovechaban por los pobladores sin prácticas especiales que les permitieran conservar sus recursos naturales, pero ahora se llevan a cabo diversas actividades de explotación forestal que garantizan la conservación de los bosques, por ejemplo, para la obtención de madera para las estufas de leña ya no se recurre a la tala de los individuos completos, ahora los pobladores cortan las ramas que ya están secas o colectan las que han caído a causa de las lluvias o algún otro factor abiótico, otros usos pueden ser la utilización de las hojas de *Q. rugosa* para la elaboración de adornos navideños (Bartolo, E. Comunicación personal, 25 de Septiembre del 2022).

8.6. Elaboración de material de divulgación: “Manual de Producción de Encinos: Guía Rápida de producción por semilla”

Un producto anexo fue la elaboración del “**Manual de Producción de Encinos: Guía Rápida de producción por semilla**”. (**Anexo 1.**) busca contribuir a la difusión de información local para la recuperación y conservación de recursos forestales y de los sitios de importancia ecológica apoyando a la conservación de los bosques mexicanos los cuales pueden ser empleados por los pobladores para su beneficio y recuperación de recursos bióticos que a la larga se concretan en ingresos económicos y de servicios ambientales.

La visión que se tuvo desde la planeación de este proyecto es la de difundir información clara y precisa en agradecimiento a aquellas comunidades que nos han abierto las puertas de su conocimiento y sus bosques, brindándonos la oportunidad de aprender del conocimiento que no tiene precio, la experiencia.

9. CONCLUSIONES

- Se determinaron cuatro especies de encinos identificándose a *Q. laurina* como el más importante para la región y *Q. rugosa* por su dominancia fisonómica, además de *Q. crassifolia* y *Q. mexicana*
- *Quercus rugosa* es el encino presente en los tres sitios muestreados, por lo cual se deduce que es el que presenta una mayor distribución.
- Las bellotas presentaron una adecuada germinación y crecimiento manteniéndose a 25°C con ciclos de luz/oscuridad de 12/12 h. y un riego de dos veces por semana para mantener condiciones adecuadas de humedad.
- El factor principal que promueve la pérdida de bellotas son los insectos parásitos *Curculio occidentis*. Por lo cual, es conveniente separar las bellotas sanas de las dañadas por medio de técnica de flotación a pesar de que está no sea una prueba del todo confiable y aplicar métodos preventivos para el control de plagas.
- De acuerdo a lo analizado se considera que el Sitio 3 brinda semillas de buena calidad en comparación con los otros sitios analizados, lo cual se refleja en la obtención de plántulas de mejor calidad.
- El día de inicio de germinación en ambas especies es de 7 días y el tiempo medio de germinación oscila entre los 11 y 12 días, lo cual no presenta diferencias significativas entre las especies.
- *Q. laurina* presenta una potencia germinativa mayor a *Q. rugosa*.
- En cuanto al Índice de Maguire (IM) se obtuvo que *Q. laurina* presenta valores más altos en comparación con *Q. rugosa*, lo cual está relacionado con la calidad de la germinación.
- Los datos recabados en esta investigación así como el “**Manual de Producción de Encinos: Guía Rápida de producción por semilla**” podrían ser utilizados para organizar proyectos a mayor escala en producción de plantas nativas multifuncionales con buenas posibilidades de sobrevivencia.

10. SUGERENCIAS: ESPECIES NATIVAS CON POTENCIAL PRODUCTIVO Y DE CONSERVACIÓN

Es importante conocer cómo los grupos indígenas de México utilizan los recursos vegetales en beneficio propio, pues se considera que tanto las especies como el uso tradicional de las mismas se encuentran en peligro de extinción (Sánchez *et al.*, 2008). En el Valle del Mezquital la economía familiar depende en gran medida de las remesas producto de la emigración de la población económicamente activa, pero también de actividades como la venta de productos elaborados con especies vegetales propias de la región (**Tabla 15.**).

Un ejemplo es el agave lechuguilla, un recurso abundante en el Valle del Mezquital y muy útil porque contiene una fibra llamada ixtle utilizada para distintos fines como lo son: mecates, estropajos, costales, bolsos, cepillos, lazos y cordelería en general.

Aunado al uso comercial que se le puede dar a gran cantidad de plantas, tenemos el uso medicinal, el cual también es altamente valorado en la localidad.

Tabla 15. Especies vegetales con potencial productivo y para conservación *.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE HÑÄHÑU**	USO
Lechuguilla	<i>Agave lechuguilla</i>	Ts'ut'a	Artesanal, cordelería, y cosmético
Cucharilla o Sotol	<i>Dasyilirion acrotriche</i>	Bohal	Ornamental y flores comestibles
Órgano	<i>Pachycereus marginatus</i>	Mamänxät'ä	Ornamental, construcción y frutos comestibles
Junquillo o Espadín	<i>Agave striata</i>	Thamhni	Ornamental y frutos comestibles
Euphorbia	<i>Euphorbia trigona</i>	-	Ornamental
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	Ts'ik'ya	Construcción, ornamental, medicinal
Maguey Pulquero	<i>Agave salmiana</i>	'Uada	Comestible, cordelería, construcción, leña.
Garambullo	<i>Mytillocactus geometrizans</i>	'Bast'ä	Flores comestibles Ornamental.
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	t'ähi	Flores comestibles, madera.
Pino piñonero	<i>Pinus cembroides</i>	tüdi	Frutos, madera, ornamental.
Encino	<i>Quercus sp.</i>	xiza	Madera, larvas de algunos insectos comestibles.

*Obtenido de: Museo de la Cultura Hñähñu, 2021.

11. BIBLIOGRAFÍA

A

- Aizen M, Patterson A. (1990). Acorn Size and Geographical Range in the North American Oaks (*Quercus L.*). *Journal of Biogeography* 17: 327-332.
- Aldasoro, E.M. (2000). *Entomología de la comunidad Hñähñu, El Dexthi-San Juanico, Hgo.* (Tesis Licenciatura). Facultad De Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Alvarado, L., Saavedra, L., Almaraz, A., Tlapal, B., Trejo, O., Davidson, J.M., Kliejunas, J.T., Oak, S., O'Brien, J.G., Orozco, F. & Quiroz, D. (2007). Agentes asociados y su papel en la declinación y muerte de Encinos (*quercus, fagaceae*) en el centro-oeste de México. *POLIBOTÁNICA*, (23),1-21.
- Almazán, R.C., Puebla, F. & Almazán. (2009). Diversidad de aves en bosques de pino-encino del centro de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 25(1), 123-142.
- Álvarez, A. (2006). *Análisis de la estructura morfológico foliar de Quercus crassifolia asociada a diferentes microambientes dentro del parque nacional El Chico, Hidalgo.* (Tesis de licenciatura) Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Álvarez, E., Sánchez, A. & Valencia, S. (2010). Los encinos del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. *Madera y Bosques*,16(4), 55-66.
- Anderson, R., Calvo, J., Serrano, G. & Payne, G. (2009). Estudio del estado de nutrición y los hábitos alimentarios de comunidades otomíes en el Valle del Mezquital de México. *Salud pública de México*, 51,657-674.
- Arizaga, S., Martínez, J., Salcedo, M. & Bello, M. (2009). *Manual de la diversidad de encinos michoacanos.* (1.ª ed.). México: Instituto Nacional de Ecología.

B

- Benyei, P., Gras, A., Calvet, L., Aceituno, L., Perdomo, A., López, D., Di Masso, M., Guadilla, S., Garnatje, T., Parada, M., Tardío, J., Pardo, M., Vallés, J., & Reyes, V. (2017). *Guía etnobotánica para principiantes.* ICTA.
- Bravo, L.R. (1995). El encino como materia prima en la elaboración de carbón vegetal. III Seminario Nacional Sobre Utilización de Encinos, Tomo II. Linares, N.L.:Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Bravo, M., Mendoza, M., Medina, L. & Sáenz, T. (2010). Características y Control de Cárcavas. *TERRA LATINOAMERICANA*, 28(3), 281-285.

- Bruschi, P.; Grossoni, P.; Bussotti, F. (2004). Within and among tree variation in leaf morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Natural populations. *Trees*, 17, 164-172.

C

- Cibrián, D., Méndez, J., Campos, H. & Flores, J. (1995). *Insectos Forestales de México*. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México.
- Cibrián, D., Alvarado, D. & García, S.E. (2007). *Enfermedades Forestales en México*. Estado de México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Clark, R., Mendoza, A., Aguirre, V., Antunez, P., Campos, J. E., Valencia A, S., Luna, M. D. & Alfonso. C. (2018). Reproducción sexual de *Quercus macdougalii*, un encino endémico de la Sierra Juárez, Oaxaca. *Madera y Bosques*, 24(2), 3-5.
- CONAFOR-UACh. (2013). Línea base de degradación de tierra y desertificación. Informe final.

Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/31169/degradacion-tierras-desertificacion2_PARTE_1.pdf

Consultado: Agosto, 2019.

- CONAFOR. (2003). *Paquetes Tecnológicos: Quercus laurina Humb et Bonpl.*
Disponible en:
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/993Quercus%20laurina.pdf>
Consultado: Diciembre, 2022.

- CONAFOR. (2003). *Paquetes Tecnológicos: Quercus rugosa Neé.*
Disponible en:
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/995Quercus%20rugosa.pdf>
Consultado: Diciembre, 2022.

- CONAGUA. (2020). Estaciones Climatológicas, Santuario, Hidalgo.
Disponible en:
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/estacion/EstacionesClimatologicas.kmz>
Consultado: Diciembre, 2022

D

- Denk, T., Grim, G., Manos, D., Deng, M. & Hipp, A. (2017). An updated infrageneric classification of the oaks: review of previous taxonomic schemes and synthesis of evolutionary patterns. *bioRxiv*, 21(3).
doi: <https://doi.org/10.1101/168146>.
- Díaz, D. & Reyes, I. (2009). Producción y almacenamiento de bellotas de *Quercus Hintonii* warburg (Fagaceae) de la Depresión del Balsas, México. *Polibotánica*, (27), 131-143.

F

- Francés, F.J., Alaminos, A., Penalva, C. & Santacreu, Ó.A. (2015). *La investigación participativa: métodos y técnicas*. PYDLOS.
- Fernández, L. & Goyenechea, I. (2010). Anfibios y reptiles del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de* , 81(3), 705- 712.

G

- Galinier, J. (1987). *Pueblos de la Sierra Madre: Etnografía de la comunidad Otomí*. México: Centros de estudios mexicanos y centroamericanos.
- García, E. & Pereira, J. (2013). El uso medicinal de la bellota. *Medicina Naturista*, 7(1), 42-50.
- González, C., Baldano I., Flores, J. & Rodas, P. J. (2013). Germinación, infestación y viabilidad en bellotas de *Quercus polymorpha* (Schltdl. & Cham.) tras un año de almacenamiento. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* , 19(3).
<https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.07.044>
- Gómez, J. M., García, D. & Zamora, R. (2003). Impact of vertebrate acorn- and seedling- predators on a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. *Forest Ecology and Management*, 180, 125-134.

H

- Hernández, C. R., Álvarez, J. G., Zavala, F. & Espinosa, P. (2009). Estudio cariológico de *Quercus laurina* Humb. & Bonpl. *Ciencia forestal en México*, 34(105), 173-184.
- Hernández, S., López, R., Porras, F., Parra, S. Villarreal, M. & Osuna, T. (2010). Variación en la germinación entre poblaciones y plantas de chile silvestre. *Agrociencia*, 44(6), 667-677.

I

- INEGI (1983A). *Carta geológica*. Hoja Pachuca. F14-11. Escala 1:250000. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI (1983B). *Carta edafológica*. Hoja Pachuca. F14-11. Escala 1:250000. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI (1983C). *Carta hidrológica de aguas superficiales*. Hoja Pachuca. F14-11. Escala 1:250000. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI (1983D). *Carta uso de suelo y vegetación*. Hoja Pachuca. F14-11. Escala 1:250000. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

- INEGI. (1997). *Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI (2020). *Panorama sociodemográfico de Hidalgo: Censo de Población y Vivienda 2020*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INPI. (2020). *Atlas de los Pueblos Indígenas de México*. Disponible en: <http://atlas.inpi.gob.mx/otomies-etnografia/#> Consultado: Junio, 2020.
- IUCN. (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org> Consultado: Octubre, 2021.

J

- Jiménez, M. (2016). *Evaluación y propuesta de manejo integral de los recursos vegetales de la comunidad El Banxú, Ixmiquilpan, Hidalgo*. (Tesis de licenciatura) Universidad Nacional Autónoma de México.

L

- Lerma, F., Hernández, N. & Peña, D. (2014). Un Acercamiento a la Estética del Arte Rupestre del Valle del Mezquital, México. *BOLETÍN DEL MUSEO CHILENO DE ARTE PRECOLOMBINO*, 19(1), 53-70.
- León L. (2019). *La identidad cultural a través de la lengua indígena Hñahñu en el estudiante de la Lic. en educación primaria intercultural bilingüe de la normal "Valle del Mezquital"*. (Tesis de licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Aragón. UNAM. México.
- López F. & Fournier, P. (2009). Espacio, tiempo y asentamientos en el Valle del Mezquital: un enfoque comparativo con los desarrollos de William T. Sanders. *Cuicuilco*. 16(47), 113-114.

M

- Martínez, V., Siqueiros, M. & Martínez J. (2017). Especies del género *Quercus* (Fagaceae) presentes en el área natural protegida de Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia*, 25(71), 12-18.
- Martínez, G., Orozco, A. & Martorell, C. (2006). Efectividad de algunos tratamientos pre-germinativos para ocho especies leñosas de la Mixteca Alta oaxaqueña con características relevantes para la restauración. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 79, 9-20.
- Mejía, S. (2006). *La concepción de salud en la comunidad Hñahñu-Otomí del Alto Mezquital Hidalgo*. (Tesis de licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México.

- Mendoza, M., Luis, A., Castillo, S. & Vidales, I. (2005). *Diagnóstico del manejo actual del cultivo de guayaba en la región oriente de Michoacán*. INIFAP. México.
- Moreno, B., Garet, G. & Fierro, U. (2006). Otomíes del Valle del Mezquital. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México, D.F. 52 pp.
- Moreno, D. & Cuartas, S. (2015). Supervivencia y crecimiento de plántulas de tres especies arbóreas en áreas de Bosque Montano Andino degradadas por ganadería en Colombia. *Acta biol. Colomb.* 20(2), 85-100.
- Moreno, N.E., Miranda, D. & Martínez, F.E. (2013). Germinación de semillas de anón (*Annona squamosa* L.) sometidas a estratificación. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 7(1), 20-30.
- Museo de la Cultura Hñähñu. (2021). Secretaria de Cultura del Estado de Hidalgo. Disponible en: <http://cultura.hidalgo.gob.mx/infraestructura/museo-de-la-cultura-hnahnu/> Consultado: Junio, 2021.

N

- Nixon KC, Crepet WL. (1989). *Trigonobalanus* (Fagaceae): taxonomic status and phylogenetic relationships. *American Journal of Botany*. 76: 828-841.
- Nixon, K. C. (2006). Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus *Quercus*) and oak forests. En M. Kappelle (Ed.). *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests*. Berlin: Springer.

P

- Peña, E. Y. & Hernández., L. (2014). *Tradiciones de la cocina hñähñu del Valle del Mezquital* (1.ª ed.). México, D.F:CONACULTA.

R

- Ramírez, S., Sánchez, A. & Tejero, D. (2009). La Pteridoflora del Parque Nacional Los Marmoles, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 84, 35-44.
- Rodríguez, M. y Allen J. Coombes. (2020). Manual de propagación de *Quercus*: Una guía fácil y rápida para cultivar encinos en México y América Central. Jardín Botánico Universitario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.
- Rodríguez, V., Díaz, C., Sanz, S., Reyes, C. & Sánchez, M. (2020). Bellotas para el engorde de cerdos en extensivo. Sevilla, España:Ecovalia.
- Rodríguez, I. S. & Romero, S. (2007). Arquitectura foliar de diez especies de encino (*Quercus*, Fagaceae) de México. *Acta botánica Mexicana*, 81, 9-34.

DOI: [10.21829/abm81.2007.1049](https://doi.org/10.21829/abm81.2007.1049)

- Romero, S., Rojas, E. & Rubio, L. (2015). *Encinos de México (Quercus, Fagaceae) 100 especies*. México: Facultad de Estudios Superiores de Iztacala.
- Romero, S., Rubio, L., Chávez, L., Rojas, E. & García, M. (2017). Comportamiento germinativo y crecimiento temprano de *Pinus devoniana* y *Pinus pseudostrobus* (Pinaceae). *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología*, 10(39), 749-756.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México* (1.ª ed.). México: Limusa.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski. (2005). *Flora fanerogámica del Valle de México* (2.ª ed.). México, Michoacán: Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

S

- Sabás, J. L., Sosa, O., & Luna, J. (2015). Diversidad, distribución y caracterización básica del hábitat de los encinos (*Quercus*: Fagaceae) del estado de San Luis Potosí, México. *Botanical Sciences*, 93 (4): 881-897.
- Sánchez, A., Valencia, S. & Álvarez, E. (2018). *Catálogo ilustrado de los encinos del Parque Nacional Los Mármoles, Estado de Hidalgo, México*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Sánchez, A., Granados, D. & Simón, R. (2008). Uso medicinal de las plantas por los Otomíes del municipio de Nicolás Flores, Hidalgo, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(3), 271-279.
- SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres– Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio– Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre, 2010.
- SEMARNAT. (2017). Anuario estadístico de la producción forestal 2017. México, D.F: SEMARNAT.
- SEMARNAT. (2013). Programa de ordenamiento ecológico territorial región Ixmiquilpan.
Disponible en:
<http://201.99.98.88/POETIXMIQUILAPN/Banco%20Mundial%20OET%20Ixmiquilpan/Diagn%C3%B3stico.pdf>
Consultado: Agosto, 2019
- Seppelt, R., Dormann, C. F., Eppink, F. V., Lautenbach S. & Schmidt, J.S. (2011). A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead. *Journal of Applied Ecology*, 48,630-636.

U

- Uribe, D., España, M. & Torres, A. (2019). Aspectos biogeográficos y ecológicos del género *Quercus* (Fagaceae) en Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana*, 126, 1-19.

V

- Valencia, S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 33-53.
- Valencia, S., Flores, G., Jiménez, J. & Mora, M. (2017). Distribution and diversity of Fagaceae in Hidalgo, Mexico. *Botanical Sciences*, 95(4), 660-721.
- Vázquez, B., Moreno, M., Rocha, N., Gallegos, J., González, S., Gamboa, C. & González, R. (2016). Encinos mexicanos, un recurso no maderable con potencial para elaborar bebidas tipo Kombucha. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(1), 73-86.

Z

- Zavala F. (2004). Desección de bellotas y su relación con la viabilidad y germinación en nueve especies de encinos mexicanos. *Ciencia Ergo Sum*, 11(2), 177-185.
- Zavala, F. (2001). *Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos*. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México.

12. ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
LABORATORIO DE EDAFOLOGÍA-UBIPRO



"PROGRAMA DE SERVICIO SOCIAL COMUNITARIO INTERDISCIPLINARIO EN
DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE Y CONSERVACIÓN AMBIENTAL EN EL ALTO
MEZQUITAL, HIDALGO."



MANUAL DE PRODUCCIÓN DE ENCINOS

*GUÍA RÁPIDA DE PROPAGACIÓN POR
SEMILLA*

POR FERNANDA ANTARES GUTIÉRREZ
ROCHA

**"PROGRAMA DE SERVICIO SOCIAL COMUNITARIO INTERDISCIPLINARIO EN
DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE Y CONSERVACIÓN AMBIENTAL EN EL
ALTO MEZQUITAL, HIDALGO."**

M. en C. FRANCISCO LÓPEZ GALINDO
RESPONSABLE DEL PROGRAMA DE SERVICIO SOCIAL

Laboratorio de Edafología-Unidad de Biología, Tecnología
y Prototipos (UBIPRO)
FES-Iztacala.
Avenida de los Barrios #1. Los Reyes Iztacala,
Tlalnepantla, Estado de México.
C.P. 54090, A.P.314. Tel. 56 23 11 33.
E-mail: lopezgf@unam.mx

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	55
IMPORTANCIA Y USO DEL ENCINO	56
MÉXICO, UN PAÍS RICO EN ESPECIES DE ENCINOS	57
CICLO DE VIDA	57
FLORES MASCULINAS Y FEMENINAS	57
FRUCTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTOS	58
¿QUÉ ESPECIES SEMBRAR?	58
PROPAGACIÓN POR SEMILLA	59
1.- OBTENCIÓN DE LAS SEMILLAS, COLECTA, MANEJO EN CAMPO, ALMACENAMIENTO Y REFRIGERACIÓN	59
2.- GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS	60
3.- TRANSPLANTE DE PLÁNTULAS	62
SUSTRATOS	63
RIEGO	64
PLAGAS EN LAS SEMILLAS	65
TRABAJO DE VIVERO	65
TRASPLANTE DEFINITIVO	65
CONSIDERACIONES FINALES	67
BIBLIOGRAFÍA	68

PRESENTACIÓN

El presente **“Manual de Producción de Encinos: Guía Rápida de producción por semilla”** es el producto elaborado por la autora como parte de sus actividades de servicio social, realizadas en la comunidad rural de “El Nogal”, en el Alto Mezquital-Ixmiquilpan, Hidalgo, y en las instalaciones del Laboratorio de Edafología-UBIPRO, de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM.

El “Programa de Servicio Social Comunitario Interdisciplinario en Desarrollo Rural Sustentable y Conservación Ambiental, en el Alto Mezquital, Hidalgo”, tiene como objetivo fortalecer y fomentar acciones de servicio social comunitario que contribuyan a la promoción, transición y establecimiento de la sustentabilidad del desarrollo comunitario; a través de la integración de prestadores de servicio social de diversas disciplinas a proyectos y acciones que incluyen los aspectos ambientales, productivos, educativos y de desarrollo social; con la finalidad de elevar la productividad local, el desarrollo urbano, la aplicación y adopción de tecnologías de manejo de recursos naturales, que favorezcan la conservación ambiental, la capacitación continua de la población y la participación directa de las organizaciones civiles del área en cuestión.

Por lo que, el manual tiene el propósito de contribuir al enriquecimiento de los procesos de manejo y conservación de los recursos forestales del área y sitios similares, y aporte herramientas técnicas que ayuden a perfeccionar las prácticas de producción y conservación de la biodiversidad realizadas por las poblaciones del lugar en la búsqueda de un manejo sustentable de los recursos naturales locales.

INTRODUCCIÓN

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y SOCIAL EN EL ÁREA DEL SERVICIO

El Valle del Mezquital conforma una macrorregión, compuesta por 27 municipios, que se caracteriza por un clima desértico, muy caliente durante el día y con bajas temperaturas por la noche. Donde existe escasa precipitación y con plantas resistentes a la sequía (vegetación xerófila). La región se clasifica en tres subregiones, cada una con características ambientales diferentes. La subregión **Centro-Sur** tiene un clima semiseco que se extiende como una franja del centro que baja hacia el sureste. Donde el suelo ha sufrido importantes modificaciones por la introducción de canales de riego que lo han tornado propicio para la agricultura intensiva y ha permitido la diversificación de cultivos. Le sigue la subregión **Centro**, la cual presenta una franja de vegetación xerófila que se extiende hacia el norte, e incluye una pequeña porción de matorral en el suroeste donde abunda el maguey (*Agave spp.*) la lechuguilla (*A. lechuguilla* Torr.) y las biznagas (*Mammillaria spp.*) entre otras cactáceas. De igual forma su clima es seco-semicálido. En esta se practica principalmente la agricultura de temporal y sus tierras también son aptas para actividades pecuarias de las cuales se obtienen diferentes productos destinados a la venta y el autoconsumo (Moreno *et al.*, 2006). Finalmente, hacia el norte encontramos la **tercera subregión, llamada Alto Mezquital**, con características muy distintas a las anteriores. En la zona esta se subdivide en la Zona del Valle, Alto Mezquital Árido, y en las partes más altas la Zona de la Sierra Juárez cuya vegetación es boscosa, con mayor humedad y nivel de precipitación pluvial que las otras subregiones. El suelo no es apto para la agricultura, aunque se practica la de temporal y la extracción de recursos maderables y no maderables.

Dicha región en su mayoría pertenece al municipio de Ixmiquilpan, que de acuerdo a la Asociación de Silvicultores de la Región del Valle del Mezquital, es el mayor consumidor de madera en el Estado, es por esto la preocupación creciente de la conservación de los bosques de encino, ya que Hidalgo es uno de los Estados con mayor consumo de esta madera y ocupa el tercer lugar de aprovechamiento nacional con un 12.6% por lo cual, la pérdida de encinares afecta de manera directa a todos los demás seres vivos que habitan en estos ecosistemas. En la región, gran parte de la población de la zona corresponde al grupo originario Hñahñu, la palabra Hñahñu está formada por dos partículas: Hña (significa hablar) y hñu (significa nariz). Podemos decir que las personas que forman el pueblo hñahñu son aquellas que hablan la lengua nasal, aunque algunos autores los ubican en el grupo otomí. Parte de su cultura se distingue por su idioma, cantos, filosofía, una forma muy particular de sobrevivencia y con una cosmovisión donde se manifiesta un enorme respeto a la naturaleza. Las condiciones de vida de la población han sido históricamente de marginación, sobre todo por la particular geografía que dificulta la producción agrícola (León, 2019).

IMPORTANCIA Y USO DEL ENCINO

Los encinos, robles, alcornoques, o belloteros, desde el punto de vista de clasificación botánica pertenecen al orden Fagales dentro de la familia Fagaceae y el género *Quercus*, el cual comprende entre 400 y 600 especies a nivel mundial y su mayor diversidad está en México. (Valencia *et al.*, 2017). Son plantas leñosas de gran importancia ecológica y económica a nivel mundial, actúan por sí mismos como un ecosistema en miniatura, en donde los diferentes organismos y procesos ecológicos se relacionan entre sí a través de diversas relaciones como la depredación, la herbivoría, la simbiosis y la reproducción (Arizaga *et al.*, 2009).

Nuestro país es poseedor de la mayor riqueza mundial de encinos (168 especies aproximadamente de las cuales 104 especies son exclusivas de nuestro país, es decir, endémicas, por lo cual debemos tener el compromiso de proteger este grupo de plantas tan importantes. Por lo anterior, surge la necesidad de atender los diferentes aspectos de las especies del género para elaborar propuestas de regeneración, manejo y conservación de los ecosistemas donde se establecen y desarrollan los encinares.

Y si a pesar de lo anterior se mantiene la duda de: ¿por qué se deben cultivar encinos? aquí se pueden ampliar algunas razones:

- La madera de encino ocupa el tercer lugar de aprovechamiento nacional.
- Los encinos constituyen el hábitat de un gran número de especies vegetales y animales, muchas de las cuales se encuentran amenazadas debido principalmente al cambio en el uso del suelo (Zavala, 1995, citado por Rodríguez & Romero, 2007).
- En la industria ganadera porcina de varios países los frutos son empleados como alimento para engorde por su alto poder energético.
- México es el segundo centro de diversificación del género *Quercus* en el mundo, se distribuyen desde Canadá hasta Colombia.
- Los encinos tienen una longevidad muy alta, ¡imagínate!, algunos llegan a vivir hasta 1000 años.
- Los encinos, son árboles ornamentales, sus hojas y frutos, por ejemplo, se usan para el paisaje y la decoración. Incluso nuestra bandera nacional tiene junto a las pencas del nopal, ramificadas a los lados dos ramas, una justamente de encino y otra de laurel al lado opuesto.

MÉXICO, UN PAÍS RICO EN ESPECIES DE ENCINOS

En México, los encinos son un grupo de gran importancia ecológica porque sus especies son dominantes en gran variedad de comunidades vegetales (Nixon, 2006) ya que constituyen un elemento fundamental en los ambientes templados húmedos y subhúmedos, están presentes en las cadenas montañosas y en serranías aisladas del altiplano, en los que ha ocurrido su diversificación (Uribe *et al.*, 2019). El número de especies en nuestro país es controversial, ya que no hay un consenso acerca del número preciso por la dificultad al identificarlas. De los dos subgéneros de *Quercus*, *Cyclobalanopsis* y *Quercus*, en México sólo está representado el segundo, con 161 especies y tres secciones: *Quercus* (encinos blancos) con 81 especies, *Lobatae* (encinos rojos) con 76, y *Protobalanus* (encinos intermedios o de copa dorada) con 4 de las 5 especies (Valencia, 2004) además de la sección *Virentes*. Muchas de las especies de encinos son preservadas en las distintas áreas naturales protegidas a lo largo de nuestro país (Martínez *et al.*, 2017) y las podemos encontrar desde el nivel del mar hasta poco más de 3200 msnm.

CICLO DE VIDA

Para producir encinos, antes que nada, debemos conocer información básica sobre su ciclo de vida, para así planear las actividades de reconocimiento y colecta de las especies que nos interesen, conocer si las especies fructifican cada año o cada dos, además de saber cómo distinguir las unas de otras y en donde podemos encontrarlas.

Los encinos son angiospermas leñosas predominantemente monóicas, es decir, las flores masculinas y femeninas viven en el mismo árbol y los podemos distinguir fácilmente por la formación de bellotas.

FLORES MASCULINAS Y FEMENINAS

Las flores pueden durar hasta un mes en los árboles y son de tamaño pequeño, 1 o 2 mm aproximadamente de diámetro. Las flores masculinas se encuentran en agrupaciones colgantes llamadas amentos; los cuales son visibles a simple vista (**Figura 1**). Las flores femeninas por otro lado son solitarias y se encuentran en pequeños grupos y no son perceptibles a simple vista, están dispuestas en forma de espiga (Arizaga *et al.*, 2009). La polinización es llevada a cabo por el viento (polinización anemófila) y como resultado tenemos la formación de frutos llamados bellotas.



Figura 1. Amentos de *Quercus crassifolia*

FRUCTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTOS

Los frutos son nueces conocidas como bellotas, (**Figura 2**), tienen su base cubierta por una cúpula con la semilla en su interior, la cual tiene dos cotiledones donde se almacenan reservas nutricionales como carbohidratos y lípidos importantes en los primeros estadios de desarrollo mientras se establece la plántula. Dependiendo de la especie, las bellotas se producen cada año o cada dos años, y tienen una forma ovoide (de huevo), van a ser verdes cuando están inmaduras y se tornan de color café una vez que maduran. Son una fuente de alimento para numerosos animales, como roedores, aves e insectos; estos últimos se alojan en su interior dañando la semilla, por lo cual es común observar pequeños agujeros en la superficie.

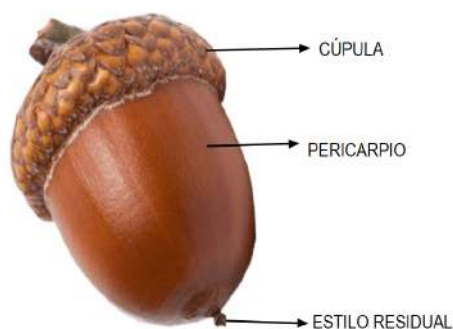


Figura 2. Fruto de encino

¿QUÉ ESPECIES SEMBRAR?

Recomendamos elegir las especies nativas de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación.

Podemos sembrar con fines de **restauración**, para esto se debe seleccionar preferentemente las especies forestales nativas con posibilidades de cubrir más rápidamente las superficies desprovistas de vegetación y así evitar que los problemas de erosión aumenten. También podemos tener una plantación **comercial**, para esto debemos elegir especies de alta productividad a las que se pueda dar un cultivo intensivo y protección total para obtener una abundante cosecha de alta calidad (SEMARNAT, 2010).

PROPAGACIÓN POR SEMILLA

La germinación de semillas es la forma más fácil de propagar encinos, produciendo rápidamente grandes cantidades de plantas, garantizando una amplia diversidad genética. Antes de comenzar a propagar organismos debemos tomar en cuenta algunas recomendaciones como:

1.- OBTENCIÓN DE LAS SEMILLAS, COLECTA, MANEJO EN CAMPO, ALMACENAMIENTO Y REFRIGERACIÓN

Antes de adentrarnos al mundo de la colecta, es importante investigar para asegurarnos que podemos identificar y localizar las especies de nuestro interés ya que aunque algunas son fácilmente reconocibles, otras no. Podemos consultar información en libros, artículos, internet o bien con otras personas que ya sepan reconocer las especies, cualquier información es válida.

Las semillas utilizadas para la propagación deben de obtenerse de árboles madre de buena calidad. El mejor momento para colectar es inmediatamente cuando estas caen del árbol, después probablemente algunas ya se encuentren dañadas. Otra opción es agitar un poco el árbol (si este tiene las condiciones para hacerlo); una selección adecuada nos ayudará a que la mayoría de nuestras semillas germinen. Podemos garantizar que las semillas colectadas son del “árbol madre” que nos interesa ya que muchas veces si las recolectamos del suelo pueden estar mezcladas, para esto podemos comparar las bellotas que se encuentran en el suelo con las del “árbol madre”, de manera que sea posible distinguirlas de las de otras especies (**Figura 3**). Si se realiza la colecta directamente del suelo, se deben recolectar semillas frías al tacto, pesadas, duras y sin agujeros visibles que se encuentren bajo el dosel de los árboles o también podemos colocar trampas hechas de alambre y tela de mosquitero en la base del tronco y bajo la copa del árbol.



Figura 3. Colecta manual de bellotas en suelos de bosques en “El Nogal”.

Una opción es recoger las bellotas en bolsas plásticas, procurando recolectar más bellotas de las necesarias ya que muchas veces las semillas están infestadas de larvas las cuales emergen después de unos días en la bolsa de plástico. Además debemos recordar que las bellotas de los encinos son recalcitrantes, es decir, pierden contenido de humedad rápidamente y es difícil su almacenamiento por largos periodos de tiempo, perdiendo así su viabilidad.

Una vez colectadas las semillas las lavamos muy bien con agua corriente para llevar a cabo la prueba de flotabilidad y así elegir las semillas viables, esta prueba se lleva a cabo mediante la colocación de las bellotas sin cúpula en un recipiente (cubeta, bote o tina de 20 L) previamente lleno de agua (**Figura 4**), y después de 24 hrs, las bellotas sumergidas serán semillas viables para germinar, en cambio las bellotas flotantes son signo de infección debido a que han sido consumidas por parásitos (es decir, la bellota está vacía), una vez hecho esto podemos guardar las semillas en refrigeración en bolsas de plástico rotuladas.



Figura 4. Prueba de flotabilidad en semillas de encino.

2.- GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS

Una vez que nuestras semillas estén limpias y separadas de acuerdo a su viabilidad podemos usar tratamientos pregerminativos para romper la latencia (incapacidad de la semilla a germinar) y hacer que germinen.

Los métodos pregerminativos más comunes son: la estratificación (consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, en frío o calor), la lixiviación (remojar las semillas en agua para remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta), la escarificación, la cual a su vez se divide en: mecánica (raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo o pinzas) y química (remojar las semillas por periodos breves, 15 minutos a 2 horas, en compuestos químicos) y la combinación de tratamientos (dos o más de los anteriores) (Varela & Aparicio, 2011). El método pregerminativo adecuado para semillas de encino es la escarificación mecánica (**Figura 5**). Se ha demostrado que también se puede utilizar una combinación de tratamientos, en nuestro caso agregaremos la lixiviación a la escarificación, es decir, podemos poner a remojar las

semillas en agua con la finalidad de ablandar el pericarpio para hacer más fácil la remoción del mismo. El tiempo de remojo puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 hrs.



Figura 5. Semillas de encino escarificadas mecánicamente en sustrato de papel húmedo.

En el caso de los encinos, si nuestras semillas están en buen estado muchas veces los tratamientos pregerminativos no son necesarios, basta con colocar las semillas limpias en algún recipiente, evitando la luz directa y corrientes de aire, con papel absorbente húmedo o una capa de mezcla de turba y agrolita en proporción 1:1 o simplemente tierra húmeda, en el caso de utilizar tierra debemos sembrarlas a poca profundidad y en posición horizontal. No se debe olvidar que en el tiempo de germinación se debe efectuar el riego y limpieza de los recipientes al menos dos veces por semana, monitoreando cada dos días durante 30 días y asumiendo que la germinación ha ocurrido al registrar la aparición de la radícula (raíz primaria) con un mínimo de 5 mm de largo (**Figura 6**).



Figura 6. Semillas de encino con radícula en sustrato de papel húmedo.

3.- TRANSPLANTE DE PLÁNTULAS

Sabremos que nuestras plántulas deben ser trasplantadas cuando estas tengan de 10 a 20 cm de altura y sus hojas estén totalmente abiertas (**Figura 7**).



Figura 7. Plántulas listas para trasplante a charola de crecimiento.

Para realizar el trasplante podemos usar conos de uso forestal o charolas de crecimiento que en un futuro facilitarán el segundo trasplante de las plántulas (**Figura 8**). Es importante cuidar que la raíz principal de la plántula no crezca de forma circular, también llamada, “raíz de cola de cochino” ya que esto produce estrangulamiento en nuestras plantas, si esto llega a pasar basta con recortar un poco la raíz para corregir el problema, para evitarlo se recomienda usar macetas amplias y largas que alberguen nuestros encinos hasta el siguiente trasplante.



Figura 8. Plántulas de encino en bandeja de crecimiento.

SUSTRATOS

Usar solo tierra negra puede ser una opción como sustrato, pero lo óptimo (en condiciones de vivero) es la preparación de una mezcla de tierra, composta, lombricomposta y cacahuatillo en proporciones 1:1:2, respectivamente.

Llenamos nuestros tubetes o macetas con la mezcla preparada (sustrato), aproximadamente de 3 a 5 cm antes de la superficie y realizamos un orificio de aproximadamente 20 cm con un palo en el centro para poder colocar la plántula (**Tabla 1**).

Tabla 1. Sustratos recomendados para la propagación de encinos *.

SUSTRATOS RECOMENDADOS EN LA PROPAGACIÓN DE ENCINOS	
	<p>Tierra negra</p> <p>Contiene una alta cantidad de materia orgánica. Viene de los bosques y se caracteriza por tener un alto nivel de fertilidad, ayuda a proporcionar una buena circulación entre las raíces de los árboles. Su uso debe ser moderado ya que podemos causar erosión en las áreas donde se extrae.</p>
	<p>Cacahuatillo o tezontle</p> <p>Es un material considerado inerte, con pH cercano a la neutralidad, buena aireación, estabilidad física, no contiene sustancias tóxicas. Se recomienda combinar el tezontle con un sustrato orgánico para incrementar la capacidad de retención de humedad.</p>
	<p>Turba</p> <p>Permite mantener la humedad, temperatura y porosidad adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plántulas a pesar de tener un nivel de nutrientes muy bajo. Es un producto de importación en su mayoría y al ser un recurso limitado y no renovable debemos evitar su uso indiscriminado como sustrato por lo que podemos sustituirla con fibra de coco.</p>

	<p>Agrolita</p> <p>Es una roca volcánica inerte muy buena reteniendo humedad, ayudará al enraizamiento, posee un pH neutro y es muy ligera, además de que no se deteriora y no se comprime fácilmente creando una buena porosidad.</p>
	<p>Lombricomposta</p> <p>Es el resultado de la elaboración de composta utilizando lombrices, las cuales van a ayudar a transformar los desechos orgánicos en abono, es buena reteniendo humedad y aportando nutrientes.</p>

* Tomado de: Barón, 2013.

RIEGO

A pesar de que el riego es fundamental desde que iniciamos la etapa de germinación de nuestras semillas, debemos controlar la cantidad de agua que usamos para las mismas. Se recomienda que el riego sea cada tercer día, aunque podría haber excepciones, esto dependerá de las estaciones del año y la ubicación de nuestro vivero, el recorrido y la supervisión de nuestras plántulas diariamente nos indicará cuándo se debe irrigar al observar el contenido de humedad del sustrato, además de que el grado de turgencia de las hojas es también un buen indicador para tomar esta decisión. Debemos evitar la sobresaturación de agua para no facilitar la aparición de hongos en la semilla o el sustrato.

PLAGAS EN LAS SEMILLAS

Al igual que otros árboles forestales y plantas cultivadas, el encino puede ser afectado por factores bióticos y abióticos. Una plaga muy frecuente en los encinos son las larvas de insectos de la especie *Curculio occidentis* (Cibrián *et al.*, 1995). Las larvas dejan un orificio en el pericarpio de las semillas y por lo general emergen durante el almacenamiento de las bellotas o la germinación, muchas veces cuando las larvas se detectan ya es demasiado tarde y el embrión ya está dañado por lo tanto encontramos solo excretas y lo poco que queda de los cotiledones, pero en algunas ocasiones están comidos y el embrión está intacto por lo tanto nuestra semilla aún puede germinar (**Figura 10**).



Figura 10. Bellota infectada con larva de insecto de la especie *Curculio occidentis*.

TRABAJO DE VIVERO

Podemos asignar un espacio para almacenar las plántulas teniendo en cuenta las consideraciones anteriores para su buen desarrollo, esto incluye: el riego, control de plagas, trasplantes a cepellones. Hasta que alcancen una talla comercial de 20 a 40 cm de longitud o una edad de 6 a 8 meses, lo cual es importante para llevar al organismo a un trasplante definitivo.

TRASPLANTE DEFINITIVO

Primero debemos identificar los sitios de plantación, una vez seleccionado el lugar debemos despejar/limpiar el terreno de la vegetación que pueda crear competencia a nuestros pequeños encinos en su entorno inmediato durante los primeros años, además de cuidar que nuestros árboles no queden expuestos en los senderos ya que pueden ser destruidos por el paso de animales y humanos.

Una vez limpio debemos preparar el suelo para facilitar el arraigo y la primera etapa de desarrollo de la planta, se recomienda hacerlo dos meses antes de plantar, ya que con el tiempo mejoran las propiedades de la tierra. Las cepas deberán ser lo suficientemente profundas y anchas para proporcionar a la planta suficiente tierra removida que facilite el

arraigo y acumule la humedad necesaria para que las nuevas raíces se establezcan. Se recomienda que las cepas de plantación tengan dimensiones de 40cm de ancho x 40 cm de largo x 40cm de profundidad y que la tierra extraída se devuelva al sitio libre de piedras, raíces, palos, etc., procurando que esté lo más suelta posible (SEMARNAT, 2010).

Si vamos a plantar varios árboles en una misma área dejaremos como mínimo 2.5 a 3 m de distancia entre los lugares de trasplante para que los árboles puedan respirar y recibir luz solar, un consejo es sembrar los árboles nuevos cerca de “plantas niñera o nodrizas” es decir, encinos ya bien establecidos que se pueden usar como un sistema que provea sombra necesaria para el establecimiento de las plántulas, además de que proporcionan microhábitat favorables al reducir altas temperaturas de la superficie del suelo e incrementar los nutrientes disponibles. (Moreno y Cuartas, 2015).

Al realizar la plantación definitiva nuestro pequeño arbolito puede tener su cepellón (aglomeración de tierra que se deja pegada a las raíces de las plantas para trasplantarlas) o con la raíz desnuda, se aconseja utilizar plantas con cepellón ya que este proporciona una pequeña reserva de nutrientes y de agua y protege la raíz de vientos que pueden secar y matar nuestra planta. Otro punto importante es proveer de una reserva de agua al cepellón, para mantener la humedad. En sitio de plantación, que estará relleno de tierra suelta y removida, abrimos un pequeño agujero con un palo en el que se introduce el cepellón o la raíz, de manera que la planta quede totalmente recta, finalmente apretamos la tierra de alrededor de la planta cuidando que el pequeño arbolito quede enterrado justo hasta el cuello de la raíz.

CONSIDERACIONES FINALES

Finalmente, esperamos que este pequeño manual sea de utilidad para aquellos interesados en propagar encinos y apoyar un poco a la conservación de los bosques mexicanos. La visión que se tuvo desde la planeación de este proyecto es la de difundir información clara y precisa en agradecimiento a aquellas comunidades que nos han abierto las puertas de su conocimiento y sus bosques (**Figura 11**).



Figura 11. Bosque de encino de tipo cerrado en “El Nogal”.

BIBLIOGRAFÍA

Arizaga, S., Martínez, J., Salcedo, M. & Bello, M. (2009). *Manual de la diversidad de encinos michoacanos*. (1.ª ed.). México: Instituto Nacional de Ecología.

Barrientos, G. (2004). Otomíes del Estado de México. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.

Cibrián, D., Méndez, J., Campos, H. & Flores, J. (1995). *Insectos Forestales de México*. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México.

León L. (2019). *La identidad cultural a través de la lengua indígena Hñähñu en el estudiante de la Lic. en educación primaria intercultural bilingüe de la normal "Valle del Mezquital"*. (Tesis de licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Aragón. UNAM. México.

Martínez, V., Siqueiros, M. & Martínez J. (2017). Especies del género *Quercus* (Fagaceae) presentes en el área natural protegida de Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia*, 25(71), 12-18.

Moreno, B., Garet, G. & Fierro, U. (2006). Otomíes del Valle del Mezquital. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México, D.F. 52 pp.

Rodríguez, I. S. & Romero, S. (2007). Arquitectura foliar de diez especies de encino (*Quercus*, Fagaceae) de México. *Acta botánica Mexicana*, 81, 9-34.

SEMARNAT. (2010). Manual básico de Prácticas de reforestación.

Disponible en:

https://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF

Uribe, D., España, M. & Torres, A. (2019). Aspectos biogeográficos y ecológicos del género *Quercus* (Fagaceae) en Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana*, 126, 1-19.

Valencia, S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 33-53.

Varela, S. & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Silvicultura en Vivero*. Cuadernillo N° 3. 10 pp.