



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

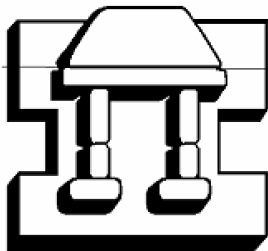
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Laboratorio de árboles y arbustos de México

**Contribución al estudio ecológico de dos
especies de encino *Quercus obtusata*
Humb. & Bonpl. y *Quercus castanea* Née,
en dos localidades del Estado de México**

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
LIC. BIOLOGIA
PRESENTA

BERENICE RAMIREZ CRUZ



Directora de Tesis: Dra. Silvia Romero Rangel

MAYO DE 2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

Expreso mi más profundo agradecimiento a la Dra. Silvia Romero Rangel y al M. en C. Carlos Rojas Zenteno por brindarme su paciencia, consejos, enseñanzas y especialmente por brindarme su amistad.

A mis sinodales el M. en C. Daniel Tejero Díez, M. en C. Ernesto Aguirre León, Dra. Silvia Aguilar Rodríguez y la M. en C. Leonor Ana María Abundíz Bonilla, por dedicarle su valioso tiempo a la revisión de este trabajo y fortalecerlo con sus conocimientos.

Al M. en C. Daniel Tejero Díez por su contribución en la determinación de ejemplares de flora, al profesor Agustín Vargas Vera por brindarme su apoyo en los análisis estadísticos, a la Biol. Liliana Elizabeth Rubio Licona por su asistencia en la elaboración de la cartografía y al Biol. Marcial García Pineda por la disposición y consejos que siempre me ha brindado.

A mis compañeros del laboratorio “Árboles y arbustos de México”, Liliana, Ximena, Priscila, Olivier, Maybell, Julio, Cristian, Marisol y Eva, por su contribución en el trabajo de campo y por esos momentos tan divertidos que compartimos juntos.

A mi familia que en todo momento me ha demostrado su apoyo incondicional, especialmente a mis padres por brindarme amor, fortaleza y enseñarme el valor que tienen las cosas, a mis abuelitos por su apoyo, por darme cobijo y tanto cariño, a mi tía Esther que siempre ha estado conmigo en los momentos difíciles y me ha dado su amor incondicional, a mi hermana Hilda que siempre ha sido la razón de mi superación, a Víctor Alejandro que ha llenado de alegría mi vida, a mis tíos Silvia, Gerardo, Eliseo y Gonzalo a quienes respeto profundamente y han sido para mi un ejemplo de vida, a la Pelusita por quererme tanto y a todos mis primos, ojala que siempre busquen su superación personal y luchen por cumplir sus sueños.

A Miguelito que cambió mi vida y me ha enseñado el significado del verdadero amor, gracias por compartir tantos momentos felices. Te amo.

A mis amigos y amigas Ara, Liz, Karina, Puma, Koy, Babe, Cacharpo, Gustavo, Warner, Chuleta, Raquel, Brenda, Gnomo, Beto y Pepe, con quienes he crecido y compartido tantas vivencias, porque su compañía, cariño y amistad perdure toda la vida.

A mis amigos de la Universidad que aunque no los veo con frecuencia siguen presentes en mi corazón.

A mis compañeros de trabajo por hacer tan placenteros y divertidos nuestro días juntos.

Y a todas aquellas personas que no mencione pero que de alguna manera formaron parte de este trabajo.

Muchas gracias !!!!

Pero sobre todo....

A la gran Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de crecer, superarme y ser PUMA!!!

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.	1
INTRODUCCION.	2
MARCO TEORICO.	4
ANTECEDENTES.	13
OBJETIVOS.	15
METODOS.	16
AREA DE ESTUDIO.	20
 RESULTADOS	
Caracterización del hábitat.	24
Comportamiento germinativo.	37
Crecimiento y sobrevivencia en vivero.	42
Viabilidad.	48
Morfología.	51
 ANALISIS Y DISCUSION	
Caracterización del hábitat.	55
Comportamiento germinativo.	59
Crecimiento y sobrevivencia en vivero.	63
Viabilidad.	67
Morfología.	70
 CONCLUSIONES.	 72
RECOMENDACIONES.	74
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.	75
APENDICES.	79

RESUMEN

En el estado de México encontramos 23 especies de encino de las que se conocen en el país, dos de ellas con amplia distribución, *Quercus obtusata* y *Quercus castanea*; sin embargo, aun no se han realizado estudios específicos para estas especies. El presente trabajo contribuye al conocimiento en los campos de la ecología, biología, fenología y aprovechamiento sustentable de las dos especies de encino en cuestión. Se ubicaron dos aéreas de estudio en el Estado de México, un Bosque de pino en la localidad Puentecillas, Municipio de Nicolás Romero y un Bosque de encino en la localidad Loma de Cuevas, Municipio de Villa del Carbón, se realizó en cada área de estudio un listado florístico encontrando que ambas comunidades comparten 13 especies, 19 géneros y 16 familias, ubicando al Bosque de encino (VC) como la zona con mayor diversidad florística. En el Bosque de pino (NR) la especie *Pinus leiophylla* obtuvo el valor de importancia relativo más alto, seguida por *Q. dysophylla*, *Q. crassipes* y *Q. obtusata*; para el Bosque de encino (VC) *Q. obtusata* obtuvo el valor de importancia relativo, frecuencia y cobertura más alto seguido por *Q. castanea* y *Prunus serotina* ssp. *capuli*. El inicio de la germinación se presentó al día siguiente para ambas especies, con un porcentaje máximo de germinación de 92.8% para *Q. obtusata* y de 98.8% para *Q. castanea* estos valores aunados a los índices de germinación obtenidos demostraron buena calidad germinativa; destaca la especie *Q. obtusata* por emitir plántulas a partir de la raíz primaria, de manera vegetativa. El porcentaje máximo de sobrevivencia en vivero fue de 13.79% para *Q. obtusata* y 64.4% para *Q. castanea*, obteniendo plantas sanas y bien conformadas. Pruebas de germinación y sobrevivencia posteriores demostraron una fuerte poliembrionía y un 100% de germinación y sobrevivencia en vivero para *Q. obtusata*. La viabilidad de las semillas de *Q. obtusata* fue nula a los treinta días de almacenamiento en refrigeración, en tanto que la de *Q. castanea* se mantuvo por doce meses. Se encontraron diferencias morfológicas a diferentes edades destacando la ausencia de tricomas glandulares a los seis meses de edad para *Q. obtusata*.

Palabras clave: *Quercus*, ecología, germinación, sobrevivencia, viabilidad y morfología.

INTRODUCCION

México esta considerado como una de las zonas florísticas más ricas del mundo con más de 20,000 especies de plantas vasculares, esta diversidad se debe a la amplia variedad de condiciones edafológicas, climáticas y fisiográficas que permiten tanto el mantenimiento de endemismos como la riqueza de la flora (Rzedowski, 1978).

Estas mismas condiciones han permitido al género *Quercus* encontrar en nuestro país un centro de diversificación, ya que se distribuyen entre 135 y 150 de las especies que se conocen en el mundo (Nixon, 1993).

Los encinares constituyen el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental, pero también son muy comunes en la Occidental, en el Eje Volcánico Transversal, en la Sierra Madre del Sur, en las Sierras del Norte de Oaxaca y en las de Chiapas y Baja California, lo mismo que en numerosos macizos montañosos aislados de la Altiplanicie y de otras partes de la República (Rzedowski, 1978).

Cabe destacar que después de las coníferas, los encinos son el recurso forestal maderable mas importante en México, con un porcentaje de $347 \times 10^6 \text{ m}^3$, de los cuales oficialmente sólo se extraen $0.40 \times 10^6 \text{ m}^3$ de madera en rollo (Ordóñez *et al.*, 1998).

En el estado de México se encuentran 23 especies de encinos (Romero *et al.*, 2002), dentro de las cuales encontramos a *Quercus obtusata* Humb. & Bonpl. (Lepidobalanus ó encinos blancos) y *Quercus castanea* Née (Erythrobalanus ó encinos rojos), con una amplia distribución en el país (Zavala, 1989); sin embargo, a pesar de la amplia distribución, importancia económica y ecológica, el estudio acerca de su ecología, biología, fenología y aprovechamiento sustentable ha sido escaso.

Esta falta de interés hacia el género *Quercus* a lo largo del tiempo, lo ha colocado como un recurso mal aprovechado, ya que el uso más importante en la actualidad es la producción de leña y carbón, lo que ha colocado a una gran cantidad de especies en una situación difícil, en cuanto a su conservación y aprovechamiento.

Muchas regiones del país, caracterizadas por tener comunidades de encino, han tenido una fuerte presión demográfica, debido a los rasgos favorables de su clima tanto para la vida del hombre, como para la prosperidad de la agricultura y ganadería (Rzedowski, 1978), aunado a esto muestran características que dificultan la producción de plantas en invernadero a gran escala durante todo el año, así como la gran variabilidad morfológica y capacidad para formar híbridos, lo que genera problemas taxonómicos.

Sin embargo, la explotación racional de este recurso no sólo nos brinda la seguridad de mantener la conservación de sus poblaciones y los innumerables servicios ecológicos que nos brindan, sino también, retribuciones económicas importantes, para quien realice su aprovechamiento sustentable.

MARCO TEORICO

ASPECTOS ECOLOGICOS DEL GENERO *Quercus* L.

Los Bosques de encino en nuestro país se localizan en las zonas templadas de montaña principalmente; sin embargo, no se limitan a este clima, suelen invadir las regiones cálidas húmedas, templado frías y aun las regiones semiáridas-áridas, conviviendo con bosques tropicales, bosques mesófilos, pastizales y matorral xerófilo.

Los tipos de suelo que prefieren son profundos de terrenos aluviales planos, con buen drenaje, aunque se han encontrado encinos que crecen a orillas de arroyos en tierras permanentemente húmedas, también aunque mas rara vez, los encontramos en suelos someros de terrenos rocosos y con pendientes pronunciadas.

El tipo de clima de acuerdo a la clasificación de Köeppen (1948) es Cw pero también se extiende a los climas Cf, Cs, Cx, Af, Am y Bs que se refiere a climas templados, cálidos y secos, respectivamente.

La precipitación media anual varía de 350 mm a más de 2000 mm pero la distribución de la gran mayoría de los encinos se hayan entre las isoyetas de 600-1200 mm.

Las temperaturas medias anuales tienen una amplitud global de 10-26 °C y más frecuentemente de 12-20 °C, el número de meses secos varía de 0 a 9.

Los bosques de encino son comunidades cuya altura varía en un intervalo de 2-30 m, alcanzando en ocasiones hasta 50 m y pueden formar masas puras; sin embargo, a menudo admiten la compañía de los Pinos (*Pinus*) y otros árboles como: *Abies*, *Alnus*, *Arbutus*, *Buddleia*, *Cerocarpus*, *Crataegus*, *Cupressus*, *Fraxinus*, *Garrya*, *Juglans*, *Juniperus*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*, *Pseudotsuga*, *Clethra* y *Cornus*, entre otros.

En su composición florística presentan una mezcla de elementos neotropicales y holárticos y algunos géneros autóctonos.

Los encinos sirven como hospederos de epífitas, que varían desde líquenes y musgos hasta fanerógamas de gran tamaño, esta abundancia y diversidad esta correlacionada con el clima y la humedad atmosférica a lo largo del año.

Las comunidades de *Quercus* presentan un solo estrato arbóreo, pero también hay algunas zonas donde se pueden distinguir dos o tres; el estrato arbustivo puede tener uno o dos niveles por lo general bien desarrollados, el estrato herbáceo es abundante en los bosques abiertos.

Dada la complejidad de su estructura vegetal, la fauna silvestre es también importante ya que alberga una gran diversidad de anfibios, reptiles, aves, mamíferos y algunos invertebrados.

NOMBRES POPULARES ¹

◆ ***Quercus obtusata*:**

Roble, encino prieto, encino calicahuac, encino negro, encino casahuicahuatl, encino blanco, encino roble, encino rojo, encino chino, tocuz, ubicua y charari.

◆ ***Quercus castanea*:**

Encino, encino blanco, encino negro, encino amarillo, encino rojo, palo colorado, encino pipitillo, roble, encino prieto, tepozcohuite chino, encino chaparro, encino colorado y aguacatillo.

FENOLOGIA ¹

◆ ***Quercus obtusata*:** Florece de abril a mayo y fructifica de agosto a octubre.

◆ ***Quercus castanea*:** Florece de junio a julio y fructifica de agosto a diciembre.

DISTRIBUCION Y HABITAT DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO ¹

◆ *Quercus obtusata*:

Elemento endémico de México que se distribuye en los estados de Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, San Luis Potosí y Zacatecas.

Habita en bosques de *Quercus* y *Pinus - Quercus*, también se le encuentra en bosque mesófilo de montaña y pastizal con matorral xerófilo de *Acacia* y *Opuntia*. Es frecuente en encinares perturbados en altitudes de 1430 a 2850 msnm.

◆ *Quercus castanea*:

Elemento endémico de México que se distribuye en los estados de Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sonora, Sinaloa y Veracruz.

Habita en bosque de *Pinus*, *Quercus*, *Pinus - Quercus*, pastizal con matorral xerófilo y bosque mesófilo de montaña; es frecuente en encinares perturbados en altitudes de 1900 a 3500 msnm.

ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL GENERO *Quercus* L. ²

El fruto de los encinos se caracteriza por ser una nuez, ésta se encuentra asociada con un involucre en forma de copa (cúpula) alrededor de ella, cubriéndola parcial o totalmente en la madurez. El término bellota, que significa glande, se utiliza para referirse a la nuez junto con la cúpula. La nuez de los encinos contiene una semilla carente de endospermo, con un embrión recto y con dos cotiledones.

El ovario de las flores femeninas de *Quercus* es tricarpelar y cada carpelo tiene dos o a veces tres óvulos; sin embargo, sólo uno de los óvulos se desarrolla hasta llegar a semilla

madura en una bellota, en tanto que todas las demás abortan por distintas causas (falta de fertilización, fracaso en el desarrollo del cigoto o del embrión, ausencia del saco embrionario o la presencia de un saco embrionario vacío). Los óvulos abortivos de las bellotas generalmente permanecen adheridos en la base de la semilla madura (encinos blancos) o en el ápice de la misma (encinos rojos). No obstante, la fertilización si puede ocurrir en varios de los óvulos abortivos. El fracaso de la mayoría de los óvulos es que uno de ellos es fertilizado antes que los demás y subsecuentemente, suprime el crecimiento de los otros ya fertilizados.

Las bellotas de los encinos blancos maduran en el año en que ocurre la fertilización (bellotas anuales, ciclo reproductivo de un año) y no presentan reposo; las de los rojos requieren de dos años para madurar (bellotas bianuales, ciclo reproductivo de tres años).

Entre las características de la madurez de las bellotas a simple vista, en los encinos rojos, se pueden considerar las siguientes:

1. el pericarpio ha perdido su color verde y se ha tornado café oscuro o negro;
2. la nuez se desprende fácilmente de la cúpula sin romperse;
3. la cicatriz de la cúpula es de color claro, en apariencia, en algunas especies puede ser de color rosa o naranja claro, pero el color amarillo puede ser común en otras;
4. la bellota en sección transversal muestra los siguientes colores: en especies con alto contenido de grasa, de amarillo obscuro a naranja; en otras con bajo contenido en grasa, amarillo claro.

Para el caso de los encinos blancos:

1. en la mayoría de las especies, el pericarpio ha perdido su color verde y es principalmente café o negro cuando las bellotas han madurado, pero pueden haber algunas excepciones en aquellas cuyas bellotas maduras son de color amarillo, café amarillento o tienen manchas verdes y amarillas;
2. las nueces (frutos) se desprenden fácilmente de las cúpulas, como en los encinos rojos, los encinos cuyas cúpulas cubren más de 50% de la nuez pueden ser una excepción, pues la nuez permanece con la cúpula después de caer;
3. la bellota en sección transversal, muestra los cotiledones muy firmes y de color blanco, amarillo o rosa intenso.

PROPAGACION ¹

Para obtener buenos resultados las bellotas se siembran con 0.6 cm de suelo firme; la sombra parcial es benéfica para la germinación para muchas especies, se recomienda de 50-70% de sombra para una buena germinación, pero podría ser diferente dependiendo de las especies. El trasplante se hace después del primer o segundo año generalmente.

ALMACENAMIENTO ²

Antes de almacenar es necesario eliminar las cúpulas. Es frecuente el almacenamiento bajo condiciones secas pero la viabilidad se pierde rápidamente, debido a que los procesos fisiológicos dentro de las mismas son dependientes de una humedad relativamente alta. Para que ocurra la germinación, se recomienda que el contenido de humedad de éstas no sea menor de 20-50% en los encinos blancos y de 20-30% en los negros.

¹ Tomado de Zavala y García, 1996.

² Tomado de Romero et al., 2002.

DESCRIPCION MORFOLOGICA ¹

◆ *Quercus obtusata*:

Árbol de 6 a 20 m de alto; tronco de 40 a 60 cm de diámetro o más, con la corteza gris escamosa; ramillas glabrescentes, rojizas a gris o negras, de (1-) 2 - 3 mm de diámetro, indumento formado por tricomas glandulares y estrellados; lenticelas pálidas, de hasta 2 mm de largo; yemas ovoides de (1.5-) 2 - 4 (-5) mm de largo color castaño oscuro; escamas pubescentes en los márgenes; estipulas lineares de 5 - 8 mm de largo, membranosas, pubescentes; hojas jóvenes con el haz rojizo por la abundancia de tricomas glandulares; envés amarillento densamente pubescente, indumento formado por tricomas estrellados entrelazados; hojas maduras deciduas, gruesas y coriáceas, rugulosas, obovadas a largamente obovadas o elípticas, lamina (4-) 6 – 17 (-22) X (2-) 3 - 8 (-11) cm; ápice obtuso o anchamente redondeado a veces algo agudo, borde engrosado revoluto, dentado, sinuado o dentado-sinuado, con 3 a 9 dientes u ondulaciones, que frecuentemente se distribuyen desde el ápice hasta la base de la hoja, cada diente u ondulación termina en un mucrón corto, que se dobla junto con el borde revoluto; nervaduras 7 a 12 en cada lado, ascendentes, rectas o ligeramente curvas, cada nervadura secundaria pasa a formar un mucrón que coincide con el ápice del diente u ondulación, a veces el mucrón se forma entre ondulaciones; haz verde lustroso, glabrescente, con tricomas simples y estrellados dispersos, mas abundantes en la base de la nervadura central, nervaduras primarias impresas o ligeramente protuberantes; envés verde-amarillento, opaco, con pubescencia dispersa formada por tricomas estrellados con estípites muy corto, a veces muy escasos, de aproximadamente ocho rayos, enredados entre si o algo extendidos, de pocos a abundantes tricomas glandulares de color ámbar o rojizos, a veces se forman gotas de exudado, epidermis ligeramente ampulosa y papilosa, pecíolos glabrescentes de (3-) 4 - 11 (-15) mm de largo, de 1 - 2 mm de diámetro a veces de color oscuro; amentos masculinos de 3 cm de largo con muchas flores distribuidas a lo largo del raquis; perianto de 2 mm diámetro, largamente pubescente, 6 estambres, anteras de 1 mm de largo, filamento de 1 mm de largo; amentos femeninos de 3 a 6 o más, flores distribuidas en la mitad distal de un pedúnculo de 2 - 3.5 cm de largo, pubescentes; fruto anual, solitario o en grupos de 2 o 3 o más, pedúnculos de 1.8 a 3.5 mm de largo; cúpulas hemisféricas, de poco a muy profundas,

de 12 a 18 mm de diámetro; escamas muy pubescentes, ápice agudo, bases engrosadas, bellota globosa a veces cilíndrico-ovoide, con la pared interna del pericarpio glabra de 11-9 mm de diámetro, hasta un tercio de su largo incluida en la cúpula (Figura 1).

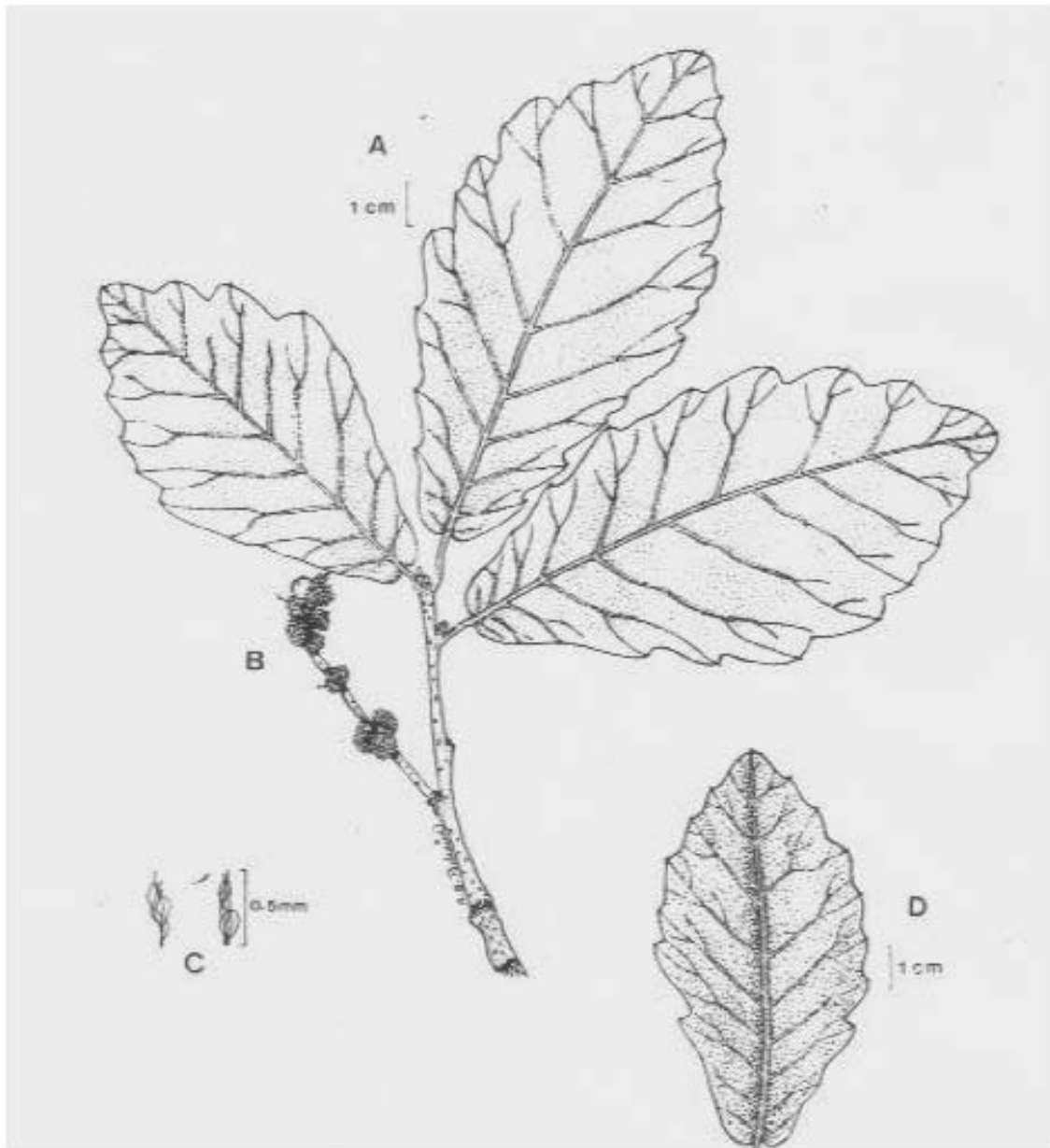


Figura 1. Morfología de *Quercus obtusata*. - A. Rama - B. Fruto - C. Tricommas - D. Hoja.
(Torres 195. IZTA)

◆ ***Quercus castanea:***

Árbol de 5 - 15 m de alto; tronco de 40 a 80 cm de diámetro; ramillas de (.5-) 1 - 2 mm de diámetro, de color café claro a oscuro, pubescentes, a veces glabras con varias costillas; lenticelas pálidas de 0.5 - 1 mm de largo; yemas de (1-) 2 - 3.5 (-7) mm de largo, ovoides a agudas, de color café, con escamas ovadas, ciliadas en los márgenes y dorso superior, coriáceas; estípulas de 5 - 6 mm de largo, lanceoladas, de color claro, membranosas, con tricomas largos principalmente en los márgenes, caedizas muy pronto; hojas jóvenes muy parecidas a las maduras; haz verde con pubescencia principalmente en la base y nervaduras; envés densamente pubescente; hojas madura gruesas, elípticas, elíptico - oblongas, oblanceoladas o lanceoladas, laminas de (1.8) 3 - 9 (-11.6) X 1 - 4 (-5.5) cm; ápice agudo u obtuso, aristado; base redondeada o cordada, borde plano o ligeramente revoluto, entero o dentado con 1 - 7 aristas de hasta 2 mm de diámetro, en cada lado del tercio o mitad superior; nervaduras primarias de (3) 5 - 12 en cada lado, ascendentes, se ramifican y retículan cerca del borde, generalmente se continúan en una arista; haz verde claro a obscuro lustroso, finamente rugoso por las nervaduras, glabro excepto cerca del pecíolo, nervadura central elevada principalmente en la base, nervaduras primarias y secundarias impresas, las menores forman un retículo pálido; envés muy pubescente, la abundancia de tricomas disminuye con la edad, pubescencia grisáceo, formada de tricomas estrellados - estipitados, sus rayos rugosos y enredados; epidermis con ámpulas prominentes, nervaduras conspicuamente elevadas, pálidas; pecíolos de (2.5-) 4 - 10 (-15) X .5 - 1.5 mm se ensanchan en la base, pubescente o glabros; amentos masculinos de 6 cm de largo, pedúnculos pubescentes, perianto de 1.5 - 2 mm diám., bordes ciliados, anteras de 1.5 mm de largo, filamentos de 1 mm de largo; amentos femeninos con 1 o 2 flores, pedúnculos de 3 - 5 mm de largo, con pubescencia muy corta formada de tricomas estrellados; fruto anual, 1 o 2 sésiles o sobre un pedúnculo de 1 - 7 mm de largo; cúpula hemisférica de 9 - 14 mm de diámetro, con escamas algo engrosadas en la base, ápice obtuso y papiráceo, pubescentes o casi glabras, de color café rojizo; bellota anchamente ovoide, pared interna del pericarpio lanosa de 5 - 15 mm de largo y 8 - 11 mm diámetro, incluida en la cúpula de un tercio a un medio de su largo (Figura 2).

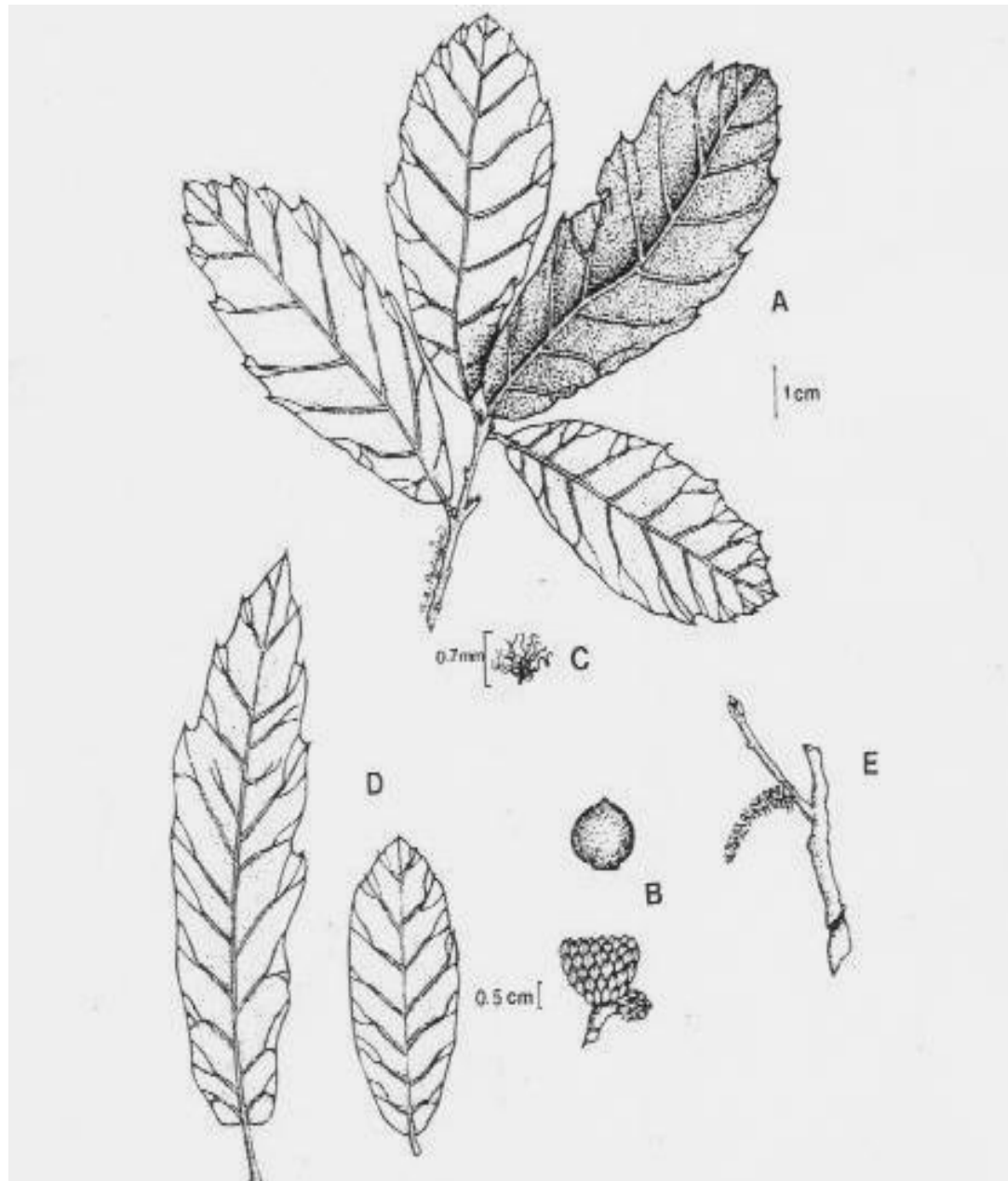


Figura 2. Morfología de *Quercus castanea*. - A. Rama - B. Fruto - C. Tricoma - D. Hojas - E. Inflorescencia. (A – E: Rodríguez s.n. ENCB)

ANTECEDENTES

La mayor parte de los trabajos realizados en las especies de encino que nos ocupan, se enfocan en las características anatómicas y propiedades físico-químicas de la madera, en contraste con los escasos estudios acerca de su ecología, biología y fenología. Entre los trabajos más importantes destacan los siguientes:

Valencia (1989), realizó una monografía así como un listado florístico de diversas especies del género *Quercus* del estado de Guerrero, donde incluye a las especies *Quercus obtusata* y *Quercus castanea*.

Martínez (1995), realizó la descripción de una comunidad de *Quercus* en una región de la Sierra Madre Oriental, estado de Hidalgo, donde encontró que las especies *Quercus obtusata* y *Quercus castanea* figuran entre las especies arbóreas de mayor significancia y valor de importancia.

Figuroa *et al.* (1995), muestra la fenología de cuatro especies de encino *Quercus candicans*, *Quercus castanea*, *Quercus crassifolia* y *Quercus rugosa*, y obtuvieron que el patrón fenológico de las especies depende de los periodos estacionales la precipitación y la temperatura, mostrando que las especies *Quercus candicans* y *Quercus castanea* tienen requerimientos estrictos de humedad para poder fructificar.

Gama-Castro y Reyes (1995), hacen una caracterización del medio donde se distribuyen los bosques de encino y encino-pino a nivel nacional, ejemplifican la variación de los factores del medio donde crecen usando como referencia a *Quercus laurina*, *Quercus crassifolia*, *Quercus castanea* y *Quercus candicans*, encontrando que las variaciones en la profundidad, drenaje, textura, retención de humedad y permeabilidad son determinantes en la variación de encinos y en la variación anatómica de la madera.

Chacalo y Fernández (1995), efectuaron un análisis sobre el origen de los árboles utilizados para la reforestación urbana de la Ciudad de México y refieren a *Quercus obtusata* y *Quercus castanea* como especies que prosperan eficazmente en el Valle de México.

Romero *et al.* (2002), en su descripción morfológica y fenológica de las especies del genero *Quercus* del Estado de México, muestran datos sobre la distribución, hábitat, nombres populares, fenología y usos de *Quercus obtusata* y *Quercus castanea*.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de dos especies de encino *Quercus obtusata* y *Quercus castanea* a través de su estudio ecológico, biológico y fenológico en las localidades Puentecillas, Municipio de Nicolás Romero y Loma de Cuevas, Municipio Villa del Carbón, en el Estado de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

Describir la estructura y composición florística de las dos áreas de estudio.

Describir y valorar el comportamiento germinativo de las semillas de *Quercus obtusata* y *Quercus castanea*.

Describir y valorar el crecimiento y sobrevivencia de plantas de *Quercus obtusata* y *Quercus castanea* en condiciones de vivero.

Evaluar la viabilidad de las semillas de *Quercus obtusata* y *Quercus castanea* a diferentes tiempos de almacenamiento.

Describir la morfología de plantas *Quercus obtusata* y *Quercus castanea*, producidas en vivero a los seis y doce meses de edad.

METODOS

TRABAJO DE CAMPO

Para establecer los puntos de muestreo se realizaron recorridos en campo y se consultaron cartas topográficas de los municipios Nicolás Romero y Villa del Carbón, se seleccionaron dos zonas poco perturbadas, una en cada municipio.

Se realizó un muestreo aleatorio y se establecieron cinco cuadros para cada localidad de 200 m², a una distancia mínima de 10 m entre cada cuadro.

Se registraron datos como son topografía, orientación, pendiente, altitud, ubicación geográfica y se tomaron algunas características cualitativas del suelo *in situ* como son:

- Porcentaje de hojarasca: el cual se determinó de acuerdo al porcentaje que cubría la superficie del cuadro, en una escala de 10 al 100 por ciento, (tomándose como referencia 10 = escasa y 100 = abundante)
- Textura o composición granulométrica: se evaluó a partir de la sensación al tacto determinando si la mayor parte de las partículas eran arcillas, limos o arenas.
- pH: el cual se evaluó con tiras especializadas.
- Materia orgánica: se determinó agregando peróxido de hidrógeno y observando su reacción, su presencia se determinó en una escala del 1 a 5, (tomándose como referencia 1 = escasa a 5 = abundante).
- Humus: se determinó haciendo un corte en el suelo midiendo la profundidad de humus en centímetros.

Posteriormente en cada cuadro se tomaron datos del estrato arbóreo como son: área basal (DAP) y cobertura la cual se realizó con la ayuda de un flexómetro de 30 m, la altura se calculó con un flexómetro de 30 m y una brújula. Se realizaron colectas de material botánico de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, utilizando una prensa botánica.

Se ubicaron los individuos en fructificación de cada una de las especies y se realizó la colecta de frutos de ambas especies directamente del suelo, bajo el dosel de los árboles

identificados como *Quercus obtusata* y *Quercus castanea* durante los meses septiembre y octubre (2003), tomando muestras botánicas de los árboles progenitores.

Posteriormente, se transportaron los frutos al laboratorio en bolsas de plástico rotuladas.

TRABAJO DE LABORATORIO

Se determinaron las especies colectadas utilizando claves y descripciones botánicas especializadas así como la ayuda de especialistas en cada taxa. Posteriormente se realizaron visitas al Herbario (IZTA) de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM, para comparar los ejemplares a fin de corroborar su determinación, obteniéndose un listado florístico para cada localidad.

Los frutos transportados al laboratorio se lavaron con agua corriente, se eliminaron las cúpulas que aún se encontraban y se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 15% durante quince minutos. Se llevó a cabo la escarificación mecánica (retiro de epicarpio), utilizando una navaja de tal manera que no afectaran a la semilla y se sumergieron en una solución de fungicida conocido como Benlate.

Se tomaron al azar 100 frutos y 100 semillas y se obtuvo el peso de cada uno de ellos; así como número de frutos por kilogramo.

Se establecieron en cajas de plástico cinco lotes de 50 semillas sanas y de uno a dos lotes con semillas con algún tipo de daño; se utilizó papel absorbente embebido con agua como sustrato, posteriormente se colocaron en una cámara de crecimiento a 25 °C, con fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad para inducir la germinación.

El registro de germinación se obtuvo cada tercer día, tomando datos de emergencia y crecimiento de radícula y tiempo de aparición de raíces secundarias, tallo y hojas durante 22 días.

Las plantas de 22 días se trasplantaron a recipientes sin fondo o cajas de plástico con suelo de bosque de encino como sustrato, mismos que se colocaron sobre mesas de malla en el Jardín Botánico de la FES - IZTACALA, UNAM.

Posteriormente las plantas se trasplantaron a bolsas negras de plástico. Durante todo el tiempo de monitoreo se realizó riego cada tercer día considerando las condiciones climáticas.

El crecimiento de plantas en vivero se registró cada semana, midiendo altura, diámetro del tallo, cobertura y número de hojas, estas permanecieron en vivero con sombra parcial de 60% aproximadamente.

Así mismo, se realizó el registro de la sobrevivencia de plantas en vivero durante todo el tiempo de monitoreo.

Los frutos que se almacenaron en refrigeración entre 5 y 7 °C, primero se lavaron y desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 15% durante quince minutos y cada tres meses se extrajeron muestras de 50 frutos a los que se les aplicó el proceso anterior, con el fin de valorar la viabilidad.

Se extrajeron plantas de las dos especies del vivero a los seis y doce meses de edad, para realizar sus descripciones morfológicas.

ANALISIS DE DATOS

Para describir la estructura de las comunidades se obtuvieron las variables: densidad, densidad relativa, frecuencia, frecuencia relativa, área basal, área basal relativa, cobertura y cobertura relativa para determinar el valor de importancia relativo de las especies del estrato arbóreo, en cada área de estudio (Matteucci y Colma, 1982) (Ver Apéndice I). Con el material botánico identificado se elaboró un listado florístico para cada localidad.

Para caracterizar el comportamiento germinativo se determinó la capacidad germinativa, tiempo de germinación, uniformidad germinativa y calidad de germinación de acuerdo a Camacho y Morales (1992) (Ver Apéndice III).

Con la información obtenida del monitoreo de las semillas en la cámara de germinación se realizaron gráficos de líneas para integrar los cambios ocurridos a través del tiempo del porcentajes de germinación y crecimiento radical.

Para obtener modelos de crecimiento, con la información obtenida de las plantas en vivero, se determinó la relación entre las variables medidas, determinando el valor de R^2 , se realizaron gráficos de dispersión para los modelos obtenidos (Excel MTB / w versión 14 y Statgraphics / w versión 5.1). También se realizaron gráficas de líneas para integrar los cambios ocurridos a través del tiempo, del porcentaje de plantas obtenidas en vivero (sobrevivencia).

Para ilustrar la viabilidad de semillas en almacenamiento (refrigeración) se realizaron gráficas donde se presenta el porcentaje de germinación de semillas, porcentaje de plantas obtenidas y variación en los índices de germinación.

Se realizaron las descripciones morfológicas de las plantas obtenidas en vivero a los seis y doce meses de edad, tomando en consideración algunas categorías descritas por Hickey (1974).

AREA DE ESTUDIO



El Estado de México se localiza en la porción central de la República Mexicana, tiene 125 municipios y una superficie de 22,499.95 kilómetros cuadrados (Figura 3).

Figura 3. Mapa de ubicación del Estado de México.

MUNICIPIO NICOLAS ROMERO

El municipio Nicolás Romero cuenta con una superficie de 233.508 Km², limita al norte con Villa del Carbón y Tepetzotlán; al sur con Atizapán de Zaragoza e Isidro Fabela; al este con Cuautitlán Izcalli y al oeste con Jiquipilco.

El municipio está formado por el conjunto montañoso conocido como la Sierra de Monte Alto, de la que se derivan varios cerros como: “El Escorpión, Tres Piedras, El Águila, El Negro, Río Frío, Peñas de San Isidro y Peña Blanca”; que son las principales formaciones o las más conocidas, la mayor elevación alcanza 3,620 msnm que corresponde al cerro de La Cruz teniendo una altitud media del municipio de 2,370 msnm, la vocación del suelo es agrícola y forestal, sin embargo se localizan algunas minas de arena, grava y piedra.

El municipio pertenece a la región hidrológica número 26 en la cuenca del Ato Pánuco, de la vertiente del Golfo de México, la cual está considerada en las cinco cuencas hidrológicas mayores del país, tanto por su volumen como por la dinámica de su flujo subterráneo, el territorio está dividido por tres subcuencas correspondientes a los ríos Tepeji, Cuautitlán y Tepetzotlán, que pertenecen a la cuenca del Río Moctezuma, los flujos más importantes son: los Sabinos, Cuautitlán o Grande, El Oro – la Ladrillera, la Concepción – San Pedro, el Portezuelo, Xinte y Chiquito, el territorio municipal cuenta con dos presas: La Colmena y Lara, y parcialmente con el Lago de Guadalupe.

El área de estudio se localiza en un Bosque natural de pino, en el paraje Puenteceillas, Delegación Cahuacán, Nicolás Romero, Estado de México; el clima predominante es templado subhúmedo, con temperaturas medias de 16 °C, máximas de 30 °C y mínimas de 7 °C, con heladas en octubre, la altitud que predomina oscila en los 2750 msnm.

Las partes centro, norte y este están compuestas por rocas sedimentarias clásticas del terciario, lutitas, areniscas y conglomerados; en el sureste y suroeste son rocas extrusivas, tobas y brecha volcánica.

Los tipos de suelo son: del extremo este hasta la parte media del municipio existe una asociación de tipo andosol húmico asociado a un andosol ócrico, así como a un feozem háplico. En dirección oriente hasta la presa de Guadalupe se presenta un tipo luvisol asociado a un feozem y cambisol. En el extremo sureste, en las colindancias con Atizapán de Zaragoza y Cuautitlán Izcalli, se encuentra un manchón de una asociación edáfica de vertisol asociado con un cambisol y litosol (Figura 4).

MUNICIPIO VILLA DEL CARBON

El municipio Villa del Carbón cuenta con una superficie de 356.14 Km², colinda al norte con el Municipio de Jilotepec y el estado de Hidalgo, al sur con el municipio de Jiquipilco, al este con los municipio de Tepetzotlán y Nicolás Romero y al oeste con los municipios Chapa de Mota y San Bartolo Morelos.




La región montañosa es accidentada en su mayoría, el cerro de la Bufa es la parte más alta, la cual se sitúa a 3,600 msnm, la mínima la presenta la presa de Taxhimay a 2,300 m; las zonas montañosas y forestales representan 58% de la superficie del municipio.

Dada la conformidad topográfica municipal se generan escurrimientos intermitentes que convergen y forman los ríos de San Jerónimo, Los Sabios y las Ánimas. En la región de manantiales están: Guadalupe (abastece a la cabecera Municipal), Ojo de Venado, Chiquihuite, El chinguirito, Chiquirri y el Pinal, existen cuerpos de agua como las presas de El Llano, Taxhimay, Benito Juárez, Molinitos, Laguna de Santa Catarina las cuales sirven para riego agrícola y en algunas como la Presa de El Llano y recién la Tachimay para actividades eco turísticas como la pesca deportiva y recreación.

El área de estudio se localizó en un Bosque natural de encino, en el paraje Loma de Cuevas, Delegación Santa Catarina, Villa del Carbón, Estado de México. El clima predominante es templado a frío con una temperatura promedio de 18 °C, la temporada de heladas se registra en los meses de octubre y febrero, con posibilidades de nevadas en los meses de febrero y marzo, la altitud oscila en los 2440 msnm.

El uso del suelo se encuentra formado por rocas efusivas de la época terciaria y pos terciaria con sucesiva actividad volcánica, constitución rocosa de origen sedimentario. Los suelos que predominan en el municipio corresponden a: luvisol crónico, feozem háplico, cambisol eútrico, vertisol pélico, litosol, andosol ócrico y andosol húmico (Figura 4).

ÁREA DE ESTUDIO EN EL ESTADO DE MÉXICO

-  Villa del Carbón
-  Nicolás Romero
-  Sitios de muestreo

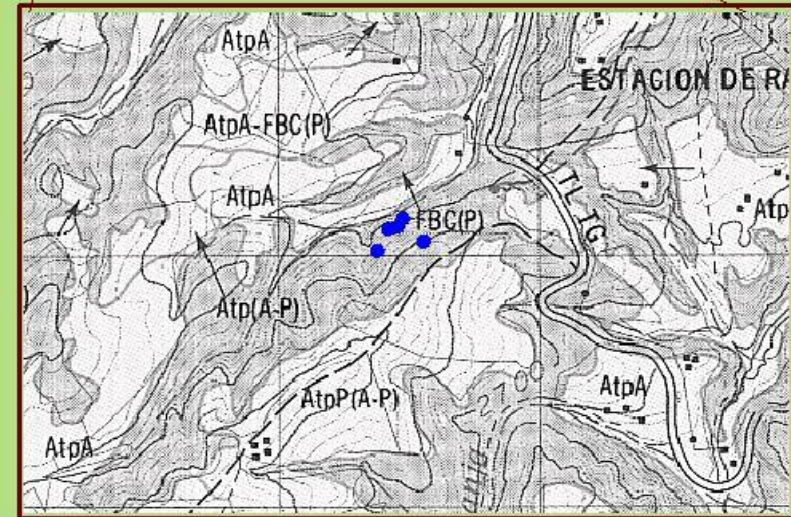
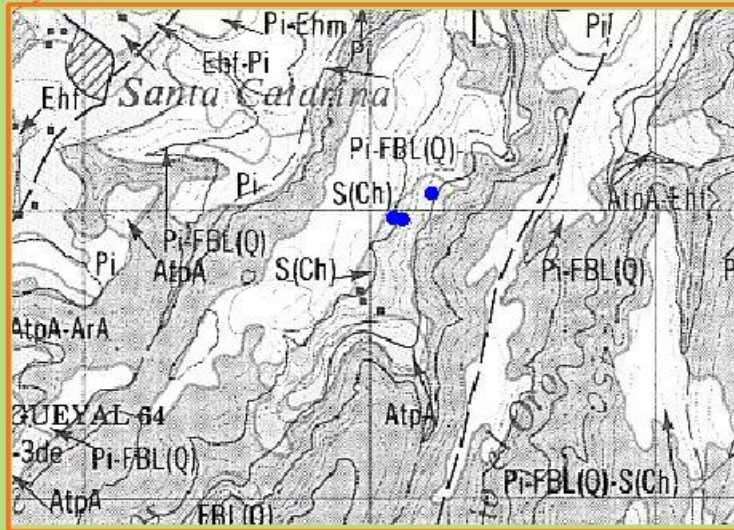
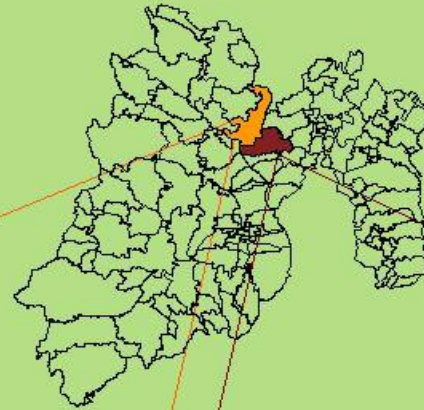


Figura 4. Mapa de localización de las dos áreas de estudio en el Estado de México.

RESULTADOS

CARACTERIZACION DEL HABITAT

Conocer el aprovechamiento adecuado de nuestros recursos naturales se traduce en una fuente de riqueza y mejoramiento económico para el país que sepa utilizarlo (Paz *et al.*, 2000).

El área de estudio en la localidad Puentecillas, Municipio Nicolás Romero, se localiza de acuerdo a la cartografía en un Bosque natural de pino, con una topografía predominante de ladera, a una altitud de 2739 a 2784 msnm, con un porcentaje de hojarasca cubriendo la superficie del suelo de 45 al 80%, textura del suelo arcillo-limosa (partículas de 0.002-0.2), predominado un pH de 6, materia orgánica moderada (3), cantidad de humus de 1/2 a 2 cm., con orientación noroeste y pendiente de 5 ° a 30 °.

En el estrato arbóreo la mayor cantidad de individuos presentaron alturas de 0.1 a 3 m, de los individuos que se encontraron en este rango de altura el 80.39% estuvo representado por individuos de la especie *Pinus leiophylla*, seguida por individuos de *Quercus dysophylla* y *Quercus obtusata*, las cuales en su conjunto constituyeron cerca del 1% (Figura 5).

Del total de especies encontradas el 52.08% fueron ejemplares de la especie *Pinus leiophylla*, de los cuales la mayor parte fueron individuos jóvenes de 0.1 a 3 m de alto; los ejemplares adultos de esta especie se encuentran en dos estratos de altura principalmente, uno por individuos de 3.1 a 5 m y otro de 15.1 a 30 m; el 42.70% estuvo formado por individuos del género *Quercus*, en donde la especie *Quercus obtusata* represento el 8.33% del total, con individuos en dos estratos de altura uno de 1.1 a 5 m y otro de 10.1 a 30 m, el 5.20% está representado por individuos de las especies *Arbutus tesellata*, *Cupressus lusitanica* y *Prunus serotina ssp. capuli* con un rango de alturas de 5.1 a 10 m (Cuadro 1).

Cabe mencionar que en esta localidad no se encontraron individuos de la especie *Quercus castanea*.

Nuestra segunda área de estudio se localizo en el paraje Loma de Cuevas, Villa del Carbón, en un Bosque natural de encino, una topografía predominante de ladera, a una altitud de 2430 a 2457 msnm, con un porcentaje de hojarasca cubriendo la superficie del suelo de 40 al 70%, textura del suelo arcillo-limosa (partículas de 0.002-0.2), predominando un pH de 6, materia orgánica moderada (3), cantidad de humus de 1/2 a 1 cm, con orientación este y pendiente 5 ° a 19 ° .

En el estrato arbóreo la mayor cantidad de individuos presentaron alturas de 7.1 a 15 m, de los ejemplares que se encontraron en este rango de altura el 64.70% estuvo constituido por individuos de la especie *Quercus obtusata* y el 35.30% por individuos de la especie *Quercus castanea* (Figura 5).

Del total de especies encontradas el 58.44%, estuvo representado por individuos de la especie *Quercus obtusata* con individuos en su mayoría en un rango de altura de 7.1 a 15 m, *Quercus castanea* representó el 36.36% con individuos en su mayoría en un rango de altura de 10.1 a 30 m de alto y el 5.19% restante lo conforman individuos de la especie *Prunus serotina ssp. capuli* con individuos de 0.1 a 1 m de altura (Cuadro 2).

No se encontraron individuos de *Quercus obtusata* menores a un metro de alto en comparación con *Quercus castanea* que presentó individuos en todos los substratos de altura catalogados.

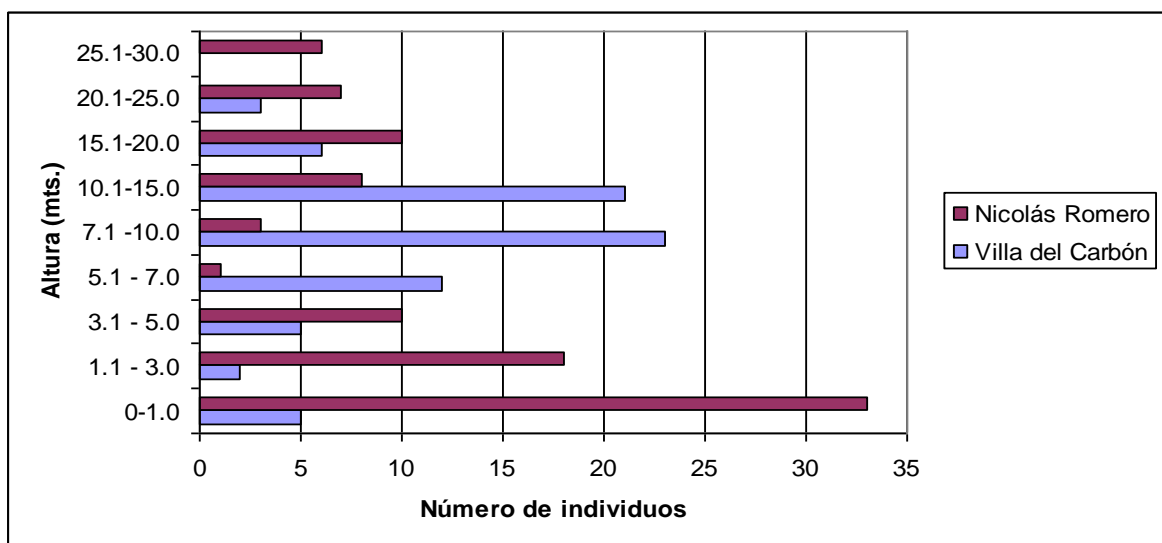


Figura 5. Distribución del número de individuos en relación a la altura en las dos áreas de estudio.

BOSQUE DE PINO (NICOLAS ROMERO, MEX)			
Altura (m)	Especies	Cantidad	
0-1	<i>Arbutus tesellata</i>	1	
1.1-3	<i>Quercus obtusata</i>	2	
	<i>Quercus crassipes</i>	1	
	<i>Cupressus lusitánica</i>	1	
	<i>Quercus crassifolia</i>	1	
	<i>Quercus dysophylla</i>	3	
	<i>Pinus leiophylla</i>	41	
3.1-5	<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	1	
	<i>Quercus obtusata</i>	2	
	<i>Quercus dysophylla</i>	1	
	<i>Quercus crassipes</i>	1	
5.1-7	<i>Pinus leiophylla</i>	6	
	<i>Alnus jorullensis</i>	1	
	7.1-10	<i>Quercus dysophylla</i>	2
	<i>Alnus jorullensis</i>	1	
10.1-15	<i>Quercus obtusata</i>	2	
	<i>Quercus crassifolia</i>	1	
	<i>Quercus dysophylla</i>	3	
	<i>Quercus crassipes</i>	2	
15.1-30	<i>Quercus obtusata</i>	2	
	<i>Quercus dysophylla</i>	8	
	<i>Quercus candicans</i>	3	
	<i>Quercus crassipes</i>	4	
	<i>Quercus crassifolia</i>	3	
	<i>Pinus leiophylla</i>	3	

Cuadro 1. Número de individuos por especie encontrados a diferentes alturas.

BOSQUE DE ENCINO (VILLA DEL CARBON, MEX)		
Altura (m)	Especies	Cantidad
0-1	<i>Quercus castanea</i>	1
	<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	4
1.1-3	<i>Quercus obtusata</i>	1
	<i>Quercus castanea</i>	1
3.1-5	<i>Quercus obtusata</i>	2
	<i>Quercus castanea</i>	3
5.1-7	<i>Quercus obtusata</i>	8
	<i>Quercus castanea</i>	4
7.1-10	<i>Quercus obtusata</i>	19
	<i>Quercus castanea</i>	4
10.1-15	<i>Quercus obtusata</i>	13
	<i>Quercus castanea</i>	8
15.1-30	<i>Quercus obtusata</i>	2
	<i>Quercus castanea</i>	7

Cuadro 2. Número de individuos por especie encontrados a diferentes alturas.

En el Bosque de pino (NR) la especie *Pinus leiophylla* fue la especie que presentó mayor densidad y área basal, obtuvo el valor de importancia relativo más alto, seguida en orden decreciente por *Quercus dysophylla*, *Quercus crassipes* y *Quercus obtusata*; en términos de frecuencia *Quercus obtusata* y *Quercus dysophylla* son las más importantes seguidas de *Pinus leiophylla* y *Quercus crassipes*; en relación a la cobertura encontramos que la especie *Quercus crassipes* es la que domina sobre las demás, seguida en orden decreciente por *Quercus candicans* y *Quercus dysophylla* (Cuadro 3).

En esta área de estudio se observó una gran cantidad de tocones y árboles con dos fustes, observando prácticas de agricultura, extracción de materiales (arena y grava) en la parte noroeste donde se encuentra un banco de materiales pétreos y ocoteo de pinos.

En el estrato arbustivo las especies que se encontraron ampliamente representadas fueron: *Senecio roldana* y *Monina ciliolata* en un rango de altura de 53 cm a 3.98 m y de 25 cm a 2.98 m, respectivamente.

En el Bosque de encino (VC) *Quercus obtusata* es la especie con mayor densidad, área basal y cobertura obteniendo el valor de importancia relativo más alto, seguido en orden decreciente por *Quercus castanea* y *Prunus serotina ssp. capuli*; en términos de frecuencia *Quercus obtusata* y *Quercus castanea* son las especies más importantes (Cuadro 4).

Las especies que se encontraron ampliamente distribuidas en el estrato arbustivo fueron *Eupatorium petiolare* y *Salvia mexicana* con un rango de altura de 40 cm a 1.46 m y de 16 cm a 84 cm, respectivamente.

Cuadro 3. VARIABLES ECOLOGICAS PARA PUENTECILLAS, NICOLAS ROMERO, ESTADO DE MEXICO.

ABUND=Abundancia; D=Densidad; DR=Densidad relativa; F=Frecuencia; FR=Frecuencia relativa; AB=Área basal; ABR=Área basal relativa; C=Cobertura; CR=Cobertura relativa; VIR=Valor de importancia relativo

ESPECIE	ABUND.	D	DR	F	FR	AB	ABR	C	CR	VIR
<i>Q. obtusata</i>	8	0.008	8.333	1	19.2	4208.96867	10.11475451	166.9723486	6.720	37.679
<i>Q. crassipes</i>	8	0.008	8.333	0.8	15.4	8013.052937	19.25651382	932.010618	37.511	42.974
<i>Q. crasifolia</i>	5	0.005	5.208	0.4	7.7	6690.356072	16.07788382	131.0666881	5.275	28.979
<i>Q. candicans</i>	3	0.003	3.125	0.4	7.7	7834.156735	18.82660063	561.293964	22.591	29.644
<i>Q. dysophylla</i>	17	0.017	17.708	1	19.2	4109.185625	9.874961568	359.265522	14.460	46.814
<i>P. leiophylla</i>	50	0.050	52.083	0.8	15.4	9631.755442	23.14648777	317.1050929	12.763	90.614
<i>C. lusitanica</i>	1	0.001	1.042	0.2	3.8	7.0686	0.016986858	1.130976	0.046	4.905
<i>A. jorullensis</i>	2	0.002	2.083	0.2	3.8	1103.487	2.651837301	14.930454	0.601	8.581
<i>A. tesellata</i>	1	0.001	1.042	0.2	3.8	7.0686	0.016986858	0.0490875	0.002	4.905
<i>P. serotina</i>	1	0.001	1.042	0.2	3.8	7.0686	0.016986858	0.7854	0.032	4.905
TOTAL:	96	0.096	100.00 0	5.200	100.0 00	41612.16828	100.000	2484.610151	100.000	300.000

Cuadro 4. VARIABLES ECOLOGICAS PARA LOMA DE CUEVAS, VILLA DEL CARBON, ESTADO DE MEXICO.

ABUND=Abundancia; D=Densidad; DR=Densidad relativa; F=Frecuencia; FR=Frecuencia relativa; AB=Área basal; ABR=Área basal relativa; C=Cobertura; CR=Cobertura relativa; VIR=Valor de importancia relativo

ESPECIE	ABUND	D	DR	F	FR	AB	ABR	C	CR	VIR
<i>Q. castanea</i>	28	0.028	36.36363636	1	41.66666667	36606.20508	49.55128909	1641.266952	40.01852243	127.5815921
<i>Q. obtusata</i>	45	0.045	58.44155844	1	41.66666667	37217.34249	50.37854356	2459.254376	59.96326575	150.4867687
<i>P. serotina</i>	4	0.004	5.194805195	0.4	16.66666667	51.8364	0.070167351	0.7469154	0.018211815	21.93163921
TOTAL:	77	0.077	100.000	2.400	100.000	73875.38397	100.000	4101.268243	100.000	300.000

En cuanto a la composición florística en el Bosque de pino (NR) se encontraron 52 especies y 40 géneros pertenecientes a 28 familias; para el Bosque de encino (VC) se encontraron 67 especies y 55 géneros pertenecientes a 31 familias (Figura 6).

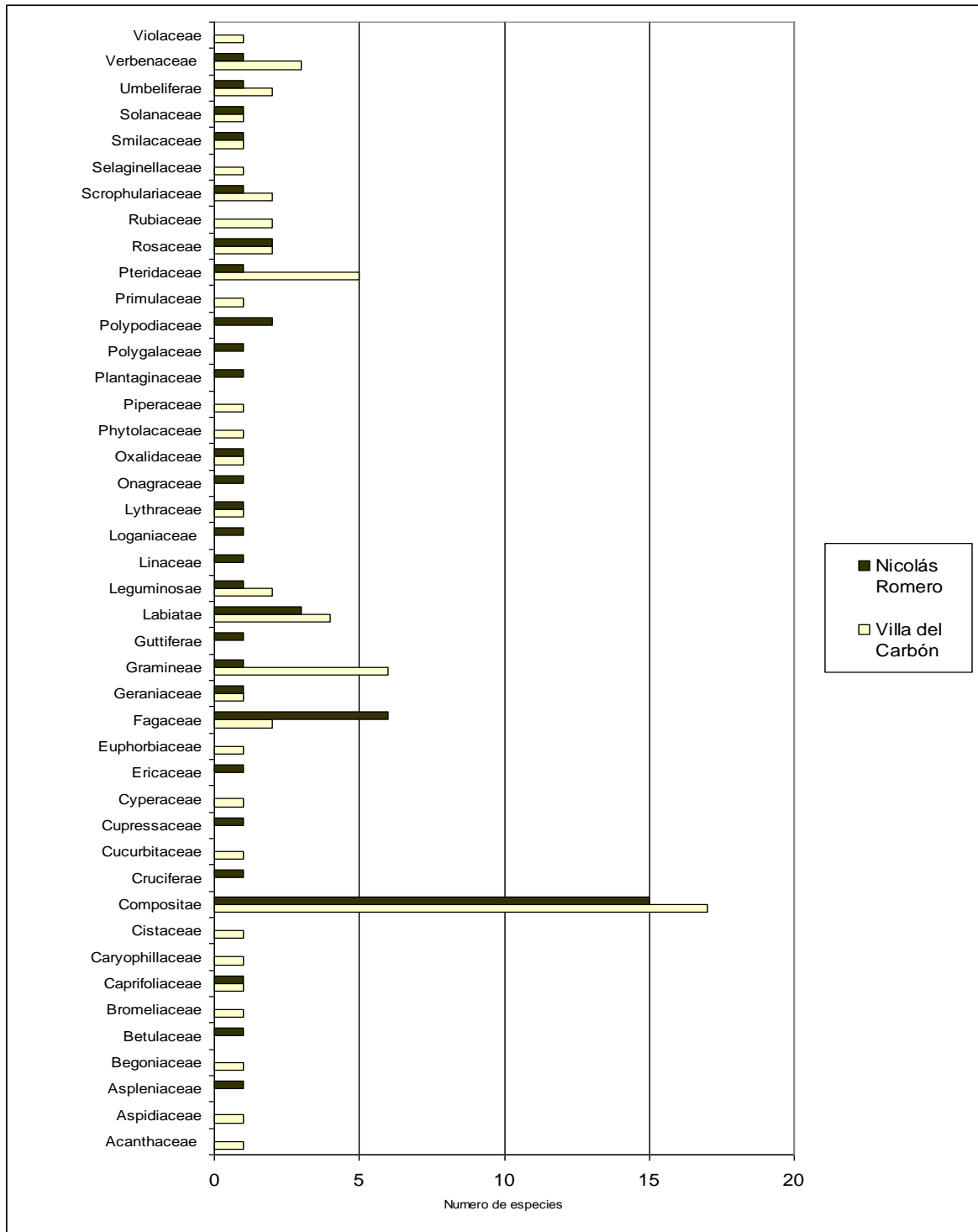


Figura 6. Número de especies por familia para cada área de estudio

Las especies encontradas se enlistan a continuación:

BOSQUE DE PINO (NICOLAS ROMERO, ESTADO DE MEXICO)

NOMBRE CIENTIFICO

Aspleniaceae

Asplenium monanthes L.

Betulaceae

Alnus jorullensis HBK.

Caprifoliaceae

Symphoricarpos microphyllus HBK.

Compositae

Achillea millefolium L.

Baccharis conferta HBK.

Bidens triplinervia HBK.

Eupatorium glabratum HBK.

E. pazcuarense HBK.

E. ramireziorum Esp.

Gnaphalium arizonicum A. Gray

G. oxyphyllum var. *oxyphyllum* DC.

Senecio angulifolius DC.

S. barba-johannis DC.

S. roldada DC.

S. sanguisorbae DC.

Sonchus oleraceus L.

Stevia monardifolia HBK.

Tajetes foetidissima DC.

Cruciferae

Brassica rapa L.

Cupressaceae

Cupressus lusitanica Mill.

Ericaceae

Arbutus tesellata Sorensen

Fagaceae

Quercus candicans Neé
Q. crassifolia Humb.& Bonpl.
Q. crassipes Humb.&Bonpl.
Q. dysophylla Benth.
Q. frutex Trel.
Q. obtusata Humb.& Bonpl.

Geraniaceae

Geranium seemannii Peyr.

Gramineae

Bromus carinatus Hook & Arn.

Guttiferae

Hypericum philonotis Cham.&Schlecht.

Labiatae

Lepechinia sp.
Salvia elegans Vahl.
Stachys agraria Cham. &Schlecht.

Leguminosae

Trifolium repens L.

Linaceae

Linum orizabae Planch.

Loganiaceae

Buddleia parviflora HBK.

Lythraceae

Cuphea aequipetala Cav.

Onagraceae

Lopezia racemosa ssp. *racemosa* Cav.

Oxalidaceae

Oxalis hernandesii DC.

Pinaceae

Pinus leiophylla Schlecht & Cham.

Plantaginaceae

Plantago major L.

Polygalaceae

Monnina ciliolata DC.

Polypodiaceae

Polypodium angustifolium Sw.

P. madreense J. Smith

Pteridaceae

Adiantum poiretii Wikstr.

Rosaceae

Alchemilla procumbens Rose

Prunus serotina ssp. *capuli* Mc. Vaugh

Scrophulariaceae

Penstemon roseus G. Don.

Smilacaceae

Smilax moranensis Mart. & Gal.

Solanaceae

Cestrum anagyris var. *anagyris* Dunal.

Umbelliferae

Arracacia atropurpurea Benth.& Hook

Verbenaceae

Verbena carolina L.

Composición florística para:

BOSQUE DE ENCINO (VILLA DEL CARBON, ESTADO DE MEXICO)

NOMBRE CIENTIFICO

Acanthaceae

Ruellia lactea Cav.

Aspidiaceae

Dryopteris cinammomea (Cav.) C. Chr.

Begoniaceae

Begonia gracilis HBK.

Bromeliaceae

Tillandsia erubescens Schlecht.

Caprifoliaceae

Symphoricarpos microphyllus HBK.

Caryophyllaceae

Arenaria lanuginosa Rohrb. In Mart.

Cistaceae

Helianthemum glomeratum Lag.

Compositae

Baccharis heterophylla HBK.

Bidens aurea Sherff.

Dhalia coccinea Cav.

Dhalia pinnata Cav.

Dyssodia pinnata var. *pinnata* Rob.

Erigeron longipes DC.

E. pubescens HBK.

Eupatorium petiolare Moc. Ex DC.

E. schaffneri Sch. Bip.

Gnaphalium oxyphyllum var. *natalie* F.J. Espinosa

G. rosaceum I.M. Johnst.

Senecio sanguisorbae DC.

Sonchus oleraceus L.

Stevia elatior HBK.

S. serrata Cav.

Tajetes lucida Cav.

T. micrantha Cav.

Cucurbitaceae

Echinopepon coulteri Rose.

Cyperaceae

Cyperus spectabilis Link.

Euphorbiaceae

Euphorbia nutans Lag.

Fagaceae

Quercus castanea Neé

Q. obtusata Humb. & Bonpl.

Geraniaceae

Geranium seemanii Peyr.

Gramineae

Briza subaristata Lam.

Bromus carinatus Hook & Arn.

Muhlenbergia virletii Soders.

Paspalum notatum Flügge.

Setaria parviflora Kerguelen.

Stipa eminens Cav.

Labiatae

Salvia elegans Vahl.

S. mexicana var. *minor* Benth

S. laevis Benth.

S. patens Cav.

Leguminosae

Acacia ssp.

Desmodium uncinatum DC.

Lythraceae

Cuphea aequipetala Cav.

Oxalidaceae

Oxalis hernandesii DC.

Primulaceae

Anagallis arvensis Lf.

Piperaceae

Peperomia campyloptropa Hill

Phytolacaceae

Phytolacca icosandra L.

Pteridaceae

Brommeria pedata Fourn.

Cheilantes decomposita Willd.
C. hirsuta Link.
C. bonariensis (Willd.) Proctor
Pellaea cordata J. Sm.

Rosaceae

Alchemilla aphanoides var. *subalpestris* Perry.
Rubus pringlei Rydb.
Prunus serotina ssp. *capuli* Mc. Vaugh

Rubiaceae

Bouvardia ternifolia Schlecht.
Galium uncinulatum DC.

Selaginellaceae

Sellaginella sp.

Scrophulariaceae

Mecardonia procumbens (Miller.) Small.
Penstemon roseus G. Don.

Smilacaceae

Smilax moranensis Mart. & Gal.

Solanaceae

Solanum nigrescens Mart. & Gal.

Umbeliferae

Cyclospermum leptophyllum Sprague.
Erygium serratum Cav.

Verbenaceae

Verbena menthaefolia Benth.
V. bipinnatifida Nutt.
Priva mexicana Pers.

Violaceae

Viola painteri Rose & House

En el Bosque de pino (NR) las familias más representativas fueron *Compositae* y *Fagaceae* ya que estas presentaron el mayor número especies. El estrato arbóreo estuvo compuesto por 10 especies, pertenecientes a 6 géneros y 6 familias.

En el Bosque de encino (VC), las familias más representativas fueron *Compositae* y *Gramineae* ya que presentaron el mayor número de especies. El estrato arbóreo estuvo constituido por 3 especies, pertenecientes a 2 géneros y 2 familias.



Figura 7. Bosque de pino-encino, Nicolás Romero, Méx.

COMPORTAMIENTO GERMINATIVO

La germinación es el primer paso y el más crítico para el establecimiento y desarrollo óptimo del individuo por lo que es importante describir como ocurre este proceso.

El número de frutos por kilogramo, así como la media de peso de los frutos y semillas obtenidos para cada especie se muestra a continuación (Cuadro 5):

VALORES OBTENIDOS	<i>Quercus obtusata</i>	<i>Quercus castanea</i>
Frutos por kilogramo	354	738
Valor promedio de peso de los frutos	3.99	1.68
Valor promedio de peso de las semillas	1.19	0.789

Cuadro 5. Peso de frutos y semillas obtenidos para ambas especies.

El inicio de la germinación se registró un día después del establecimiento dentro de la cámara, en ambas especies, con un porcentaje de germinación total para *Quercus obtusata* de 92.80% y para *Quercus castanea* de 98.80% (Figura 8).

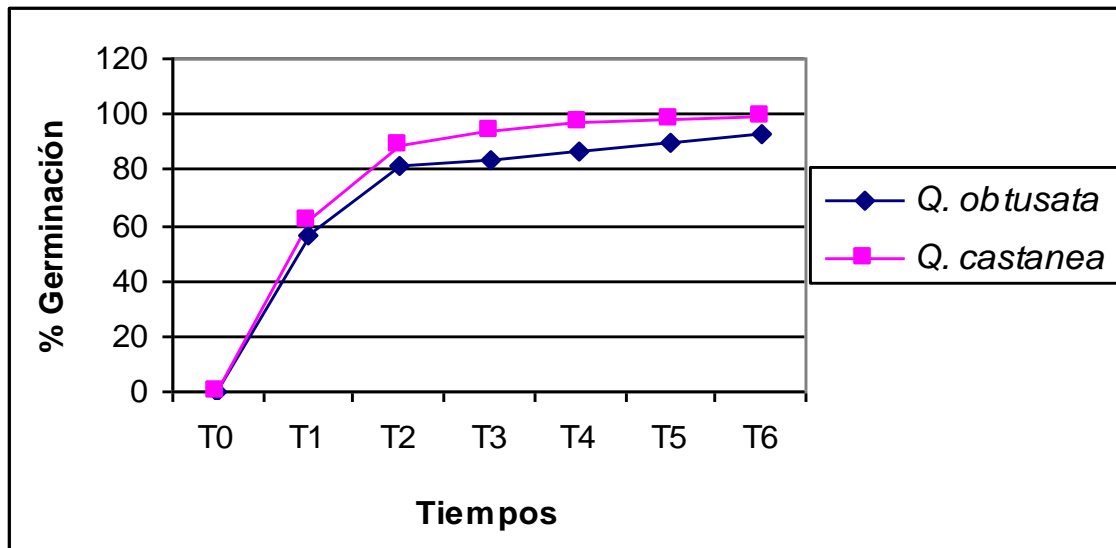


Figura 8. Porcentaje de germinación a diferentes tiempos para ambas especies.

Los índices de germinación obtenidos para ambas especies, son los que se muestran a continuación (Cuadro 6).

INDICES DE GERMINACION	<i>Quercus obtusata</i>	<i>Quercus castanea</i>
Capacidad germinativa %	92.80	98.80
Tiempo Medio de Germinación TMG (días)	3.64	3.17
Desviación del TMG (días)	3.72	2.86
Índice Maguire	23.87	26.04

Cuadro 6. Índices de germinación obtenidos para ambas especies.



Figura 9. Frutos de *Quercus castanea*.



Figura 10. Semillas de *Quercus castanea*

El crecimiento radicular registrado en los dos taxa durante el tiempo de monitoreo fue ligeramente superior en *Quercus obtusata* ya que las plantas de 22 días de edad presentaron radículas hasta de 15.3 cm y en plantas de *Quercus castanea* hasta de 10.3 cm (Figura 11).

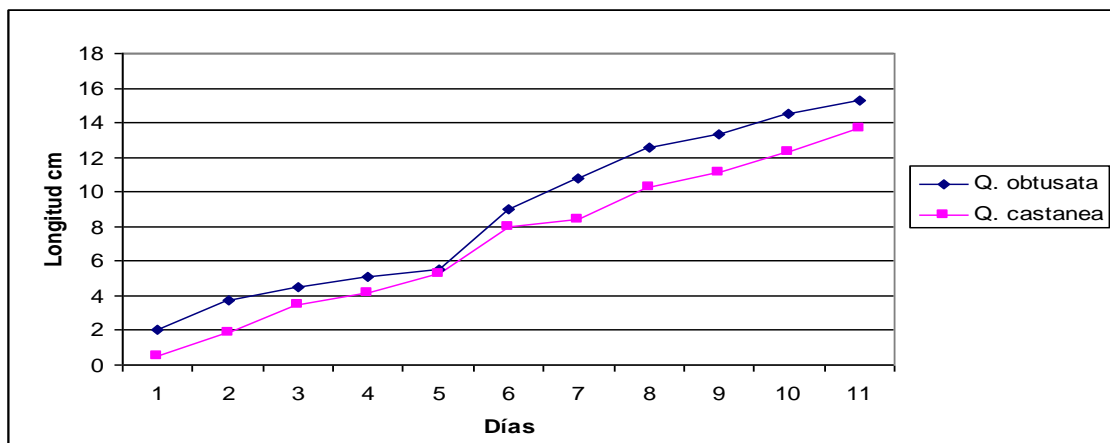


Fig. 11. Crecimiento radicular a través de los días, para ambas especies.

Las observaciones realizadas durante este periodo de tiempo son las que se describen a continuación:

- ❖ Los cotiledones de las semillas escarificadas presentan un color amarillo ligeramente rojizo para *Quercus obtusata*, este color rojizo se intensifica conforme transcurre el tiempo en la germinación; para el caso de *Quercus castanea* se presenta amarillo- verdoso el cual se va tornando verde oscuro conforme transcurre la germinación.
- ❖ Los primeros indicios del crecimiento radicular se observan de un color blanco lechoso el cual se vuelve amarillento al término de algunos días de crecimiento para ambas especies; las semillas de *Quercus obtusata* secretan una gran cantidad de mucílago siendo escasa o nula en *Quercus castanea*.
- ❖ Las raíces secundarias aparecen a partir del séptimo día para *Quercus obtusata* y al sexto para *Quercus castanea*.
- ❖ La aparición del epicotilo comienza a ser visible a partir del día veintiséis para *Quercus obtusata* (Figura 12) y del cuarto para *Quercus castanea* (Figura 13).



Figura 12. Crecimiento radicular de *Q. obtusata*.



Figura 13. Crecimiento radicular de *Q. castanea*

- ❖ El crecimiento del tallo se observó en semillas de *Quercus obtusata* que emerge a partir de la raíz primaria y al término de algunos días conforme aumenta la longitud de esta, se producen sobre ella nuevos individuos (Figura 14 y 15).



Figura 14. Emergencia de plántula en *Quercus obtusata*



Figura 15. Planta de *Quercus obtusata*.

- ❖ Las primeras hojas emergidas presentan una tonalidad verde rojiza en *Quercus obtusata* perdiendo esta tonalidad al término de algunos días; para la especie *Quercus castanea*, las primeras hojas presentan una tonalidad completamente verde.

Se realizaron colectas de frutos de la especie *Quercus obtusata* en años posteriores donde se observó que pueden presentar más de un embrión en el fruto, encontrando porcentajes de germinación superiores al 100%, ya que se encontraron hasta cuatro semillas en una sola nuez de las cuales hasta tres llegaron a germinar. Cabe mencionar que estas semillas solo presentaban un cotiledón el cual se encontró en su mayoría en buenas condiciones.



Figura 16. Segundo establecimiento de *Q. obtusata*

Las semillas encontradas en los frutos poliembriónicos de la especie *Quercus obtusata* fueron clasificadas de la siguiente manera de acuerdo a las características observadas:

1) **Normales:** o aquellas que presentan dos cotiledones sanos que alcanzaron su germinación.

2) **Firmes:** o aquellas semillas que se observaban normales o en aparente buen estado con dos cotiledones que no alcanzaron su germinación; sin embargo, al final del monitoreo en la cámara de germinación presentaban signos evidentes de descomposición.

3) **Poliembriónicos normales:** o aquellos en los que se encontraban varios cotiledones en una semilla los cuales alcanzaron su germinación.

4) **Poliembriónicos firmes:** o semillas con varios embriones aparentemente normales donde no se presentó germinación.

CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA EN VIVERO

Conocer el origen y la procedencia del germoplasma es importante debido a que se definen las características intrínsecas del material a propagar, el cual se manifiesta a través del crecimiento, vigor y supervivencia.

Fueron trasplantadas de la cámara de germinación a recipientes en vivero 232 plantas de la especie *Quercus obtusata* y 247 plantas de *Quercus castanea*.

El crecimiento en altura y diámetro del tallo de las plantas en vivero de la especie *Quercus obtusata* fue ascendente durante todo el tiempo de monitoreo, el cual fue de seis meses, registrando para el último mes de medición (abril) una altura máxima de 4.6 cm y un diámetro del tallo de 1.5 mm (Figura 17).

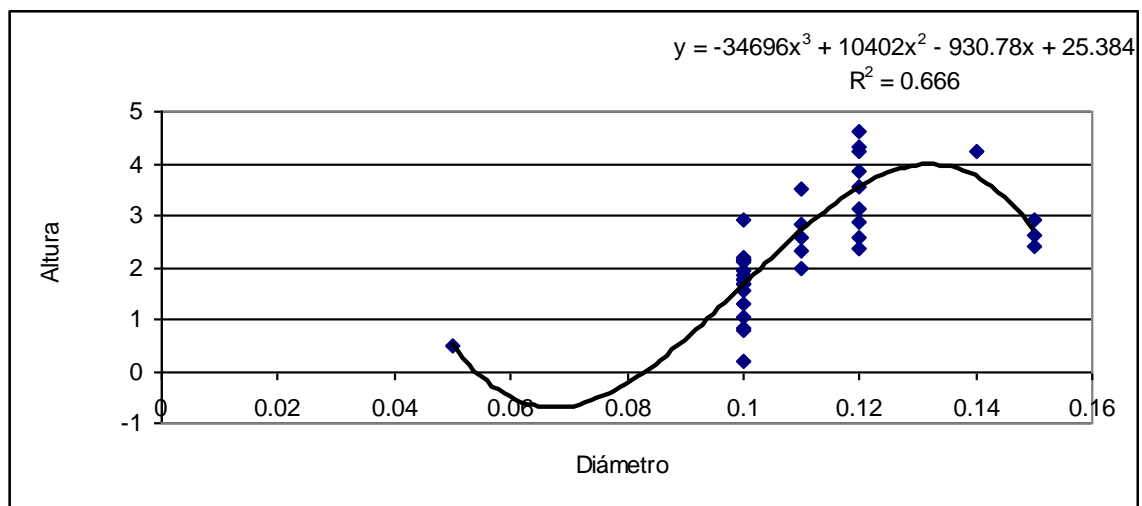


Figura 17. Relación de variables altura-diámetro del tallo para *Quercus obtusata*.

El crecimiento en altura y diámetro del tallo de estas plantas presentaron algunas variaciones como las que se muestran en la Figura 18 y 19:

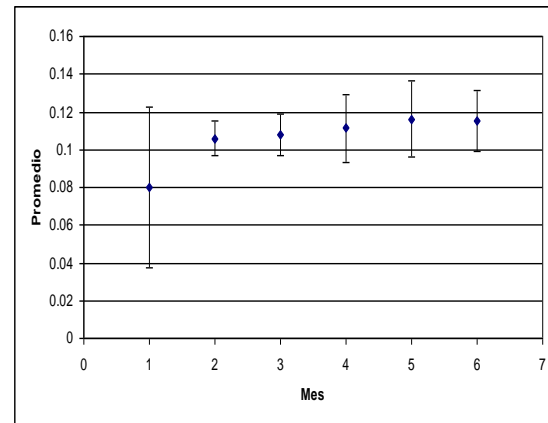
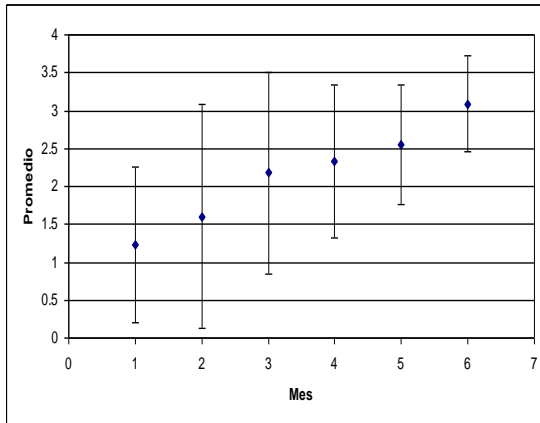


Figura 18. Desviación estándar de altura.

Figura 19. Desviación estándar del diámetro del tallo.

El crecimiento en altura y diámetro del tallo de plantas en vivero de *Quercus castanea* fue igualmente ascendente durante el tiempo de monitoreo el cual fue de seis meses, registrando una altura máxima de 4.84 cm y 1.5 mm de diámetro para el mes de abril, como se muestra en la Figura 20.

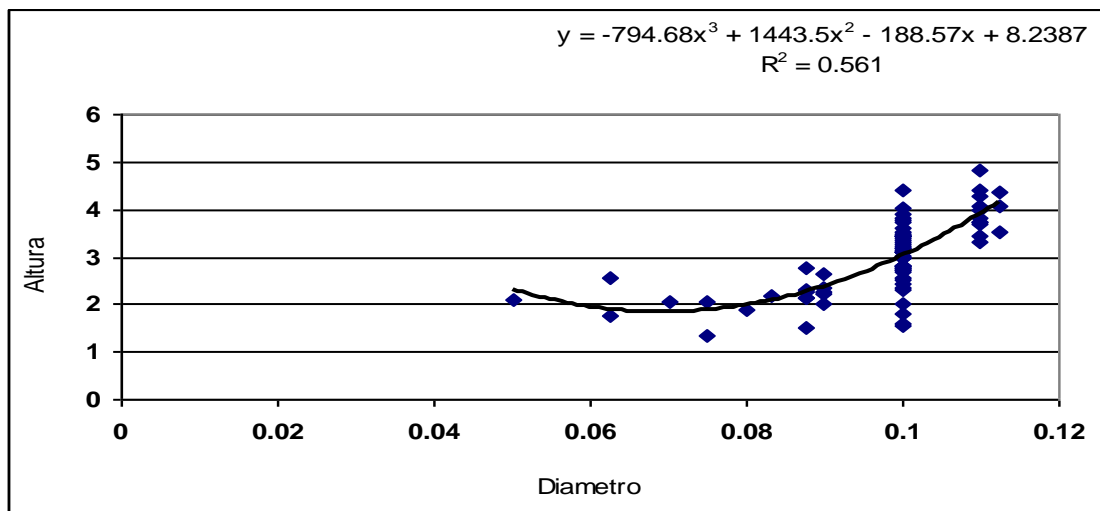


Figura 20. Relación de variables altura-diámetro del tallo para *Quercus castanea*.

Las variaciones en el crecimiento de altura y diámetro del tallo en los diferentes meses de monitoreo para *Quercus castanea* se muestran a continuación (Figura 21 y 22):

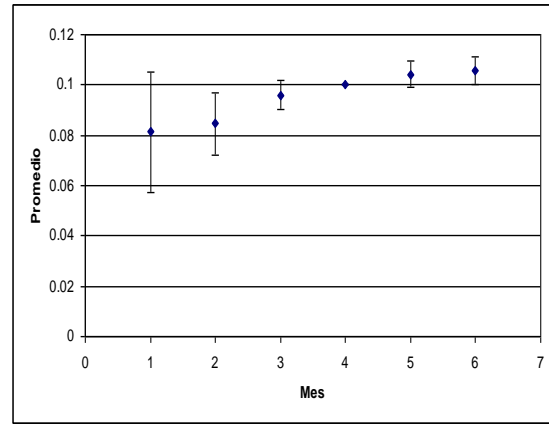
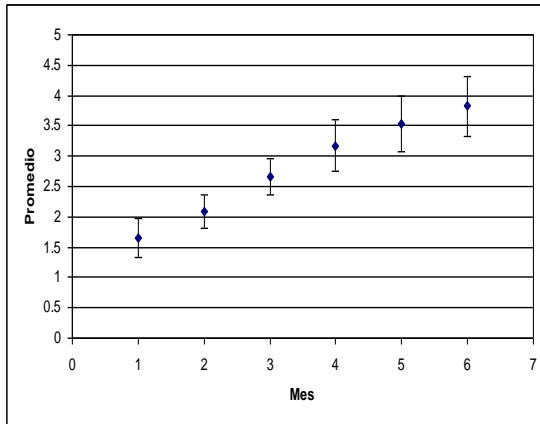


Figura 21. Desviación estándar de altura

Figura 22. Desviación estándar del diámetro del tallo

El crecimiento en la cobertura y número de hojas de las plantas de *Quercus obtusata* fue ascendente registrando para el ultimo mes de monitoreo (abril) una cobertura máxima de 7.4 cm (Figura 23).

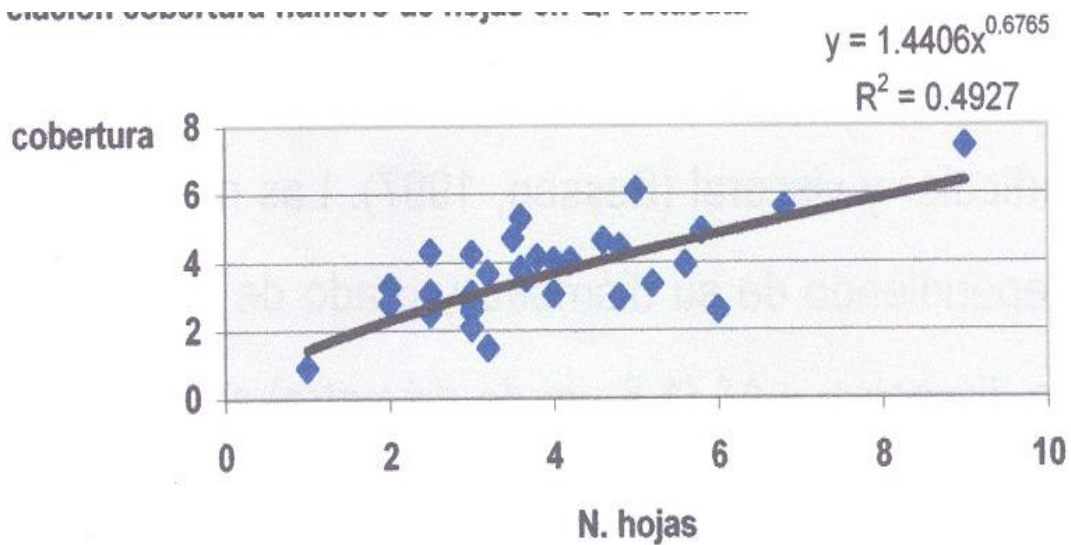


Figura 23. Relación de variables cobertura-número de hojas para *Quercus obtusata*.

El crecimiento en la cobertura y número de hojas de las plantas de *Quercus castanea* fue igualmente ascendente registrando para el último mes de monitoreo (abril) una cobertura máxima de 5.07 cm (Figura 24):

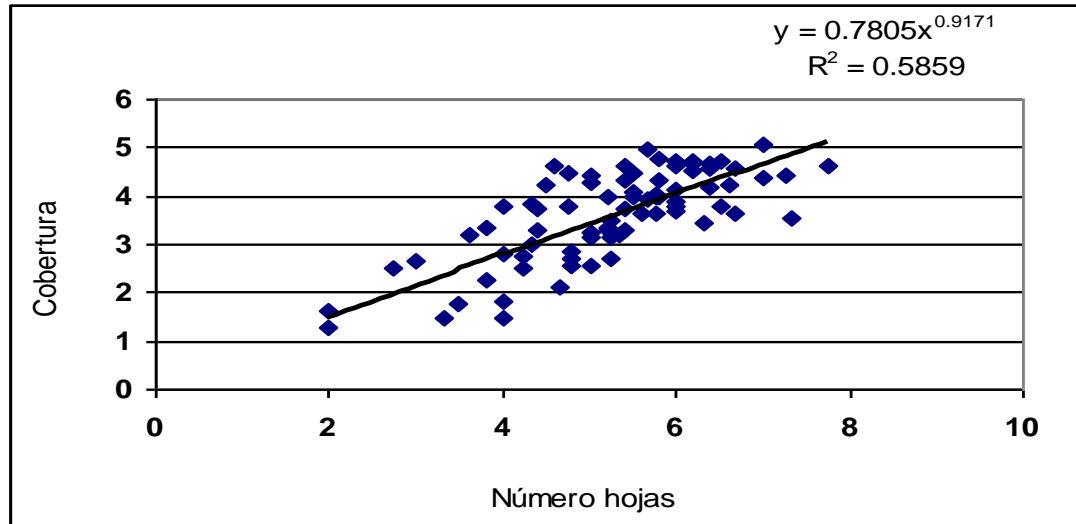


Figura 24. Relación de variables cobertura-número de hojas para *Quercus castanea*.

Al final del presente estudio se obtuvieron los siguientes valores en su conjunto, en plantas de *Quercus obtusata* la cobertura y número de hojas aumentan casi al mismo tiempo y el crecimiento en altura ocurre un poco desfasado del crecimiento en el diámetro del tallo el cual se torna más lento (Figura 25).

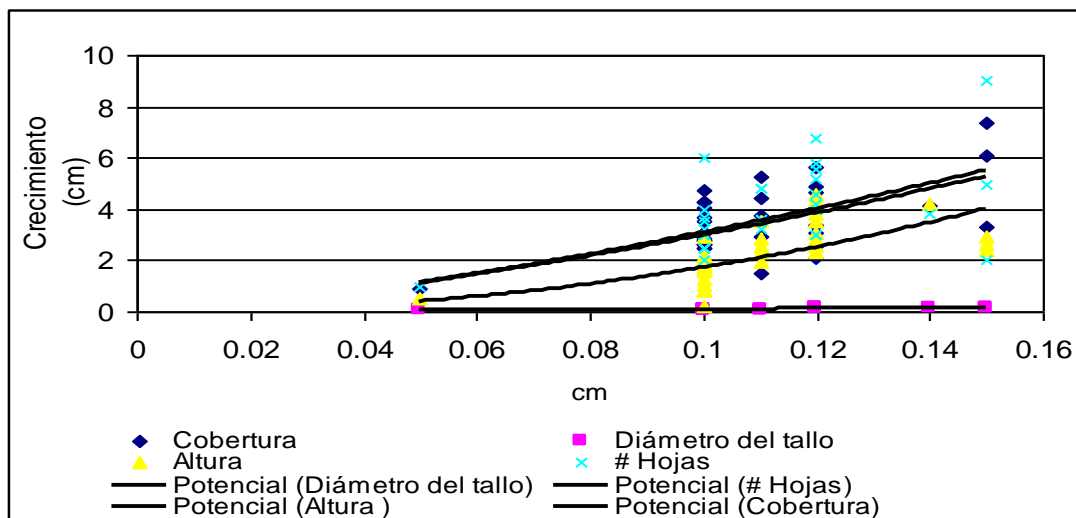


Figura 25. Variables obtenidas para *Quercus obtusata*.

En plantas de la especie *Quercus castanea* la altura y la cobertura presentan un crecimiento menor en relación al número de hojas e igualmente forma un crecimiento más lento en el diámetro del tallo (Figura 26):

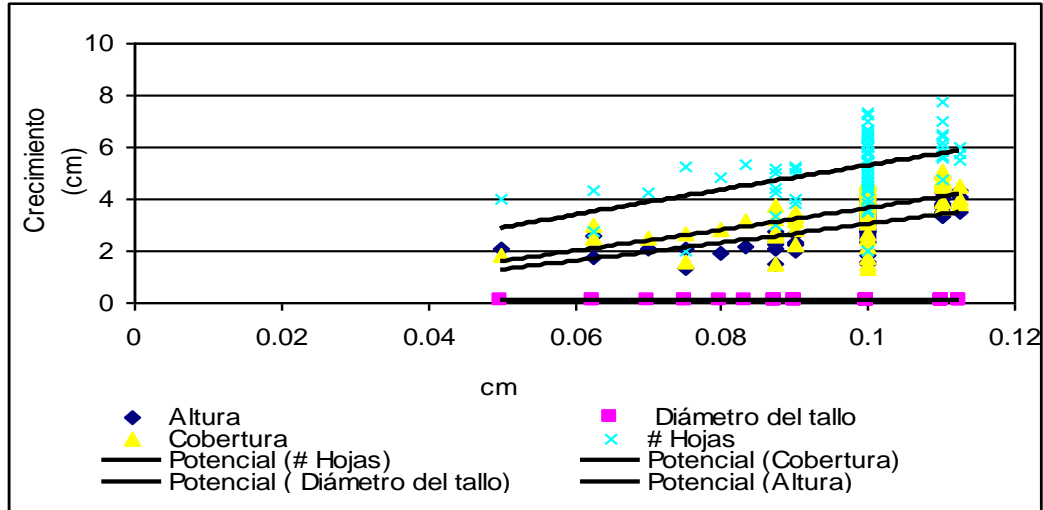


Figura 26. Variables obtenidas para *Quercus castanea*.

En relación a la sobrevivencia de plantas en vivero a partir de semilla fue en aumento hasta el mes de abril; sin embargo durante los meses de mayo, junio y julio se observó una disminución significativa en el porcentaje de plantas obteniendo un porcentaje final de 13.79% para *Quercus obtusata* y de 64.4% para *Quercus castanea*.

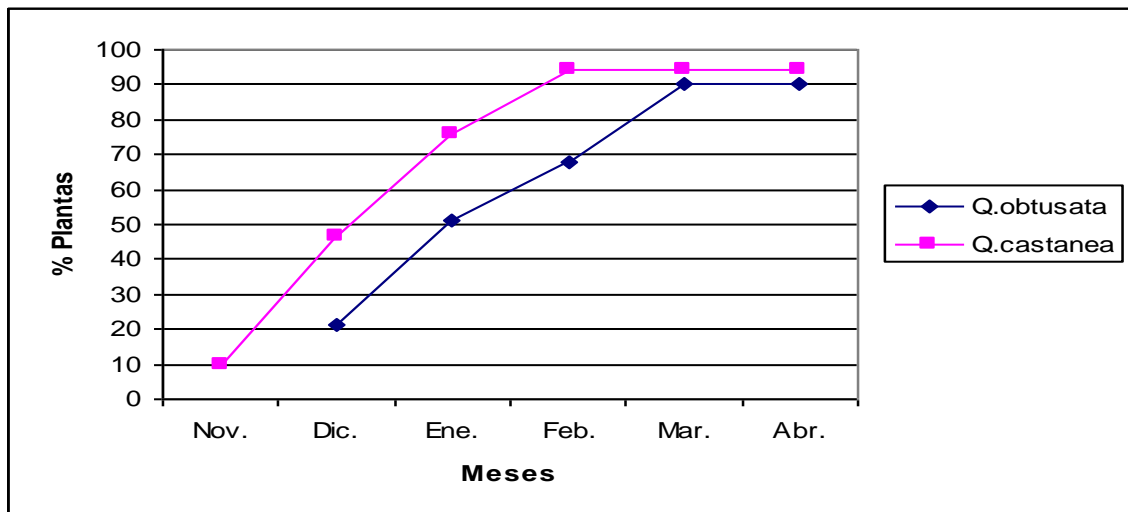


Figura 27. Porcentaje de plantas obtenidas en vivero a diferentes tiempos para ambas especies.

Cabe mencionar que las relaciones entre las variables antes descritas son de tipo polinomial del tercer orden y se realizaron de esta forma dado que se observó estrecha similitud entre ellas.



Figura 28. Crecimiento de plantas en vivero

Es importante mencionar que los modelos polinomiales utilizados para ejemplificar estas relaciones son los que presentaron el mejor ajuste ya que otros modelos de prueba presentaron valores por debajo de los obtenidos.

VIABILIDAD

En los bosques de clima templado, después de las coníferas las especies con mayor abundancia son los encinos, por lo que su uso potencial tiene que rebasar las utilidades actuales.

Las semillas de los frutos almacenados en refrigeración de la especie *Quercus obtusata* a los tres meses adquirieron una tonalidad amarillo oscuro a cafés, en contraste con frutos vivos que son de color amarillo ligeramente rojizos, mostraron signos evidentes de descomposición como exudación de líquidos viscosos en el interior de la semilla y muerte de tejidos. Aún observando estas características se seleccionaron las semillas con menos daños y se establecieron en la cámara de germinación, sin embargo a los tres días todo el lote estaba completamente muerto y la germinación no ocurrió.

Cabe mencionar que en una colecta realizada posteriormente se almacenaron los frutos en refrigeración a la misma temperatura con el objeto de conocer a que tiempo perdían su viabilidad y se extrajeron semillas a los treinta días para colocarlas en la cámara de germinación sin embargo se observaron las características antes descritas y la germinación tampoco se presentó.

Para el caso de semillas extraídas de refrigeración a los tres, seis, nueve y doce meses de edad de *Quercus castanea* la germinación si ocurrió y se presentaron los porcentajes de germinación que se muestran a continuación:

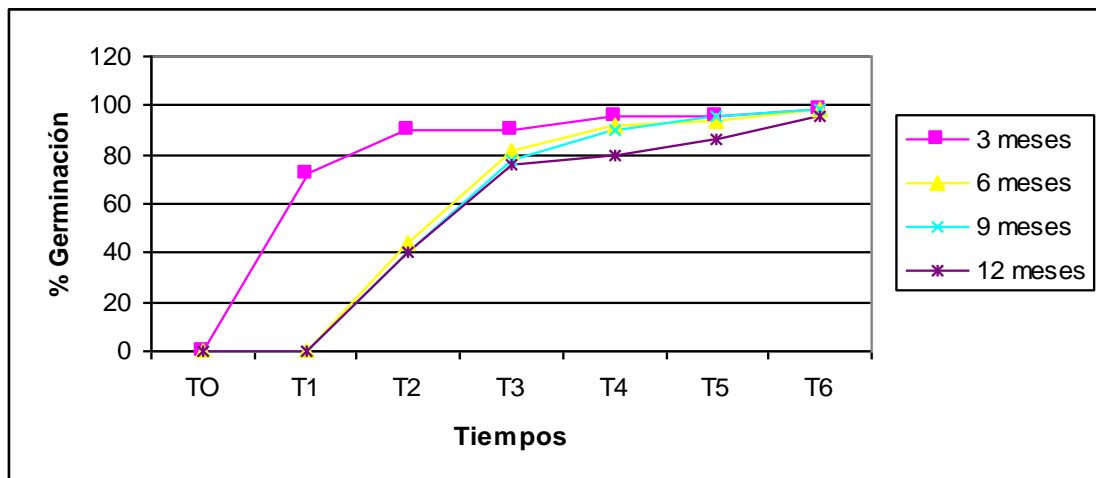


Figura 29. Porcentaje de germinación a diferentes tiempos para *Quercus castanea*.

Sin embargo dichas semillas requirieron un mayor tiempo para alcanzar la germinación de una muestra de igual tamaño; cabe mencionar que la calidad en la velocidad de germinación (Índice de Maguire) disminuye a través del tiempo de almacenamiento como se puede observar en la Figura 30:

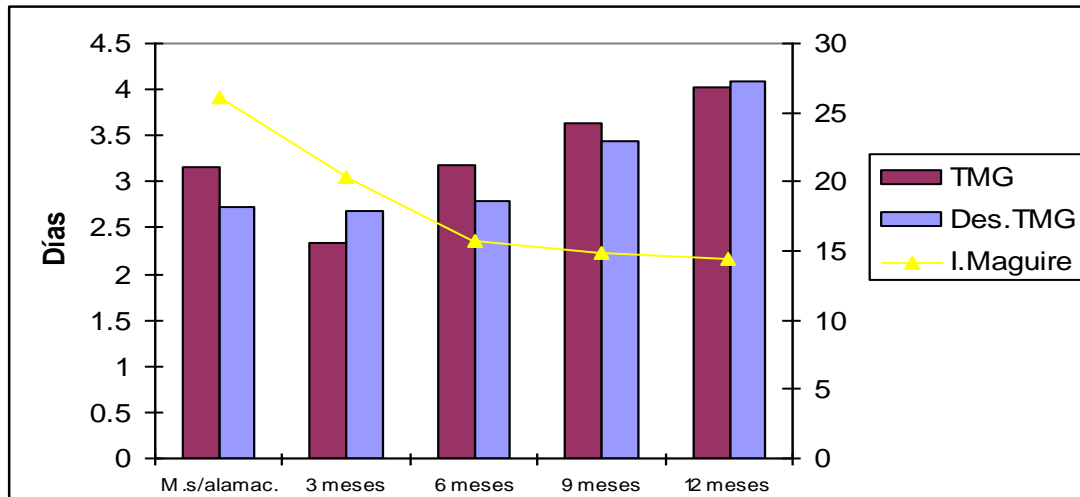


Figura 30. Variación en los índices de germinación a diferentes periodos de almacenamiento para *Quercus castanea*.

El tamaño de las muestras establecidas en diferentes periodos fue la misma; sin embargo, la cantidad de semillas en almacenamiento extraídas de refrigeración fue cada vez mayor debido a que las semillas con algún tipo de daño era cada vez mayor. Para los doce meses de almacenamiento la cantidad de semillas extraídas aumentó en aproximadamente un 60 % (Figura 31).

El porcentaje de plantas en buenas condiciones obtenidas a partir de frutos almacenados en refrigeración por diferentes periodos en todas las pruebas de viabilidad realizadas fue superior al 92%.



Figura 31. Plántula de la especie *Quercus castanea*.

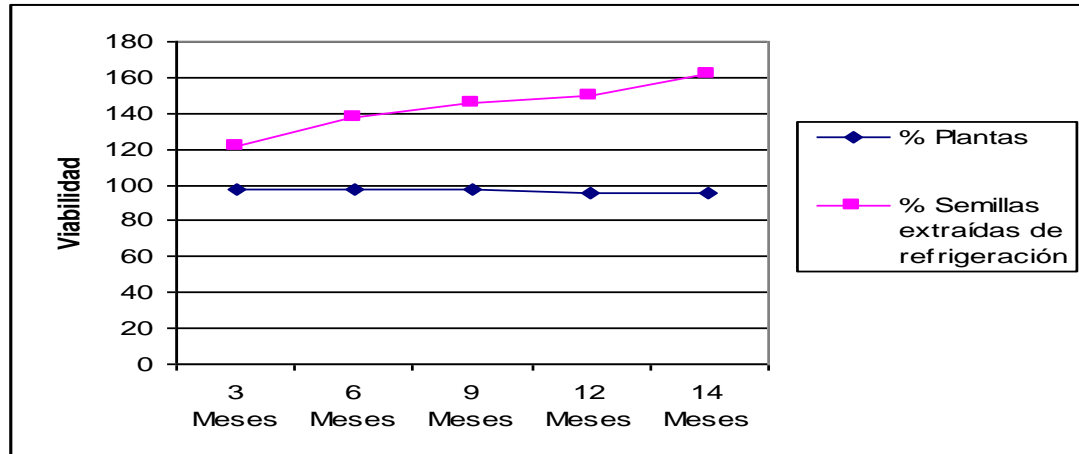


Figura 32. Porcentaje de semillas extraídas de refrigeración de la especie *Quercus castanea*.

Las plantas obtenidas de semillas almacenadas también se monitorearon en cuanto al tamaño del tallo, cobertura y número de hojas, encontrando que estas dimensiones fueron similares al primer establecimiento.

MORFOLOGIA

Conocer la morfología de las especies en etapas tempranas nos permite comprender las estrategias adaptativas a lo largo de su desarrollo.

Los datos obtenidos de las descripciones morfológicas realizadas a los seis y doce meses de edad de la especie *Quercus obtusata* son los que se muestra a continuación:

SEIS MESES

Plantas con raíz fibrosa de 5.7 a 23 cm de largo en donde aun se observan los cotiledones secos de color café – oscuros a negros; tallo de 4.2 a 12 cm de altura, ligeramente estriados con escasos tricomas, indumento mas denso en la parte joven; hojas maduras de 5.6 a 6.2 cm de largo y 2.2 a 2.6 cm de ancho de forma obovada angosta a elíptica ancha; ápice obtuso a veces agudo; base de las hojas simétrica o asimétrica cuneada obtusa o aguda; margen dentado, crenado o entero ligeramente revoluto con dientes convexos o cóncavos derecho, ubicados en las dos terceras partes superiores de la hoja y mucrones por lado de uno a cinco; haz con escasos tricomas estrellados cortos de 6 a 8 ramas y largos de 2 ramas simples principalmente en la base de la nervadura central, no se presentan tricomas glandulares; envés con escasos tricomas estrellados cortos de 8 ramas y largos de 2 ramas, algunos contortos y simples principalmente en la nervadura central (Figura 33).

DOCE MESES

Plantas con raíz fibrosa de 12 a 26 cm de largo; tallo de 12 a 20 cm de altura, estriados con moderados tricomas indumento mas denso en la parte joven; hojas maduras de 6.8 a 8.6 cm de largo y 5.6 a 6.2 cm de ancho, de forma obovada angosta a elíptica ancha; ápice obtuso a veces agudo; base simétrica o asimétrica cuneada, obtusa, aguda o ligeramente cordada; margen dentado, crenado o entero ligeramente revoluto con dientes convexos, cóncavo convexo o cóncavo derecho, ubicados en las dos terceras partes superiores de la hoja; hasta seis mucrones por lado; haz con escasos tricomas estrellados

cortos de 6 a 8 ramas, largos de 2 ramas glandulares y simples principalmente en la base de la nervadura central; envés con escasos tricomas estrellados cortos de 8 ramas y largos de 2 ramas algunos contortos, glandulares y simples principalmente en la nervadura central. Los cotiledones a esta edad ya no son visibles (Figura 33).

Los datos obtenidos de la descripción morfológica para la especie *Quercus castanea* son los que se muestran a continuación:

SEIS MESES

Plantas con raíz fibrosa de 9.5 a 15 cm; tallo de 4 a 13 cm de altura, ligeramente estriados con abundantes tricomas, indumento distribuido homogéneamente en todo el tallo; hojas maduras de 5.2 cm o menos de largo y 2.1 cm de ancho o menos, moderadamente gruesa, forma obovada angosta, elíptica o elíptica ancha, las jóvenes ligeramente rojizas con indumento denso; ápice agudo a veces acuminado aristado; base simétrica o asimétrica cordada obtusa a veces redondeada; margen plano ligeramente revoluto entero o dentado, hasta cinco dientes por lado distribuidos en dos terceras partes superiores de la hoja dientes de forma cóncavo derecho a cóncavo convexo; epidermis del envés ligeramente rugosa y ampulosa (Figura 34).

DOCE MESES

Plantas con raíz fibrosa de 18-33 cm; tallo de 13 a 20 cm de altura, estriados con abundantes tricomas, indumento mas denso en la parte cercana al ápice; hojas maduras de 10 a 13 cm de largo y 3.9 a 6.2 cm gruesas, las jóvenes ligeramente rojizas con indumento denso; ápice obtuso a veces agudo, aristado; base simétrica o asimétrica, lobada o cordada, a veces aguda sobre todo las hojas jóvenes, forma obovada angosta o elíptica; margen plano ligeramente revoluto entero o dentado, hasta diez dientes por lado distribuidos en las tres cuartas partes superiores de la hoja dientes cóncavo convexo a convexo convexo; epidermis del envés ligeramente papilosa y ampulosa. Los cotiledones a esta edad ya no son visibles (Figura 34).

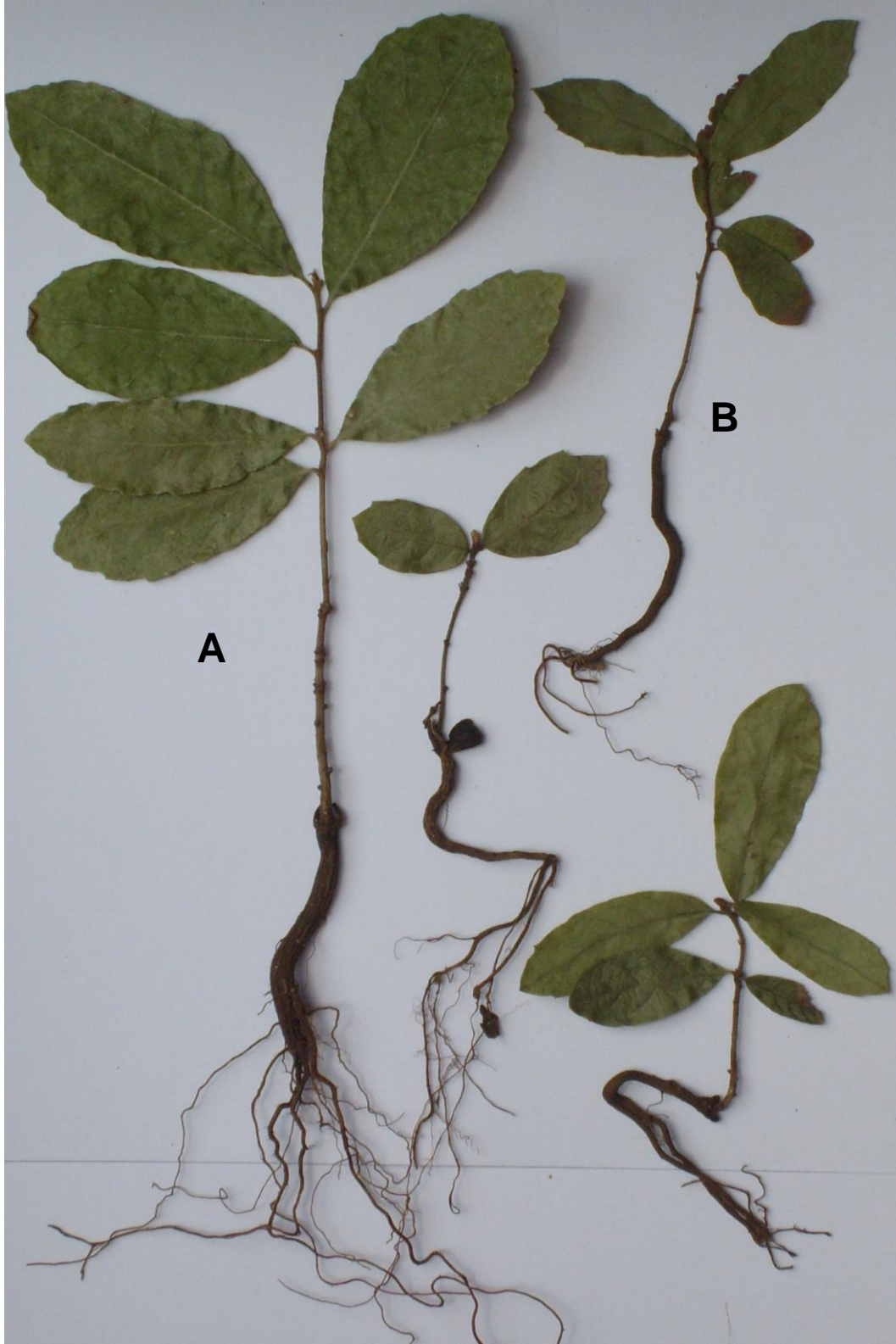


Figura 33. Ejemplares obtenidos en vivero a los 6 (B) y 12 (A) meses de edad de la especie *Quercus obtusata*

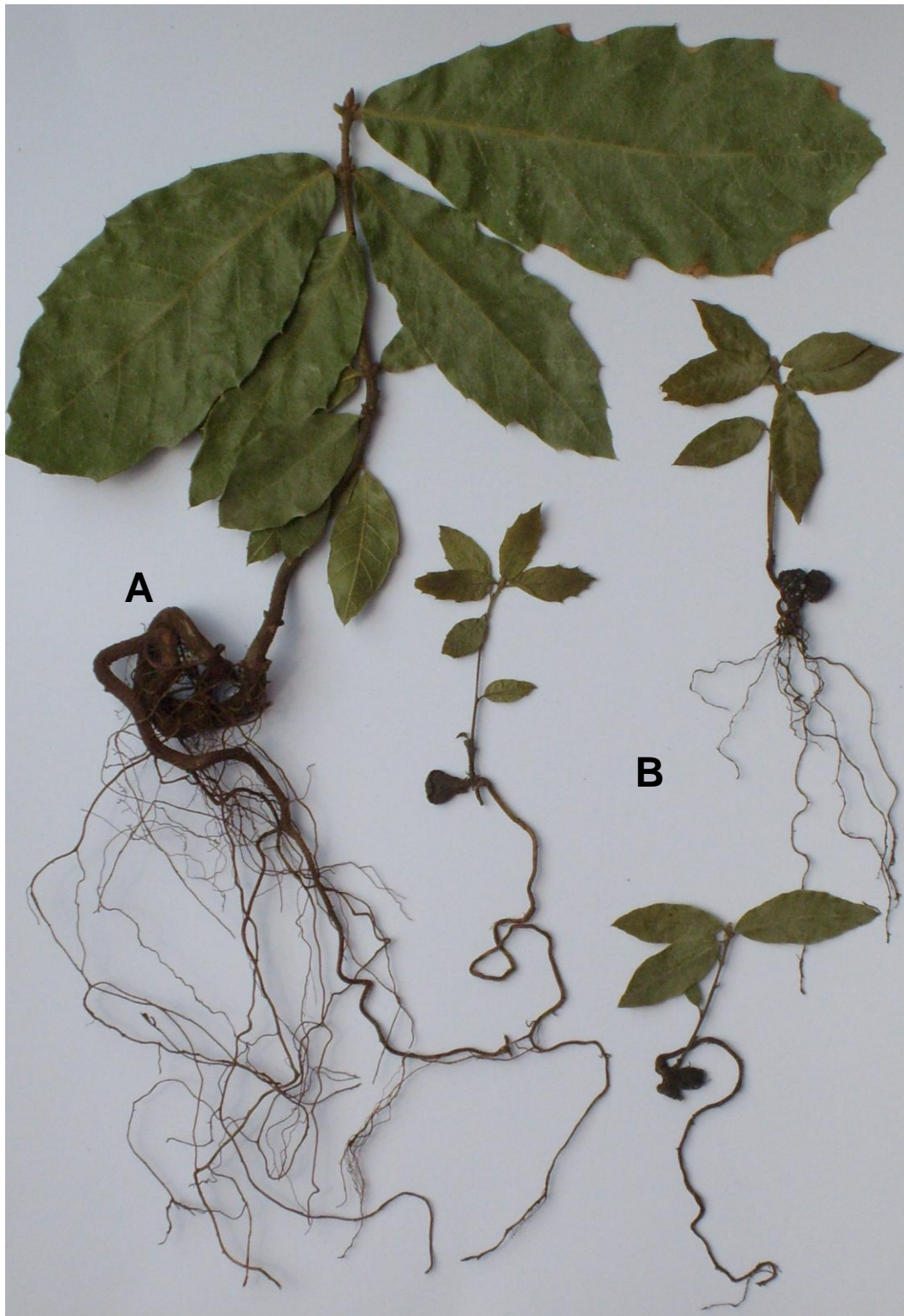


Figura 34. Ejemplares obtenidos en vivero a los 6 (B) y 12 (A) meses de edad de la especie *Quercus castanea*.

ANALISIS Y DISCUSION

CARACTERIZACION DEL HABITAT

El enorme potencial que tiene nuestro país en cuanto a flora se refiere, hasta la fecha no ha sido aprovechada en toda su magnitud; sin embargo, la situación económica la cual se ha agudizado en los últimos tiempos ha permitido a la sociedad reflexionar, sumar esfuerzos y tener creatividad con el propósito de generar conocimientos que permitan aprovechar y preservar los recursos vegetales.

En los bosques de clima templado como ya se mencionó en un inicio, los encinos después de las coníferas, son el recurso forestal más abundante y constituyen elementos dominantes en la mayor parte de las sierras del territorio mexicano.

En la estructura de comunidades del Bosque de pino (NR) la especie *Pinus leiophylla* obtuvo el valor de importancia relativo más alto, seguida en orden decreciente por *Quercus dysophylla*, *Quercus crassipes* y *Quercus obtusata*; como su nombre lo indica el VIR se refiere a las especies más significativas y de mayor peso dentro del ecosistema.

Cabe mencionar que si consideramos la cantidad de individuos adultos del genero *Pinus* en relación con la cantidad de encinos esta es mas o menos similar.

Las especies del estrato arbustivo sobresalientes por su abundancia se encontraron en las zonas más abiertas y perturbadas de los cuadros y discretamente en el interior del bosque. De acuerdo a las mediciones y observaciones realizadas se pudo determinar que esta zona fue la más perturbada. El desmonte y el uso para fines agrícolas de terrenos que no son aptos para sostener una agricultura permanente se abandona después de dejar de ser productiva, lo que provoca la erosión del suelo (Rzedowski, 1978), la recuperación de la fertilidad de los suelos después de dicha erosión puede tardar siglos o milenios (Manson, 2004).

Cabe destacar que los terrenos sometidos a pastoreo intenso pierden la capacidad de absorber y almacenar eficientemente el agua de la lluvia; el escurrimiento predomina

sobre la infiltración y comienza a desencadenarse una rápida erosión del suelo y hasta de la misma roca madre, sobre todo en los casos en que esta última es deleznable o poco consolidada.

El "ocoteo" de pinos el cual consiste en la obtención de rajadas de madera impregnadas de resina que se emplean para encender fuego, debilitando a los árboles que se vuelven indeseables para los fines agrícolas o para obtener madera, es una actividad muy común en esta zona y se ve reflejada en los individuos que aquí habitan, incide de forma negativa dado que destruye rápidamente los árboles siendo una de las causas más serias de deforestación clandestina.

Toda esta perturbación ha modificado de manera evidente las características originales del medio, dado que ya no se trata de un Bosque natural de pino sino de un Bosque de pino - encino, aunque la observación y experiencia señalan que en México la convivencia de pinos y encinos en muchos casos no implica una condición de transición, ya que las comunidades mixtas son en ciertas regiones de tan vasta distribución como las puras (Rzedowski 1978), éste no es el caso para esta zona de estudio. Algunos encinares se caracterizan por ser vegetación de fase sucesional madura clímax, como es el caso de el paraje Loma de Cuevas en Villa del Carbón, pero los hay también de carácter secundario y derivado del disturbio de otros tipos de vegetación, como es el caso de Las Isabeles en Nicolás Romero.

En Loma de Cuevas, Villa del Carbón, como era de esperarse, por tratarse de un Bosque natural de encino, las especies dominantes fueron *Quercus obtusata* y *Quercus castanea*, cabe destacar que esta última presentó individuos en todos los substratos de altura por lo que la regeneración de *Quercus castanea* se observó más activa, sin embargo *Quercus obtusata* obtuvo el VIR más alto.

En el estrato arbustivo las especies que sobresalieron por su abundancia se encontraron en las zonas más abiertas y perturbadas y en una cantidad menor en el interior del bosque.

De acuerdo a los datos obtenidos se determinó que se trata de una comunidad madura con la mayor cantidad de árboles en los estratos medios y un grado de conservación

mayor, esto último debido a que se encuentra mas alejada de los núcleos poblacionales, esto también se puede observar en que se encontraron menos tocones de árboles.

El cambio de uso de suelo en donde existe vegetación de pino - encino es muy común y es generado por un sin número de actividades diferentes al forestal; sin embargo, la medida en que esta práctica se realiza es descontrolada. Cabe destacar que la deforestación en México entre 1976 y 2000 alcanzó un promedio de 545 000 ha/año, lo cual es una de las tasas mas altas en América Latina (SEMARNAP, 2002).

En relación a la composición florística ambas comunidades comparten 16 familias, 19 géneros y 13 especies encontrando la mayor diversidad en el Bosque de encino (VC).

Las familias mas representativas en el Bosque de pino (NR) fueron *Compositae* y *Fagaceae* y en el Bosque de encino (VC) las familias *Compositae* y *Gramineae* ya que presentaron el mayor número especies.

En el Bosque de encino la abundancia de gramíneas ha sido inducida, ya que los fustes de los árboles presentan indicios de presencia de incendios, además se observó durante la toma de datos se pudo observar que a este lugar ingresa ganado a pastorear, por lo que no se descarta la posibilidad que los dueños de dicho ganado realicen quemas controladas para estimular el crecimiento del pastizal que sirve como alimento al ganado. El fuerte desarrollo del estrato herbáceo, cuyos componentes cuantitativamente más importantes son las gramíneas, suele resultar favorecido por los frecuentes incendios, mismos que también con seguridad eliminan muchos elementos arbustivos, aunque la dominancia de las gramíneas parece ser a menudo un fenómeno natural e independiente del disturbio que en cualquiera de los casos propicia la propagación del fuego (Rzedowski, 1978).

Conocer los elementos florísticos que conforman las comunidades nos permite realizar estudios de mayor complejidad y mayor precisión, así como para realizar la explotación sustentable de los recursos.

En relación a los grupos inferiores (briofitas, pteridofitas y hongos) no fueron colectados o no en su totalidad, únicamente las especies que sobresalen notablemente por su abundancia.

La vegetación es necesaria por su importancia como subsistema fundamental del sistema ecológico: captadora y transformadora de energía solar, puerta de entrada de la energía y de la materia a la trama trófica, almacenadora de energía, proveedora de refugio de la fauna, agente antierosivo del suelo, agente regulador del clima local, agente reductor de la contaminación atmosférica y del ruido, fuente de materia prima para el hombre, valor estético, además de innumerables servicios hidrológicos, por esto se le debe dar la importancia adecuada para su manejo.

COMPORTAMIENTO GERMINATIVO

Actualmente la necesidad de investigar los encinos mexicanos para conocer con precisión las características de desarrollo de cada especie es de suma importancia debido a las altas tasas de deforestación, el cambio climático y por ser este país junto con China los principales centros de diversificación.

El peso de los frutos de *Quercus obtusata* representó poco más del doble a los de *Quercus castanea*; una vez escarificados (retiro de epicarpio) en las semillas no se observan diferencias significativas. El tamaño de la semilla esta positivamente relacionado con el vigor y la sobrevivencia de las plantas, una semilla grande permite a las plantas producir un sistema radical mas extenso y quizá mas profundo, para obtener agua de manera mas eficiente y rápida que lo que ocurre en una semilla pequeña en un ambiente seco (Zavala y García, 1996), por lo que se puede destacar que las colectas realizadas para ambas especies en las dos localidades demuestran una buena calidad de los frutos.

Entre especies y variedades, el tamaño de las semillas es una característica determinada básicamente por la genética, hay algunas variaciones producidas por el medio ambiente físico y en la misma planta las variaciones de tamaño es un efecto materno resultante de la posición de las semillas en el fruto, por lo que para el presente trabajo se escogieron las semillas más grandes y con las mejores características.

El inicio de la germinación en ambas especies se presentó un día después de su establecimiento, lo cual indica gran vigor, en comparación con otras especies de encino como *Quercus laceyi* y *Quercus fusiformis* donde se ha observado a los 7 y 46 días respectivamente (Marroquín, 1997).

Cabe señalar que previo establecimiento en la cámara de germinación, fue necesario sumergir las semillas de *Quercus obtusata* en una solución de Benlate (fungicida) debido a que se observó invasión de hongos que causaban la muerte de las semillas, una vez sumergidas en este fungicida se pudo controlar el problema.

Los cambios observados en la coloración de los frutos nos dan un criterio para juzgar la madurez de las semillas, observándose desde el verde que indica inmadurez hasta varios

tonos de amarillo, café o gris, acompañado del endurecimiento del pericarpio, lo que nos indica su vejez (Camacho, 1992).

Cabe mencionar que ninguna de las dos especies alcanzó el 100% de germinación de la muestra, sin embargo los porcentajes obtenidos indican buena capacidad germinativa; las semillas que no alcanzaron a completar la germinación presentaron invasión por algún insecto (*Curculio sp*) u hongo, algunas presentaron dormición, la cual se define como el estado en que se encuentra una semilla viable, que no germina aunque disponga de humedad para embeberse y de suficiente aireación, así como una temperatura que permita el crecimiento vegetal (Camacho, 1992).

El tiempo medio de germinación o tiempo promedio que tarda en germinar la mayor parte de las semillas observado en ambas especies se considera un tiempo bueno, aunado a los resultados de uniformidad germinativa o desviación típica del tiempo de germinación y calidad de la germinación (Índice de Maguire), nos indica buena calidad en las dos especies, estas características señalan que se requerirán menores cuidados durante el proceso de crecimiento y desarrollo características deseadas en cualquier plantación comercial.

Las colectas realizadas posteriormente demostraron que la especie *Quercus obtusata* puede presentar más de un embrión en el fruto, observando porcentajes de germinación superiores al 100%, ya que se encontraron hasta cuatro semillas en una sola nuez, de las cuales hasta tres llegaron a germinar, lo que nos indica que solo dos o tres óvulos son abortados; generalmente sólo uno de ellos madura en cada bellota.

Los valores obtenidos del crecimiento radicular para *Quercus obtusata* reflejan un mayor vigor respecto de *Quercus castanea*, a medida que la raíz primaria se alarga aumenta el número de raíces secundarias, por lo que a mayor desarrollo de la raíz primaria los requerimientos se vuelven mayores.

Es importante destacar la abundante producción de mucílago en las raíces de *Quercus obtusata* dentro de la cámara de germinación, lo que indica una estrategia utilizada para garantizar un estrecho contacto con el suelo y el movimiento del agua hasta la semilla y así evitar su desecación (Camacho, 1992).

Para el caso de *Quercus castanea* se observó escasa o nula producción de mucílago, por lo que podemos inferir que esta especie no requiere este tipo de estrategia, debido a que su proceso germinativo es más activo y su porcentaje de germinación mayor.

El crecimiento del tallo a partir de la raíz primaria en *Quercus obtusata* se ve estrechamente relacionada con la capacidad que tiene el género para reproducirse vegetativamente, lo que constituye una ventaja en algún momento del desarrollo, dado que evita la formación de tipos recombinados mal adaptados en un ambiente más o menos constante, sin que exista una división entre la reproducción sexual y asexual ya que se relacionan por condiciones transicionales (Grant, 1989); del mismo modo se ha observado que cuando es prácticamente imposible conservar la viabilidad de las semillas recalcitrantes, la propagación vegetativa de las plantas es la práctica usual para preservar la variabilidad genética (Zavala y García, 1996). Las plantas de encino desarrollan rebrotes a partir de la raíz, lo cual podría contrarrestar el efecto de mortalidad durante la regeneración (Zavala, 2001); sin embargo, no se tenía ningún reporte de este tipo de crecimiento para esta especie.

Como resultado de la regeneración asexual o propagación vegetativa se obtiene uniformidad genética, restricción ecológica de la planta y la tendencia poblacional a responder “catastróficamente” (alta mortalidad repentina) ante los cambios ambientales bruscos provocados por algún aprovechamiento de la vegetación tal como disturbio severo, por ejemplo un incendio. Esta propagación puede efectuarse a partir de la emisión de rebrotes del tallo principal o de ramas de troncos vivos en pie o de troncos caídos así como a partir de la raíz, tanto de árboles adultos o de plantas (Zavala y García, 1997), en tanto que la regeneración sexual o por semilla tiene como resultado la variabilidad genética lo cual favorece las respuestas a las poblaciones ante la selección natural, así cuando estas dos ocurren alternadamente se produce la conservación de las comunidades favorablemente.

Es importante mencionar que en los encinos la propagación vegetativa es una estrategia usual para preservar genotipos exitosos y que en varias especies llega a ser tan predominante sobre la sexual que la producción y viabilidad de las semillas y la sobrevivencia de plantas son bajas.

Cabe destacar que los árboles donde se colectaron las bellotas eran individuos que se encontraban en buenas condiciones, esto con la finalidad de obtener organismos nuevos con buenas características físicas.

Los resultados obtenidos nos indican que *Quercus obtusata* y *Quercus castanea* son especies que pueden presentar una gran capacidad germinación y producción de plantas en condiciones de luz y humedad controladas y para el caso de individuos adultos una gran capacidad de producción de semillas.

Las semillas cumplen una función fundamental en la reproducción de plantas, son el mecanismo de dispersión de la especie en el medio y son un almacén de información genética y de nutrientes (INIFAP, 1994), por lo que una buena recolecta de semillas reflejará una mejor producción de plantas.

Tradicionalmente los programas de conservación de bosques *in situ* han sido importantes; sin embargo, la necesidad de realizar investigaciones *ex situ* se ha ampliado debido a las prácticas inadecuadas dentro de los bosques.

CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA EN VIVERO

El crecimiento y desarrollo es todo un continuo de distintas etapas, entre las que destacan la floración, el desarrollo de frutos y semillas, la diseminación, la germinación el crecimiento y el establecimiento de plantas. También incluye la fructificación, así como a la producción de rebrotes, puesto que en muchas especies basan su reproducción en la propagación vegetativa o en una combinación de éstas.

La relación más estrecha se observó en las variables altura y diámetro del tallo y fue también donde se observó mayor variación, debido a esto se obtuvieron las desviaciones estándar para cada una de estas variables, determinando que para *Quercus obtusata* la variación en el crecimiento de la altura del tallo fue alta en los primeros meses estabilizándose al final del monitoreo, en cuanto al diámetro del tallo la variación se eleva en el primer mes estabilizándose rápidamente a partir del segundo.

Por otra parte la desviación estándar en el crecimiento de la altura del tallo de *Quercus castanea*, no presenta variación importante; es decir, permanece más o menos uniforme hasta el final del monitoreo, en cuanto al diámetro del tallo, en el primer mes la variación aumenta estabilizándose conforme transcurre el tiempo. La desviación estándar para estas dos variables se observa más uniforme en *Quercus castanea* respecto de *Quercus obtusata*.



Figura 35. Crecimiento de plántula de la especie *Q. castanea*

Es importante mencionar que las semillas de *Quercus obtusata* tardan cerca de veintiséis días en emitir el epicotilo y *Quercus castanea* en cuatro días; sin embargo ambas especies a la edad de un año presentan un tamaño más o menos similar, por lo que esta característica no representa una desventaja para *Quercus obtusata*.

Como podemos observar en ambas especies el crecimiento radial no es tan evidente dado que el incremento celular en plantas jóvenes predomina en la elongación y no en el diámetro.

El crecimiento en la cobertura y número de hojas también mostraron una estrecha relación; sin embargo, esta se presentó más estable.

El crecimiento de las variables altura, diámetro del tallo, cobertura y número de hojas de las plantas se mantuvo en aumento durante el tiempo de monitoreo en el vivero.

Ambas especies presentaron plantas con un sistema radicular bien desarrollado, tallo derecho y equilibrado, con buena disposición de ramas, hojas verdes y en buen estado sanitario (sin desarrollo de hongos o bacterias y sin presencia de plagas); así mismo, no se observaron dificultades al realizar el trasplante a bolsas negras en su etapa de mayor crecimiento.



Figura 36. Trasplante de plantas a bolsas negras dentro del vivero.

En relación a la sobrevivencia de plantas en vivero fue relativamente baja para *Quercus obtusata* debido a que por deficiencias de espacio luz y humedad dentro del vivero no se tuvieron las mismas condiciones para todos. El porcentaje de germinación es un factor

importante para un buen establecimiento en vivero, ya que el desarrollo de las estructuras que provienen del embrión se manifiesta en su capacidad para producir plantas sanas y establecerse en condiciones favorables (INIFAP, 1994) por lo que se confía que en condiciones adecuadas de luz y humedad se puede obtener un mayor porcentaje de sobrevivencia en ambas especies.

Debido a esta baja sobrevivencia en plantas (respecto a *Quercus castanea*) en años consecutivos se realizaron pruebas de sobrevivencia para la especie *Quercus obtusata*, colocando 250 plantas en recipientes con mayor superficie horizontal, teniendo mayores cuidados en el riego y cantidad de luz, de esta forma se obtuvo un porcentaje de supervivencia de 100%, alcanzando tallas de hasta de 8 cm de altura a los 2 meses de edad lo que representa el doble de crecimiento en relación al primer establecimiento. Se puede decir que luego que ocurre la germinación y una vez agotados los elementos de reserva, la plántula se torna más sensible y vulnerable a las influencias externas, ya que a partir de ese momento debe fabricar su propio alimento y desarrollar mecanismos de protección y crecimiento influenciados por el medio ambiente, por lo que en condiciones adecuadas se pueden obtener porcentajes altos de sobrevivencia en vivero. Así el tener los debidos cuidados incluyendo podas artificiales con el objeto de eliminar las ramas muertas y reducir el riesgo de plagas y enfermedades se fortalecerá su crecimiento

En forma natural y en los cultivos, las semillas generalmente germinan enterradas, por lo que las plantas deben lograr que los tallos emerjan del suelo, para que las hojas alcancen la luz. En plantas como los encinos que tienen una semilla relativamente grande y su crecimiento es hipogeo es mejor hacer una siembra semi superficial, colocando a la semilla inclinada en el suelo con su punta enterrada con lo que se logra una buena conformación de las plantas (Camacho, 1992).

Cabe destacar que en México es necesario contar con información que aumente la producción de especies forestales como los encinos, para proyectos de producción y restauración, pues ha habido una disminución de la cobertura boscosa de 29 % en los últimos 50 años (SEMARNAT, 2003), en donde el área afectada por la erosión de suelos alcanza el 76 % del territorio nacional (SEMARNAP, 2002), los bosques a diferencia de otros recursos naturales son renovables cuando son manejados de una forma apropiada, un ejemplo es Estados Unidos donde la tercera parte del territorio (294 millones de

hectáreas), esta cubierta por árboles, dos tercios de este territorio (equivalente a 196 millones de hectáreas) cuentan con bosque clasificados como comerciales que pueden ser aprovechados.

En nuestro país se da el caso contrario ya que los estados que no tienen datos de producción maderable de encino, a pesar de tener amplios representantes de ellos en su territorio son Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Morelos, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco y el Distrito Federal (Pérez *et al*, 2000).

VIABILIDAD

Antes de que cualquier tipo de semilla muera se presentan signos de envejecimiento evidentes como en todos los organismos vivos, los cuales se observan en forma progresiva, tales características son las siguientes: germinación lenta, incapacidad para germinar en las condiciones adecuadas, incremento de la susceptibilidad a las enfermedades y plantas con anomalías.

Tales características se observaron en las semillas de *Quercus obtusata* las cuales no mantuvieron su viabilidad, a los treinta días de almacenamiento en refrigeración se encontraban completamente dañadas; sin embargo, se deben determinar las condiciones adecuadas, antes de asegurar que es incapaz de mantener su viabilidad, ya que los requerimientos de cada especie son diferentes, por lo que no es determinante hasta realizar las pruebas de sobrevivencia suficientes en diferentes recipientes, grados de temperatura, etc.

Respecto a las causas internas de la muerte de semillas frecuentemente se menciona el consumo de reservas presentes en el embrión a través de la respiración, desorganización de las membranas celulares y de daño cromosómico (Camacho, 1992).

Actualmente las condiciones óptimas de almacenamiento para semillas recalcitrantes pueden ser determinadas por ensayo y error solamente, esto se debe a que las mismas requieren condiciones tales, que pueden diferir notablemente entre las especies. De esta manera se deben definir cuantitativamente las relaciones entre condiciones de almacenamiento y la viabilidad. Cabe mencionar que las especies pertenecientes a los géneros *Quercus*, *Araucaria*, *Carya* y *Junglans*, toleran temperaturas menores a 5°C (Camacho, 1992), por lo que deben ir orientadas en este sentido.

Por otro lado, fueron extraídas muestras de frutos en refrigeración a los tres, seis, nueve y doce meses de la especie *Quercus castanea* esto debido a que la cantidad de semillas colectadas no fue suficiente para continuar realizando pruebas de viabilidad, de igual manera seleccionaron los mejores frutos para colocarlos dentro de la cámara de germinación y en todos los casos se obtuvieron porcentajes de germinación superiores al 96% y una sobrevivencia de plantas en vivero superiores al 92% en todas las pruebas realizadas.

Se observaron daños en algunas semillas como en el caso de *Quercus obtusata*; sin embargo, estos no fueron tan agudos.

Durante el almacenamiento las semillas sufrieron daños físicos, producidos por diversos factores como son: hongos y larvas de tal manera que el número de semillas dañadas en refrigeración extraídas fue cada vez mayor.



Figura 37. Frutos dañados almacenados en refrigeración de *Q. obtusata*.

La calidad de las semillas se vio afectada por los diferentes periodos de almacenamiento en refrigeración en el que permanecieron, ya que el Índice de Maguire (calidad germinativa) disminuyó, requiriendo un mayor tiempo para la germinación total de la muestra.

La viabilidad se refiere a la proporción de individuos vivos en una población de semillas expresada en el porcentaje de individuos con capacidad de producir plantas con posibilidad de establecerse y llegar a reproducirse, considerándose como no germinadas aquellas que producen plantas anormales como son: albinismo, falta de órganos y roturas entre otros (Moreno 1984, tomado de Camacho 1992), por lo que la capacidad de esta especie para producir plantas sanas capaces de establecerse no se ve afectada el almacenamiento en refrigeración y se considera buena.

Los encinos mexicanos son uno de los grupos de plantas más abundantes del país y las bellotas parecen ser uno de los frutos más conocidos; sin embargo, biológicamente no los son, por lo que no se ha desarrollado la tecnología propia para el almacenamiento o preservación de las bellotas sin alterar su viabilidad.

Cabe hacer énfasis en que ambas especies de encino son sugeridas como especies preferentes en el anexo B de la Norma Ambiental para el distrito Federal NADF-006-RNAT-2004, que establece los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autoridades, personas físicas o morales que realicen actividades de fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes públicas, para ser utilizadas en la reforestación urbana, por tener gran adaptabilidad a estas condiciones.

México posee un centro de diversificación del género *Quercus* y su uso podría ayudar en la restauración de comunidades afectadas. Los programas nacionales para la producción de plantas para fines de reforestación en áreas de clima templado, podrían tener en los encinos una base importante.

En México la selección de especies de encino para su aprovechamiento es un factor obligado, ya que esta falta de selección ha repercutido en el bajo aprovechamiento de esta madera. Otra causa primordial para su escaso aprovechamiento es el poco interés para ensayar nuevas metodologías para transformar este tipo de madera en productos mejores y de mayor calidad. Por lo mismo se ha creado un abandono de dicho recurso, lo que se ha tratado de resolver con la introducción de madera extranjera (Pérez *et al*, 2000).

MORFOLOGIA

El género *Quercus* se caracteriza por ser un género muy activo evolutivamente por lo que es necesario obtener información detallada que permita llenar los grandes huecos que existen en cuanto a investigación taxonómica se refiere.

Algunas diferencias encontradas al comparar plantas de *Quercus obtusata* de seis meses y un año así como en ejemplares adultos no sólo se encuentran en las dimensiones sino también en las características que se describen a continuación:

- **Forma de las hojas:** en plantas adultas es obovada angosta, obovada ancha o elíptica-elíptica, mientras que en ejemplares de seis meses y un año es obovada angosta a elíptica ancha.

- **Ápice de las hojas:** en ejemplares adultos se presenta obtuso convexo o redondeado y en ejemplares de seis meses y un año es obtuso a veces agudo.

- **Base de las hojas:** en adultos es simétrica obtusa, redonda o cordada, a los seis meses es simétrica o asimétrica, cuneada, obtusa o aguda y al año es simétrica o asimétrica, cuneada, obtusa, aguda o ligeramente cordada.

- **Color de las hojas:** se observa verde lustroso para ejemplares adultos y verde ligeramente glauco para plantas de menor edad.

- **Tricomas glandulares:** no se observan en individuos de seis meses; es importante señalar que la presencia de tricomas glandulares es un carácter diagnóstico que permite reconocer, entre otros caracteres, a *Q. obtusata*. Dichos tricomas estuvieron presentes al año de edad.

En plantas de seis meses, un año y adultos de la especie *Quercus castanea* se encontró lo siguiente:

- **Forma de las hojas:** en ejemplares adultos encontramos que es elíptica, elíptico oblongas, oblanceoladas o lanceoladas, en ejemplares de un año son obovada angosta o elíptica y a los seis meses es obovada angosta, elíptica o elíptica ancha;

- **Ápice de las hojas:** en adultos se presenta agudo u obtuso, en plantas de un año es obtuso y a veces agudo, a los seis meses es agudo o acuminado, siendo en los tres casos aristado;

- **Base de las hojas:** en adultos es simétrica o asimétrica, redondeada o cordada, al año es simétrica o asimétrica lobada o cordada, a veces aguda sobre todo en las hojas jóvenes, a los seis meses se presenta simétrica o asimétrica, cordada obtusa a veces redondeada.

- **Número de dientes por lado de las hojas:** en adultos se encuentran de 1 - 7 distribuidos en tres cuartas partes superiores de la hoja, en plantas de un año se observan hasta 10 distribuidos en las tres cuartas partes superiores de la hoja, a los seis meses se observan hasta 5 ubicados en dos terceras partes superiores de la hoja.

La variabilidad morfológica y capacidad para formar híbridos genera severos problemas taxonómicos y lleva a muchos a asignaciones incorrectas, para el caso de *Quercus castanea* se han definido alrededor de 20 sinónimos y para *Quercus obtusata* alrededor de 11 (Zavala, 1990), por lo que las descripciones en etapas tempranas del desarrollo aportarán información que nos permita definir claramente los límites taxonómicos de estas especies.

La información relativa a los bosques mexicanos de *Quercus* es aun bastante imperfecta y por otra parte esta dispersa en un gran número de notas, citas y descripciones más o menos completas, pero realizadas con criterios y grados de profundidad muy diversos, lo que dificulta su comparación y síntesis (Rzedowski, 1978).

CONCLUSIONES

El presente trabajo realiza aportaciones en los campos de la ecología, biología y fenología de dos especies de encino de amplia distribución de lo que se destaca lo siguiente:

- ◆ Se determinaron un total de 119 especies, siendo el Bosque de encino de Villa del Carbón la localidad que presentó la mayor diversidad florística, en relación con el Bosque de Pino de Nicolás Romero; ambas comunidades comparten 16 familias, 19 géneros y 13 especies.

- ◆ En Puentecillas, Nicolás Romero, *Pinus leiophylla* representó el 52.08% del total de especies encontradas, obteniendo el valor de importancia relativo más alto, seguida por *Quercus dysophylla*, *Quercus crassipes* y *Quercus obtusata*.

Para Loma de Cuevas, *Quercus obtusata* representó el 58.44 % del total de individuos encontrados con el valor de importancia, frecuencia y cobertura más alto seguido por *Quercus castanea* con el 36.36% y *Prunus serotina ssp. capuli* con el 5.19%.

- ◆ El inicio de la germinación para ambas especies se presentó al día siguiente, con un porcentaje total de germinación para *Quercus obtusata* de 92.80% y para *Quercus castanea* de 98.8%, estos valores relacionados con los índices germinativos indican buena calidad germinativa en ambas especies.

- ◆ Las plantas de *Quercus obtusata* producen brotes a partir de la raíz primaria, condición relacionada con la capacidad del genero *Quercus* para reproducirse vegetativamente.

- ◆ La sobrevivencia de plantas en vivero fue de 13.79% para *Quercus obtusata* y de 64.4% para *Quercus castanea*.

- ◆ Las semillas de *Quercus obtusata* pierden su viabilidad a los 30 días de almacenamiento en refrigeración, las de *Quercus castanea* mantuvieron su viabilidad, en las mismas condiciones, por un lapso de doce meses.

- ◆ Pruebas de sobrevivencia posteriores para *Quercus obtusata*, presentaron porcentajes superiores al 100%. Las plantas obtenidas alcanzaron tallas de hasta de 8 cm. de altura a los dos meses de edad.

- ◆ Se encontraron diferencias morfológicas en plantas a diferentes edades en ambas especies en las características de forma, base, ápice, dientes y color de las hojas. Fue notable que en plantas de *Quercus obtusata* los tricomas glandulares no se presenten a los seis meses.

- ◆ Se observó en semillas de *Quercus obtusata* una gran vigorosidad ya que se encontró una fuerte poliembrionía, una elevada sobrevivencia y una calidad de germinación buena.

- ◆ Ambas especies produjeron en vivero plantas sanas, sin presencia de plagas o enfermedades.

Es bien sabido que México cuenta con amplias superficies con comunidades de encino que actualmente están dedicadas a otro tipo de actividades, pero que por sus condiciones deben ser restauradas y con ello favorecer su uso y aprovechamiento. Teniendo presente que actualmente México importa gran cantidad de productos de madera de encino de Estados Unidos y Canadá, desaprovechando el potencial que los encinos mexicanos pueden ofrecer (Olvera *et al.*, 2000).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Bello G., 1994. Fenología y biología del desarrollo de cinco especies de *Quercus* en Paracho y Uruapan, Michoacán. *Ciencia forestal*. 19:75:3-40.
- Bonfil C., 1995. Establecimiento, sobrevivencia y crecimiento de plántulas de dos especies de encinos en el Ajusco, D.F. *Memorias del III Seminario Nacional sobre utilización de encinos*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Reporte científico especial No. 15 Tomo I. p 350-365.
- Camacho M. y V. G. Morales, 1992. Métodos para el análisis del efecto de tratamientos sobre la germinación. INIFAP, Campo experimental Coyoacán. p 282-290.
- Camacho M., 1994. Dormición de semillas causas y tratamientos. Editorial Trillas México. 120 pp.
- Carpinteyro J., 1994. Influencia del sombreado en la germinación de semillas y el desarrollo inicial de plántulas de *Cupressus lindleyi* Klotsch en vivero en la Región Central de México. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. p 1-75.
- Chacalo H. y R. Fernández, 1995. Los árboles nativos e introducidos utilizados en la reforestación de la Ciudad de México. *Ciencia Síntesis de Investigación*. 46: 383-393.
- Dirzo y Raven, 1988. Un inventario biológico para México. Centro de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México. Missouri Botanical Garden. p 29-34.
- Figuroa, B. L.; S. Moreno y M. Olvera, 1995. Fenología de cuatro especies de encino en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera de Manantlán, Jalisco. *Memorias del III seminario sobre utilización de encinos*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León. Reporte Científico Especial No. 15, Tomo I. p 137-147.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2005. Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-006-RNAT-2004, que establece los requisitos, criterios lineamientos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autoridades, personas físicas o morales que realicen actividades de fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes publicas.
- Gama-Castro, J.E. e I. Reyes, 1995. Caracterización de la variación del medio ambiente donde se distribuyen algunas especies de encino. *Memorias del III seminario sobre utilización de encinos*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León. Reporte Científico Especial No. 15, Tomo I. p 56.

- Grant V., 1989. *Especiación vegetal*. Editorial LIMUSA. Primera Edición México DF. 587 pp.
- Hickey L., 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de dicotiledóneas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. 16 (1-2):1-25.
- Manson R., 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. *Madera y Bosques*. 10 (1):3-20.
- Marroquín F., 1997. Algunos aspectos sobre la fenología, producción de bellotas y propagación de seis especies de encino *Quercus L.* del estado de Nuevo León México. *Tesis Maestría*. Facultad de Ciencias Forestales, UNANL. 146 pp.
- Matteucci S. y A. Colma, 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional del Desarrollo Científico y Tecnológico, Monografía #22 Serie de Biología. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda Coro, Estado Falcón Venezuela. 169 pp.
- Martínez G., 1995. Estructura de una comunidad de *Quercus* en la Sierra de Zacualtipán Hidalgo. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM. México. 113 pp.
- Martínez G., 1995. Aspectos ecológicos de una comunidad de *Quercus* en la región noreste de Hidalgo. Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León. Reporte Científico Especial No. 15, Tomo I. p 82-97.
- Martínez M. y E. Matuda, 1979. Flora del Estado de México. Biblioteca Enciclopédica del Estado de México, México. Tomo I, II y III.
- Mur P., 2003. Patrones de distribución geográfica de especies del genero *Quercus* y de algunos de sus insectos formadores de agallas en el estado de Michoacán México. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias UNAM, México. 58 pp.
- Nixon K., 1993. Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names. *Ann. Sci. For.* 50, Suppl. 1:25-34.
- Ordóñez R., A. Quiroz y P. Zarate. 1998. Propiedades mecánicas de laminados estructurales con madera de encino. *Madera y Bosques* 4(2):95-104.
- Orozco M., 1995. Vegetación del Municipio de Temascaltepec, Estado de México. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM, México. 100 pp.
- Pérez C., 2000. Relación estructura propiedades físico-mecánicas de la madera de algunas especies de encinos (*Quercus*) mexicanas. Tesis Biólogo. Facultad de Ciencias UNAM, México. 266 pp.

- Pérez C., R. Dávalos y E. Guerrero, 2000. Aprovechamiento de la madera de encino en México. *Madera y Bosques*. 6(1):3-13.
- Rao P. B. y S. P. Singh, 1985. Response breadths on enviromental gradients of germination and seedling growth in two dominant forest tree species of central Himalaya. *Annals of Botany*. 56:783-794.
- Robledo G., 1997. Germinación y crecimiento de plántulas de cuatro especies de encino del Ajusco, DF. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. 70 pp.
- Romero S., C. Rojas y S. Aguilar E., 2002. El genero *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. *Annals of the Botanical Garden*. 89:551-593.
- Rzedowski J., 1978. *Vegetación de México*. Editorial LIMUSA. México. 478 pp.
- Rzedowski G. C. y J. Rzedowski, 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío y CONABIO, Pátzcuaro Michoacán, México. Segunda Edición. 1406 pp.
- SEMARNAP, 2002. Inventario Nacional de Suelos. SEMARNAP. México DF. 235 pp.
- Soto M. L., 1982. Estudio Taxonómico del genero *Quercus* (Fagaceae) en la cuenca del Río Zopilote, Guerrero. Tesis Biólogo. Facultad de Ciencias UNAM, México. 183 pp.
- Toledo V., 1988. La diversidad biológica de México. Centro de Ecología UNAM. *Ciencia y Desarrollo*. 14(81):17-30.
- Valencia S., 1989. Contribución al conocimiento del genero *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Guerrero, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM México. p 1-129.
- Valencia A., 1994. Contribución a la delimitación taxonómica de tres especies del genero *Quercus* subgénero *Erythrobalanus*, *Quercus laurina* Humboldt et Bonpland, *Quercus affinis* Scheidweiler y *Quercus ghiesbregthii* Martens et Galeotti. Facultad de Ciencias UNAM, México. p 1-37.
- Vargas M. y C. Chávez, 1990. Evaluación de componentes aéreos y radicales en plántulas de capulín *Prunus serotina* Ehrh. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. México. p 1-85.
- Villalòn H., 1992. Germinación de semillas almacenadas de encinos (*Quercus polymorpha* Schl. Et Cham) bajo diferentes tratamientos. Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos. Facultad de Ciencias Forestales UANL. Reporte Científico Especial No. 15, Tomo I. p 331-339.

Zavala F., 1989. Identificación de encinos de México. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México. 150 pp.

Zavala F., 1990. Los encinos mexicanos: Un recurso desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo*. 16 (95):43-52.

Zavala F. y E. García, 1996. *Frutos y semillas de encinos*. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 51 pp.

Zavala F. y E. García, 1997. Plántulas y rebrotes en la regeneración de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. *Agrociencia*. 31 (3): 323-329.

Zavala D. y M. Lara, 1998. Análisis del proceso de ablandamiento de torcería de encinos para la producción de chapa para madera contrachapada (triplay). *Madera y Bosques*. 4(1): 53-64.

Zavala F., 2000. El fuego y la presencia de encinos. *Ciencia Ergo Sum*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. 7(3):269-276.

Zavala F., 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. *Polibotánica*. Universidad Autónoma Chapingo, México. 8:47-64.

Zavala F., 2001. Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 94 pp.

<http://www.nicolasromero.gob.mx>

<http://www.villadelcarbon.gob.mx>

<http://www.semarnat.gob.mx>

APENDICE I

FORMULARIO DE VARIABLES ECOLOGICAS

VARIABLE	FÓRMULA	COMPONENTES DE LA FÓRMULA
Frecuencia	$F = \left[\frac{mi}{M} \right] \cdot 100$	F = Frecuencia del atributo mi = Número de unidades muestrales en las que aparece el atributo i M = Total de unidades muestrales
Frecuencia relativa	$FiR = \left[\frac{Fi}{\sum Fi} \right] \cdot 100$	FiR = Frecuencia relativa del atributo i Fi = Frecuencia del atributo i $\sum Fi$ = Suma de las frecuencias de todos los atributos.
Densidad	$D = \left[\frac{ni}{A} \right]$	D = Densidad ni = Número de individuos A = Área muestreada
Densidad relativa	$DiR = \left[\frac{ni}{NT} \right] \cdot 100$	DiR = Densidad relativa del atributo i ni = Número de individuos del atributo i NT = Número total de individuos
Cobertura	$C = \left[\frac{d1 + d2}{4} \right] 2\Pi$	C = Cobertura del atributo d1 = Primer diámetro de la cobertura d2 = Segundo diámetro de la cobertura Π = 3.1416

<p>Cobertura relativa</p>	$CiR = \left[\frac{Ci}{\sum Ci} \right] \cdot 100$	<p>CR = Cobertura relativa del atributo i Ci = Cobertura del atributo i $\sum Ci$ = Suma de las coberturas de todos los individuos</p>
<p>Valor de importancia</p>	$VIR = \left(ABiR + DiR + FiR \right)$ $ABi = \Pi \left[\frac{DAP}{2} \right]$ $ABiR = \frac{ABi}{ABT}$	<p>VIR = Valor de importancia relativa ABiR = Área basal relativa del atributo i DiR = Densidad relativa del atributo i FiR = Frecuencia relativa del atributo i ABi = Área basal del atributo i $\Pi = 3.1416$ DAP = Diámetro a la altura del pecho ABiR = Área basal relativa del atributo i ABT = Área basal total</p>
<p>Índice de diversidad (Simpson)</p>	$DS = 1 - \sum_{i=1}^s \left(Pi^2 \right)$ $Pi = \frac{ni}{N}$	<p>DS = Diversidad de Simpson ni = Número de individuos del atributo i N = Número total de individuos</p>

APENDICE II

FORMULARIO DE INDICES DE GERMINACION

VARIABLE	FORMULA	COMPONENTES DE LA FORMULA
<p>Capacidad germinativa</p>	$CG = \left(\frac{Ae \cdot 100}{M} \right)$	<p>CG = Capacidad Germinativa Ae = Germinación acumulada hasta la última evaluación. M = Muestra evaluada (Total de semillas establecidas)</p>
<p>Uniformidad germinativa (Desviación típica de los tiempos de germinación)</p>	$DTG = \sqrt{\frac{SCG - (SPG \cdot SPG / SG)}{SG - 1}}$ $SCG = \left(\sum_{i=1}^e P_i^2 \right) G_i$ $P_i = \frac{[i - (i - 1)]}{2}$ $SPG = \sum_{i=1}^e P_i$ $SG = \sum_{i=0}^e G_i$	<p>DTG = Desviación Típica del Tiempo de Germinación. SCG = Suma de los puntos Medios Cuadrados por germinaciones sencillas ([P₁xP₁xG₁]+[P₂xP₂xG₂]...+[P_exP_exG_e]). SPG = Suma de los puntos Medios por Germinaciones Sencillas ([P₁xG₁]+[P₂xG₂]...+[P_exG_e]). SG = Suma de las Germinaciones Sencillas (G₁+G₂...+G_e=Ae). P_i = Marca clase o Punto Medio entre dos evaluaciones (i toma valores desde 1 hasta "e"). e = Número total de evaluaciones realizadas durante la incubación (última evaluación realizada). T_i = Tiempo transcurrido desde el establecimiento hasta la evaluación número "i". G_i = Germinación sencilla de la i - ésima evaluación.</p>

Tiempo de germinación	$TMG = \frac{SPG}{SG}$	TMG = Tiempo Medio de Germinación. SPG = Suma de los Puntos Medios por Germinaciones Sencillas. SG = Suma de Germinaciones Sencillas.
------------------------------	------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

APENDICE III

MEDICIONES REALIZADAS EN CAMPO

PUENTECILLAS, NICOLAS ROMERO, ESTADO DE MEXICO.

CUADRANTE No. 1

Topografía: ladera

Orientación: 135 SW

Pendiente: 5°

Altitud: 2784 msnm

Ubicación geográfica: 19°38'40.6'' Lat. N y 99°26'0.1'' Long.W

Porcentaje de Hojarasca: 70% Textura: arcillo-limoso pH: 6		Mat. Org: 3 Humus (cm):1/2cm	
ESTRATO ARBOREO			
ESPECIE	DAP (cm)	COBERTURA (mt)	ALTURA (mt)
<i>Quercus crassipes</i>	35	12.40	27.40
<i>Quercus obtusata</i>	31	10.20	13.00
<i>Quercus crassipes</i>	29	10.70	18.30
<i>Quercus crassipes</i>	27	10.40	17.20
<i>Quercus dysophylla</i> (2 troncos)	29/28	13.80/11.80	16.90/25.50
<i>Pinus leiophylla</i>	78	11.20	28.50
<i>Cupressus lusitanica</i>	3	1.20	1.63

CUADRANTE No. 2

Topografía: ladera

Orientación: 55°NW

Pendiente: 18°

Altitud: 2765 msnm

Ubicación geográfica: 19°38'43.6'' Lat.N y 99°26'2.9'' Long.W

Porcentaje de Hojarasca: 70% Textura: arcillo- limoso pH: 6		Mat. Org: 3 Humus (cm):2cm	
ESTRATO ARBOREO			
ESPECIE	DAP (cm)	COBERTURA (mt)	ALTURA (mt)
<i>Quercus crassipes</i>	21	12.00	5.00
<i>Quercus crassipes</i> (tocón)	22	2.00	2.20

<i>Quercus obtusata</i>	22	2.71	17.20
<i>Quercus obtusata</i>	30	5.51	12.20
<i>Quercus obtusata</i> (tocón)	24	1.10	1.60
<i>Quercus crassifolia</i>	32/31	9.22	22.65
<i>Quercus crassifolia</i> (2 troncos)	22/20	5.34/2.32	12.41/14.50
<i>Quercus crassifolia</i>	55	7.10	17.50
<i>Quercus crassifolia</i>	6	2.50	2.00
<i>Quercus dysophylla</i>	15	3.70	3.60
<i>Quercus dysophylla</i>	14	5.00	14.00
<i>Quercus dysophylla</i>	31	4.48	9.00
<i>Pinus leiophylla</i>	5	3.00	4.10
<i>Pinus leiophylla</i>	4.5	2.80	3.50
<i>Pinus leiophylla</i>	50	5.00	22.00

CUADRANTE No. 3

Topografía: ladera

Orientación: 310 NW

Pendiente: 29°

Altitud: 2766 msnm

Ubicación geográfica: 19°38'42.5" Lat. N y 99°26'3.4" Long. W

Porcentaje de Hojarasca: 80% Textura: arcillo- limoso pH: 6		Mat. Org: 3 Humus (cm):2	
ESTRATO ARBOREO			
ESPECIE	DAP (cm)	COBERTURA (mt)	ALTURA (mt)
<i>Quercus crassipes</i>	23	3.50	24.37
<i>Quercus dysophylla</i>	29/30	17.50/11.00	21.97/17.00
<i>Quercus dysophylla</i>	31/32	11.80	18.52
<i>Quercus dysophylla</i>	45	8.30	25.00
<i>Quercus dysophylla</i>	50	9.40	26.00
<i>Quercus dysophylla</i>	24	7.60	22.00
<i>Quercus dysophylla</i> (tocón)	20	1.00	2.94
<i>Quercus dysophylla</i>	6	1.60	1.55
<i>Quercus candicans</i>	43/47	14.60/8.90	25.00
<i>Quercus obtusata</i>	7	1.35	3.70
<i>Alnus jorullensis</i>	26	3.5	7.10
<i>Alnus jorullensis</i>	27	2.6	6.00
<i>Quercus dysophylla</i>	43	7.70	26.00
<i>Quercus dysophylla</i>	15	3.30	1.50
<i>Pinus leiophylla</i>	4	.92	1.54
<i>Pinus leiophylla</i>	1.5	.63	1.66
<i>Pinus leiophylla</i>	1.5	.62	1.58
<i>Pinus leiophylla</i>	2.5	.64	1.20

CUADRANTE No. 4

Topografía: ladera

Orientación: 315 NW

Pendiente: 30°

Altitud: 2739 msnm

Ubicación geográfica: 19° 38' 42.2 "Lat. N 99° 26' 4.7" Long. W

Porcentaje de Hojarasca: 45% Textura: arcillo-limoso pH: 6		Mat. Org: 3 Humus (cm):1.5	
ESTRATO ARBOREO			
ESPECIE	DAP (cm)	COBERTURA (mt)	ALTURA (mt)
<i>Quercus crassipes</i>	36/31/42	15.00/11.00	12.00/11.00
<i>Quercus crassipes</i>	35	15.00	13.00
<i>Quercus dysophylla</i>	28	10.40	11.00
<i>Quercus dysophylla</i>	26	13.40	10.00
<i>Pinus leiophylla</i>	76	13.40	25.93
<i>Quercus obtusata</i>	7	1.55	3.50
<i>Quercus obtusata (tocón)</i>	25	1.19	1.80
<i>Arbutus tesellata</i>	3	.25	.35

CUADRANTE No. 5

Topografía: ladera

Orientación: 265 W

Pendiente: 19°

Altitud: 2739 msnm

Ubicación geográfica: 19 °38'39.4" Lat. N y 99°26'6.2" Long W

Porcentaje de Hojarasca: 80% Textura: arcillo- limoso pH: 6		Mat. Org: 3 Humus (cm): 2cm	
ESTRATO ARBOREO			
ESPECIE	DAP (cm)	COBERTURA (mt)	ALTURA (mt)
<i>Quercus obtusata</i>	40	8.00	27.55
<i>Quercus candicans</i>	49	12.00	20.00
<i>Quercus candicans</i>	53/51/24	9.80/13.50	16.50
<i>Quercus crassifolia</i>	33/32/15	9.80/1.35	16.50
<i>Quercus dysophylla</i>	37	13.00	18.56
<i>Quercus dysophylla</i>	29	7.00	11.20
<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	12	1.00	2.53

LOMA DE CUEVAS, VILLA DEL CARBON, ESTADO DE MEXICO.

CUADRANTE No. 1

Topografía: ladera
Orientación: -----
Pendiente: 10°
Altitud: -----
Ubicación geográfica: -----

Porcentaje de Hojarasca:60% Textura: arcillo-limoso Ph:6		Mat. Org: 3 Humus (cm): 1	
ESTRATO ARBOREO			
ESPECIE	DAP (cm)	COBERTURA (mt)	ALTURA (mt)
<i>Quercus castanea</i>	29	13.94	11.65
<i>Quercus castanea</i>	31/25	11.75/9.00	8.75
<i>Quercus obtusata</i>	19/17/15	8.60	6.75
<i>Quercus obtusata</i>	30/28/19	10.90	9.80
<i>Quercus obtusata</i>	60	6.40	4.83
<i>Quercus obtusata</i>	1.55 m	11.50	8.90
<i>Quercus obtusata</i>	70	16.18	5.70
<i>Quercus obtusata</i>	29/13/15	9.45	8.20
<i>Quercus obtusata</i>	1.53 m	8.18	8.40
<i>Quercus obtusata</i>	1.46 m	11.77	11.40
<i>Quercus obtusata</i>	1.20 m	8.68	7.65
<i>Quercus obtusata</i>	14	2.27	5.30

CUADRANTE No. 2

Topografía: ladera
Orientación: 140 E
Pendiente: 15°
Altitud: 2457
Ubicación geográfica: 19°44'43.8'' Lat.N y 99°25'2.5'' Long.W

Porcentaje de Hojarasca: 60% Textura: arcillo-limoso pH: 6		Mat. Org: 3 Humus (cm): 1	
ESTRATO ARBOREO			
ESPECIE	DAP (cm)	COBERTURA (mt)	ALTURA (mt)
<i>Quercus castanea</i>	45/35	13.10	10.50
<i>Quercus castanea</i>	23/18	7.90	10.80
<i>Quercus castanea</i>	17	6.35	6.35

<i>Quercus castanea</i>	30/20	10.45	10.45
<i>Quercus castanea</i>	16	6.30	4.80
<i>Quercus castanea</i>	15	4.95	6.40
<i>Quercus castanea</i>	13	3.30	5.95
<i>Quercus castanea</i>	1.30	9.30	24.60
<i>Quercus obtusata</i>	14	5.30	6.30
<i>Quercus obtusata</i>	30	7.30	9.45
<i>Quercus obtusata</i>	52	7.10	9.50
<i>Quercus obtusata</i>	30	4.40	9.60
<i>Quercus obtusata</i>	40/42	8.75	9.05
<i>Quercus obtusata</i>	28/26	4.80	7.70
<i>Quercus obtusata</i>	40/30	6.30	10.30
<i>Quercus obtusata</i>	18	4.60	6.50
<i>Quercus obtusata</i>	28	2.60	8.20
<i>Quercus obtusata</i>	16	2.60	6.00
<i>Quercus obtusata</i>	30	3.08	9.60
<i>Quercus obtusata</i>	40	4.75	8.00
<i>Quercus obtusata</i>	30	2.80	9.80
<i>Quercus obtusata</i>	18	2.20	6.50
<i>Quercus obtusata</i>	32	2.50	12.05
<i>Quercus obtusata</i>	40	7.90	11.90

CUADRANTE No. 3

Topografía: ladera

Orientación: 100 °E

Pendiente: 19°

Altitud: -----

Ubicación geográfica: -----

Porcentaje de Hojarasca: 40 % Textura: arcillo-limoso pH: 6		Mat. Org: 3 Humus: 1/2	
ESTRATO ARBOREO			
ESPECIE	DAP (cm)	COBERTURA (mt)	ALTURA (mt)
<i>Quercus castanea</i>	42	.48	14.64
<i>Quercus castanea</i>	15	.45	.65
<i>Quercus castanea</i>	28	1.50	9.65
<i>Quercus castanea</i>	20	5.40	9.50
<i>Quercus castanea</i>	13/15	4.00	7.40
<i>Quercus castanea</i>	40	1.65	12.00
<i>Quercus castanea</i>	8	4.30	3.00
<i>Quercus castanea</i>	15	6.40	4.00
<i>Quercus castanea</i>	10	3.80	3.60

<i>Quercus castanea</i>	18/10	2.30	6.40
<i>Quercus obtusata</i>	14	2.50	6.08
<i>Quercus obtusata</i>	20	4.60	9.50
<i>Quercus obtusata</i>	7	.96	3.10
<i>Quercus obtusata</i>	16/22	8.10	9.00
<i>Quercus obtusata</i>	28/22	5.60	11.50
<i>Quercus obtusata</i>	24/26	5.10	13.00
<i>Quercus obtusata</i>	29	7.30	9.30
<i>Quercus obtusata</i>	12	1.30	7.50
<i>Quercus obtusata</i>	30	.70	8.60
<i>Quercus obtusata</i>	8	.76	1.40
<i>Quercus obtusata</i>	32/26	6.10	11.00

CUADRANTE No. 4

Topografía: ladera

Orientación: -----

Pendiente: 5°

Altitud: 2436

Ubicación geográfica: 19°44'40.7'' Lat.N y 99°25'5.9'' Long.W

Porcentaje de Hojarasca: 70 %		Mat. Org: 3	
Textura: arcillo-limoso		Humus:1/2	
pH: 6			
ESTRATO ARBOREO			
ESPECIE	DAP (cm)	COBERTURA (mt)	ALTURA (mt)
<i>Quercus castanea</i>	32	19.40	12.20
<i>Quercus castanea</i>	1.08 m	10.00	21.10
<i>Quercus castanea</i>	64	8.90	19.00
<i>Quercus castanea</i>	95	11.10	17.40
<i>Quercus obtusata</i>	66	19.70	16.40
<i>Quercus obtusata</i>	55	13.60	10.30
<i>Quercus obtusata</i>	34	13.80	13.80
<i>Quercus obtusata</i>	25	8.30	11.30
<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	5	.57	1.00
<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	3	.44	.64

CUADRANTE No. 5

Topografía: ladera

Orientación: -----

Pendiente: 15°

Altitud: 2430

Ubicación geográfica: 19°44'40.8'' Lat.N y 99°25'7.1'' Long.W

Superficie de Hojarasca: 40 % Textura: arcillo-limoso pH: 6		Mat. Org: 3 Humus: 1/2	
ESTRATO ARBOREO			
ESPECIE	DAP (cm)	COBERTURA (mt)	ALTURA (mt)
<i>Quercus castanea</i>	.32	19	11
<i>Quercus castanea</i>	.95	10.20	20.1
<i>Quercus castanea</i>	.64	8	16
<i>Quercus castanea</i>	.66	11	19
<i>Quercus obtusata</i>	1.08	19.60	15.7
<i>Quercus obtusata</i>	.55	14	10.1
<i>Quercus obtusata</i>	.34	14	11.2
<i>Quercus obtusata</i>	.25	8.50	12
<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	4	.46	.96
<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	4.5	.47	.73

APENDICE IV

DATOS DE LAS VARIABLES DIAMETRO Y ALTURA PARA *Quercus obtusata*

DIAMETRO						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Promedio	0.08	0.106	0.108	0.11125	0.11625	0.115
Desviación estándar	0.04242641	0.00894427	0.01095445	0.01807722	0.01995531	0.01603567

ALTURA						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Promedio	1.23	1.604	2.182	2.335	2.55625	3.09
Desviación estándar	1.0323759	1.47333974	1.33025186	1.0096817	0.78848748	0.63459774

DATOS DE LAS VARIABLES DIÁMETRO Y ALTURA PARA *Quercus castanea*

DIAMETRO						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Promedio	0.08125	0.08455556	0.096	0.1	0.10416667	0.10566667
Desviación estándar	0.02393568	0.01239186	0.00588582	1.408E-09	0.00531731	0.00554741

ALTURA						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Promedio	1.64583333	2.08244444	2.66111111	3.17533333	3.52922222	3.82366667
Desviación estándar	0.32069802	0.27004913	0.30711902	0.41728487	0.45565968	0.49385678