



UNAM IZTACALA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Reintroducción de los encinos *Quercus candicans* Neé y *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. en un Bosque de Valle de Bravo, Estado de México

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G A
P R E S E N T A
ILSE DANIELA PÉREZ CRUZ

DIRECTORA DE TESIS:
DRA. SILVIA ROMERO RANGEL



Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 2012



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.

DEDICATORIA

Aunque nunca va a ser suficiente para compensar lo que han hecho por mí, dedico este trabajo:

A mi madre y hermano por el amor que me han dedicado.

A mis primas por ser igual que unas hermanas.

A mi abuelo y Esteban por ser un ejemplo de padres.

A Christian por su cariño y apoyo sincero.

A mis peludos por la alegría y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Escribir los agradecimientos es una de las tareas más agradables de la Tesis, porque significa que por fin esta es una realidad y no un deseo. Dentro de unos años mis opiniones sobre la reintroducción de encinos pueden haber cambiado, pero estoy segura que siempre estaré de acuerdo con el capítulo de agradecimientos

Quiero agradecer a la Dr. Silvia Romero Rangel por la confianza, apoyo y comprensión que mostro durante la dirección de la presente tesis.

Al M. en C. Ángel Duran Díaz por su asesoría, tiempo y apoyo incondicional en la realización de esta tesis.

Al comité revisor: M. en C. Ezequiel Carlos Rojas Zenteno, M. en C. Leonor Ana María Abundíz Bonilla y Dr. Jesús Daniel Muñoz Iniestra por sus comentarios, correcciones y sugerencias que contribuyeron a que realizara un mejor trabajo.

Al vivero Montebello por permitirnos usar sus terrenos para la reintroducción de los encinos y siempre recibirme afectivamente

Al herbario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por el préstamo de sus instalaciones para la comparación de ejemplares.

Al laboratorio de Edafología de la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO) por el préstamo del espacio para la realización de las pruebas de suelo.

Un agradecimiento afectuoso a Adriana Jiménez por la ayuda que me brindó en la determinación de ejemplares en laboratorio, pero

principalmente por su compañía y amistad en ratos de más cansancio mostrándome siempre una sonrisa.

Al M. en C. Luis Enrique Páez por ser más que un maestro, mostrándome durante todos estos años su amistad y ofreciéndome sus buenos consejos en todo momento como amigo y colega.

A mis maestros, amigos (as) y todas aquellas personas que contribuyeron en mi formación como persona y profesional.

Quiero agradecer a las persona que han sido especialmente importante para que llegase a este momento:

A mi mamá (Sofía) a quien debo la vida, su amor, su ejemplo, mi formación y educación y por ser gran motivación para enriquecerme y engrandecerme día con día como persona, enseñándome que el aprendizaje es lo más importante para lograrlo.

A mi hermano Rodrigo por apoyarme, aguantarme y divertirme.

A mi familia: Samantha, Yasmín, Esteban y Abuelito (Daniel) por la alegría, apoyo y cariño que me demuestran a cada segundo y me hacen sentir.

A Christian por escucharme, apoyarme, entenderme, demostrarme su cariño en los buenos y malos momentos, gracias por el amor dado, mis nuevas raíces.

Por último quiero agradecer a mis peludos por sus lengüetazos en los momentos más difíciles siendo sus travesuras motivos de alegrías, su cariño siempre ha sido incondicional y un motivo para salir adelante (Lucky, Kíro, Borís, Keyla, Camila, Coquis, Mishá, Gueris y Tisha).

*"El problema del bosque es exceso de vida.
Ya no hay donde poner nada.
Hay pequeñas libélulas azules
que hacen de ciertas flores una lágrima.
Las flores solidarias de los pájaros
en el vuelo impalpable de la inmovilidad.
Y hay olores que son
gusanos transparentes con sonido."*

Carlos Pellicer, Tabasco

INDICE

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | I |
| INTRODUCCION | 1 |
| MARCO TEÓRICO | 2 |
| RESTAURACIÓN | 2 |
| LA REINTRODUCCIÓN DE ESPECIES EN BOSQUES TEMPLADOS | 4 |
| ECOLOGÍA DE LOS BOSQUES DE ENCINO | 7 |
| DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LOS ENCINOS | 10 |
| DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE QUERCUS CANDICANS Y QUERCUS CRASSIPES | 11 |
| IMPORTANCIA Y USO DE LOS ENCINOS | 17 |
| SEMILLAS Y GERMINACIÓN DE QUERCUS | 18 |
| ANTECEDENTES | 22 |
| RESTAURACIÓN Y REINTRODUCCIÓN DE ENCINOS EN MÉXICO | 22 |
| ESTUDIOS DE COMPORTAMIENTO GERMINATIVO Y CRECIMIENTO DE ENCINOS | 23 |
| ESTUDIOS FLORÍSTICOS Y ECOLÓGICOS EN BOSQUES DE ENCINOS | 24 |
| OBJETIVOS | 29 |
| PARTICULARES | 29 |
| ZONA DE ESTUDIO | 30 |
| LOCALIZACIÓN | 30 |
| OROGRAFÍA | 30 |
| HIDROGRAFÍA | 30 |
| CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO | 31 |
| CLIMA | 31 |
| FLORA Y FAUNA | 32 |
| METODO | 34 |
| TRABAJO EN CAMPO | 34 |
| <i>Diseño experimental</i> | 34 |
| <i>Descripción del estudio florístico y ecológico</i> | 35 |
| <i>Caracterización edáfica</i> | 36 |
| TRABAJO EN LABORATORIO | 36 |
| <i>Determinación de ejemplares recolectados</i> | 36 |
| <i>Prueba de germinación y crecimiento</i> | 36 |
| TRABAJO EN VIVERO | 37 |
| ANÁLISIS DE DATOS | 37 |
| <i>Descripción del estudio florístico y ecológico</i> | 37 |
| <i>Comportamiento germinativo</i> | 38 |
| CRECIMIENTO EX SITU | 39 |
| SEMILLAS PROCEDENTES DE FRUTOS POLIESPÉRMICOS | 39 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 41 |
| ESTUDIO FLORÍSTICO-ECOLÓGICO | 41 |
| COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LAS ZONAS | 41 |
| DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO ARBÓREO | 43 |
| DESCRIPCIÓN DE FENOLOGÍA | 46 |
| CARACTERIZACIÓN EDÁFICA | 48 |
| COMPORTAMIENTO GERMINATIVO | 52 |
| CRECIMIENTO DE RAÍZ | 55 |
| CRECIMIENTO EXSITU | 57 |
| CRECIMIENTO EN CAMPO | 65 |
| SEMILLAS DE FRUTOS POLISPÉRMICOS | 76 |
| CONCLUSIONES | 81 |
| LITERATURA CITADA | 83 |
| APÉNDICE | 93 |
| LISTADO FLORÍSTICO | 93 |

RESUMEN

México es el país que presenta el mayor número de especies de encino, pero sus bosques han sido desbastados por diversos factores, por lo que la repoblación es un problema. El presente trabajo tuvo como objetivo la reintroducción de *Quercus candicans* y *Quercus crassipes* en tres zonas de Valle de Bravo, Estado de México, evaluando el éxito de sobrevivencia y crecimiento de plantas de 3, 5 y 12 meses de edad. En la primera fase del estudio que fue la obtención de plántulas se evaluó el comportamiento germinativo; en ambas especies la germinación inició un día después del establecimiento, se obtuvieron altos porcentajes de germinación en *Q. crassipes* (96.4%) y *Q. candicans* (94%). Se marcaron las semillas de procedencia poliespérmica para evaluar su crecimiento, las plántulas que se obtuvieron de dichas semillas presentaron un crecimiento menor en comparación con las provenientes de frutos monospérmicos. Se monitoreó la sobrevivencia y crecimiento en vivero de las especies durante 10 meses; se observó que la raíz de *Q. candicans* creció a mayor velocidad, pero *Q. crassipes* tuvo mayor elongación. Durante su desarrollo en vivero se obtuvo el 92.52 % de emergencia de plántulas de *Q. crassipes* a los 16 días. Mientras que en *Q. candicans* la emergencia de plántulas a los 22 días fue del 84.91 %. *Q. candicans* mostró los promedios más altos en cuanto a crecimiento y una sobrevivencia del 86.29%; *Q. crassipes* creció en menor proporción sin embargo tuvo una sobrevivencia mayor (89.05%). En la segunda etapa en campo, tras ocho meses de monitoreo, las plantas de *Q. candicans* de 3 y 5 meses de edad fueron las que mostraron mayor altura y cobertura promedio. La sobrevivencia de las plantas de ambas especies fue baja (<30%) debido a heladas y depredación. Al contrario las plantas de ambas especies de un año de edad tuvieron un 100% de sobrevivencia. Adicionalmente se realizó la caracterización ambiental de los sitios (descripción de las características edafológicas, fenología de los encinos, estructura de la vegetación arbórea e inventario florístico). Las características edáficas de las zonas no mostraron diferencias importantes en las variables. En la zona de estudio se observaron distintas fenofases en individuos de las dos especies, durante el año sólo se observó un episodio anual de floración masculina y femenina. La familia más representativa en las zonas de estudio fue Compositae con 14 % de las especies; el 45 % de las especies encontradas pertenecen a las familias Graminae, Labiatae, Fabaceae, Onagraceae, Solanaceae y Compositae. El 14.74% de las especies encontradas son endémicas de México y el 13.68% de vegetación secundaria. En el estrato arbóreo de los tres sitios evaluados, *Pinus montezumae* figuró como la especie con mayor importancia ecológica.

INTRODUCCION

Los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de la Republica Mexicana. (Rzedowski, 1978). El género *Quercus* presenta un centro de diversificación en México, ya que de las 450 especies estimadas a nivel mundial (Nixon, 1993), 161 se encuentran en nuestro país, y de ellas 109 se consideran endémicas.

Los encinos constituyen importantes especies forestales tanto en lo económico como en lo ecológico. En la actualidad la madera de encino ocupa el segundo lugar de aprovechamiento a nivel nacional representando el 9% del total nacional explotado (Pérez et al., 2000). El bosque de encinos, a nivel cuenca, podría representar una fuente importante de aprovechamiento de los recursos hídricos en regiones donde el agua sea uno de los principales factores limitantes. Así también, las especies de *Quercus* usadas en programas de reforestación, pueden ser recomendadas como una alternativa para un mejor aprovechamiento hidrológico (Cantú & Gonzales, 2002).

El uso desmesurado de los encinares, el cambio de uso de suelo y la urbanización (Granados et al. 1999; Hernández, 2000) han propiciado la disminución y muchas veces la desaparición de esta vegetación natural. Para revertir la destrucción de los recursos forestales se requiere, entre otras acciones, establecer programas masivos de reforestación utilizando plantas de calidad producidas en vivero ya que su uso podría ayudar en la restauración de comunidades afectadas. No obstante, aun falta conocer el comportamiento *in situ* de las plantas de encinos producidas en vivero y de cuáles especies podrían producirse de manera relativamente exitosa, atendiendo a las diferentes técnicas de propagación.

Como respuesta a lo anterior, la conservación y restauración de bosques con propósitos productivos y de conservación de biodiversidad están recibiendo atención dentro de los programas de gestión sustentable en México (Martínez, 1992). A pesar de que en la gran mayoría de las superficies muy alteradas no lograremos ya recuperar lo que antes existía, es aún posible inducir el desarrollo de una vegetación protectora que permita conservar e incrementar la fertilidad del suelo y parte de la diversidad de plantas y animales (Vázquez et al, 2000).

MARCO TEÓRICO

Restauración

El termino de restauración se ha dado a todo aquel proceso ecológico cuya finalidad es recuperar las condiciones ambientales que prevalecieron en un sitio dado y que por alguna causa se vieron afectados negativamente (Sol et al., 2002). Siendo un elemento fundamental para el mejoramiento y manejo de paisajes degradados. Harper (1993 en Gálvez, 2002) plantea que es una ciencia emergente con una profunda importancia en conservación biológica.

La sociedad de Restauración Ecológica la define como “El proceso de alterar intencionalmente un sitio para establecer un ecosistema. La meta es imitar la estructura, función, diversidad y dinámica del ecosistema específico a restaurar para recuperan servicios ambientales, no solo de rescatar especies (Jackson, 1995, Jiménez et al., 2002). Siendo un proceso inducido por el hombre para recuperar las condiciones ambientales de un ecosistema perturbado (Jackson et. al., 1995). La restauración es un proceso integral de visión ecosistematica tanto local, como regional y del paisaje, que tiene en cuenta las necesidades humanas y la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, seminaturales y antropicos (Vargas, 2007).

Pasando a ser un elemento fundamental del manejo de un ecosistema, aunque hasta hace poco, no siempre se ha reconocido su potencial (Gann, G.D. y D. Lamb; 2006). Pero lo que hace tan singularmente valiosa la restauración ecológica es su capacidad inherente de darles a los pueblos la oportunidad de no solo reparar el daño ecológico, sino también de mejorar la condición humana. La restauración tiene una amplia aplicación, para el rescate de diversas áreas por causas de orden natural o antropogénica y para especies que se encuentran en algún grado de vulnerabilidad.

Cuando los ecosistemas están muy degradados no pueden regenerarse solos, es muy lenta su regeneración o se desvía o se detiene su dinámica natural; por consiguiente, es necesario implementar estrategias para lograr su recuperación, lo cual se denomina restauración activa o asistida. En la restauración activa es necesario ayudar o asistir al ecosistema para garantizar que se puedan desarrollar procesos de recuperación en sus diferentes fases y superar las barreras que impiden la regeneración. Se puede considerar que se ha restaurado un ecosistema degradado cuando recobra suficientes recursos

bióticos y abióticos como para sostener su estructura, procesos y funciones ecológicas con un mínimo de ayuda o subsidios externos.

Frecuentemente, este estado es difícil de lograr. No obstante, se pueden obtener beneficios ambientales y sociales significativos aun en las primeras fases de restauración (Gann, G.D. y D. Lamb; 2006). Los proyectos de restauración deben ser abordados desde una perspectiva multidisciplinaria e integral que incluya el estudio del desarrollo de las especies de la flora desde su fase inicial hasta su fase de madurez, estudio de suelos, cambios físicos, estudio de la diversidad biológica de la flora, control de la erosión y fertilidad del suelo, entre muchos otros aspectos (Sol et al., 2001).

Las acciones en materia de restauración son aplicables a áreas grandes o pequeñas hoy se acepta que la conservación se puede hacer en muchos sitios, no solo en áreas naturales protegidas sino también en ambientes restaurados o rehabilitados o incluso en jardines (Machado, 2000). Todo dependiendo de la capacidad de recursos de que se disponga para llevar a cabo esta actividad y de sus objetivos (Kondolf, 1995). Puede ser llevada a cabo de una persona o varias, puede involucrar ecosistemas que se pueden restaurar rápidamente o ecosistemas que requieran cientos de años antes de que se pueda decir que el restablecimiento ecológico ha ocurrido (Gann, G.D. y D. Lamb; 2006).

Según Machlis (1993) existen tres formas básicas de restaurar un área degradada: Recuperarla, Rehabilitarla y Restaurarla. La definición de esta última es "El restablecimiento en el lugar del conjunto original de plantas y animales con aproximadamente la misma población de antes, la plantación de árboles nativos o de especies pioneras dominantes y de importancia ecológica (Vargas, Colombia).

La restauración es indicada cuando el proceso normal de recuperación sería demasiado lento o no ocurriría porque se traspasa algún límite ecológico (Machlis, 1993). Límites ecológicos son cuando ciertas especies clave pueden recolonizar sin ayuda externa (por ejemplo especies poco comunes o en peligro de extinción, o especies de vital importancia funcional), cuando hay una cantidad excesiva de malas hierbas y plagas, o cuando la tasa de dispersión de las principales especies animales y vegetales es baja (Gálvez, 2002).

A pesar de que en la gran mayoría de las superficies muy alteradas no lograremos ya recuperar lo que antes existía, es aún posible inducir el desarrollo de una vegetación protectora que permita conservar e incrementar la fertilidad del suelo y parte de la

diversidad de plantas y animales. Un recurso fundamental para lograr lo anterior lo constituyen las especies vegetales herbáceas y leñosas nativas que tengan la potencialidad de crecer en zonas profundamente alteradas y que, con el tiempo, permitan la recuperación de la fertilidad del suelo, un microclima y un ciclo hidrológico similares a los originales y el restablecimiento de al menos parte de la flora y fauna nativa que aún sobrevive en algunos sitios (Vázquez et al., 2000).

La reintroducción de especies en bosques templados

En un tiempo relativamente corto la vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones antrópicas. Muy pocas áreas del territorio nacional contienen aún comunidades ecológicas inalteradas. La huella de la deforestación, las quemadas de monte, el sobrepastoreo y sus consecuencias sobre la vegetación y el suelo fértil están a la vista en casi cualquier paisaje del país.

La transformación de las superficies forestales en áreas de uso agropecuario o urbano, ha sido uno de los procesos más comunes en varias regiones del país durante los últimos 30 años (Landa et al., 1997). La disminución de la cubierta boscosa puede ocasionar diversas alteraciones en una región, tales como la disminución del volumen de manantiales, el incremento de las tasas de erosión, el aumento de la tasa de azolve de presas y lagos, el cambio de las condiciones climáticas. Ante esta situación de tan graves consecuencias sobre la productividad del campo y la conservación de la biodiversidad surge como una prioridad inaplazable el comenzar a desarrollar procedimientos para revertir este terrible deterioro de una manera inteligente (Vázquez et al., 2000).

Como respuesta a lo anterior, la conservación y restauración de bosques con propósitos productivos y de conservación de biodiversidad están recibiendo atención dentro de los programas de gestión sustentable en México (Martínez, 1992).

La restauración del paisaje forestal puede definirse como “un proceso que se dirige a recuperar la integridad ecológica y a mejorar el bienestar de las personas en el paisaje deforestado o de bosques degradados”. Esta definición la promueve, Unión Internacional para la conservación de Naturaleza (IUCN), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y varios gobiernos y otros socios con miras a alcanzar el reto de la restauración de los bienes y servicios en el paisaje forestal modificado y degradado. No es una nueva idea;

esta se basa en principios y enfoques existentes de desarrollo rural, conservación y manejo de recursos naturales que se reúnen para la restauración de múltiples funciones en el paisaje degradado.

El objetivo no consiste en lograr que el paisaje forestal vuelva a su estado original. Más bien se trata de un enfoque progresista que busca el establecimiento de activos relacionados con el bosque, que sean apropiados tanto para la gente como para la naturaleza. Tratando la oferta de bienes y servicios forestales a escala del paisaje, con intervenciones técnicas basadas en el lugar (Maginnis & Jackson, 2002).

Hasta nuestros días, los programas de reforestación desarrollados por los gobiernos estatales, el ejército y las dependencias del gobierno federal han hecho uso principalmente de especies de árboles exóticos mundialmente conocidos y algunas especies nativas biológicamente mal conocidas, lo que ha impedido que se tenga algún éxito en los propósitos anteriormente mencionados. Los bosques de especies exóticas se transforman por lo general en “desiertos verdes” que no permiten la subsistencia de la gran mayoría de las especies locales de plantas y animales. Cuando estos son cultivados en pendientes, cumplen muy pobremente su pretendida función de proteger el suelo de la erosión y ayudar a restaurar el ciclo hidrológico original (Vázquez et al., 2000).

La condición necesaria para que las especies deseables puedan sobrevivir, establecerse en los sitios bajo restauración es, sin duda, que el microhabitat sea apropiado. Las condiciones de los sitios bajo restauración constituyen así los filtros ambientales que determinan las reglas de estructuración de una comunidad vegetal. La restauración de bosques tiene entre sus bases el conocimiento autoecológico de las especies claves y su agrupamiento en conjuntos con funciones similares en el sistema.

El entendimiento de los procesos que guían el ciclo biológico y la dinámica poblacional es determinante para abordar los fenómenos relevantes en las escalas de acción de la restauración: el predio o parcela, el paisaje y la región (Parra-Vázquez et al., 2007). Las áreas que se elijan para restaurar deben reunir características ambientales mínimas que aseguren la viabilidad del trabajo (Arriaga et al., 1994).

En México es muy común que la restauración se intente en terrenos completamente degradados, en general por uso agrícola y por haber soportado el sobrepastoreo o una explotación forestal sin manejo adecuado. La mayoría de los terrenos no presentan características adecuadas para las especies leñosas por tener escaso suelo y una textura inadecuada, además de sufrir agudos procesos erosivos (Arriaga et al., 1994). Por otra

parte, la tala ocasional de árboles aislados y ramas modifican la heterogeneidad lumínica en el interior de los bosques, con efectos sobre el crecimiento y la regeneración de especies arbóreas del interior (Parra-Vázquez et al., 2007).

Según Arriaga et al. (1994). Las características ambientales mínimas para intentar la restauración son:

- ✿ Profundidad de suelo de por lo menos 30 cm.
- ✿ Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- ✿ Existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 80% del terreno.
- ✿ Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo.

Las etapas de dispersión de las semillas, su germinación y el establecimiento de las plántulas son fases demográficas clave para comprender la regeneración forestal en condiciones naturales. Sin embargo sabemos poco sobre los requerimientos de regeneración de las especies leñosas en relación con las prácticas de reforestación. Ello se debe a que aún desconocemos mucho de la historia natural básica de nuestros árboles y arbustos y, como dijo Bradshaw (1987), "*la restauración exitosa de un ecosistema alterado es la prueba de fuego de nuestra comprensión de ese ecosistema*" (Jordano et al., 2002).

Las plantas valiosas para la restauración y la reforestación deberían presentar las siguientes cualidades.

- ✿ Ser de fácil propagación.
- ✿ Características ambientales del sitio.
- ✿ Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica como hojarasca, de preferencia con una relación alta de Carbono/Nitrógeno.
- ✿ Tener alguna utilidad adicional a su efecto restaurador; por ejemplo, producir leña, carbón, forraje nutritivo, vainas comestibles, madera o néctar.
- ✿ Nula tendencia a adquirir una propagación malezoide invasora, incontrolable.
- ✿ Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes en el suelo.
- ✿ Que tiendan a favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas, proporcionándoles un hábitat y alimento.

Con el tiempo los conglomerados de estas plantas pueden llegar a facilitar de forma natural el reciclaje de nutrientes, preservándose la fertilidad, y en general acercándose gradualmente a la manera cómo funcionan las comunidades naturales (Vázquez et al., 2000).

La restauración aspira a similar, e incluso acelerar, los procesos que dirigen la sucesión secundaria en comunidades arboladas. Las etapas sucesionales avanzadas incluyen en el dosel una mezcla de especies de amplia distribución y afinidad holarctica, junto con algunas pocas que son raras o escasas. Sin embargo es posible encontrar excepciones, que pueden ser detectadas cuando se encuentran a las mismas especies tanto en la vegetación original como en la secundaria.

Cuando este es el caso, se puede presuponer que dicha especie presenta amplia plasticidad genética que le permite establecerse en medios con condiciones ambientales diversas, y por lo tanto es recomendable introducirlas a la reforestación, siempre y cuando su presencia en la vegetación secundaria no obedezca a que fueron toleradas cuando se desmontó el terreno, sino que es necesario tener la certeza de que son plantas establecidas posteriormente a la perturbación (Arriaga et al., 1994). Las etapas sucesionales de diferentes tipos de bosques, desde pinares hasta bosques de neblina, comparten muchas especies este atributo regional permite la restauración con un número alto, pero manejable, de especies.

Ecología de los bosques de encino

México junto con Brasil, Colombia e Indonesia ocupan los primeros lugares en cuanto a diversidad biológica mundial (Villers et al., 1998). Con alrededor de 161 especies, México es el mayor centro de riqueza y evolución de encinos en el continente americano. Se calcula que 109 de ellas son exclusivas al país (endémicas), es decir el 68% de los encinos del continente americano sólo se encuentra en México. En contraste, Estados Unidos y Canadá sólo poseen 87 especies, y de ellas 52 especies cruzan la frontera encontrándose también en nuestro país. Como resultado, los encinos constituyen el principal tipo de plantas de los sistemas vegetales montañosos de México, es decir, de los bosques templados de encino, Pino-Encino, Mesófilo de Montaña y, ocasionalmente, Matorrales y Bosques Tropicales Caducifolios.

Los bosques de encinos se encuentran ampliamente distribuidos en los macizos montañosos de México, y cubren, aproximadamente 5.5% de la superficie total del país, hallándose la mayor diversidad de especies en un intervalo altitudinal que varía entre los 1,200 a 2,800 metros sobre el nivel del mar, aunque es posible encontrar especies desde los 200 hasta los 3,500 m. de altitud.

Los estados con mayor riqueza de encinos son Nuevo León, Veracruz y Oaxaca. Sin embargo, las entidades con mayor información científica sobre este tipo de plantas son Jalisco, Guerrero, México (3.54% de superficie estatal de bosques de encinos) y Michoacán. De manera natural el único estado sin encinos es Quintana Roo (Arizaga et al., 2009).

Rzedowski (1978) estima, en términos de riqueza florística, que los bosques de encino contienen hasta 7 000 especies de fanerógamas, de las cuales un 70% son endémicas al país. Su potencial económico como productos de madera de alta calidad de carbón está escasamente explotado. En los estados de Michoacán, México, Guerrero y Oaxaca, la combinación con el bosque de coníferas se encuentra ligada estrechamente a un método de extracción forestal, llevado a cabo durante siglos, que ha favorecido un cambio en la composición de especies de ambos tipos de vegetación (Flores y Gerez, 1994).

La riqueza económica que para México representan, también es innegable. Estos han sido utilizados para elaborar carbón que junto con la leña fue el principal combustible de uso doméstico durante siglos, lo que causó la desaparición de muchos bosques y tuvo un fuerte impacto en otros (Olvera, 2004). La madera de encino aun se emplea para construcciones, muebles, postes y otros usos, la corteza de muchas especies de *Quercus* y las agallas en sus hojas son ricas en taninos y se utilizan para la curtadura (Rzedowski, 2005).

El factor que ha afectado mayormente la distribución de los encinos es el cambio climático y esto podría acentuarse a causa del deterioro ambiental por diversos factores (sobreeplotación de recursos naturales, cambios en el uso de suelo, incendios, etc.). La actividad forestal ha causado la disminución de especies (Olvera, 2004). El fuego provoca cambios en la composición y estructura de las comunidades de encinos, las cuales mueren por completo porque no resisten los incendios o porque no se reproducen árboles dominantes (Rzedowski, 2005).

Los encinos constituyen importantes especies forestales que, tanto en lo económico como en lo ecológico, son de gran utilidad (Arizaga et al., 2009). El bosque de encinos, a nivel cuenca, podría representar una fuente importante de aprovechamiento de los recursos hídricos con respecto al bosque de pino y pino-encino (Cantú & Gonzales, 2002). Ya que las cuencas hidrográficas a nivel global están siendo sometidas a una fuerte presión antrópica que se traduce en una degradación de los recursos naturales, contaminación de cuerpos de agua, pérdida de la biodiversidad, disminución de la productividad de tierra, vulnerabilidad ante sequías e inundaciones e incremento del riesgo ante desastres naturales (Ortiz-Arrona et al., 2005).

Sugiriendo que el manejo sustentable del bosque de encinos, como un recurso para la conservación de recursos hídricos, puede jugar un papel importante en regiones donde el agua sea uno de los principales factores limitantes. Así también, las especies de *Quercus* usadas en programas de reforestación, pueden ser recomendadas como una alternativa para un mejor aprovechamiento hidrológico (Cantú & Gonzales, 2002).

Sin embargo, aún no se han desarrollado programas integrales que permitan planificar su manejo y aprovechamiento, objetivo apremiante si se tiene en cuenta que la mitad de los 50 millones de hectáreas de bosques templados que tenía México (hábitat por excelencia de los encinos), se han transformado en pastizales, huertos y campos de cultivo (Arizaga et al., 2009).

La reforestación con encinos es un problema que aun no ha sido resuelto, debido a que muchos lugares no hay incorporación de plantas juveniles. Sin embargo, las observaciones indican que cada especie difiere en sus requerimientos fisiológicos, por lo que parte del programa de repoblación es generar el desarrollo de tecnología a partir de la información generada de unas pocas especies estudiadas (Olvera, 2004).

Al respecto Zavala (1996), sugiere que se deben estudiar el mayor número de especies a fin de lograr lo pretendido en cuestión de repoblación, faltando por conocer las especies que podrían reproducirse en vivero de manera exitosa atendiendo a las técnicas de propagación y el comportamiento in situ y ex situ de dichas especies.

Descripción morfológica de los encinos

Los encinos ó *Quercus* se encuentran dentro de la familia Fagáceas que contiene de seis a nueve géneros y alrededor de 600 a 900 especies. En el género *Quercus* se desarrollan tres subgéneros de este género: *Quercus* (encinos blancos; también conocidos como *Leucobalanus*), *Lobatae* (encinos rojos o *Erythrobalanus*) y *Protobalanus* (encinos intermedios) (Arizaga et al., 2009).

Los encinos comparten una serie de características biológicas comunes: tallos leñosos, hojas con consistencia similar al cuero, coriáceas o duras y presencia de bellotas. Su forma de crecimiento es comúnmente como árbol (con una altura de 3 a 40 m) y algunos como arbustos (con alturas de 10 a 60 cm). Crecen principalmente en bosques templados y bosques mesófilos de montaña, aunque también pueden hallarse en matorrales, pastizales y de forma intercalada, en algunos bosques tropicales caducifolios (Op. cit.).

Una peculiaridad de los encinos es el patrón en la duración de las hojas. En los encinos perennifolios, el follaje siempre se mantiene verde, y se va sustituyendo de manera paulatina. Por el contrario, los encinos caducifolios pierden la totalidad de sus hojas durante la estación de sequía. En el renuevo de las hojas se muestran colores vívidos que van del naranja al rojo carmesí, por lo que durante esta temporada los bosques son un deleite para la vista. Las hojas se caracterizan por tener diferentes tipos de ápice (punta de la hoja), base de la hoja, número de nervaduras, margen (o borde de la hoja), textura, tamaños y colores, propiedades morfológicas que son empleadas en la taxonomía para su clasificación científica (Op. cit.).

Los encinos son monoicos, ya que poseen tanto flores masculinas y flores femeninas en un mismo individuo. Las flores son de tamaño relativamente muy pequeñas, promediando 1 o 2 mm de diámetro. Las masculinas forman agrupaciones colgantes conocidas como amentos, y cada flor puede tener de 6 a 12 estambres; debido a la gran cantidad de flores masculinas que se desarrollan entre las ramas, los amentos son muy evidentes. Las femeninas, en cambio, son solitarias o están en pequeños grupos, y por su tamaño son imperceptibles a simple vista. Ambos tipos de flores pueden durar hasta un mes en el árbol. El transporte de polen hacia la flor femenina es realizado por el viento

(polinización anemófila). El resultado es la formación de frutos comúnmente llamados bellotas (Op. cit.).

A ciencia cierta, aún no hay una razón clara que explique por qué hay tanta variación morfológica entre los encinos. Sin embargo, algunos especialistas adjudican el hecho a que estos árboles y arbustos comparten la misma área geográfica o ambiente, el período de floración está muy sincronizado y además muestran una similitud genética, condiciones que favorecen su entrecruzamiento o polinización cruzada. Por último, y en el caso particular de la variación de las hojas dentro de un mismo individuo, la causa puede atribuirse a las diferencias de edad (esto es si son ramas jóvenes o ramas adultas) y a la posición espacial que tengan dentro de la planta (en la parte periférica o en el interior de la copa) (Op. cit.).

Descripción morfológica de *Quercus candicans* y *Quercus crassipes*

Las especies de estudio, *Quercus candicans* y *Quercus crassipes*, pertenecen al género *Quercus* subgénero *Lobatae* (encinos rojos).

***Quercus candicans* Née, Anales Ci. Nat. 3:n277. 1801. TIPO. México. Michoacán: Patzcuaro, Pringle 3955 (MA).**

Árbol de hasta 15 m de alto; tronco hasta de 1 m diam.; ramillas (1.5–)2–3(–3.5) mm diam., con abundante pubescencia amarilla que disminuye con el tiempo, con lenticelas de 1–3 mm de largo, visibles en ramillas con la pubescencia disminuida; yemas ovoides de color castaño, de (2–)3–5(–6) mm de largo, con escamas pilosas; estipulas lineares de 10–15 mm de largo, deciduas; hojas jóvenes algo lustrosas, haz con abundantes tricomas estrellados cortos y tricomas simples dispersos, envés con pubescencia densa blanca, semejante a la de las hojas maduras; hojas maduras coriáceas y gruesas, obovadas, lamina (3.5–)5–19(–23.5) x 3 3–11(–14) cm, ápice obtuso o agudo, aristado, base subcordada a truncada o estrecha hacia el peciolo, borde revoluto, cartilaginoso, conspicuamente dentado o dientes mal definidos, hasta con 25 aristas de cada lado distribuidas en las dos terceras partes superiores de la hoja, aristas hasta de 5 mm de largo; nervaduras 8 a 14 cada lado, rectas o ligeramente ascendentes pasando directamente al diente; haz lustroso, de color verde oscuro, con tricomas estrellados y muy dispersos, pero abundantes en la nervadura central cerca del peciolo, las nervaduras

más finas forman un retículo blanco, nervaduras central y primarias impresas o ligeramente elevadas; envés con pubescencia densa blanca que con el tiempo se´ amarillenta, formada con tricomas estrellados con muchos rayos, sésiles y pueden presentar un corto estípite; epidermis ampulosa, papilosa, nervaduras elevadas; pecíolo (3–)10–15(–20) x 0.5–1.5 mm, con abundante pubescencia amarilla a rojiza; amentos masculinos laxos, perianto de 2.5–3 mm diam., pilosos en la parte externa y en el lugar de inserción de los estambres, anteras exertas de 1.5 mm de largo apendiculadas, filamentos de 2.5 mm de largo; fruto anual o bianual, solitario o en pares sobre pedúnculos de 15 mm de largo, pubescente; cúpula hemisférica de 19–23 mm diam., borde recto, escamas gruesas, con pubescencia corta y muy abundante, ápices redondeados a agudos, glabros; bellota de 20 mm de largo, de 17 mm diam., anchamente ovoide, incluida un tercio de su largo en la cúpula (Romero et al., 2002)..

Reconocimiento. Se reconoce por sus hojas con dientes aristados, haz verde lustroso y envés con pubescencia blanca (op. cit.).

Distribución y hábitat. En México en los estados de Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo Jalisco, Estado de México, Nayarit, Oaxaca y Sinaloa, también en Guatemala. Se le encuentra de manera escasa o abundante en bosques de *Quercus*, *Quercus–Pinus* y bosque mesófilo de montaña, y se asocia con *Clethra*, en altitudes de 2000– 2600 m (op. cit.).

Fenología. Florece en mayo y fructifica en noviembre.

Nombres populares y usos. Encino de asta, encino cenizo, encino papatla, encino blanco, ahuamextli (op. cit.).

Su corteza se usa para dolor de muelas; su efecto dura hasta 15 días. Se utiliza para muebles y gabinetes de alta calidad ebanística, chapa fina, pisos para residencias, marcos para puertas y ventanas, cajas de empaque, cofres, mangos y cabos de herramientas e implementos agrícolas (op. cit.).

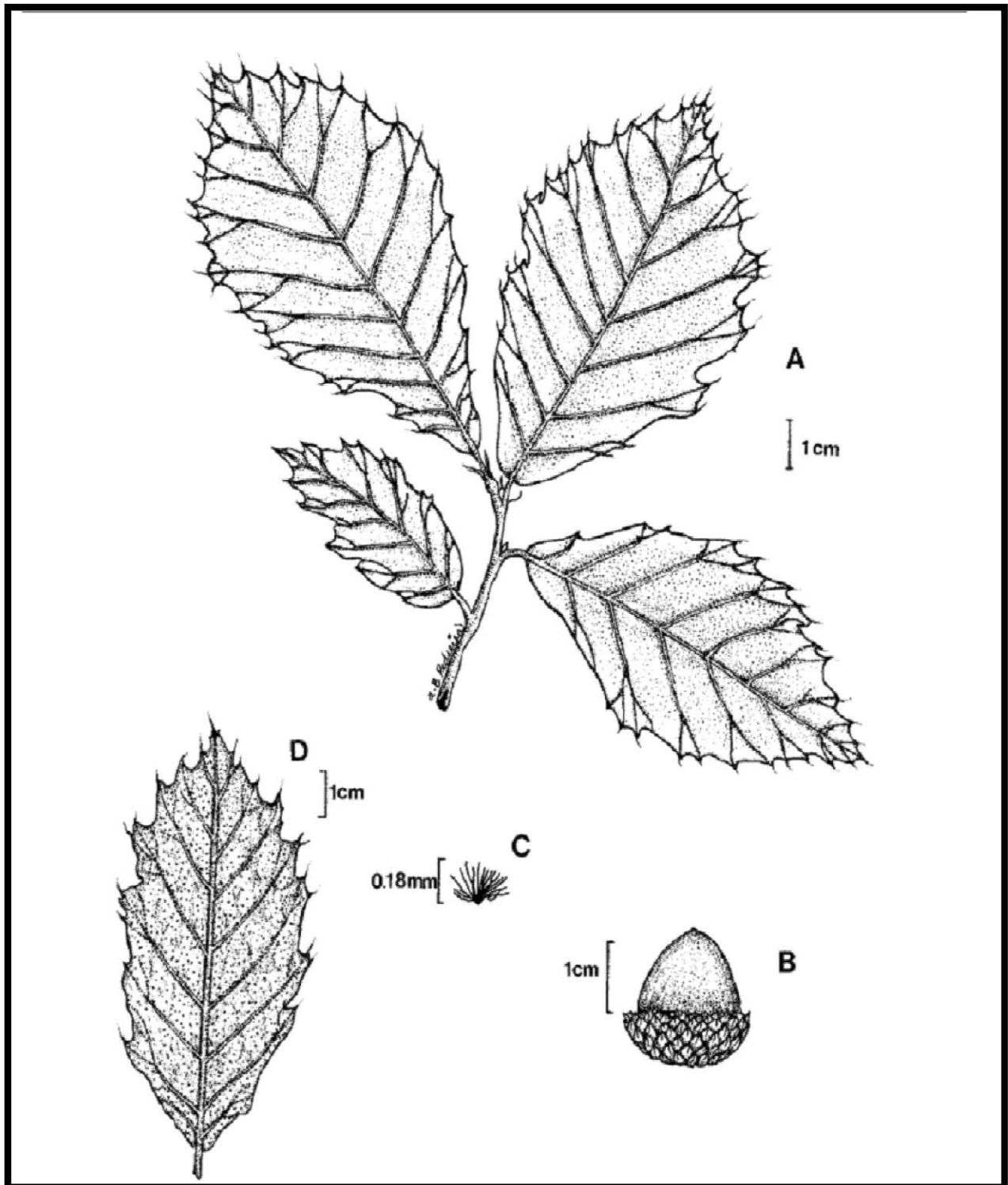


Figura 1. Morfología de *Quercus candicans*. A. Ramilla, B. Bellota (cúpula y nuez), C. Tricoma estrellado de brazos cortos, D. Hoja. Tomado de Romero *et. al.* 2002 Fenología. Florece en mayo y fructifica de septiembre a enero.

***Quercus crassipes* Humboldt & Bonpland, Pl. Aequinoct. 2: 37. Pl. 83. 1809. TIPO: México. Guanajuato: Santa Rosa, Bonpland s.n. (isotipo, B!).**

Árbol de 4–17 m de alto o más, con el tronco de 0.40–1 m diam.; corteza de placas alargadas o de color obscuro; ramillas de (5–)1–2 mm diam., con pubescencia densa amarilla, formada por tricomas estrellados con estípite muy pequeño; lenticelas hasta de 1 mm de largo, desde pálidas hasta del mismo color de las ramas; yemas de 1.5–4.5 mm de largo, ovoides, de color café-rojizo, escamas coriáceas, bordes ciliados; estipulas de 7–8 mm de largo, linear lanceoladas, membranosas pubescentes en el dorso, deciduas; hojas jóvenes con abundante pubescencia amarilla en haz y envés, principalmente en la nervadura central; hojas maduras coriáceas, angostamente elípticas, lanceoladas u oblanceoladas, lamina 2–9(–10.8) x (0.6–)1–3(–4) cm, ápice mucronado o con arista de 3 mm de largo, base redondeada o subcordada, borde entero, revoluto, engrosado; nervaduras de 10 a 19 en cada lado, rectas o algo curvadas, formando ángulos casi rectos, bifurcados cerca del margen; haz algo lustroso, color verde o grisáceo, glabro o con pequeños tricomas estrellados dispersos, muy abundantes en la base de la hoja, nervadura central elevada, las primeras impresas, las más finas forman un retículo pálido sobre un fondo verde; envés con pubescencia densa, grisáceo, tricomas estrellados estipitados, con 5 a 6 rayos extendidos, epidermis ampulosa; nervaduras ligeramente elevadas; peciolo amarillentos o rojizos, pubescentes o casi glabros, (1–)2–7(–10) mm de largo, de 0.5–1 mm diam.; amentos masculinos de 4–5.5 cm de largo; flores con el perianto escarioso de 4 x 3 mm, café-rojizo, pubescentes; estambres 5, de 3 mm de largo, anteras apiculadas; flores femeninas de 1 ó 2 sobre pedúnculos de 5 mm de largo o menos, de 2–2.5 mm diam.; fruto bianual, solitario o por pares en pedúnculos de 2–8 mm de largo; cúpula hemisférica, de 11–17 mm diam., márgenes a veces involutos, las escamas engrosadas en la base, pubescentes, a veces glabrescentes; bellota ovoide, pared interna del pericarpo lanosa, de 12–17(–30) mm de largo, de 8–15 mm diam., cerca de la tercera parte de su largo incluida en la cúpula (Romero et al., 2002).

Reconocimiento. *Quercus crassipes* se reconoce por sus hojas con el ápice aristado y las nervaduras que forman ángulos casi rectos; muestra similitud con *Q. mexicana*. Ésta se diferencia porque el envés de la hoja posee tricomas estrellados con sus ramas enredadas entre sí, de manera que a simple vista se observan como puntuaciones (op. cit.).

Distribución y hábitat. En México en los estados de Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Colima, Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala y Puebla. Se le encuentra en bosques de *Quercus*, *Pinus–Quercus* y *Quercus– Cupressus*, bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, en sitios de transición de pastizal a bosque mixto; se asocia con *Pinus pseudostrobus*, *P. leiophylla*, *P. montezumae* y *P. hartwegii*, *Quercus laurina*, *Q. crassifolia*, *Q. obtusata* y *Q. castanea*, en altitudes entre 1900–3500 m (op. cit.).

Nombres populares y usos. Encino, encino colorado, encino chilillo, encino oreja de ratón y encino laurel (op. cit.).

Se recomienda su madera para pisos de residencias, auditorios, museos, almacenes, pistas de baile (en forma de parquet y adoquín), para chapa.fina, muebles y gabinetes de alta calidad ebanística, lambrín, decoración de estudios y corredores, cocinas integrales, baúles, canastos, macetas, cofres y diversos artículos decorativos, mangos para herramientas, lomos y mangos de cepillos, brochas y de utensilios de cocina, pasamanos, huellas (escalones) y descansos de escaleras, hormas para zapatos y cajas para pianos (op. cit.).

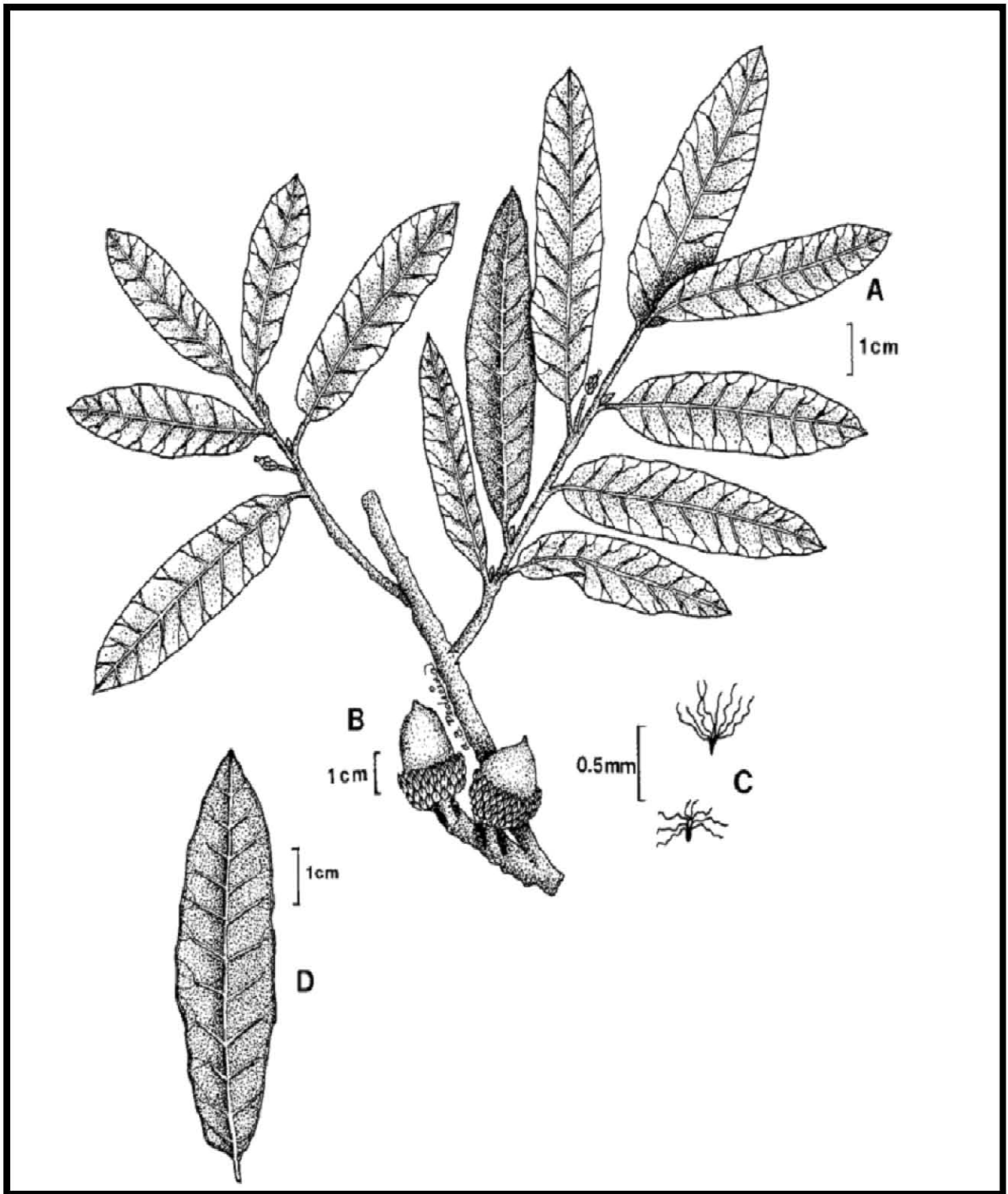


Figura 2. Morfología de *Quercus crassipes*. A. Ramilla, B. Bellota (cúpula y nuez), C. Tricoma, D. Hoja. Tomado de Romero et. al. 2002

Importancia y uso de los encinos

A continuación se enlistan algunos de los principales usos que se les da a los encinos:

- A. Es materia prima básica para: construcción, elaboración de 16 carbón, elaboración de mangos de diversas herramientas, instrumentos e implementos agrícolas, confección de artesanías locales y elaboración de muebles. A nivel mundial, la madera de los encinos es considerada de alta calidad, por lo que resulta importante para la economía de algunos países europeos.
- B. Es un recurso natural renovable que sirve de alimento y para diversas aplicaciones en el sector industrial. En el pasado, los frutos constituyeron una fuente alimenticia importante para el hombre, aunque su uso ha disminuido. En la actualidad, las bellotas son empleadas como alimento para el ganado (principalmente porcino). En ciertos lugares, las bellotas de sabor dulce se consumen crudas, pero su exceso pueden provocar una ligera intoxicación; mientras que en otros lugares son tostados y molidos para fabricar una bebida parecida al café. Por otro lado, las hojas son utilizadas como condimento. Además, existen ciertas especies (llamadas “encinos de miel”) que son productoras de sustancias azucaradas (ligamaza) que es colectada por abejas que las almacenan en forma de miel. También la corteza es ampliamente utilizada en trabajos de peletería debido a la alta concentración de taninos que poseen.
- C. Desde la visión ecológica, los encinos son proveedores de servicios ambientales, dado que producen oxígeno, capturan bióxido de carbono (contaminante atmosférico producido por el hombre), filtran el ruido, reducen la erosión del suelo, infiltran el agua al subsuelo, regulan la temperatura atmosférica y son hospederos naturales que alojan en sus cortezas, ramas, hojas y flores, a numerosos especies de ardillas, pájaros, avispas, abejas, moscas, escarabajos, orquídeas, líquenes, bromelias, helechos y plantas trepadoras.

Esto hace que un sólo encino actúe por sí mismo como un ecosistema en miniatura, en donde los diferentes organismos y procesos ecológicos se relacionan entre sí a través de diversas relaciones como la depredación, la herbivoría, la simbiosis y la reproducción. La evolución biológica y conservación de los encinos afecta de manera directa a todos los

demás seres vivos que en ellos habitan. Desde el punto de vista médico, algunas gentes mastican pedazos de corteza para curar y endurecer encías o calmar dolencias dentales. Mientras que en algunas regiones, las hojas son empleadas como antidiarreicos y astringentes. Los amentos de algunas especies son empleados como calmantes contra el vértigo y la epilepsia. Por último, un aspecto desagradable de los encinos es que su polen figura entre los más comunes alérgenos naturales para personas altamente sensibles a las enzimas que libera el polen. Sin embargo, no se han realizado estudios para evaluar cuáles son las especies de encinos que provocan dichas alergias, lo que esto abre un campo de investigación importante en el área médica para entender los mecanismos de acción y cómo contrarrestarlos (Arizaga et al., 2009).

Semillas y germinación de *Quercus*

Los encinos son monoicos, con su fruto desarrollado característicamente en una nuez. Esta se encuentra asociada a un involucreo en forma de copa (cúpula) alrededor de la base de la nuez madura y conectada a ella, cubriendo parcial o totalmente a la madurez (Zavala, 1996). Las bellotas son verdes cuando están inmaduras y se tornan de color café una vez que maduran. Son una fuente de alimento para numerosos animales, como roedores, aves e insectos; estos últimos se alojan en su interior, por la cual es común observar pequeños agujeros en la superficie (Arizaga et al., 2009).

La nuez de los encinos contiene una semilla carente de endospermo, con un embrión recto y dos cotiledones. Es bien conocido que el ovario de las flores femeninas de *Quercus* tiene originalmente de seis a siete óvulos, debido a que es tricarpelar y cada carpelo tiene dos o tres óvulos. Sin embargo, solo uno de los óvulos se desarrolla hasta llegar a semilla madura en una bellota, en tanto que los demás aborten por distintas causas. En algunas especies mexicanas se pueden encontrar dos semillas, pero no se ha documentado en qué proporción. 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) (Zavala, 1996).

Los frutos maduran durante el otoño e invierno y se dispersan en el otoño o principio del invierno. Dos procesos que afectan de manera habitual a la cosecha de bellotas de los encinos son las pérdidas por aborto o depredación y la variación interanual. La proporción

de frutos abortados o afectados por insectos varía impredeciblemente entre individuos y entre poblaciones y llega a afectar la totalidad de la cosecha, siendo en general cuantitativamente más importante el aborto que la predación (Rubio, 2006).

Las semillas de los encinos se caracterizan, entre otras cosas, por ser típicamente recalcitrantes (son las que necesitan retener el contenido de humedad relativamente alto para continuar siendo viables) y tienen escasa longevidad (Zavala, 1996). La longevidad de las semillas es el tiempo que una muestra puede conservar su viabilidad o capacidad óptima de germinar en estado latente (Arriaga et al., 1994).

Se reconocen dos tipos de longevidad:

- Ecológica-Longevidad real de las semillas en condiciones naturales una vez que han caído al suelo y
- Potencial-Duración máxima de la viabilidad que puede conseguirse en condiciones artificiales de almacenamiento

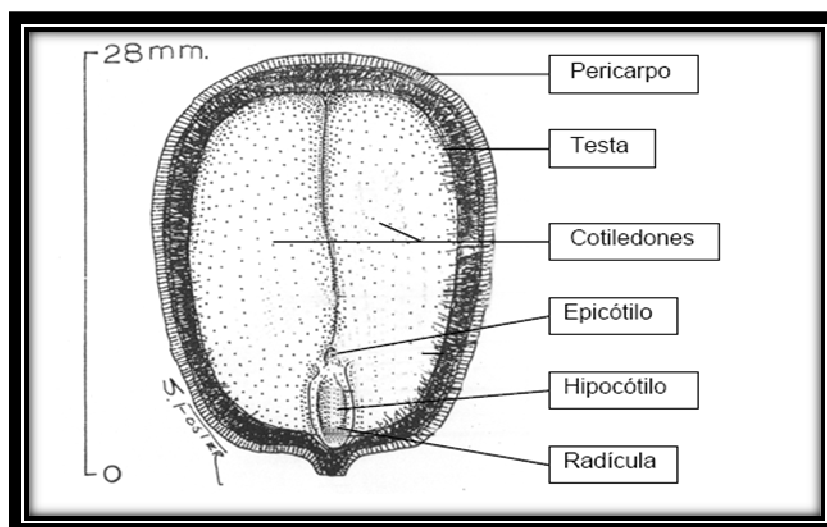


Figura 3. Esquema de semilla de *Quercus* (Olvera, 2004)

Los encinos muestran una latencia primaria del tipo exógena o del pericarpo, donde se presenta una barrera físico-mecánica que exhibe una impermeabilidad al agua por parte de la cubierta dura (pericarpo) y una resistencia mecánica al crecimiento del embrión (Rubio, 2006). Se presenta desde el momento en que las semillas se separan de la planta madre, evitando la germinación por un tiempo de duración variable después que la cosecha se ha realizado. Generalmente este tipo de latencia sólo desaparece cuando las semillas son expuestas a condiciones ambientales como sequedad o frío. Esta latencia

frecuentemente se presenta en semillas de especies de zonas templadas o áridas, donde es de vital importancia evadir el enfriamiento o desecamiento de la plántula en la época desfavorable (Arriaga et al., 1994).

La salida del estado de latencia requiere, en determinados casos, algunos estímulos ambientales después de la maduración, tales como la luz o las bajas temperaturas. Sin embargo, existen también una gama de tratamientos pre germinativos útiles para ello, de los cuales solo nos referimos al de nuestro interés, la escarificación mecánica. El objetivo de la escarificación mecánica es modificar las cubiertas duras e impermeables de las semillas (Rubio, 2006).

Es necesario conocer los patrones de diseminación de semillas, su heterogeneidad espacial y las consecuencias para el éxito del establecimiento de plántulas y brinzales. El aporte natural de semillas puede limitar el reclutamiento final (Crawley 1990), o bien éste puede estar limitado por factores que acontecen tras la dispersión, tal como el consumo de semillas por animales granívoros (roedores y hormigas) o el consumo de plántulas por herbívoros (vertebrados e invertebrados) (Jordano et al., 2002).

La evidencia de que el reclutamiento poblacional puede estar limitado por la falta de semillas proviene de estudios sobre la lluvia de semillas (Jordano et al., 2002).

Por ello la germinación debe realizarse con la finalidad de conocer cuáles son las condiciones más adecuadas para germinar con buen éxito las semillas, de manera que se obtenga suficiente cantidad de plántulas de acuerdo a los requerimientos. La producción de material vegetativo en vivero constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre.

La propagación de plantas en estos sitios permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y enfermedades que pueden dañar a las plántulas en la etapa de mayor vulnerabilidad, pues al recibir los cuidados necesarios y ser mantenidas en condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, se generan mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo.

Debido a los fuertes problemas de deforestación y pérdida de biodiversidad que sufre el país, los viveros pueden funcionar no sólo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies de interés, propiciando así la formación de bancos temporales de germoplasma y plántulas que permitan su caracterización, selección y mantenimiento, además de servir como sitios de capacitación de donde surjan los promotores de estas técnicas.

El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de reforestación. El trasplante debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal. Para el caso de las zonas que presentan una marcada estación lluviosa (buena parte del territorio nacional) el trasplante se debe realizar una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido, es decir una o dos semanas después de iniciarse la época de lluvias. Se reconoce que este es el más adecuado, porque la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse, antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas y sequía (Arriaga et al., 1994).

Actualmente es menester visualizar la necesidad de investigar los encinos mexicanos porque su uso podría ayudar en la restauración de comunidades afectadas. Los programas nacionales para la producción de especies para fines de reforestación de áreas de clima templado, podrían tener en los encinos una base importante. No obstante, aun falta conocer el comportamiento *in situ* de las plantas de encinos producidas en vivero y de cuáles especies podrían producirse de manera relativamente exitosa, atendiendo a las diferentes técnicas de propagación.

ANTECEDENTES

Restauración y reintroducción de encinos en México

En México se han realizado pocas experiencias de restauración ecológica; actualmente, la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso Biodiversidad) apoyó en el 2000 varios proyectos de restauración. El primero en la montaña de Guerrero donde se investigó la posibilidad de reforestación con leguminosas nativas. Este trabajo propuso un conjunto de especies que, por sus características biológicas apropiadas a la región, pudieron desarrollarse con éxito en los procesos de restauración y por otra parte se utilizaron la diversidad biológica de la zona. En el Ajusco medio se desarrollo un programa de restauración ecológica que busco restablecer las comunidades naturales, apoyándose en la investigación y la educación ambiental. Los resultados obtenidos de las diversas investigaciones dieron lineamientos para la manipulación de las especies vegetales, por ejemplo reencauzar la comunidad perturbada hacia un proceso sucesional, orientado a recuperar el matorral xerófilo dominado por un encinar poco denso, que era la comunidad original, y que es comparativamente la más rica en especies vegetales y de invertebrados.

Jiménez-Guzmán et Al. (1994) iniciaron en la Sierra Maderas del Carmen, Coahuila un proceso de recuperación natural en bosques, desarrollándose pinos (*Pinus*) y encinos (*Quercus*) que son el componente principal de su flora nativa pudiéndose aprovechar a un futuro racionalmente los recursos.

Carreto (1998) en el bosque de niebla de Veracruz, buscó estrategias de restauración de áreas forestales degradadas y destruidas a través de estudios del medio biológico, ecológico y social que contribuyó en la conservación y uso racional de los ecosistemas y su biodiversidad, así como en el desarrollo de las comunidades locales.

Vázquez et al. (2000) recomendaron en su proyecto "Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación" de la CONABIO a la familia Fagácea como arboles potenciales para la restauración.

López-Barrera (2006) evaluó el crecimiento y la supervivencia de las plántulas de cinco especies de roble (*Quercus candicans*, *Quercus crassifolia*, *Quercus laurina*, *Quercus rugosa* y *Quercus segoviensis*) fueron monitoreados experimentalmente por la introducción de plantas a través de repeticiones de los gradientes de los bosques del borde exterior (24, 12, 0, -12 y -24 m) típicas de estos dos tipos de borde (duros y blandos) en los

Altos de Chiapas, México. La supervivencia de plántulas y el crecimiento (medido en términos de área basal, el tallo y la producción de nuevas hojas y defoliación) fue en general mayor en hábitats abiertos adyacentes que en la parte boscosa de la pendiente. Sin embargo, el rendimiento óptimo de las plántulas fue de 12 m de los bordes suaves en el hábitat abierto. Este estudio muestra que los efectos de borde detectados a lo largo de un gradiente de hábitat de bosque-borde-exterior pueden depender en gran medida del tipo de borde en estudio.

Parra-Vázquez et al. (2007) realizaron un estudio de los bosques de las Montañas del Sur de México donde proponen algunos modelos ecológicos, técnicos y sociales implicados en la recuperación, conservación y aprovechamiento racional de los recursos forestales.

Rubio-Licona (2009) evaluó el éxito relativo de plántulas en dos tipos de ambientes perturbados. Se reintrodujeron semillas y plantas de *Q. candicans*, llevándose a cabo el registro mensual de la sobrevivencia y el crecimiento. Adicionalmente se realizó la caracterización ambiental de los sitios (registro mensual de luminosidad, temperatura y humedad del aire y suelo, descripción de características edáficas e inventario florístico). Sus resultados sugirieron que en sitios totalmente abiertos la reintroducción mixta de plantas y semillas germinadas puede ser una estrategia útil para la restauración de los bosques de encino; mientras que en el borde se recomienda la reintroducción de individuos de un año de edad.

Estudios de comportamiento germinativo y crecimiento de encinos

Chacalo (2000) comparó el crecimiento de raíz de *Quercus crassipes* con el de *Fraxinus uhdei* durante cinco meses, utilizando rizotrones. Como resultado el crecimiento vigoroso del sistema radical del fresno ayudó a comprender porque es dominante en la Ciudad de México bajo cualquier condición. La profundidad de penetración de las raíces de *Q. crassipes* fue similar a *F. uhdei* en el suelo fino, pero no así en las condiciones más limitantes del suelo grueso. Con base en estos resultados, la especie podría desarrollarse bien en suelos buenos pero tener dificultades cuando las condiciones de suelo no son óptimas.

Olvera (2004) evaluó cinco tratamientos de almacenamiento bajo impermeabilización con barniz y cera en *Quercus crassipes*, además analizó y describió la estructura del pericarpio, se cuantificó el contenido total de proteínas, lípidos y carbohidratos. *Q. crassipes* presentó una menor capacidad de almacenamiento a perder entre 36 y 39% de su peso fresco. También presentó un pericarpio más ancho.

Rubio (2006) caracterizó la estructura, diversidad y composición florística de dos comunidades de bosque de encino del Estado de México, en donde habita *Q. candicans*, además se evaluó la germinación y propagación por semilla de la especie.

Díaz-Fleischer et al. (2010) determinaron el nivel de infestación, por insectos, en bellotas de *Quercus candicans* y su efecto en la germinación. Presentando que las infestadas presentan una reducción en la germinación de 77.7 a 90.7%. Las bellotas infestadas fueron significativamente más grandes que las bellotas no infestadas. El análisis de los resultados sugiere la necesidad de desarrollar métodos de control de los insectos, y de separación de las bellotas infestadas para mejorar la calidad de la producción de plántulas destinadas a la reforestación.

Estudios florísticos y ecológicos en bosques de encinos

Zavala (1998) analizó la distribución geográfica de los encinos en México, con énfasis en los subgéneros *Erythrobalanus* y *Lepidobalanus*. Se realizó una revisión de diversos trabajos relacionados con encinos del país y de material de herbario, con lo cual se elaboraron listas de especies por entidad federativa y, mediante un índice de similitud, se hicieron comparaciones entre estados, determinándose cinco regiones geográficas. Los resultados indican que la distribución de encinos en el país es variada; aparentemente hay diferencias entre regiones geográficas, habiendo mayor riqueza de especies en la región central; pocas especies parecen ser de distribución amplia, algunas de distribución francamente México-Norteamericana, en tanto que el número de especies de distribución restringida al país fue relativamente alto. Los encinos blancos fueron más abundantes por entidad en el norte del país, en tanto que los rojos lo fueron en el sur; éstos resultaron más abundantes que los blancos en las regiones occidental y sur y sureste. Aun falta investigación sobre la distribución detallada de especies de *Quercus* de México, lo cual

representa un hueco en el conocimiento de este tan importante género, limitándose así su aprovechamiento y manejo adecuados.

Valencia-A (2004) realizó una lista preliminar de 161 especies del género *Quercus* para México ubicadas en tres secciones *Lobatae*, *Quercus* y *Protobalanus*. Se calculó que 109 son endémicas del país, 47 perteneces a la sección *Quercus*, 61 a la sección *Lobatae* y 1 a la sección *Protobalanus*. *Quercus candicans* fue una especie de amplia distribución en el país.

Valencia (1989) realizó un catalogo de encinos del estado de Guerrero donde analiza la distribución espacial de las especies en relación a algunas variables ambientales de fácil identificación regional como altitud, latitud, tipo de vegetación y región fisiográfica en que se presentan. *Q. candicans* es una de las especies que presentan mayor distribución en el estado de Guerrero.

Arizaga et al. (2009) publicaron un “Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos”, donde describe aspectos generales de los encinos y fichas descriptivas de *Q. candicans* y *Q. crassipes*.

Romero et al. (2002) realizaron una compilación del género *Quercus* en el estado de México. Presentan la descripción morfológica de 23 especies de dicho género y son completadas con datos de distribución y hábitat, fenología, nombres populares y usos.

Torres (2009) realizó un análisis de distribución de las especies de encinos rojos (genero *Quercus*, sección *Lobatae*) de México y América Central. Se realizo un análisis para identificar patrones biogeograficos y detectar áreas de endemismo. Además se realizo un análisis corologico con la distribución puntual de 75 especies de encinos rojos presente en México y América Central, para detectar áreas (Nevado de Toluca) para la concentración en México y América Central.

Mass (1985) recopilo datos de ecología, fenología, reproducción, existencias volumétricas e incrementos en diámetro de cuatro especies de encino, entre ellas *Q. candicans* que mostro mayor incremento anual de diámetro y volumen por categoría diametrica.

Gama-Castro y Reyes (1995), hicieron una caracterización de la variación del medio donde se distribuyen a nivel nacional los bosques de encino y encino-pino; para ello ejemplifica la variación de los factores del medio donde crecen, usando como referencia cuatro especies de amplia distribución (*Q. candicans*) .Encontrando que la variación en

profundidad, drenaje, textura, retención de humedad, y permeabilidad son determinantes en la distribución de encinos, así como la variación anatómica de la madera.

Encina et al. (2007) realizaron la caracterización y diversidad de los bosques de encino de la Sierra de Zapaliname, Coahuila, México. Sus observaciones fueron que el patrón de diversidad de especies y su relación con los gradientes ambientales mostraron que la diversidad y la riqueza disminuyeron con el aumento de altitud y de precipitación, pero que aumentan con el incremento de la temperatura. Aportando que en el diseño de estrategias de conservación biológica se debería considerar el control de los disturbios antropogénicos.

Figuerola et al. (1995) dan a conocer la fenología de cuatro especies de *Quercus* en la sierra de Manantlán, Jalisco. Obtuvieron que el patrón fenológico de las especies dependen de los periodos estacionales, la precipitación y temperatura, resultando que *Q. candicans* tiene requerimientos estrictos de humedad para fructificar.

Jardel et al. (1995) realizaron observaciones para la conservación y manejo de los encinos en un Bosque Mesófilo de montaña de la sierra de Manantlán. Encontró que los encinos están entre los elementos dominantes del estrato arbóreo y dentro de ellos, *Q. candicans* es una de las especies más importantes. También observó que la regeneración de los encinos no es muy abundante y que aparece en sitios con claros en el dosel.

Figuerola et al. (1997) describieron la variación en la composición de especies maderables en relación con las condiciones del sitio, en bosques mixtos de roble en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán, México. En 60 parcelas de 500 m² cada una, fue encontrado un total de 30 especies maderables con un dbh > 5 cm. Fagaceae con seis especies de *Quercus* fue la familia dominante (40 % de la densidad total y 30 % del área basal total). La clasificación de las parcelas dio como resultado cuatro comunidades dominadas por cinco especies de roble (*Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*). Las condiciones del sitio fueron clasificadas según relaciones (altitud, profundidad de la hojarasca, apertura del dosel, inclinación y espesor de la capa de humus) y según variables nominales (aspecto, erosión, pasto, unidad fisiográfica y topografía). De estas, los factores fisiográficos (topografía y altitud) determinan en gran medida las principales diferencias en la composición de especies entre las parcelas. *Q. crassipes* formar comunidades monodominantes, pero puede también coexistir con otras especies de roble. En comunidades donde más de una especie de roble dominan el dosel, coexisten más especies. Muchas de ellas son de origen tropical,

umbrotolerantes y sus plántones pueden ocupar más nichos en el piso inferior. Son expuestas las posibles razones para que aparezcan masas mixtas o monodominantes de roble, así como sus implicaciones para la ordenación forestal.

Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas (2000) analizaron en un bosque dominado por *Quercus crassipes* el cambio en la estructura y composición de especies a nivel adulto, juvenil y brinzal mediante el Análisis de Correspondencia Desprovisto de Diferencia de Ejes en la Sierra de Manantlán, México. Donde los resultados indicaron que la dinámica del dosel se da principalmente por cambios en la estructura del rodal, principalmente en densidad. *Q. crassipes* fue la especie más importante en el estadio adulto y mostro poca variación en el lapso realizado. Al contrario *Q. candicans* mostró no ser una especie importante, debido a que presentó pocos individuos por lo que se prevé es una especie de escasa o nula incorporación. Se recomendó como alternativa de manejo silvícola el método de cortas de selección.

Vázquez et al. (2004) realizaron la caracterización de la declinación de bosques de encino en la "Sierra de Lobos", Gto., mediante la determinación de las especies de encino susceptibles, la identificación y comportamiento del agente biótico principal causal de la alta mortandad del arbolado y la evaluación del nivel de infestación. Analizándose el efecto de algunas variables dendrométricas y fisiográficas sobre la infestación del patógeno. Se determinó que la declinación de los encinos en "Sierra de Lobos" está asociada con procesos de disturbio climático principalmente estrés por sequía y por temperaturas extremas debido a heladas e incendios forestales. Las variables fisiográficas que tuvieron un efecto significativo sobre el nivel de infestación fueron la exposición y la pendiente.

Martínez-Cruz et al. (2009) describen la estructura de 4 asociaciones de encinares en el oriente de la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato. Donde concluyó que debido al marcado deterioro que se observa en estos bosques, la heterogeneidad de las asociaciones de encinares respecto a su composición, atributos de estructura y diversidad, deben considerarse en acciones futuras encaminadas a lograr un manejo más sustentable de los recursos naturales que albergan estos bosques, así como acciones particulares de conservación y restauración.

Vela (1985) revisó la relación que guardan trece especies de encino con siete especies de pino, relacionando especies de *Quercus* y algunos factores fisiográficos y edáficos, con el fin de detectar los factores ecológicos que determinan su distribución en la

meseta Tarasca. *Q. candicans* no presentó asociación exclusiva, pero presencia frecuentemente en suelos rojizos.

Cotler (2007) realizó una caracterización y manejo de suelos en ecosistemas templados de montaña encontrando la necesidad de un manejo adecuado teniendo solo el 5.23 % bajo protección de alguna categoría de área natural protegida.

A todo esto no existen aun publicaciones que donde se realicen la reintroducción de *Q. crassipes* y *Q. candicans* en Valle de Bravo con fines de restauración. Por ello es importante empezar a realizar proyectos para tener resultados de su comportamiento.

OBJETIVOS

Reintroducir *Quercus candicans* y *Quercus crassipes* en un bosque con deterioro de Valle de Bravo, Estado de México, evaluando su éxito de sobrevivencia y crecimiento.

PARTICULARES

- ✿ Describir la estructura de la vegetación y florística de los sitios en donde se reintroducirán plantas de *Quercus candicans* y *Quercus crassipes*.
- ✿ Caracterizar los suelos de los sitios de reintroducción en Valle de Bravo.
- ✿ Obtener plantas de las dos especies de encino y describir su comportamiento germinativo
- ✿ Monitorear y evaluar la sobrevivencia y crecimiento de *Quercus candicans* y *Quercus crassipes* en vivero y una vez introducidas en Valle de Bravo.
- ✿ Describir la fenología de *Quercus candicans* y *Quercus crassipes* en las zonas de estudio.

ZONA DE ESTUDIO

Localización

El territorio municipal de Jesús María de Valle de Bravo (Figura 4) se localiza al poniente del Estado de México, el municipio es parte de la Región VII, a la que pertenecen los municipios de Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Santo Tomás de los Plátanos, Oztoloapan y Zacazonapan. La cabecera municipal alcanza 1,830 metros sobre el nivel del mar. El municipio cuenta con una superficie territorial de 421.95 kilómetros cuadrados.

Orografía

El municipio de Valle de Bravo está rodeado por montañas; existiendo tres formas de características de relieve; la primera corresponde a las zonas accidentadas que abarcan, aproximadamente el 50% de la superficie total del municipio y está formada por las Sierras de Temascaltepec, Tenayac, Valle de Bravo y por las faldas de sierras circundantes. La segunda corresponde a zonas semiplanas que comprenden aproximadamente, el 30% de la superficie; y la tercera corresponde a las zonas planas que ocupan, el 20% de la superficie. Presenta numerosos volcanes dispersos en su territorio destacando entre ellos el Cerro Gordo. Los principales niveles que se encuentran en el municipio van desde los 2,600 metros sobre el nivel del mar, hacia el noreste, hasta los 1,400 metros.

Hidrografía

El municipio de Valle de Bravo se encuentra dentro de la cuenca del río Balsas, constituida por 5,458 embalses, entre los que destacan la presa de Valle de Bravo y la de Colorines.

Los principales ríos que se localizan en el municipio son: El Salto, Barranca Honda, Tiloxtoc como principal aportador del río Balsas; Los Hoyos, Agua Grande, La Asunción, El Molino, El Crustel, Los Gavilanes, Capilla Vieja, Amanalco de Becerra, Las Flores, Río

Chiquito, Los Saucos y Piñas Altas. Como ríos de caudal permanente se mencionan los siguientes: González, San Juan y Santa María Pipioltepec.

Características y uso de suelo

Los terrenos del municipio, por pertenecer al sistema de Xinantécatl, sus formaciones rocosas pertenecen al llamado segundo período eruptivo, que es el momento en que las andesitas arrojadas provocan un aumento en el relieve del suelo y se origina la formación de nuevos macizos montañosos.

En el territorio municipal se tienen presencia de tres tipos de suelo que son: andasol, acrisol y cambisol, predominando los dos últimos. Dentro del municipio encontramos que la tenencia de la tierra está dividida en: privada, ejidal y mixta.

Clima

El clima en el municipio es templado subhúmedo con lluvias en verano C (w); las lluvias se presentan de junio a septiembre y se prolongan en ocasiones hasta octubre. Los meses más calurosos son: mayo, junio, julio y agosto.

La temperatura promedio anual es de 17.5°C, la máxima de 32.0°C, y la mínima de 1.3°C. Se llegan a registrar lluvias en noviembre y diciembre, las lluvias son más abundantes en verano, con una precipitación promedio anual de 928 mm. Las heladas se inician a mediados de diciembre y se prolongan hasta febrero, arriba de la cota de 3,000 msnm éstas se presenta en más de 60 días/año, entre la cota 2,400 a 3,000 msnm es entre 20 a 60 días / año, entre la cota 2,000 a 2,400 msnm es entre 0 a 20 días / año, y debajo de la cota de 2,000 msnm es ausente. Respecto a granizadas, esas ocurren con mayor frecuencia en la parte alta de la cuenca, quiere decir en el oriente, arriba de la cota 3000 msnm, con más de 8 eventos / año, disminuyendo paulatinamente esta probabilidad hacía el poniente.

Flora y Fauna

Los tipos de vegetación predominantes son Bosque de *Pinus*, Bosque de *Quercus*, Bosque de *Pinus-Quercus* y Bosque tropical caducifolio. Pero en la zona de estudio su vegetación se compone de pinos y encinos: *Pinus montezumae*, *Quercus magnoliifolia* Née, *Q. glaucoides* Mart. & Gal., *Q. castanea* Née, *Q. obtusata* Humb. & Bonpl., *Q. rugosa* Née, *Q. acutifolia* Née, *Q. crassipes* Humb. & Bonpl., *Q. dysophylla* Benth., *Q. scytophylla* Lieb. (Romero et al., 2002) y *Quercus candicans* Nee como nuevo registro para Valle de Bravo.

Fauna: mamíferos de pequeñas tallas como conejo castellano y de monte, ardillas grises, rojas y negras, ardillón, topos, ratas y ratones de los volcanes, comadreja, zorrillos, cacomiztle, zorra, liebre, hurón, murciélago, y tejones. Mamíferos mayores como el venado, lince y puma.

Entre los anfibios y reptiles se mencionan salamandra, lagartija, culebra y víboras de cascabel.

Del grupo de las aves tenemos: los carpinteros, güilotas, paloma llorona, trepadores, colibrí, azulejo, tordo, búho, codorniz, gallina de monte, así como algunas depredadoras como la gallina de cola roja, ceceto, gavilán, zopilote y cuervo.

Reintroducción de los encinos *Quercus candicans* Neé y *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. en un Bosque de Valle de Bravo, Estado de México



Figura 4.- Ubicación del Vivero Montebelo, Valle de Bravo, Estado de México.

METODO

Trabajo en Campo

Diseño *experimental*

A partir de un recorrido previo en los terrenos del Vivero Montebelo en Valle de Bravo, Estado de México, se eligieron tres áreas por orientación: A (Noroeste), B (Noreste), C (Noroeste) (Figura 4).

Cuadro 1. Descripción de las zonas de estudio en Valle de Bravo.

| ZONA | ORIENTACION | COORDENADAS | PENDIENTE |
|------|-------------|--------------------------------|-----------|
| A | Noroeste | 19°09'04.07"N 99°59'24.03"O | 25 |
| B | Noreste | 19°09'05.07"N 99°59'06.13"O | 22 |
| C | Noroeste | 19°09'09.61"N 99°59'23.88"O | 7 |

En tales áreas se llevaron a cabo dos plantaciones de *Quercus candicans* y *Quercus crassipes*. La primera se efectuó en el mes de mayo del 2009, en las zonas A y B; consistió de 50 plantas (donadas por la FES Iztacala) de 3 meses de edad y 15 de un año (donadas por el vivero Montebello) de cada especie. La segunda se realizó en agosto del mismo año en la zona C, consistió de 50 plantas (5 meses) de *Quercus candicans* y *Quercus crassipes*. Las plantas de 3 y 5 meses fueron las obtenidas en las pruebas de germinación y las que se monitorearon en vivero.

Cuadro 2. Edades de plantas reintroducidas en las zonas de estudio.

| ZONA | PLANTAS (3 MESES) | PLANTAS (5 MESES) | PLANTAS (1 AÑO) |
|------|----------------------|----------------------|--------------------|
| A | ★ | | ★ |
| B | ★ | | ★ |
| C | | ★ | |

Las plantas introducidas a los distintos sitios tuvieron como procedencia a la localidad de “Las Isabeles” del municipio Villa Nicolás Romero, Estado de México. La plantación se hizo en cepas (hoyos) de aproximadamente 15 x 10 cm para las plantas más jóvenes y de 30 x 30 para las juveniles, de tal manera que su profundidad coincidió con la altura del cepellón de la plantas. La distancia entre plantas fue de dos metros. Al hacer el trasplante se tuvo el cuidado de que no se rompiera el cepellón, evitando daños al sistema radical. Una vez colocado el árbol en el centro de la cepa, ésta fue rellenada con suelo de la misma localidad. Cada planta fue marcada con un número de registro.

El objetivo de una segunda plantación fue observar el efecto de la pendiente sobre el porcentaje de supervivencia.

Se monitoreó mensualmente la supervivencia y crecimiento de las plantas reintroducidas. Las variables de crecimiento consideradas fueron: diámetro, altura, cobertura, número de brotes y número de hojas (en plantas más jóvenes). Las plantas (3 meses, 5 meses y 1 año) de la primera plantación se monitorearon 5 meses.

Descripción del estudio florístico y ecológico

Se establecieron de manera dirigida tres cuadros de 200 m², los que se ubicaron contra la pendiente, con una distancia mínima entre cuadros de 10 m, fueron georreferenciados, registrando su altitud, pendiente y orientación.

En cada uno de los cuadros establecidos se realizaron mediciones de las especies que componen el estrato arbóreo. Con ayuda de un flexómetro de 30 m se tomó la medida de la cobertura de la copa y diámetro a la altura del pecho (DAP); y haciendo uso de una brújula y del mismo flexómetro se determinó la altura total de los individuos.

En cada zona de muestreo se realizó el levantamiento florístico de los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Esto se hizo dentro de los cuadros establecidos y regiones adyacentes, durante el transcurso de un año.

Además se tomaron datos fenológicos de árboles maduros de *Quercus candicans* y *Quercus crassipes* en las comunidades. Las fases fenológicas que se registraron fueron: época de aparición y caída de hojas, época en que la planta pierde por completo las hojas (plantas decíduas), o si permanece con ellas durante todo el año (plantas perennifolias), periodos de floración y su duración; y épocas fructificación.

Caracterización edáfica

Se realizó un muestreo en forma de zig-zag de los tres puntos de muestreo donde se tomaron de 5 a 10 submuestras de suelo, las cuales se homogenizaron por el método de cuartos diagonales, obteniéndose una muestra compuesta de 2 kg.

Se hicieron estimaciones cualitativas (cantidad de materia orgánica) y cuantitativas de suelo como color (Técnica de comparación con tablas de Color), textura del suelo (Método Hidrométrico para determinar la textura de la fracción fina del suelo), densidad aparente y real (Método Volumétrico o de la Probeta), pH (Método potenciométrico para determinar el pH real), Capacidad de intercambio catiónico total (Método Volumétrico del Versenato). Dichas determinaciones se hicieron con base en el Manual de Métodos de Análisis de suelo (Muñoz et al., 2007).

Trabajo en Laboratorio

Determinación de ejemplares recolectados

Con el uso de literatura especializada se realizó la determinación de los ejemplares recolectados. Posteriormente se llevó a cabo su comparación en los herbarios (IZTA), de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Una vez corroboradas las especies se integraron los listados florísticos de las localidades de estudio.

Prueba de germinación y crecimiento

Para realizar la prueba de germinación, los frutos se remojaron en agua destilada. Posteriormente, se extrajeron las semillas, se escarificaron de manera mecánica con navajas cutter sobre una limpia. El sustrato consistió en papel secante blanco embebido con agua destilada, evitando la deshidratación de los embriones. A cada semilla se le asignó un número de identificación para su monitoreo.

Con el fin de mantener uniforme las condiciones de luz y temperatura en todos los domos, se colocaron y mantuvieron en cámara de crecimiento a una temperatura de 25 °C \pm 2, humedad a imbibición y fotoperiodo de 24 horas de luz; esto durante tiempo necesario para que la muestra de semillas alcanzara el 100% de germinación. Diariamente se

efectuó el registro del número de semillas germinadas. Se consideró como semilla germinada aquella cuya longitud radicular fuese igual o mayor a 1mm.

Una vez iniciada la germinación y durante el tiempo en que los lotes establecidos fueron mantenidos en cámara de crecimiento, se registro el día de su emergencia, midiendo diariamente su longitud de raíz; esto durante el tiempo que se alcanzó el 100% de semillas germinadas. También se marcaron las semillas de frutos poliespéricos. Además se observo para describir la posición en que las raíces salían de las semillas y su comportamiento durante su crecimiento dependiendo de la posición en la que se colocaba.

Trabajo en Vivero

Se realizó el monitoreo de la sobrevivencia de plantas en condiciones de vivero; para lo cual, después que todas las semillas germinaron y con el propósito de podar la raíz, las plantas fueron trasplantadas en recipientes sin fondo con suelo de bosque de encino y se etiquetaron con su número respectivo. Dichos recipientes se colocaron en camas de malla de alambre dentro de una casa de sombra en el Jardín Botánico de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala

En el momento en que los tallos de las plantas alcanzaron 10-15 cm de longitud se realizó un trasplante a bolsa negra de plástico, manteniendo los números de registro. Se aplicó riego cada tercer día.

El crecimiento, en condiciones de vivero, de las plantas que emergieron fue monitoreado cada dos semanas y por dos meses, registrando el grosor y altura del tallo y el número y largo de las hojas. Durante los siguientes ocho meses se hicieron registros mensuales, monitoreando el grosor y la altura del tallo, número de hojas y cobertura.

Análisis De Datos

Descripción del estudio florístico y ecológico

Para el análisis de estructura se obtuvieron las siguientes variables: diversidad (Simpson), frecuencia, frecuencia relativa, cobertura, cobertura relativa, densidad, densidad relativa, abundancia, abundancia relativa, área basal y área basal relativa. Con

los datos se estimó un valor de importancia relativa (Matteucci y Colma, 1982) para las especies encontradas.

Al ser *Pinus montezumae* la especie con datos más relevantes en la estructura se realizó un análisis estadístico para ver su comportamiento se calcularon las medidas descriptivas: Media, Mediana, Desviación Estándar, Error Estándar y Coeficiente de Variación, así mismo se hicieron diagramas de caja (box plot) para comparar las zonas.

También se realizó un ANOVA de 1 factor para ver si había diferencias significativas en: altura, diámetro, cobertura (1 y 2) y cobertura total.

Además se estimó los diferentes tipos de zonas en bases a las especies, como presencia/ausencia, y mediante un análisis de agrupamiento (cluster) se determinó como estaban agrupadas las zonas. Se eligió el índice de Sorensen para definir la semejanza entre los grupos, por ser de los más robustos para datos ecológicos. Se utilizó el ligamiento completo como método de unión de grupos (UPGMA) (McCune y Mefford, 1999).

Comportamiento germinativo

Se describió el comportamiento germinativo de acuerdo con lo propuesto por Camacho y Morales (1992), calculando los siguientes índices:

- ☉ Capacidad germinativa o porcentaje de germinación a diferentes campos que evalúan la relación existente entre el número total de semillas germinadas y el número de semillas sembradas.
- ☉ Tiempo medio de germinación que es el tiempo promedio que las semillas tardan en germinar.
- ☉ Uniformidad germinativa que es la cercanía entre los tiempos de germinación de las semillas; es decir, el tiempo que transcurre entre las primeras germinaciones y las última. Para ellos se emplea la desviación típica del tiempo de germinación.
- ☉ Calidad germinativa (índice de Maguire) es un índice apto para ponderar las características de la curva germinativa, por lo que funge también como una medida de velocidad.

Para determinar la significancia entre dichos índices se utilizó una prueba de t-student para muestras independientes. Para evaluar la viabilidad después de periodos de

almacenamiento en refrigeración (estratificación) de semillas, se calcularon los índices de germinación antes descritos.

Para describir el crecimiento de la raíz durante el tiempo que las semillas se mantuvieron en la cámara de germinación, calculándose las medidas descriptivas: Media, Mediana, Desviación Estándar, Error Estándar y Coeficiente de Variación, así mismo se hicieron diagramas de caja (box plot) para comparar el crecimiento en las especies estudiadas. También se realizó un ANOVA de 2 factores (especies y día) para ver si existen diferencias significativas en la longitud de la raíz.

Crecimiento ex situ

Se calcularon las medidas descriptivas: Media, Mediana, Desviación Estándar, Error Estándar y Coeficiente de Variación, así mismo se hicieron diagramas de caja (box plot); en las etapas: de estimación de los días de emergencia después trasplantes, en la evaluación del crecimiento en las dos etapas de vivero y para la valoración del crecimiento de las plantas en la primera y segunda plantación; para comparar las especies.

También se realizaron ANOVAS para las diferentes etapas: En los días de emergencias de 1 factor (Especie), para ver si había diferencias significativas entre las especies estudiadas. En la evaluación del crecimiento en las dos etapas de vivero de 2 factores (Especie y Tiempo) para ver si había diferencias significativas en: altura, diámetro, cobertura (1 y 2) y número de hojas. En la valoración del crecimiento de las plantas en primera plantación de 3 factores (Zona, Especie. y Mes) y en la segunda plantación de 2 factores (Especie y Mes) para ver si había diferencias significativas en: altura, diámetro, cobertura (1 y 2) y número de hojas.

Semillas procedentes de frutos poliespérmicos

En el crecimiento de las de semillas procedentes de frutos poliespérmicos, se calcularon las medidas descriptivas: Media, Mediana, Desviación Estándar, Error Estándar y Coeficiente de Variación, así mismo se hicieron diagramas de caja (box plot); en las etapas: descripción del tamaño de raíces en cámara de germinación, estimación de los días de emergencia después trasplantes, en la evaluación del crecimiento en las dos

etapas de vivero y. la valoración del crecimiento de las plantas en la historia de vida (primera, segunda plantación y vivero).

También se realizaron ANOVAS para las diferentes etapas: En el crecimiento de raíces en cámara de germinación de 2 factores (especies y día) para ver si existían diferencias significativas en la longitud de la raíz. En los días de emergencias de 1 factor (Especie), para ver si había diferencias significativas entre las especies estudiadas. En la evaluación del crecimiento en la historia de vida de 3 factores (Zona, Especie. y Mes) para ver si había diferencias significativas en: altura, diámetro, cobertura (1 y 2) y número de hojas en la primera plantación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio florístico-ecológico

La vegetación de la localidad perteneciente a la zona centro-norte del municipio de Valle de Bravo, Estado de México, corresponde a Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña, aunque este último se presenta en pequeños relictos o manchones confinados a laderas pronunciadas o áreas protegidas de vientos fuertes.

Composición florística de las zonas

La composición florística de la comunidad vegetal de Bosque de Pino-Encino perteneciente al municipio de Valle de Bravo estuvo integrada por 95 especies y 80 géneros propios de 35 familias (Cuadro.3). Las familias con mayor número de especies, en las zonas, fueron Compositae seguida de Labiatae y Fabaceae (Figura 5).

Cuadro 3. Clasificación de las especies, géneros y familias encontradas en las zonas de Valle de Bravo, Estado de México.

| Taxa | Familias | Géneros | Especies |
|----------------------|----------|---------|----------|
| Pteridophyta | 2 | 4 | 4 |
| Coniferophyta | 1 | 1 | 1 |
| Magnoliophyta | | | |
| Magnoliopsida | 31 | 61 | 76 |
| Liliopsida | 8 | 14 | 14 |
| Total | 42 | 80 | 95 |

Es notable la preponderancia de Compositae con cerca de 14% de las especies, así como el hecho de que seis familias contengan 45% del total de la flora del área. Este patrón de predominio florístico ha sido también encontrado en trabajos previos realizados en vegetación similar a él área de estudio, por ejemplo, las zonas núcleo de la Reserva de

la Biosfera Mariposa Monarca (Cornejo, 2003) y el área del Valle de México (Rzedowski y Rzedowski, 2005).

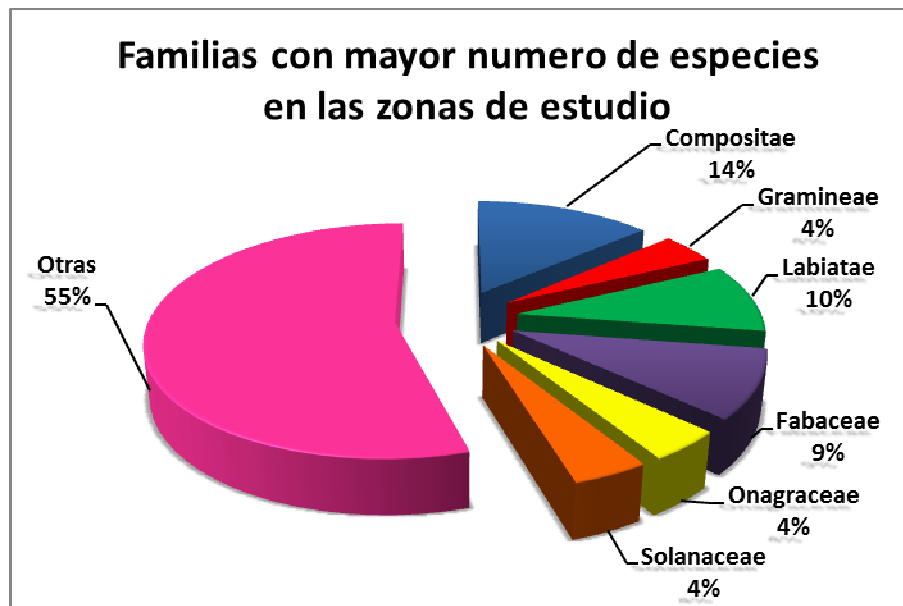


Figura 5. Especies por familia presentes en las zonas estudiadas.

Del total de las especies registradas para las zonas, 14.73% son endémicas de México. Este bajo valor de endemismo no es consistente con evaluaciones previas de la flora de las regiones montañosas de México, ya que Rzedowski (1991) estima que la proporción de especies endémicas para el país en Bosques de Coníferas y Encino equivale a 70% y para el Bosque Mesófilo de Montaña, a 30%.

La relevancia de las porciones montañosas de México respecto al endemismo de la flora mexicana es ratificada por Delgadillo et al. (2003), quienes indicaron que el Eje Volcánico Transversal es un área extremadamente relevante por albergar un alto porcentaje de especies mexicanas de compuestas.

Como era de esperarse, la composición florística de las zonas es muy semejante a la reportada en bosques con presencia de *Quercus* en el centro del país (Martínez, 1991; Cornejo, 2003; Rubio, 2006). En la zona de estudio se encontró 13.68% de las especies se reportan como vegetación secundaria o lugares perturbados, lo que representa una seria amenaza a la diversidad, ya que favorece la pérdida de especies en tanto se alcanza un nuevo equilibrio dinámico de la comunidad (Suárez, 1998).

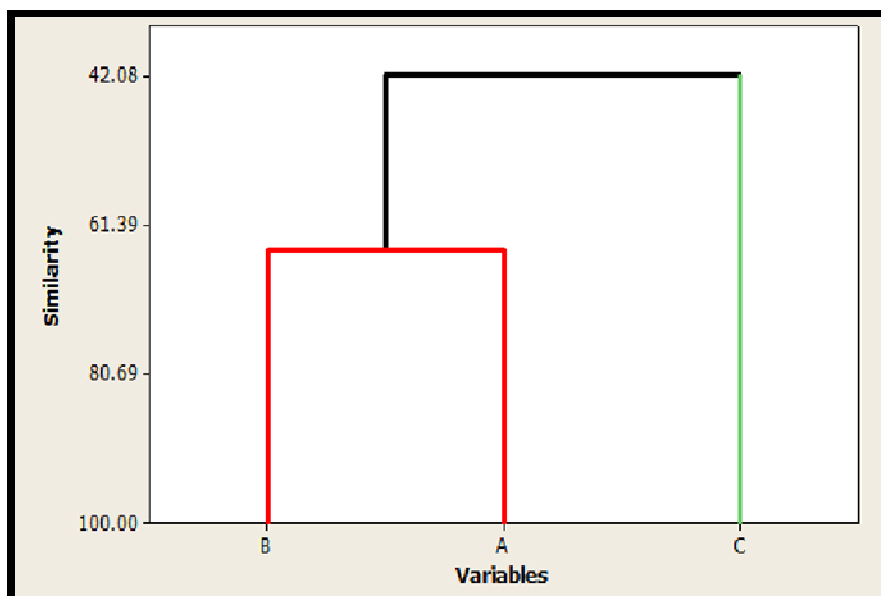


Figura 6. Dendrograma de la flora de las zonas de Valle de Bravo, Estado de México.

La Figura 6 muestra el dendrograma resultante con el índice de Sorensen, con el propósito de explicar la semejanza entre las comunidades. Contrario a lo que se esperaba la zona A y B tienen mayor similitud a pesar de que se encuentran en laderas diferentes debido a la estructura por ser zonas de ambiente cerrados, con diferentes niveles de estratos, al contrario la zona C tiene una menor afinidad, presentando una pinarización del dosel de un solo estrato producto de un mayor disturbio.

Descripción del estrato arbóreo

La composición florística del estrato arbóreo estuvo integrada por 6 especies y 5 géneros provenientes de 5 familias. *Pinus montezumae* figura como la especie con mayor importancia ecológica, abundancia y cobertura dentro de las tres zonas (Cuadro.4).

Debido a que las coníferas mantienen sus ramas llenas de hojas durante todo el año, el grado de interceptación de la luz en un bosque de coníferas es prácticamente el mismo a lo largo del año. La mayoría de los pinos forma una densa bóveda superior, la cual limita el paso de la luz del sol, y determina que los estratos inferiores no puedan desarrollarse. La intensidad de la luz en un bosque de pinos disminuye progresivamente al atravesar la bóveda vegetal, hasta que la parte inferior solo llega a una pequeña fracción de luz.

Cuadro 4. Variables ecológicas medidas en el estrato arbóreo (composición florística) de la comunidad de bosque de pino-encino en las zonas de Valle de Bravo del Estado de México. A=Abundancia, C=Cobertura, C%= Cobertura Relativa, AB=Área Basal Relativa, D=Densidad, D%= Densidad relativa, F=Frecuencia, F%=Frecuencia relativa, V.I.R= Valor de Importancia Relativa, D.S=Diversidad de Simpson.

| ZONA | ESPECIE | C | C% | A.B. | A.B.% | D | D% | F | F% | V.I.R. | D.S |
|----------|------------------------------------|---------|-------|----------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|------|
| B | <i>Pinus montezumae</i> | 4087.92 | 88.02 | 796.9257 | 91.74 | 0.155 | 81.58 | 100 | 33.33 | 206.65 | 0.33 |
| | <i>Alnus acuminata ssp. Arguta</i> | 526.72 | 11.34 | 66.7654 | 7.68 | 0.030 | 15.79 | 100 | 33.33 | 56.80 | 0.97 |
| | <i>Quercus crassipes</i> | 29.57 | 0.64 | 4.9087 | 0.58 | 0.005 | 2.63 | 100 | 33.33 | 36.54 | 1 |
| A | <i>Pinus montezumae</i> | 6235.65 | 85.41 | 2698.406 | 90.50 | 0.011 | 38.46 | 100 | 50.08 | 179.04 | 0.87 |
| | <i>Ternstroemia lineata</i> | 1052.43 | 14.41 | 280.552 | 9.40 | 0.016 | 55.94 | 66.66 | 33.39 | 98.73 | 0.73 |
| | <i>Quercus laurina</i> | 12 | 0.18 | 2.5446 | 1 | 0.0016 | 5.6 | 33 | 16.53 | 23.13 | 1 |
| C | <i>Pinus montezumae</i> | 10096 | 99.52 | 3525.652 | 98.23 | 0.025 | 93.99 | 100 | 75.19 | 267.41 | 0.12 |
| | <i>Cratraegus mexicana</i> | 48.03 | 0.48 | 63.6172 | 1.77 | 0.0016 | 6.01 | 33 | 24.81 | 32.59 | 1 |

Al contrario, especies caducifolias como (*Quercus*, *Alnus* y *Catragus*) son plantas que requieren una fuerte iluminación y son incapaces de vivir con débiles intensidades luminosas, no pudiendo desarrollarse debido a la sombra producida por especies perennifolias (Granados et al., 2007).

Los resultados de comportamiento de estructura en *Pinus montezumae* (Figura 7) mostró que la zona A tiene una mayor media en Altura, DAP y Cobertura total en comparación con las otras zonas, en la zona B solo el 25% de los arboles tiene una altura mayor a 5mts, teniendo un 75% de arboles con altura menor a 3.5 metros, esto es importante porque indica un alto grado de reclutación de *Pinus montezumae*.

Puede deberse a que mediante un consumo selectivo a nivel de plántulas y juveniles, los herbívoros pueden alterar el curso de la sucesión ecológica y consecuentemente la composición en especies de la comunidad forestal. La herbivoría crónica condiciona la sucesión secundaria al eliminar selectivamente a las especies más palatables y favorecer la presencia de especies no palatables.

De hecho, la fuerte presión ganadera sufrida por los sistemas forestales ha provocado el desplazamiento de especies caducas o semicaducas a favor de perennifolias, mucho menos palatables. La herbivoría canaliza la trayectoria sucesional, provocando que el encino sea una especie arbórea rara en un bosque dominado mayoritariamente por pinos (Zamora et al., 2004). Se establece una densidad elevada de juveniles que, al desarrollarse, excluyen competitivamente a las especies arbustivas bajo su copa. Si la presión de herbivoría es elevada, la regeneración se colapsa, ya que no hay arbustos que protejan a las plántulas de los arboles.

En esta trayectoria sucesional, se alternarían las fases de facilitación nodriza-juvenil del árbol, con la de exclusión competitiva de los arbustos por los árboles, apareciendo cada una de estas fases sucesionales en rodales distintos. Los pinos con copas más abiertas permiten que llegue una mayor cantidad de luz al suelo del bosque, estimulando la formación de un sotobosque herbáceo o arbustivo (Granados et al., 2007).

Para ver si había diferencias significativas entre las zonas se realizó un análisis de variancia, donde el ANOVA de la estructura del estrato arbóreo de *Pinus montezumae* indico que en todas las zonas se encontró diferencias significativas entre Altura ($F=26.25$, $P=0.00$), DAP ($F=24.58$, $P=0.00$) y Cobertura total ($F=41.16$, $P=0.00$). Estos resultados arrojan que los pocos individuos de *Pinus montezumae* que se establecen en lugares abiertos producen mayor biomasa que aquellos que lo hacen en el interior del bosque; en

este último sitio la incorporación de individuos es mucho más numerosa gracias a que el ambiente es más apto para la germinación y establecimiento, aunque al parecer el crecimiento es menor (Bonfil, 1995).

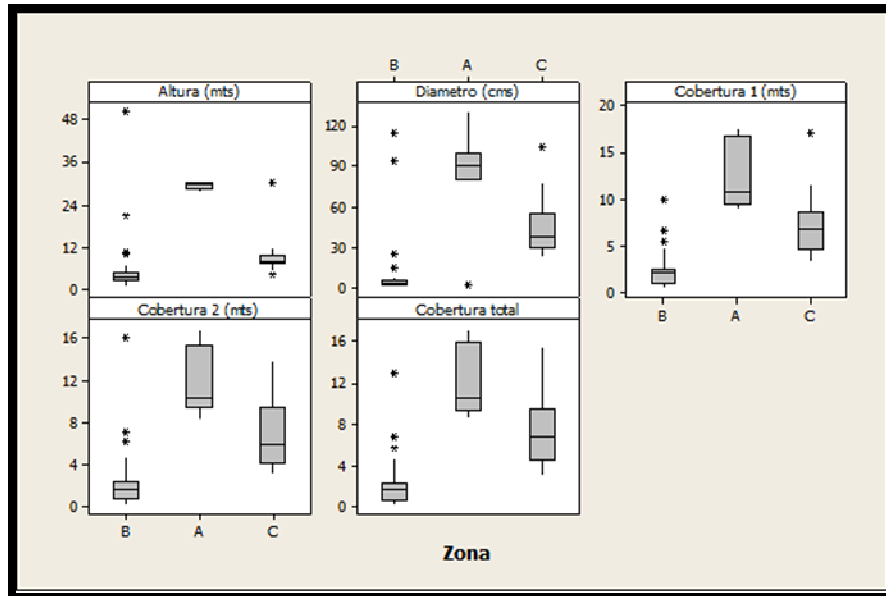


Figura 7. Diagrama de caja de estructura de *Pinus montezumae* en las tres zonas de Valle de Bravo, Estado de México.

Por otra parte, el alto grado de Densidad y valor alto (55.94) en el Índice de Diversidad de Simpson respecto en la comunidad, *Ternstroemia lineata* probablemente se deba a que esta especie es de más rápido crecimiento y de mayor tolerancia a la sombra que las especies de encino existentes en el área; esto le da la posibilidad de crecer y ocupar espacios debajo del dosel. Este resultado, sin duda reviste importancia para la planificación de las actividades de manejo forestal en el área de estudio, ya que se puede considerar la posibilidad de un manejo en el cual se incluya a *T. lineata* como una alternativa para reforestación (Figueroa-Rangel & Olvera-Vargas, 2000)

Descripción de fenología

Los estudios fenológicos tienen especial interés para el conocimiento de los aspectos evolutivos y ecológicos de las especies forestales y aportan información para su gestión y manejo silvícola. En el caso de *Quercus* son numerosas las obras en donde se describe el ciclo de brotación, crecimiento vegetativo, floración y fructificación. Las

conclusiones a que llegan estos trabajos son a menudo contradictorias, lo que en parte refleja la variabilidad del ciclo reproductivo en este género y por otra promueven a profundizar en esta línea de investigación.

Los resultado indican que las dos especies florecen los primeros meses del año (Cuadro 5) siendo la época con mayores vientos esto es importante porque son especies anemófilas, significando que su polen es dipersado a través del viento.

Para la época de lluvias (Junio, Julio y Agosto) se inicio la emergencia de hojas tanto en *Q. candicans* y *Q. crassipes*. Mostrando que la actividad foliar sugiere una cierta estacionalidad a nivel de la comunidad, con picos de brotadura del follaje durante la época lluviosa para los *Quercus*. Esto podría explicarse ya que cuando llueve ocurre un proceso de lixiviación, los pelos absorbentes toman el agua con las sales minerales disueltas, por ósmosis, transformándola en savia la cual es transportada todas las partes de la planta, para ser almacenada y así formar frutos, raíces, hojas y tallos.

Estos procesos son más rápidos debido a la transpiración de la planta, que aporta humedad al ambiente. La transpiración es la pérdida de agua de la planta en forma de vapor, a través del ostíolo de las estomas. La transpiración ocurre en todas las partes expuestas de la planta, pero es mayor en las hojas, que están normalmente más expuestas al aire. Este comportamiento ha sido señalado también por Céspedes (1991) para *Q. seemannii* y por otros autores en especies de diferentes tipos de bosques (Frankie *et al.* 1974, Fournier 1976, Borchert 1995).

Para finales del año (Septiembre–Enero) al finalizar la época de lluvias se describe la caída de hojas en ambas especies, debido a que son arboles caducifolios. Todas las hojas de estas especies se caen generalmente cuando llega el otoño de cada año, coincidiendo con la llegada del tiempo frío y la menor duración de la luz del día. Los árboles caducifolios, pierden las hojas cuando las condiciones ambientales son duras y no permiten absorber los nutrientes del suelo, ya que se encuentra helado o seco. Cuando sucede esto, las hojas no fotosintetizan adecuadamente y el agua que pierden no puede ser repuesta. Durante esta época, los árboles entran en una fase de reposo hibernal.

Es importante mencionar que no se registro formación de frutos para ninguna de las dos especies durante ese año. Esto podría explicarse ya que dentro del género *Quercus* hay ciclos de maduración bianual.

La interpretación más extendida sobre el valor adaptativo del ciclo bianual lo considera como una adaptación al acortamiento del periodo vegetativo (Corti, 1955). El

ciclo bianual garantiza el desarrollo del fruto en un plazo más largo y bajo mejores condiciones ambientales que el ciclo anual. La interrupción del crecimiento del fruto y su reinicio al comienzo de la siguiente primavera elude el crecimiento durante la sequía estival y evita los riesgos que conlleva la coincidencia del invierno con las fases finales de maduración.

Cuadro 5. Fenología de *Q. candicans* y *Q. crassipes*. Flores (F), Emergencia de hojas (E), Pérdida de hojas (SH).

| Especies | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Agos. | Sep. | Nov. | Ene. |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| <i>Q. Crassipes</i> | F | F | | | | E | E | | SH | F |
| <i>Q. Candicans</i> | | | F | F | E | E | E | SH | SH | |

Caracterización edáfica

Los bosques templados de montaña en México abarcan una gran extensión y se distribuyen a lo largo de las cadenas montañosas cubriendo una gran variedad de condiciones morfo-edáficas y litológicas. En estos ecosistemas el suelo constituye un elemento fundamental, dado que cumple con importantes funciones de las cuales se derivan servicios ambientales indispensables para el sostenimiento tanto del ecosistema como de la vida humana (Cotler, 2007).

Los resultados edáficos de las zonas estudiadas indicaron que las coloraciones encontradas no varían mucho tanto en seco, como en húmedo. Dichas similitudes pueden deberse a que posiblemente sea la misma unidad de suelo o no se encuentren tan perturbadas las zonas. El color oscuro del suelo por lo general se debe a que contiene materia orgánica descompuesta. Si bien hablamos de suelos negros, no hay ninguno que sea verdaderamente negro. La materia orgánica imprime un color pardo oscuro a los suelos, también nos indica que hay humedad en el lugar y que existe un balance entre el agua y la materia orgánica.

Para las zonas estudiadas se determinó la cantidad de materia orgánica (Grafica 6), encontrando que en la zona A se detecto un suelo extremadamente rico, y las otras dos zonas presentaron un nivel más bajo. Las zonas C y A tienen una baja cantidad de cobertura vegetal, con poca abundancia de árboles caducifolios. Alcaraz (2008) menciona que los nutrientes suelen estar acumulados en las hojas, por lo que cada año hay un intenso reciclaje de los mismos. En la zona B existen varios representantes de estas especies que renuevan sus hojas cada año.

Se ha observado que el Bosque de Pino-Encino, contiene y requiere abundante hojarasca y materia orgánica en el horizonte superficial y a menudo también a mayor profundidad. Esto debido a la acidez que produce los residuos vegetales o desperdicios orgánicos que se descomponen en condiciones un tanto reductoras, propiciando la formación de ácidos orgánicos (Bohn et. al, 1993).Lo anterior influye en el pH, los cuales tienden a valores ácidos a pesar que los suelos por el tipo de vegetación tienden a ser suelos ácidos.

La mayor parte de los suelos forestales son de moderadamente a extremadamente ácidos, como resultado de la liberación de ácidos orgánicos durante la descomposición de la capa de litter y la consiguiente lixiviación de las bases de suelo mineral (Pritchett, 1986). Las zonas A y C son más fuertemente ácidas que la zona B, esta diferencia de pH puede deberse a la lluvia y a la densidad de la vegetación.

Los estudios sobre el intemperismo mencionan al ácido carbónico presente en las lluvias como introductor significativo de acidez a los suelo y también como factor importante en el intemperismo mineral (Bohn et. al, 1993).

Pritchett (1986) menciona que los suelos que sostienen a las coníferas tienden a ser más ácidos que aquellos que sostienen a especies de árboles de madera dura, en parte es debido a que las hojas de las coníferas y su litter tienden a tener un menor contenido de bases.

Cuadro 6. Determinación de los suelos en las zonas de Valle de Bravo, Estado de México.

| ZONAS | B | A | C |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Color | Café/Café muy oscuro | Pardo/Negro | Muy oscuro café grisáceo/ Negro |
| Textura | Arena francosa | Franco arenosa | Franco arenosa |
| Densidad aparente | 0.62/Bajo | 0.98/Baja y media | 0.63/Bajo |
| Densidad real | 1.611/Abajo del limite | 1.84/Abajo del limite | 2.047/Abajo del limite |
| pH | 5.5 /Fuertemente acido | 5.89/Moderadamente acido | 5.05/Muy fuertemente acido |
| Materia orgánica | 4.9282/Moderadamente rico | 15.8286/Extremadamente rico | 1.92/Medio |
| Capacidad de intercambio | 27.42/Medio | 32.62/Alto | 19.05/Medio |

Las condiciones del suelo pueden influir en la constitución de las comunidades vegetales en un grado mayor que el que las comunidades ejercen sobre la reacción del suelo. De esta forma salvo algunas cuantas excepciones, las especies forestales están bien adaptadas a suelos ácidos, y de hecho, crecen mejor en suelos moderadamente ácidos, por lo que nuestro suelo es óptimo para la vegetación que soporta.

De esta forma la presencia de materia orgánica y de manera general hablando de las zonas de estudio influye directamente y de manera crucial en las características del suelo, esta ayuda a disminuir el grado de erosión que puede presentarse en la zona al amortiguar la fuerza con la que las gotas de lluvia golpea y así dificultan la formación de canales por los que se evacua el agua, disminuyendo la erosión y facilitando la infiltración del agua (Fernández y Leiva, 2003).

La materia orgánica facilita la aireación y la capacidad de almacenamiento de agua, ya que disminuye la densidad aparente del suelo aumentando su porosidad y capacidad de almacenar agua. Por otra parte, la presencia de materia orgánica favorece a la mesofauna, que con su actividad de excavación y consumo de materia orgánica crea túneles y favorece la formación de agregados en el suelo, lo que hace al suelo más poroso (Fernández y Leiva, 2003), lo anterior coincide con nuestros resultados en las pruebas de densidad aparente donde obtuvimos categorías debajo del límite.

Los resultados de densidad real también puede deberse a la presencia de una proporción mayor de materia orgánica en la zona que el contenido presente de minerales. Como la materia orgánica pesa mucho menos que un volumen igual de sólidos minerales, la cantidad de este constituyente en un suelo afecta marcadamente a la densidad de las partículas (Cairo y Fundora, 1994). Sin embargo, las zonas A y C presenta un valor más bajo que la zona B, esto podría deberse contiene un mayor número de vegetación y la materia orgánica es mayor y que los ciclos que se presentan en esta zona están menos interrumpidos y sus procesos están más regulados.

La densidad aparente no es alta, concuerda con los datos obtenidos de densidad real, indicando que el suelo presenta un alto contenido de materia orgánica. Los suelos presentes en Valle de Bravo son Andosoles, con textura Franco arenosa y Arena francosa, presentándose condiciones buenas de drenaje y aireación; sin embargo, indica problemas en la retención de agua, lo que provoca la lixiviación de minerales.

En resumen se puede decir que el suelo en la zona de estudio posee una buena permeabilidad, ventilación, calentamiento rápido, las raíces de las plantas tienen una

buena aireación por su porosidad y el drenaje es bueno, sin embargo; presenta problemas en la retención de agua y minerales.

Las zonas tienen buena cantidad de materia orgánica, sin embargo, es importante reforestar las zonas para recuperar la materia orgánica que se ha perdido; con el paso del tiempo podría tener problemas de fertilidad, causando erosión, pérdida de suelo y vegetación.

Comportamiento germinativo

Observaciones de la curva de germinación por especie (Figura 8) revelaron un mayor porcentaje de germinación para *Q. crassipes*; aunque *Q. candicans* tuvo una mejor germinación donde su curva fue alta, cercana al eje y con fuerte tendencia vertical.

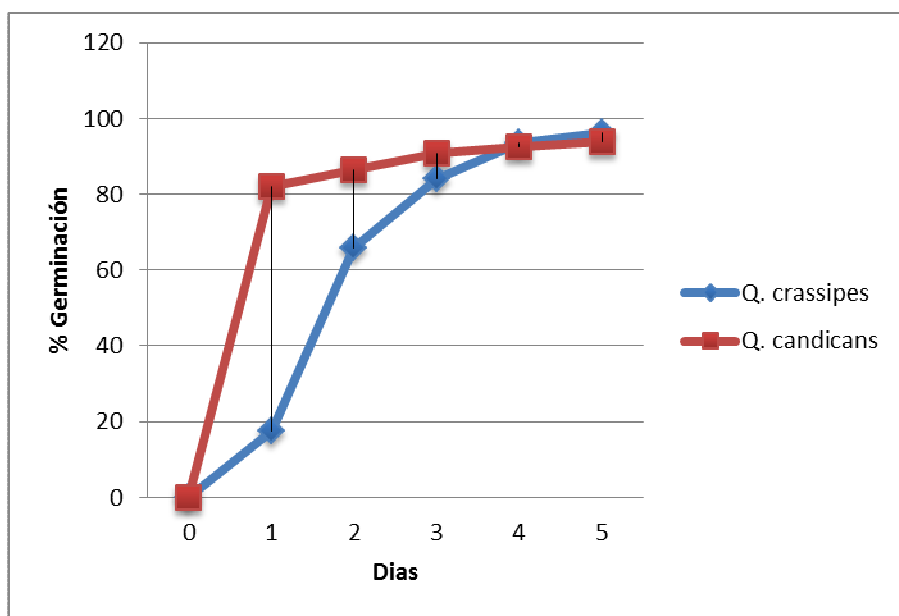


Figura 8. Germinación acumulada a diferentes tiempos *Q. candicans* y *Q. crassipes*.

De acuerdo a las variables de respuesta estudiadas (Cuadro 7), el comportamiento germinativo es de mayor calidad en *Q. candicans*. Lo anterior se evidencia por lo siguiente: a) posee un tiempo medio de germinación inferior al de *Q. crassipes*, b) la uniformidad del proceso, medida a través de la desviación del tiempo medio de la germinación es mayor y c) el valor germinativo de Maguire, que funge como una medida de velocidad y a la vez un indicador de calidad, es superior en *Q. candicans*.

En ambas especies la germinación se inicio un día después del establecimiento, no alcanzando el 100%. La germinación de semillas está fuertemente influenciado por factores abióticos tales como la temperatura, estrés hídrico, y en ciertos casos la luz. La cámara de germinación proporciona a las semillas un sitio seguro en el que encuentran el estímulo requerido para germinar. Con la escarificación mecánica de los frutos se elimina un tipo de dormancia exógena de la semilla, es por ello que los porcentajes de germinación en ambas especies es alto (supera el 90%).

Cuadro 7. Comportamiento germinativo de *Q. candicans* y *Q. crassipes* en cámara de germinación.

| ANALISIS | <i>Quercus Crassipes</i> | <i>Quercus candicans</i> |
|--|---------------------------------|---------------------------------|
| Capacidad Germinativa (%) | 96.4 | 94 |
| Tiempo Medio de Germinación(Días) | 3 | 2 |
| Calidad Germinativa (Índice de Maguire) | 36 | 44 |
| Unidad Germinativa | 0.62 | 2.03 |

Q. crassipes alcanzó su máximo porcentaje (96.4%) a los 6 días después del establecimiento (T5). *Q. candicans* registro al T5 un 94% (Figura 9) de germinación lo que se considero como el valor máximo, las semilla que no germinaron se mantuvieron en cámara de germinación por un total de 17 días alcanzando el 96%. En las semillas no germinadas de ambas especies se observó invasión de hongos (Figura 10).

En semillas de otras especies de *Quercus* aun con tratamientos de escarificación, la germinación se inicia varios días después del establecimiento (Villalón, 1995). Las especies aquí estudiadas inician este proceso al día siguiente de su establecimiento en la cámara de germinación lo que disminuye la probabilidad de infestación por hongos.

La infestación por hongos puede disminuir el porcentaje de germinación (López, 1998), y también debilita y daña plántulas durante su establecimiento (López, 1998). Esto último no es fatal en *Q. candicans* y *Q. crassipes* si se presenta cuando hay laminas foliares bien constituidas,

Las dos especies de estudio presentan distintos rasgos de germinación, sobrevivencia y crecimiento, lo que sugiere una diferenciación en sus nichos de regeneración (Suarez, 1998). Los frutos de *Q. candicans* son de tamaño intermedio a

grande, como se ha dicho que ocurre comúnmente con las especies típicas del interior del bosque al poseer una ventaja competitiva inicial en ambientes de poca luz (Rao y Singh, 1985;) Esta especie se encuentra en el interior del bosque, al mismo tiempo que tienen una gran cobertura de copa lo que dispersa más ampliamente a los frutos.



Figura 9. Semillas germinadas de *Q. candicans* (T5) en cámara de germinación.



Figura 10. Semillas invadidas por hongos de *Q. candicans* en cámara de germinación.

Caso contrario al de *Q. crassipes* cuyas semillas son más pequeñas que las de *Q. candicans*, los arboles productores se encuentran en las orillas del bosque sobre los caminos. En un hábitat abierto la luz constituye en menor medida un factor limitante (Bonfil, 1998), de tal manera que las plantulas originadas por semillas pequeñas dispondrían de una fuente inmediata de luz para la fotosíntesis y dependerán menos de la energía almacenadas para el crecimiento.

Hay reportes de que la depredación de semillas se incrementa en las orillas (Young, 1995 citado por Suarez, 1998); es por ello que la abundante producción de frutos puede ser también una estrategia ya que el riesgo de remoción de una semilla dada, se reduce al incrementarse la abundancia de bellotas; esto a causa de una posible saciedad temporal de los depredadores dispersores (Quintana, 1989 citado por López, 1998).

Todo lo anterior guarda relación con un conjunto de caracteres denominados por Grubb (1977) como “nicho de regeneración”, que incluye la dispersión efectiva de semillas, las características de dispersión en tiempo y espacio, los requerimientos de germinación y establecimiento de los individuos de cada especie.

De esta manera aunque las especies al desarrollarse en sitios muy parecidos se sobre pongan en nichos pueden coexistir al diferenciarse sutilmente en los tamaños de semilla, tiempo, duración y porcentajes de germinación (Suarez 1998), tal y como puede estar ocurriendo con *Q. candicans* y *Q. crassipes* que coexisten en bosques y difieren en tales características.

Crecimiento de raíz

Durante los periodos de elongación, todas las raíces crecen simultáneamente no obstante de su posición sobre el árbol, y durante el periodo restante las yemas laterales y apicales permanecen bajo aparente dormancia sin que ocurra la elongación (Collet y Frochot, 1996).

La Figura 11 muestra los resultados de este estudio una diferencia de longitud entre *Quercus candicans* y *Quercus crassipes*, al día 5 *Q. candicans* alcanzó su promedio máximo de (1.94) y mediana (1.96) de longitud de raíz. A diferencia de *Q. crassipes* que dos días después tuvo la máxima longitud promedio (1.98) y una mediana (1.95). Es importante mencionar que *Q. crassipes* tardo dos días en aumentar su longitud de raíz.

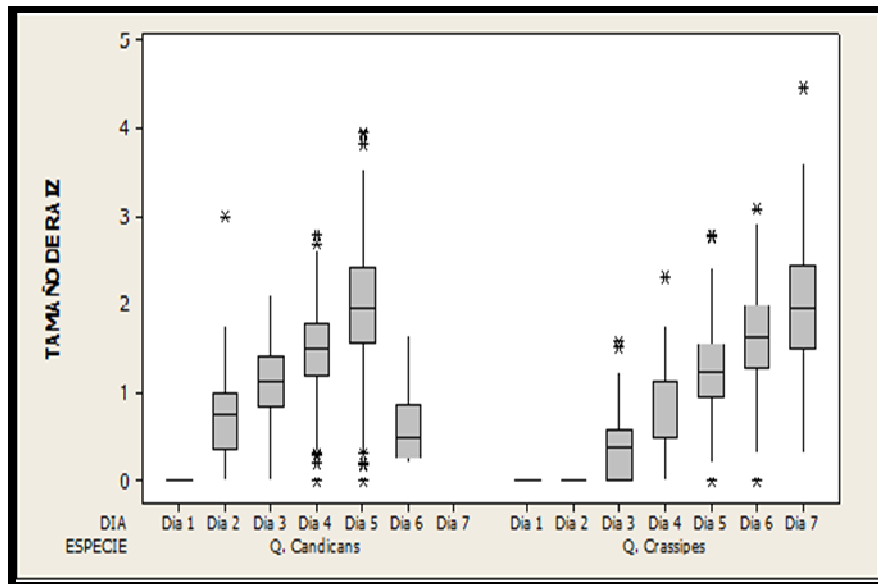


Figura 11. Digrama de cajas de longitud de las raíces de *Q. candicans* y *Q. crassipes* en la cámara de germinación.

Para ver si había diferencias significativas en el crecimiento de raíz entre las dos especies se realizó una de ANOVA de un factor, en el cual se encontraron diferencias significativas en las variables entre especies ($F=618.84$, $P=0.00$) y días ($F=873.44$, $P=0.00$), todo lo anterior apoya la propuesta de que las semillas más pesadas son indicadoras de vigor, debido a la capacidad de establecer raíces más eficaces con rapidez (Guevara y Hernández, 2005), aunque tal eficacia también podría ser expresada por la capacidad de elongación en *Quercus crassipes*

La reforestación es una actividad que requiere mucha atención en el aspecto de mejoramiento de la calidad y manejo de la plantas en vivero, ya que influye enormemente en la supervivencia de las plantas sembradas, incrementando de este modo la posibilidad de un buen éxito en los programas de reforestación. Pero no es la cantidad de las plantas producidas o sembrada lo que cuenta, sino su calidad relacionada con su desarrollo, que indica si logramos la reforestación o no.

Al establecerse las semillas se colocaron cuatro tipos de posición (Figura 12), observándose distintos tipos de orientación de la raíz. Esto es importante para poder evitar un defecto en el crecimiento de la raíces llamado “cola de cochino”. Esta es una deformación de la raíz principal que provocará con el tiempo estrangulamiento o pérdida de vigor.

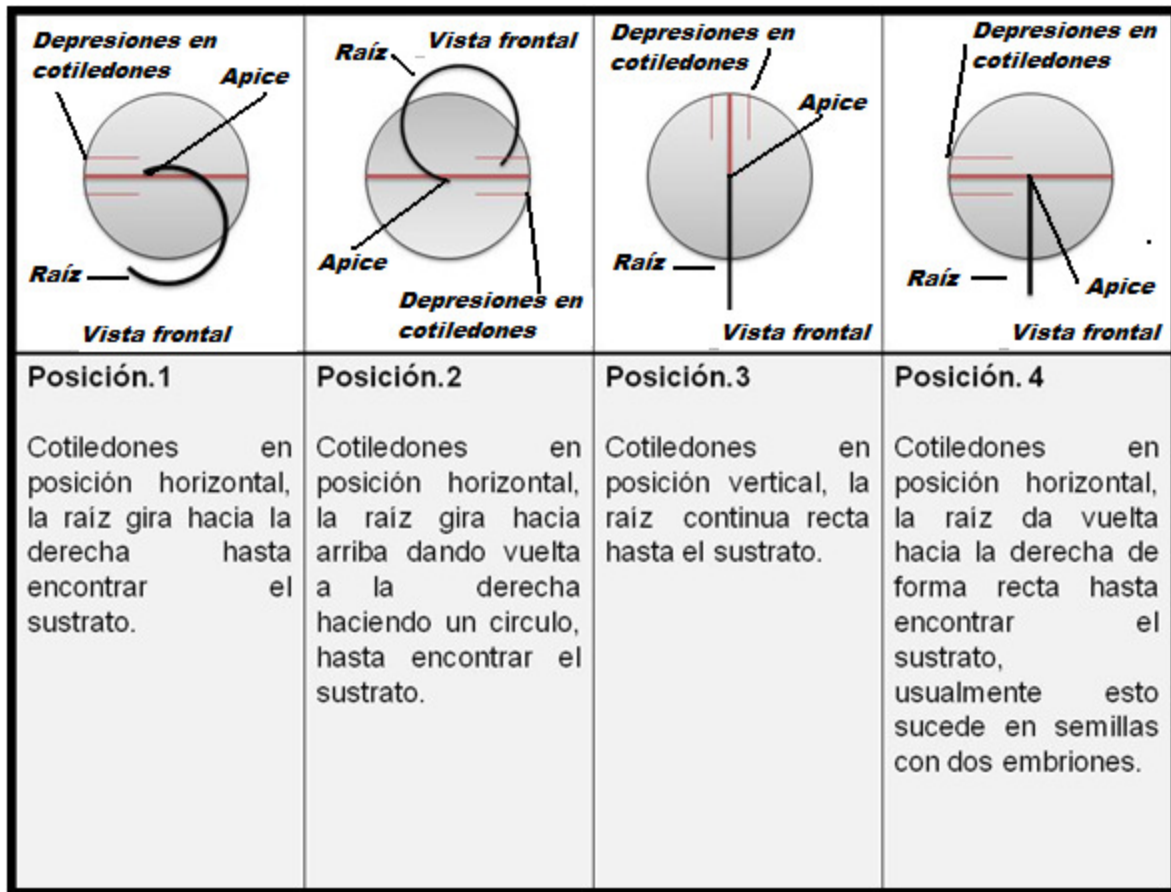


Figura 12. Posiciones de semillas por forma de crecimiento de raíz en germinación.

Crecimiento exsitu

Para la fase experimental de sobrevivencia y crecimiento se plantaron 209 plántulas de *Q. crassipes* y 227 de *Q. candicans* obtenidas del comportamiento germinativo.

Los resultados (Figura 13) de este estudio mostraron que en *Q. crassipes* el 92.52% de las plántulas emergieron en promedio a los 16 días con una mediana de 15 (Figura 14) de plantarse con un coeficiente de variación de 40.26%. Mientras en *Q. candicans* el 84.91% de las plantas a los 22 días en promedio y 19 días en la mediana ya habían emergido con un coeficiente de variación de 36.26% (Figura 15). Para ver si había diferencias significativas entre las especies se realizó un ANOVA de un factor en el cual

se encontraron diferencias significativas en la variable días de emergencia ($F=57.08$, $P=0$).

Como ya se había mencionado con anterioridad las semillas de *Q. crassipes* dependen en mayor medida de la fotosíntesis de sus cotiledones para sobrevivir por el tamaño de semilla, además, al encontrarse en las orillas de los caminos no tienen el factor limitante de la luz.

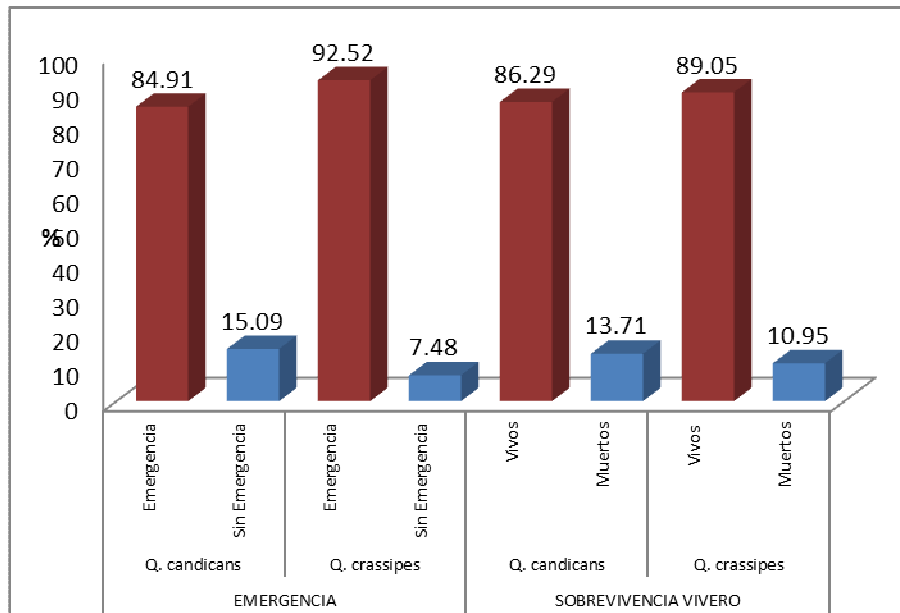


Figura 13. Sobrevivencia de *Q. candicans* y *Q. crassipes* en etapas de crecimiento.

Por ello tiene que emerger los tallos de manera rápida para empezar a obtener energía por medio de la fotosíntesis. Por el contrario, de *Q. candicans* que tiene las suficientes reservas en los cotiledones por ser una semilla más grande, supone una ventaja para la planta emergente ya que tiene más reservas metabólicas disponibles durante los primeros momentos de desarrollo en los que aun no es capaz de hacer fotosíntesis (Quero et al., 2007). Sin embargo, un menor uso de las reservas también puede ser ventajoso, ya que las reservas retenidas se pueden movilizar posteriormente para mantener o reparar tejidos (Green & Juniper, 2004).

Adicionalmente se obtuvieron las variables altura, diámetro, cobertura 1, 2 y número de hojas de *Q. candicans* y *Q. crassipes* cada 15 días después de la emergencia (Figura 16). *Q. candicans* obtuvo los promedios y medianas más altos en todas las variables en el tiempo 45 pero una sobrevivencia del 86.29 % en comparación (Figura 18)

de *Q. crassipes*, que sí tuvo un incremento a lo largo del tiempo, teniendo mayor porcentaje de (89.05%) de sobrevivientes (Figura 17).

En ambos casos por cada tiempo se mostró que creció casi o más del doble de la medida anterior en los promedios, además de que se obtuvo coeficientes de variación muy altos (156.39%) en diferentes variables a lo largo del tiempo. Por su alta velocidad de crecimiento y número de sobrevivientes estas especies se recomiendan para uso en programas de reforestación en bosques de mediana perturbación.

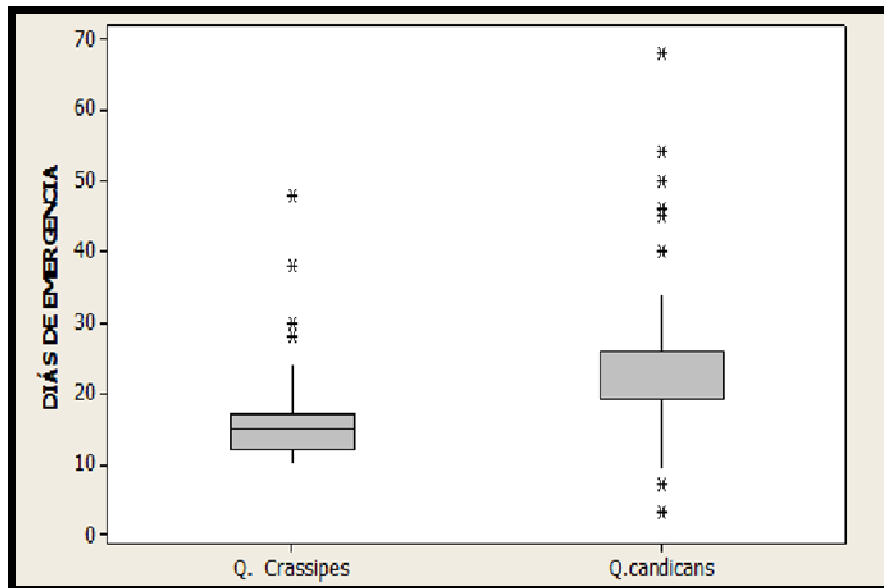


Figura 14. Diagrama de cajas de días de emergencia de *Q. candicans* y *Q. crassipes* en vivero.

Debe mencionarse que los viveros del país se han venido trabajando en sus proyectos de propagación principalmente a *Quercus rugosa*, difícilmente han logrado la sobrevivencia de otras especies de *Quercus*, es por ello que debe destacarse la eficiencia de la técnica de propagación empleada en este estudio, con la que se obtuvieron altos porcentajes de sobrevivencia. Por otro lado en el ANOVA se encontraron diferencias significativas en casi todas las variables a excepción del factor especie en la variable de diámetro ($F=0.27$, $P=0.60$).

Estos resultados mostraron que el peso de la semilla influye en el tamaño que alcanza la planta en las primeras fases de crecimiento, y esta característica puede ser determinante sobre la supervivencia. Una planta mayor es más robusta, puede formar raíces profundas (Quero et al., 2007), captar más luz, y escapar de procesos de mortalidad dependientes del tamaño como es la herbivoría (Bonfil, 1998). Otros análisis

han obtenido una relación positiva entre el tamaño de la semilla y la supervivencia de la planta a largo plazo (Moles y Westoby, 2006)



Figura 15. Emergencia de planta de *Q. crassipes* en vivero.



A

B

Figura 17. Planta de *Q. crassipes* en los tiempos A) 15 y B) 30 de plantadas en casa de sombra en vivero.

Como se demostró en los siguientes meses de monitoreo cuando se trasladaron a bolsas, la medición de las variables (altura, diámetro, cobertura 1, 2 y número de hojas) de *Q. candicans* siguieron obteniendo los promedios y medianas (Figura 19) más altos en todas las variables a través del tiempo en comparación de *Q. crassipes*.

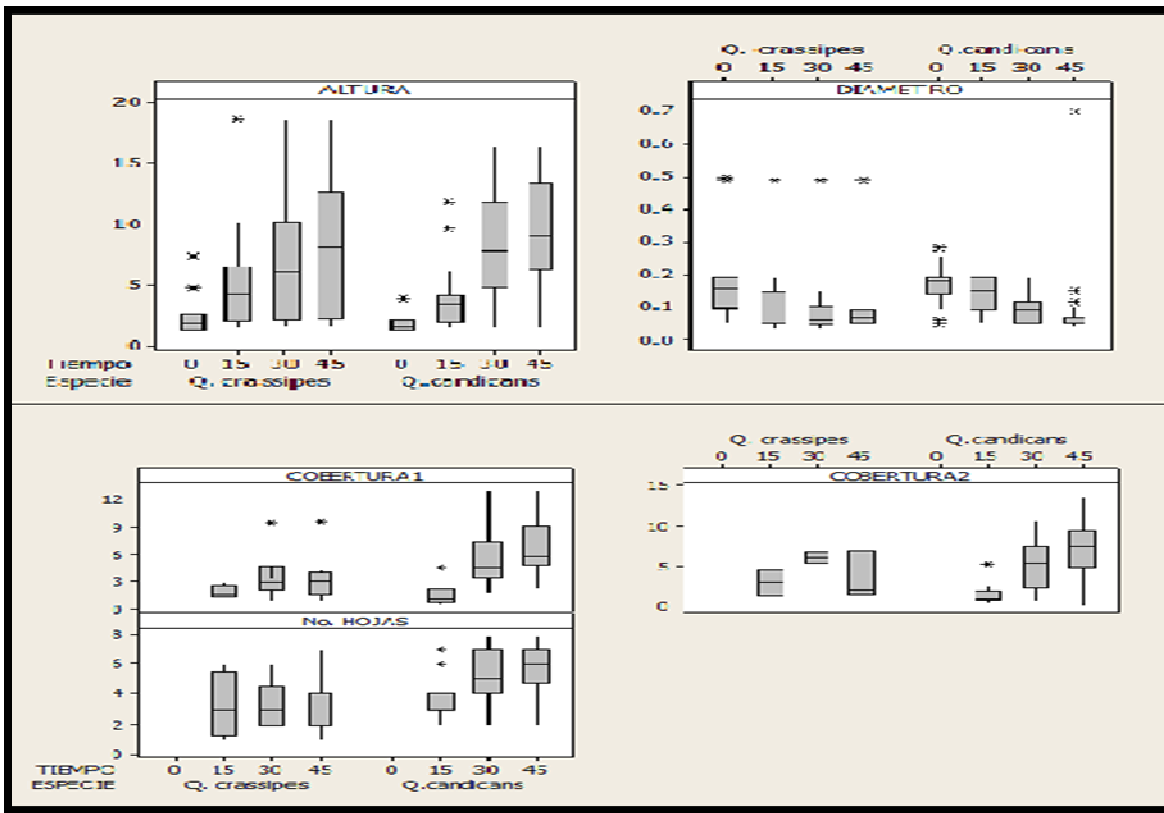


Figura 16. Diagrama de cajas de crecimiento de: Altura, Diámetro, Cobertura 1, 2 y Numero de Hojas en *Q. candicans* y *Q. crassipes* monitoreados cada 15 días en vivero.

En ambos casos el incremento se vio reducido pasando del doble a poco más del 10% por mes en las medidas de los promedios; también el coeficiente de variación mostro una disminución, siendo esta de un máximo de 70%. Esto debido a que los encinos presentan tasas bajas de crecimiento, el cual se concentra en pulsos coincidentes con una marcada estacionalidad (Hanson et al., 1986 citado por Jiménez, 1997). A lo largo del monitoreo este comportamiento fue observado en las dos especies.

Para ver si había diferencias significativas entre las especies y el tiempo en sus variables se realizó un ANOVA de dos factores, en el cual se encontraron diferencias significativas en casi todos los variables; a excepción en la altura ($F=2.77$, $P=0.01$) y cobertura 1 ($F=2.22$, $P=0.04$) del factor Especie-Mes (Figura 20) donde solo se encontró diferencias significativas. La herencia tiene una marcada influencia en los caracteres de las variables relacionadas con la altura-cobertura, indicando que *Q. candicans* son individuos integrantes de estratos arbóreos altos y coberturas amplias que probablemente deban alcanzar durante su desarrollo (Rubio, 2006).

Esto explica que las diferencias con respecto a altura cobertura guarden una estrecha relación. También explica como de modo contrario el factor especie no obtuvo diferencias significativas en la variable altura ($F=0.35$, $P=0.55$). Aunque *Q. crassipes* no es una especie de gran tamaño es tolerante a incidencia de luz por encontrarse a las orillas de caminos, teniendo la misma oportunidad de crecer en altura, mas no en cobertura con respecto a *Q. candicans*.



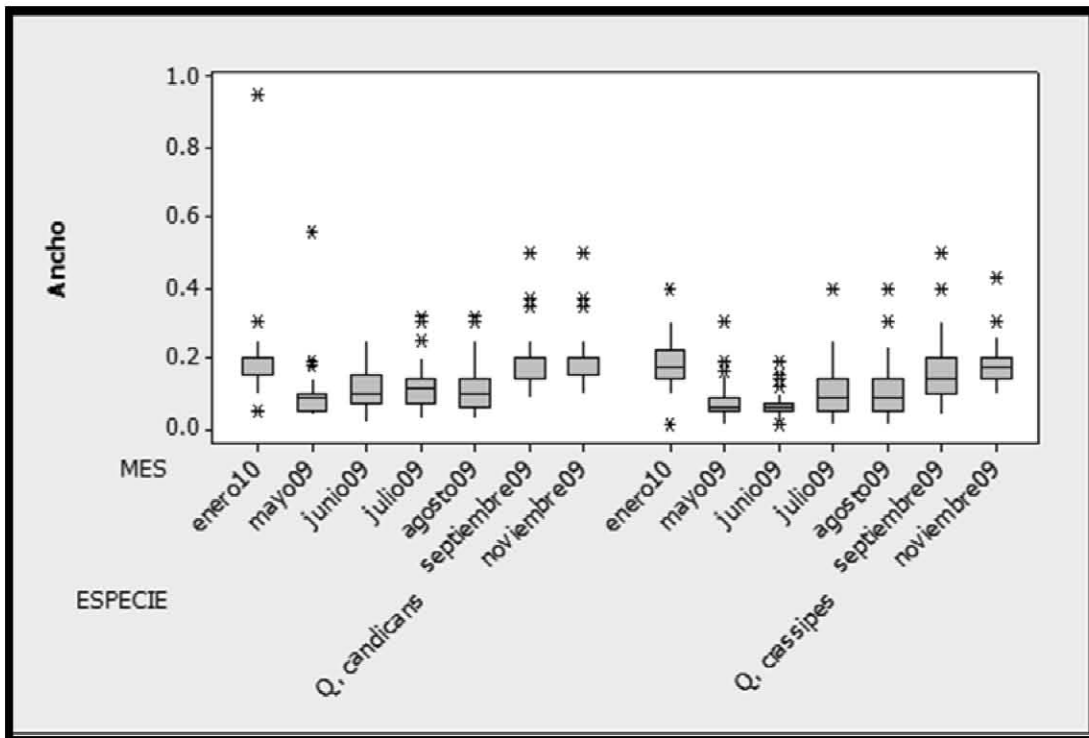
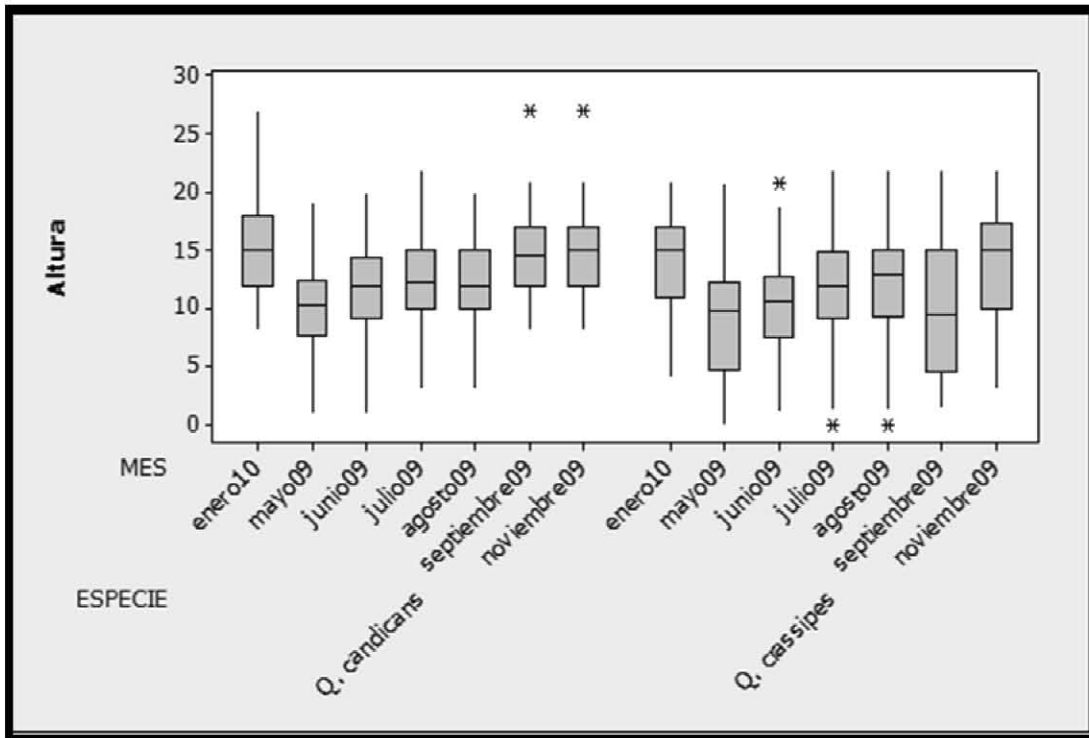
Figura 18. Plantas de *Q. candicans* en el tiempo 30 de plantadas en casa de sombra de vivero

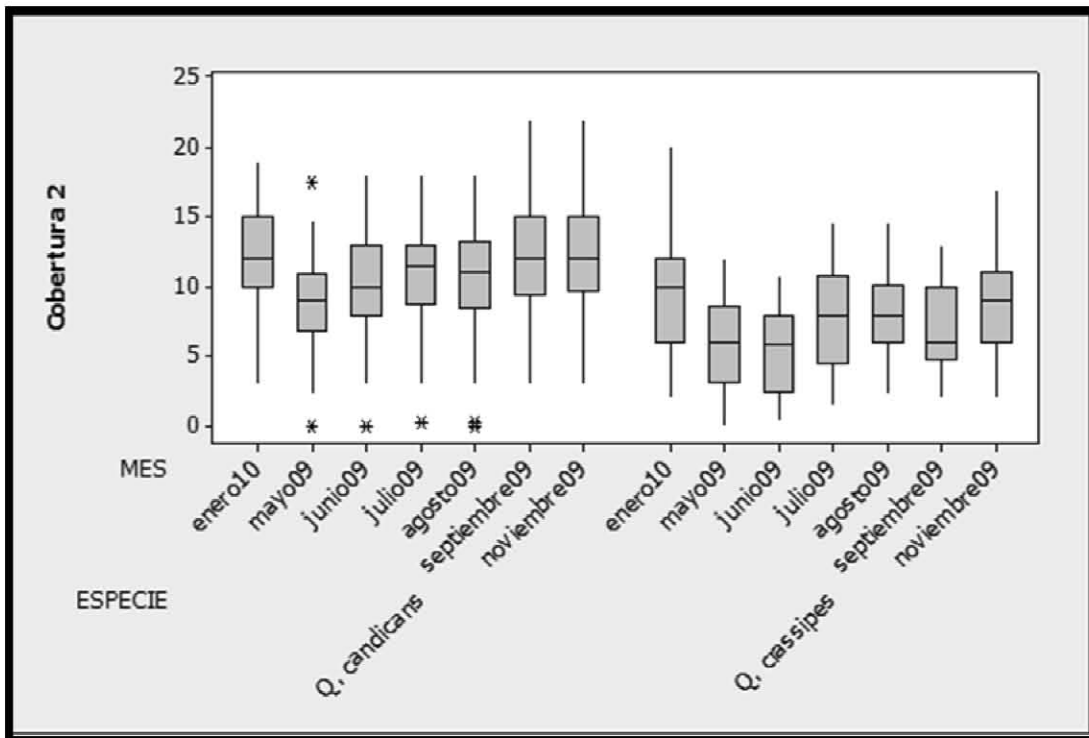
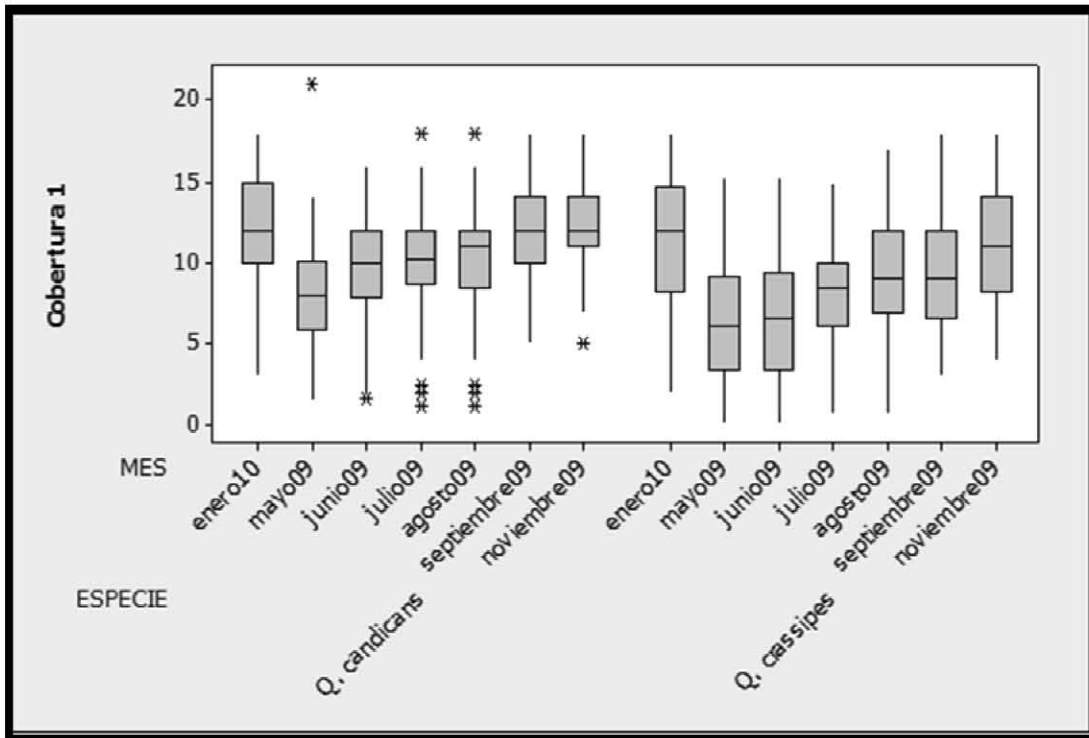


A)

B)

Figura 20. Plantas de *Q. candicans* a los A) 4 y B) 9 meses de germinadas.





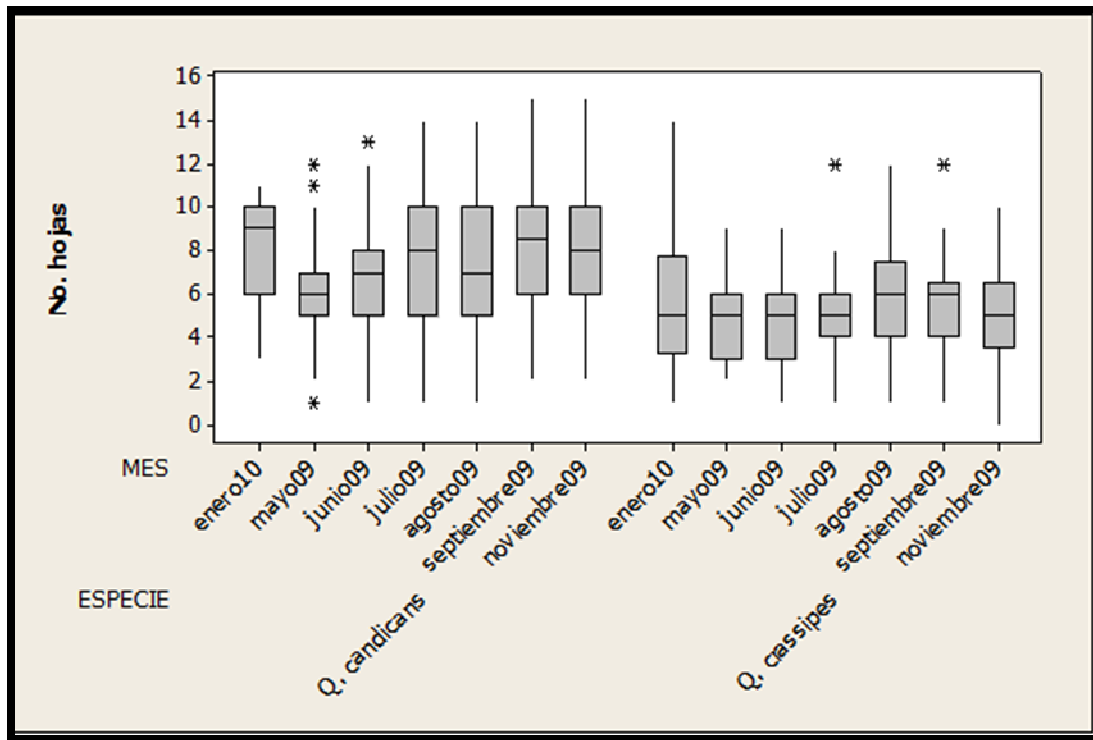


Figura 19. Diagramas de cajas de crecimiento de: Altura, Diámetro, Cobertura 1, 2 y Número de Hojas en *Q. candicans* y *Q. crassipes* monitoreado cada mes en vivero durante 7 meses.

Crecimiento en campo

Para la fase experimental de sobrevivencia y crecimiento en campo se plantaron 50 plantas de *Q. crassipes* y *Q. candicans* en cada zona (A, B y C) obtenidas del comportamiento germinativo (Figura 21); y 15 plantas de 1 año en la zona A y B.

El establecimiento de las plantas es una fase crítica en los proyectos de restauración (Vallejo-Calzada, 2002) por lo que es necesario identificar los factores que afectan el establecimiento de nuevos individuos de las especies que conforman, o conformaron el dosel (Ramírez-Marcial et al., 2006).

El establecimiento de las plantas puede enfrentar diversas barreras como la disponibilidad de semillas, depredación, competencia y falta de micrositios adecuados. Por si fuera poco los robles son árboles dominantes en muchos bosques, pero su regeneración a menudo ha sido difícil (Bonfil & Soberon, 1999).



A) B)
Figura 21. Plantas de *Q. candicans* en la reintroducción A) zona A y B) zona B.

En este trabajo nos enfocamos en las características del sitio y edades de las plantas como una barrera potencial para el establecimiento de las plantas de *Q. candicans* y *Q. crassipes* en las zonas A, B y C.

Los resultados (Figura 22) de este estudio mostraron que *Quercus crassipes* y *Q. candicans*, en la primera plantación, en la zona B no aumentaron en gran medida su altura pero aumentaron su cobertura (1 y 2), sin embargo el número de hojas disminuyó. Mientras en la zona A, *Q. candicans* aumentó su altura y cobertura (1 y 2), en *Quercus crassipes* aumentó sus coberturas y mantuvo su altura, para las dos especies el número de hojas disminuyó.

Para ver si había diferencias significativas entre las especies y las zonas en sus variables se realizó un ANOVA de tres factores (Especie, Mes y Zona), en el cual se encontraron diferencias significativas en las variables altura ($F=24.58$, $P=00.00$) y cobertura 1 ($F=22.70$, $P=00.00$) en el factor Especie-Zona; contrario en el factor Especie-Mes donde no se encontró diferencias (Cuadro 8).

En la segunda plantación, en la zona C, los resultados muestran que *Q. candicans* se mantuvo en promedio y medianas en altura aumentando en coberturas (Figura 23) caso contrario ocurrió en *Q. crassipes*, que la altura, diámetro, coberturas y número de hojas disminuyeron. Al hacer el ANOVA se encontraron diferencias significativas en los factores Especie contra Mes en las variable cobertura 1 ($F=3.660$, $P=0.014$).

Cuadro 8. Resultados de ANOVA de la primea plantación.

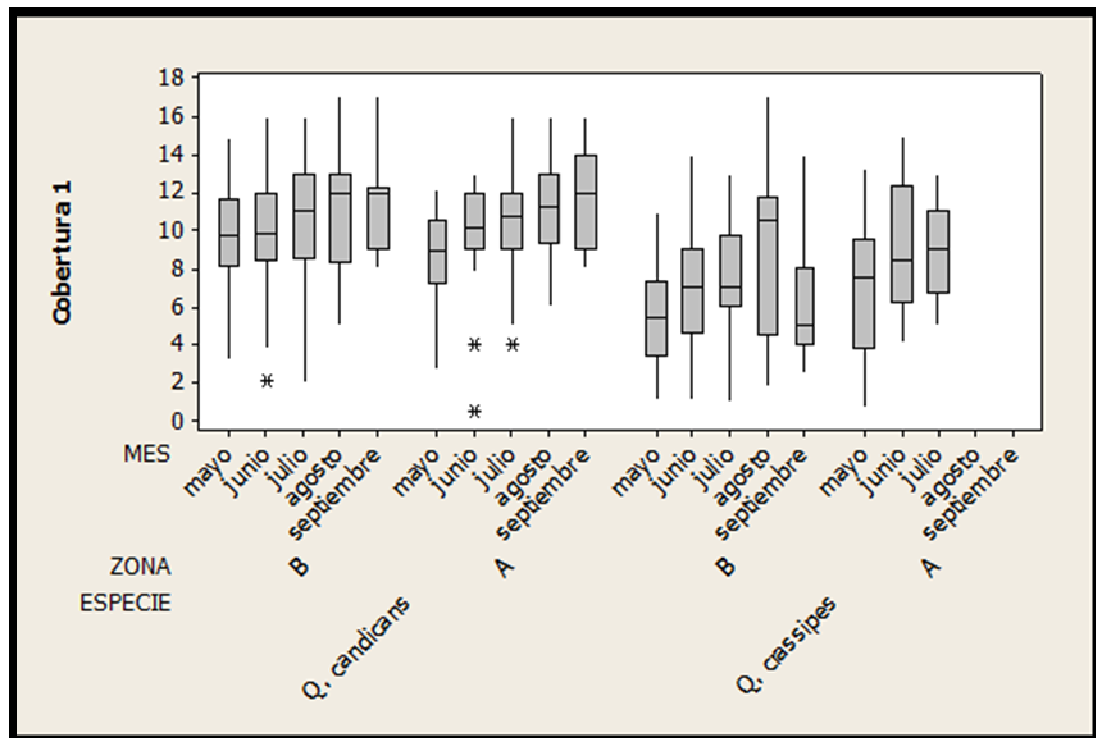
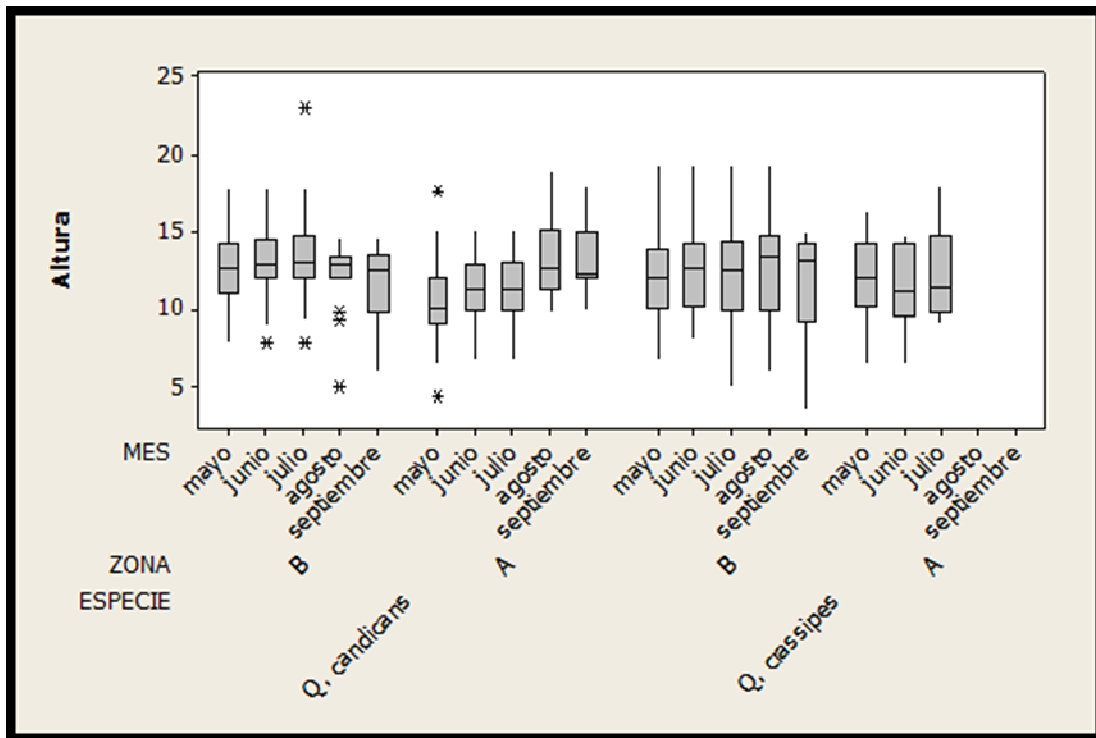
| FACTOR | VARIABLE (ZONA) | F | P |
|--------------|-----------------|-------|-------|
| ESPECIE*ZONA | Altura | 24.58 | 0.000 |
| | Diámetro | 3.14 | 0.077 |
| | Cobertura 1 | 22.70 | 0.000 |
| | Cobertura 2 | 2.83 | 0.093 |
| | No. Hojas | 3.44 | 0.064 |
| ESPECIE*MES | Altura | 2.25 | 0.063 |
| | Diámetro | 0.76 | 0.553 |
| | Cobertura 1 | 2.19 | 0.069 |
| | Cobertura 2 | 1.14 | 0.337 |
| | No. Hojas | 0.39 | 0.819 |

Se noto en los resultados las zonas A y C que *Q. candicans* fue la especie con una mayor altura y cobertura en promedio y mediana, como ya se había mencionado en vivero, la herencia tiene una influencia en las variables relacionadas con la altura-cobertura, siendo *Q. candicans* individuos de estratos arbóreos altos y coberturas amplias que probablemente deban alcanzar durante su desarrollo (Rubio, 2006).

Además las zonas al ubicarse en orientación noreste tienden a ser lugares más húmedos, con menores temperaturas y más abundante vegetación. Beaufait et al. (1984) refieren la importancia de plantar al noreste de tocones y rocas para tomar ventaja de su sombra.

Estos datos son similares a los de Ramírez-Contreras & Rodríguez-Trejo (2004) donde reporta que los brinzales presentaron una mayor altura en la exposición noreste. Análogamente que con la supervivencia, la mayor humedad de la exposición noreste favoreció una mayor altura. También Cabrera-García et al. (1998) mencionó que solo aquellas establecidas en microambientes sombreados por arboles incrementaron su altura.

La cobertura para *Q. crassipes* fue importante en estas dos zonas (A y C), teniendo la media y mediana más altas en comparación con la zona B. Al respecto, algunos autores señalan la importancia de plantar los brinzales bajo la protección de plantas nodrizas o troncos que les proporcionen sombra. Asimismo Price et al. (2001) mencionan que la supervivencia de la regeneración de las especies es la respuesta de éstas a las condiciones ambientales del micrositio (temperatura, luz disponible, humedad y nutrientes).



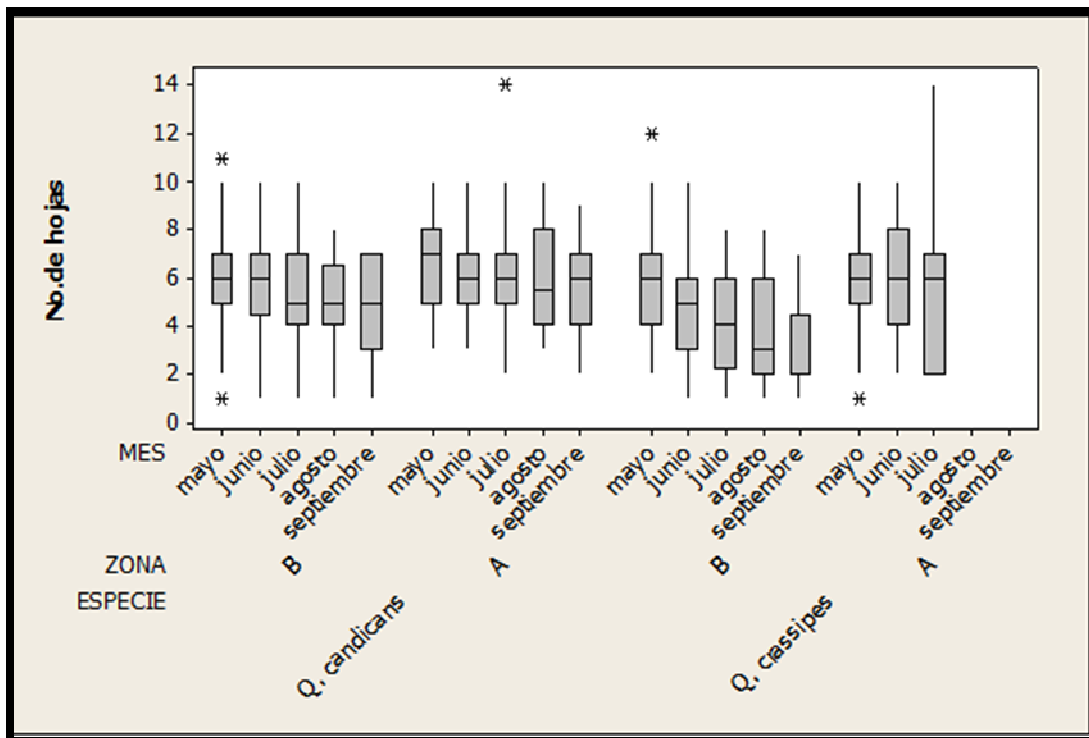
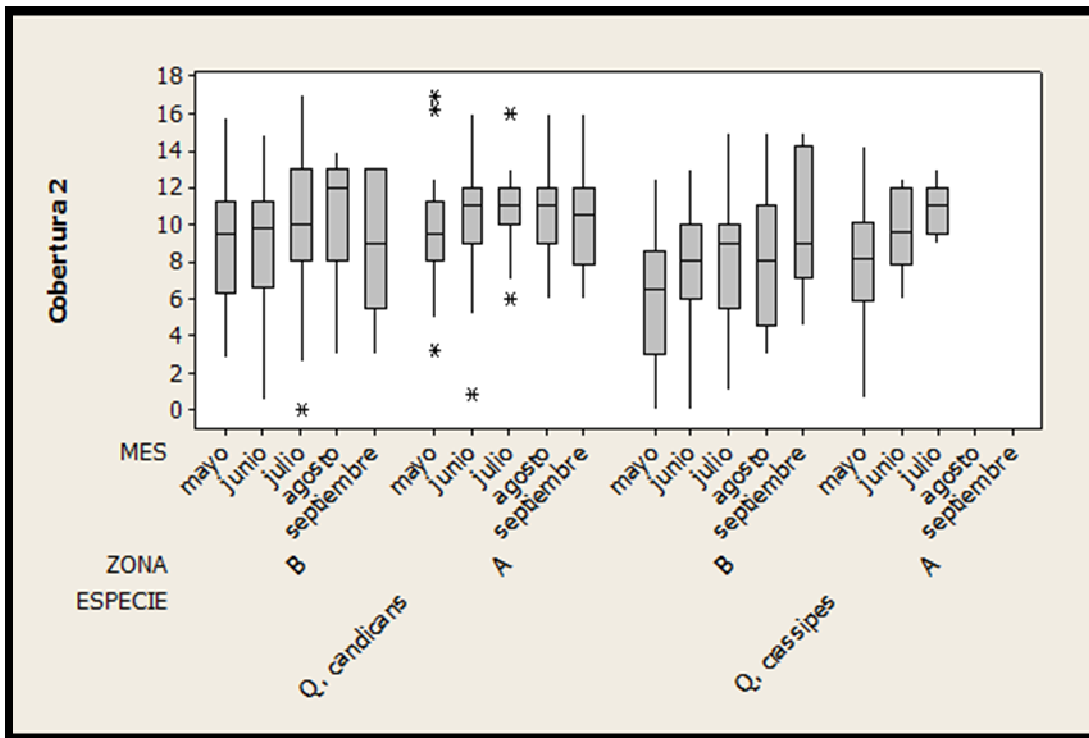


Figura 22. Diagrama de cajas de crecimiento de: Altura, Cobertura 1, 2 y Numero de Hojas en *Q. candicans* y *Q. crassipes* monitoreados cada mes en campo en las zonas A y B.

Battaglia (2000) menciona que la cantidad de luz que se recibe en un micrositio genera variación en el incremento de los árboles y menciona que a mayor cantidad de luminosidad, mayor es el incremento que se presenta.

Se observaron diferencias entre los sitios de crecimiento de las plantas. Para la zona B el crecimiento disminuyó en la altura, el diámetro y el número de hojas, debido a que en muchos individuos muere la parte aérea para rebrotar posteriormente. Como se había ya mencionado antes *Q. crassipes* no es una especie de gran tamaño pero es tolerante a incidencia de luz por encontrarse a las orillas de caminos.

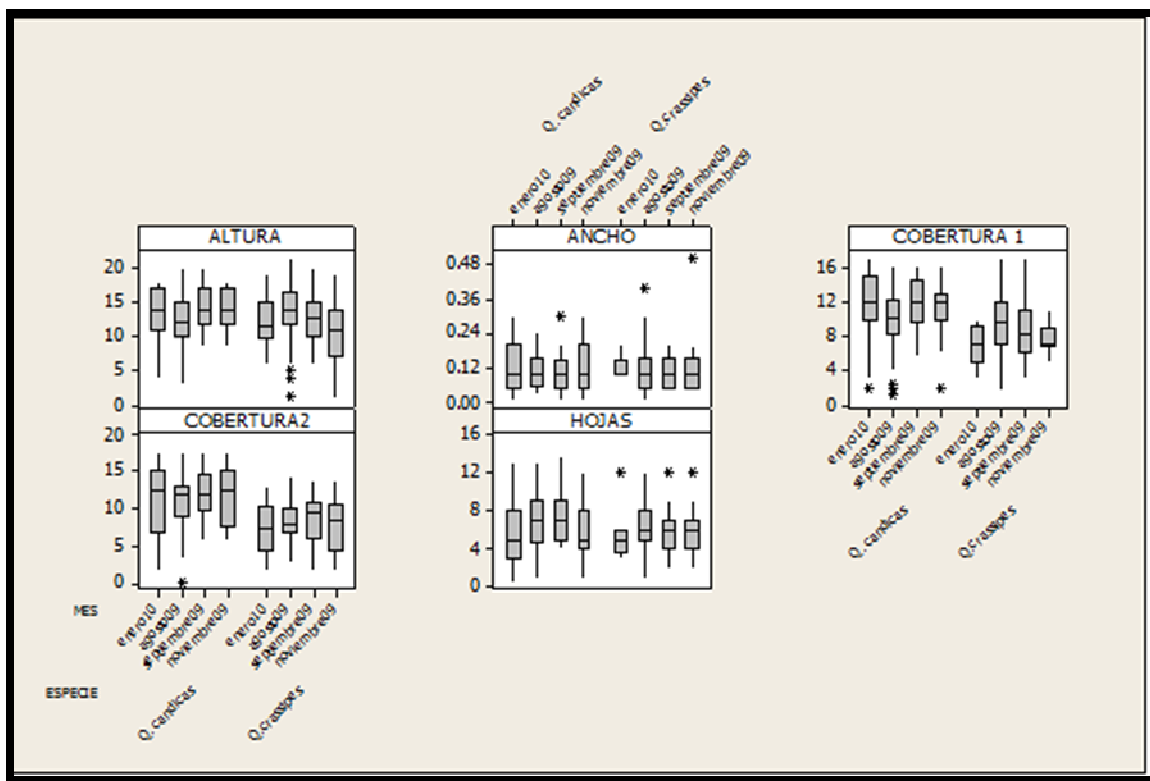


Figura 23. Diagrama de cajas de crecimiento de: Altura, Diámetro, Cobertura 1, 2 y Numero de Hojas) *Q. candicans* y *Q. crassipes* monitoreados cada mes en campo en la zona C.

En el interior del bosque (zona B), las plantas de *Q. crassipes* eran más bajas con diámetros más pequeños y las coberturas más grandes, mientras que en las plantas del sitio A tenían mayores tasas de crecimiento pero se vieron gravemente afectados por la depredación.

Como se muestra en la Figura 24 en la sobrevivencia de las plantas de ambas especies fue baja con un máximo de 30% en *Q. candicans* y 22% en *Q. crassipes*. En otros trabajos, al año tienen un porcentaje similar (23% en *Q. rugosa*). Se sabe que la

supervivencia en general ha sido del 10% al año (Ramírez-Contreras & Rodríguez-Trejo, 2004; Zavala, 2001).

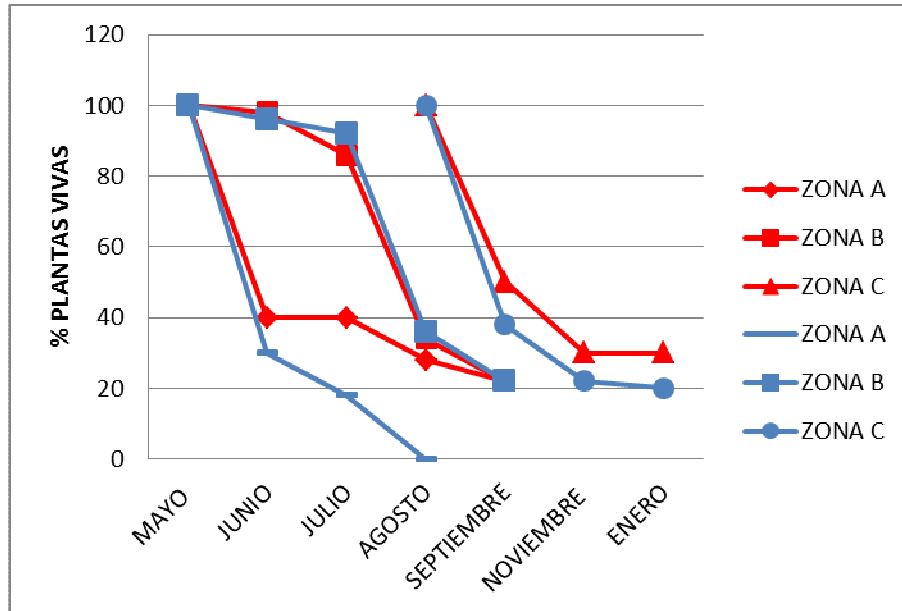


Figura 24. Comportamiento de sobrevivencia de *Q. candicans* (Rojo) y *Q. crassipes* (Azul) monitoreados cada mes en campo en las zonas A, B y C.

Este porcentaje de sobrevivencia fue causado por temperaturas extremas debido a heladas. Se han reportado que los factores abióticos como estas últimas, además de heladas, nevadas, granizadas, inundaciones y vientos están fuertemente asociados con el inicio de declinación forestal, ya que causan estrés, favoreciendo el ataque de patógenos oportunistas, como los hongos, produciéndose mortandad (Vázquez et al., 2004).

Vázquez et al. (2004) reportaron que las heladas extremas ocasionan un severo daño a los encinos al presentarse la formación de hielo en el interior de los tejidos. Los cristales de hielo que se forman dentro de la célula causan una afectación letal a las membranas y organelos.

El follaje sufre marchitamiento, en el tallo puede causar muerte descendente, ruptura longitudinal en la base del tronco o lesiones a manera de parches en las partes más expuestas. Estas lesiones permiten que patógenos oportunistas infecten las estructuras afectadas e incrementen el daño, en particular los canchros difusos, dichos patógenos se hacen notar en años posteriores.

Otro factor importante en la sobrevivencia de las plantas de encinos fue la herbívora, Bonfil & Soberon (1999) mencionan que las bellotas en el suelo tiene un alto

riesgo de depredación por pequeños mamíferos, en particular, las ardillas de tierra (*Spermophilus variegatus*) y ratones (*Peromyscus satus*), para plantas el herbívoro principal es el conejo (*Sylvilagus floridanus*).

Los roedores parecen actuar principalmente como depredadores de bellotas con un papel como dispersores limitado a corto plazo. Además, parecen utilizar determinados microhábitats con preferencia sobre otros. Esto podría conllevar a una reestructuración de la distribución espacial de la encina de medio a largo plazo (Puerta, 2008).

Esto ocurrió en todas las zonas pero afecto principalmente a *Quercus crassipes* llegando a 0% de sobrevivencia en la zona A, se encontraron excavaciones y tallos rotos en los lugares plantados (Figura 25). Tietje et al. (1991) encontró en los sitios de siembra un pequeño agujero de unos 3 cm de diámetro a la profundidad de la bellota sembrada.

Otros trabajos confirman que la depredación es significativa en la sobrevivencia y desarrollo de los encinos (Tietje et al, 1991; Bonfil & Soberon, 1999), encontrando que en el interior del bosque, la mortalidad es mayor (17%) donde los daños a las plantas se debieron a la herbivoría principalmente de los conejos y pequeños roedores.

Es importante mencionar que en el área de estudio se encontraron poca abundancia de bellotas de las dos especies, prácticamente sólo se observaron árboles adultos, considerando que un árbol de encino puede producir de 2000 a 8000 bellotas (Dombeck, 1995) esto podría estar relacionado a que las especies de encinos producen bellotas que varían en tamaño y de valor nutricional. Las bellotas de los encinos rojos, grupo al que pertenecen las especies estudiadas, proporcionan más energía al consumidor, contiene 20-25% de aceite, pero también 5% de taninos. Los taninos son muy amargos en degustación y funcionan como pesticidas naturales.

Las bellotas de encinos rojos caen al suelo en otoño, permaneciendo latentes durante todo el invierno y no brotan hasta la primavera. Si las bellotas de encinos rojos son abundantes, las ardillas almacenan las bellotas, siendo un buen suministro de energía durante el invierno. Después de todo, comer un sabor amargo es mejor que morir de hambre (Dombeck, 1995).

Esta podría ser la razón de que no hay una diferencia en la depredación específica para alguna de las dos especies. Bonfil & Soberon (1999) encontró que independientemente de la densidad o el sitio, todas las semillas en la frontera del bosque habían desaparecido después de dos meses, aunque probablemente debido a la mayor visibilidad de semillas al agruparse sería más rápida la desaparición.

Sin embargo también menciona que las mayores tasas de extracción son en el interior de los bosques, reflejando la preferencias de forrajeo por pequeños mamíferos, que son los principales depredadores en el sitio, y de un consumo demorado en lugares abiertos que podría estar relacionado con un riesgo más alto para los pequeños mamíferos por ser depredados a la intemperie siendo una explicación de por qué en las zonas A y C la mortalidad fue más rápida, hasta llegar en *Q. crassipes* al 100% de mortalidad.

Aunque hay técnicas para evitar la depredación (Johnson & Krinard, 1985; Russel, 1971; Adamns, 1987) como limpieza de alrededor del sitio de plantación para minimizar el daño de los animales, repelentes, jaulas alrededor de los sitios de siembra para mantener a los animales, pero son caros y tardan en ser instalados. El alta después de la dispersión de la depredación de bellotas es común (Bonfil & Soberon, 1999) y puede limitar la regeneración de roble.



A B
Figura 25. Plantas de *Q. candicans* en la reintroducción A) zona A y B) zona B.

Fueron establecidos plantas de un año de edad de *Q. crassipes* y *Q. candicans* en las zonas de estudio (Figura 26). La Figura 27 muestra que las plantas de esta edad tuvieron, en las zonas (A y B), un 100% de sobrevivencia y durante los meses monitoreados aumentaron el tamaño en todas sus dimensiones (Altura, Diámetro, Cobertura 1 y 2, Número de Hojas).

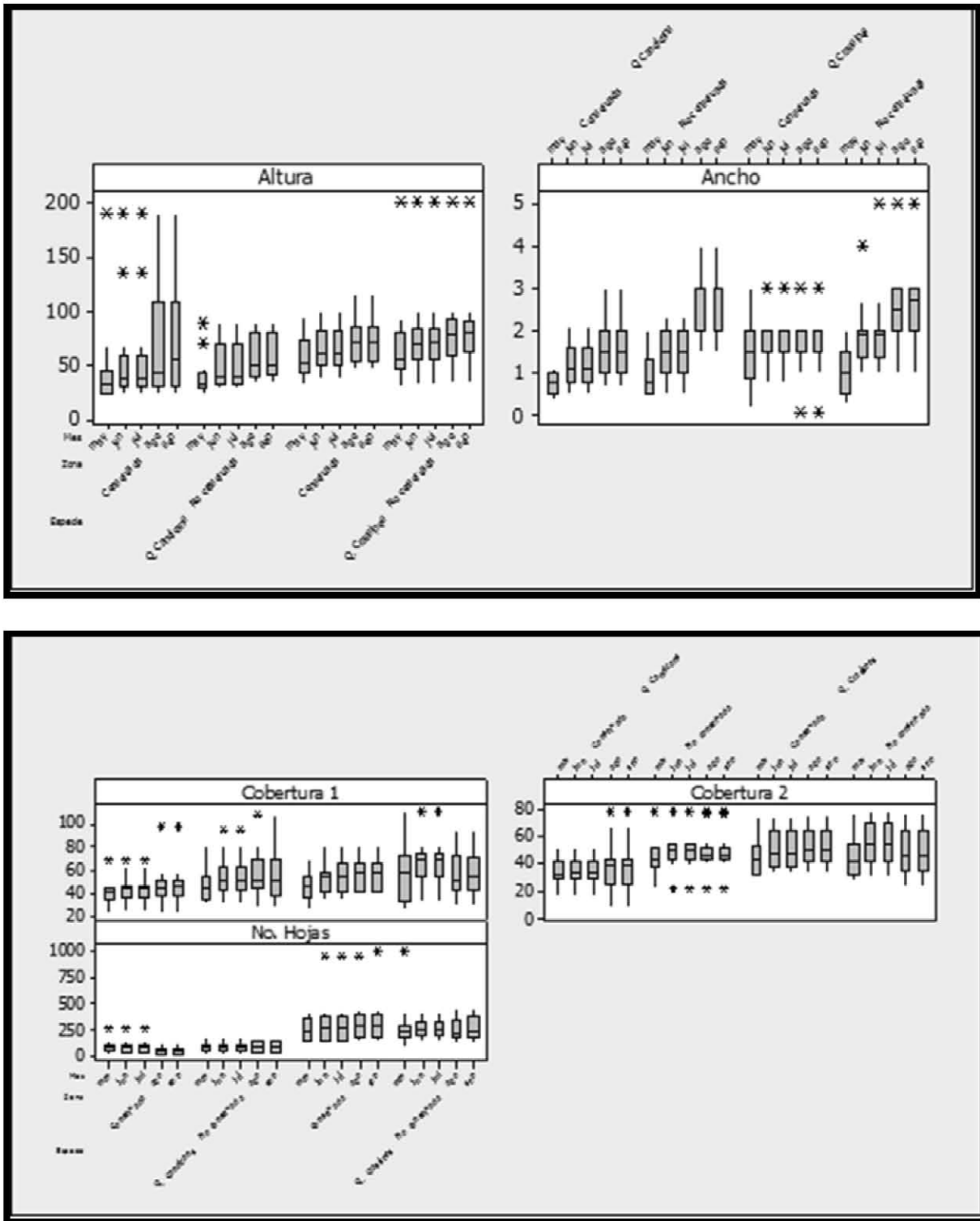


Figura 27. Diagrama de cajas de crecimiento de: Altura, Diámetro, Cobertura 1, 2 y Numero de Hojas en *Q. candicans* y *Q. crassipes* de dos años de edad monitoreados cada mes en campo en las zona A y B.

Aunque Ramírez-Contreras & Rodríguez-Trejo (2004) menciona que las plantas altas representan mayor dificultad para ser plantadas, son más susceptibles a sufrir daños mecánicos, y su proporción entre biomasa aérea y subterránea puede estar fuera de balance. Fierros et ál. (2001) mencionan que una planta grande no siempre es mejor. Este no fue el caso de las especies de *Q. candicans* y *Q. crassipes* en las zonas de estudio.

Bonfil et al. (2000) reporta que a mayor edad de vida de los encinos es mayor la sobrevivencia, y que la dependencia de nodrizas disminuye con la edad, además indica un porcentaje de sobrevivencia mayor en brízales grandes en comparación con brízales chicos concluyendo que posiblemente los primeros pueden competir mejor contra las herbáceas. De manera similar, Evans (1982), encontró que a mayor altura inicial de *Eucalyptus deglupta*, había mayor supervivencia un año después de haber establecido la plantación.

Es importante mencionar que diámetro del tallo (a la altura del cuello de la raíz), puede reflejar el tamaño del sistema radical y la resistencia del brizal. Los brízales que presentan mayor diámetro, usualmente tienen un abundante sistema radical (Mexal & Landis, 1990). South et al. (1984) encontraron que hay una fuerte correlación entre las variables diámetro y supervivencia después de la plantación. Prieto et al. (1999), mencionan que la altura es la característica morfológica más fácil de determinar en un brizal, y que tiene poco valor como indicador único, pero combinado con el diámetro adquiere mayor importancia.

Esta información es importante para entender las diferencias significativas en los factores Especies-Mes (Diámetro), Especie-Zona (Altura y Cobertura 2) de ANOVA, siendo que a mayor diferencia de tamaño de diámetro por mes, es mayor la diferencia de altura y cobertura por zona.

Esto tendría que ver con el sistema radicular y las diferencias encontradas en los suelos. Indicando que ha mayor edad es más probable que necesite menos materia orgánica y pueda sobrevivir a suelos muchos más ácidos (Cuadro 6), teniendo más oportunidad de competir con especies de *Pinus montezumae*.

Se debe indicar que la especies con mayor tamaño en las variables no fue *Q. candicans* como lo fue en los brízales de menor edad en campo y vivero, sino *Q. crassipes*; es importante recordar que se ha mencionado que esta especie se encuentra a las orillas de los caminos donde la incidencia de luz es mayor, comprobando que a mayor edad dejan de ser necesarias las plantas nodrizas.

Cuadro 9. Resultados de ANOVA de las plantas de encino de una año de edad.

| FACTOR | VARIABLE (ZONA) | F | P |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| ESPECIE*ZONA | Altura | 5.12 | 0.024 |
| | Diámetro | 0.43 | 0.514 |
| | Cobertura 1 | 0.80 | 0.371 |
| | Cobertura 2 | 14.90 | 0.000 |
| | No. Hojas | 2.32 | 0.129 |
| ESPECIE*MES | Altura | 0.14 | 0.968 |
| | Diámetro | 0.66 | 0.623 |
| | Cobertura 1 | 0.18 | 0.948 |
| | Cobertura 2 | 0.11 | 0.979 |
| | No. Hojas | 0.60 | 0.664 |



A)

B)

Figura 26. Plantas de *Q. crassipes* de dos años en la reintroducción A) Planta en contenedores y B) Encino plantado en zona A.

Semillas de frutos polispérmicos

Las semillas de frutos polispérmicos fueron monitoreadas durante su crecimiento para observar posibles diferencias significativas entre éstas y las provenientes de frutos monospérmicos, dada la diferencia en tamaño entre ambos tipos.

Las plántulas de semillas de frutos polispérmicos mostraron que en la longitud de la raíz se nota un comportamiento similar al de semillas de frutos monospérmicos, detectándose una disminución en la longitud promedio (0.7507) y mediana de 0.71 para *Q. crassipes* y *Q. candicans* (0.8570 y 0.82.) con un alto coeficiente de variación (97.95 y

95.01) (Figura 28), también se vieron diferencias significativas en la variable día ($P=78.86$, $F=0.000$) y especies ($P=54.33$, $F=0.000$).

En distintas especies del género se ha comprobado que las semillas grandes producen plantas de mayor tamaño que las semillas pequeñas durante las primeras etapas de desarrollo. Ashton & Larson, (1996) encontraron que las semillas grandes favorecen un rápido crecimiento radicular en las primeras etapas de crecimiento lo que garantiza la supervivencia del brínzal en épocas de sequía.

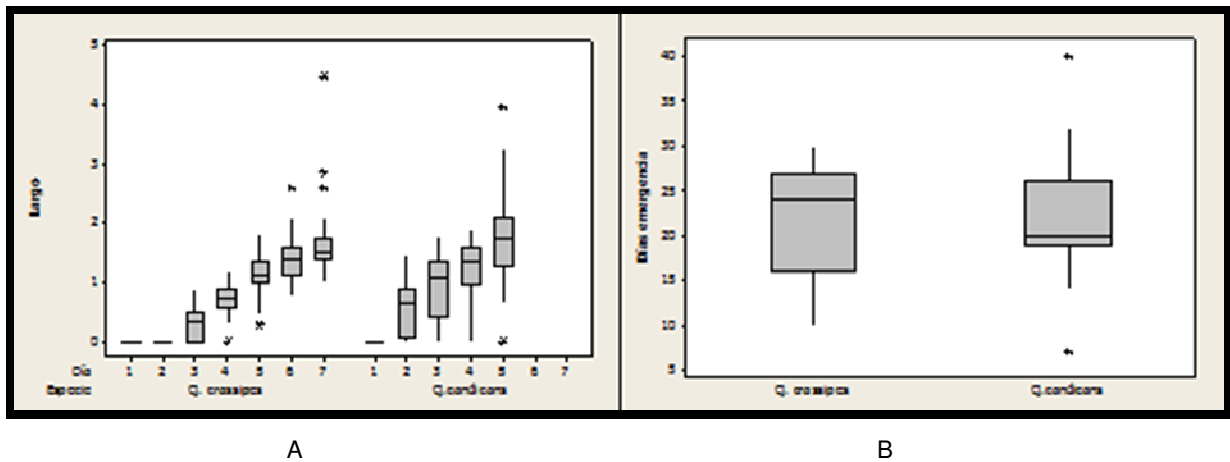


Figura 28. Diagrama de cajas de A) Longitud de las raíces de *Quercus candicans* y *Q. crassipes* en la cámara de germinación B) Días de emergencia de *Q. candicans* y *Q. crassipes* en vivero.

En la emergencia de las plantas se observó que *Quercus crassipes* tuvo una disminución de casi 6 días promedio con sólo el 66.66% de plantas emergidas con una mediana de 24 días y en *Q. candicans* fue de 82.14% en 22 días con una mediana de 20 días (Figura 28). Probablemente, lo anterior indica que las semillas más pequeñas producen plántulas con crecimiento más lento.

Adicionalmente se obtuvieron las variables altura, diámetro, cobertura 1, 2 y número de hojas de *Q. candicans* y *Q. crassipes* cada 15 días después de la emergencia (Figura 29). *Q. candicans* obtuvo los promedios y medianas más altos en todas las variables en el tiempo 45 con una sobrevivencia del 100% en *Q. crassipes*, aunque sí tuvo un incremento a lo largo del tiempo, fue menor con el 87.5% de sobrevivientes, además de una diferencia significativa en altura ($P=8.69$, $F=0.005$).

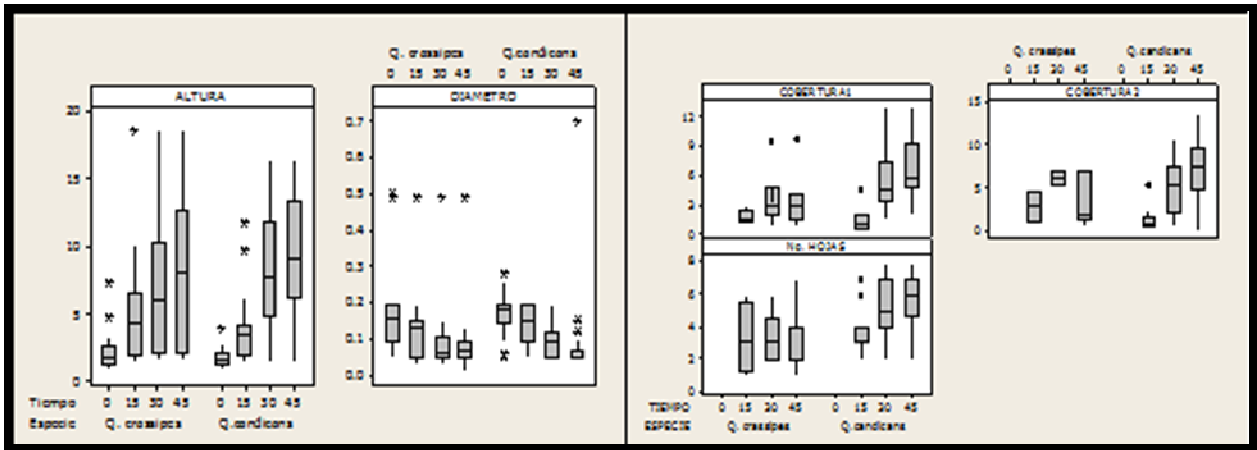


Figura 29. Diagrama de cajas de crecimiento de: Altura, Diámetro, Cobertura 1, 2 y Numero de Hojas en *Q. candicans* y *Q. crassipes* monitoreados cada 15 días en vivero.

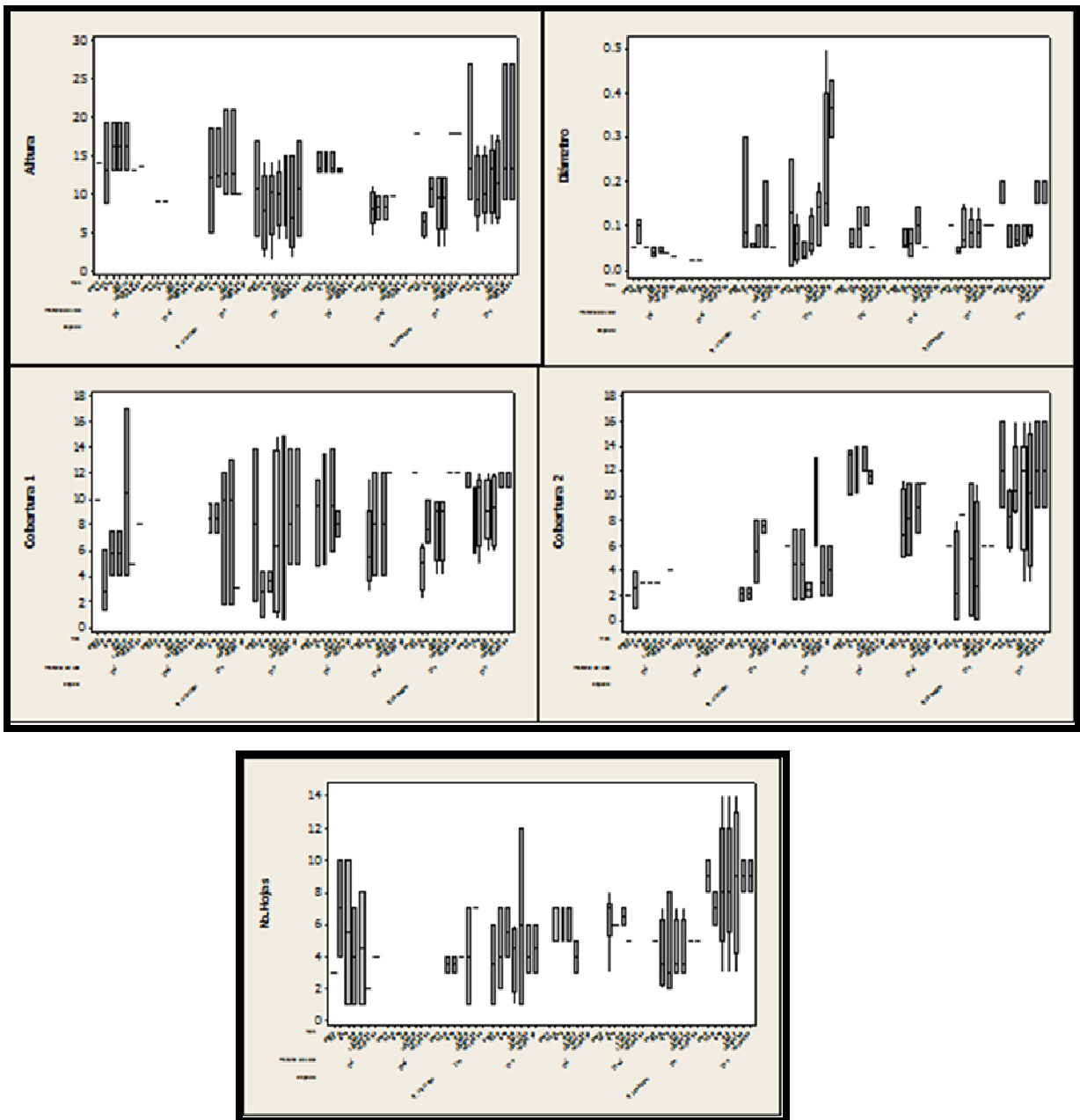
En ambos casos se obtuvo coeficientes de variación muy altos (122.3%) en diferentes variables a lo largo del tiempo. Observándose que *Q. candicans* mostró mayor crecimiento en las variables monitoreadas. Se hizo una comparación del crecimiento de las plantas de las dos especies en vivero y zonas A, B y C, asignándoles claves para su estudio (Cuadro 8).

Cuadro 10. Claves para los diferentes ambientes donde se encontraron las plantas de *Q. candicans* y *Q. crassipes*.

| Clave | Ambiente |
|-------|-----------------|
| ZVC | Vivero - Zona B |
| ZVNC | Vivero - Zona A |
| ZVP | Vivero - Zona C |
| ZVV | Vivero - Vivero |

Para la variable altura y diámetro hubo un mayor crecimiento en vivero para ambas especies (Figura 30), debido a los cuidados dados, sin tener problemas de luz y agua, aunque *Q. candicans* tuvo un promedio de 16.59 y mediana de 13.35 más alto en comparación con *Q. crassipes* con 10.75 en media y mediana de altura.

En campo (zonas A, B y C) el crecimiento fue menor, siendo *Q. crassipes* la que mostró mayor altura en media y mediana en las zonas A y C, las cuales son más abiertas en cuanto a vegetación.



Grafica 30. Diagrama de cajas de crecimiento de: Altura, Diámetro, Cobertura 1, 2 y Número de Hojas en *Q. candicans* y *Q. crassipes* monitoreados cada mes.

En la zona C hubo mayor incremento de diámetro de ambas especies, teniendo una diferencia significativa ($F=8.25$, $P=0.00$). En la cobertura 1 ($P=4.13$, $F=0.001$), 2 ($P=44.52$, $F=0.000$) y número de hojas ($F=4.55$, $P=0.036$) por mes y especie se noto una diferencia significativa. *Q. crassipes* tuvo una mayor cobertura 1 (promedio 7.097, mediana 6.7) y el número de hojas se mantuvo estable en todos los ambientes. *Q.*

candicans tuvo un aumento en el número de hojas (media 6.50, mediana 7) y una cobertura 2 con promedio más grande (media 9.176, mediana 10.10) (Figura 30).

En general se puede decir que el tamaño de la semilla ofrece ventajas de supervivencia. Las semillas grandes favorecen el desarrollo de plantas en suelos pobres o bajo doseles cerrados donde se incrementa la competencia por la luz y nutrientes. El mayor tamaño y reservas de las plantas procedentes de semillas grandes permiten una supervivencia mayor frente al ataque de herbívoros (Bonfil, 1998). Además, las semillas grandes permiten a la especie explorar nichos más amplios.

CONCLUSIONES

- ✿ La composición florística en las zonas de estudio estuvo integrada por 95 especie, de 80 géneros propios de 35 familias. El 14% de las especies pertenece a la familia Compositae y el 45 % del total a 6 familias. El 14.74% corresponde a especies endémicas de México y 13.68% son propias de vegetación secundaria o lugares perturbados.
- ✿ La composición florística del estrato arbóreo estuvo integrada por 6 especies y 5 géneros provenientes de 5 familias.
- ✿ *Pinus montezumae* figuró como la especie con mayor importancia, abundancia y cobertura dentro de las tres zona, mostrando alto grado de reclutamiento.
- ✿ La especie *T. lineata* obtuvo un valor alto en de Índice de Diversidad de Simpson para la comunidad y Densidad en las zonas; por lo que podría ser incluida para el manejo de actividades forestales.
- ✿ *Quercus candicans* y *Quercus crassipes* florecieron los primeros meses del año. En época de lluvias (junio, julio y agosto) se inicio la emergencia de hojas. Durante los meses de septiembre a enero se registró caída de hojas en ambas especies.
- ✿ No se observó fructificación en las dos especies durante el año de estudio.
- ✿ Las características edáficas de las zonas de Valle de Bravo, no mostraron diferencias importantes en las variables color, textura, densidad aparente y real, pH, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico.
- ✿ Las dos especies estudiadas tuvieron porcentajes de germinación altos e índices de calidad germinativa muy buenos.
- ✿ Después de la germinación, la raíz de *Q. candicans* creció a mayor velocidad pero *Q. crassipes* tuvo mayor elongación, encontrándose diferencias significativas.
- ✿ Se observaron distintos tipos de crecimiento de la raíz de acuerdo a la posición en que se colocaron las semillas para su germinación.
- ✿ En *Q. crassipes* se observó que el 92.52 % de las plantas emergieron en promedio a los 16 días de establecerse con un coeficiente de variación de 40.26%. Mientras que *Q. candicans* el 84.91% emergieron a los 22 días con un coeficiente de variación de 36.26%, teniendo diferencias significativas ($F=57.08$, $P=0$) entre las especies.

- ✿ En vivero, *Q. candicans* obtuvo los promedios más altos en cuanto a crecimiento y una sobrevivencia del 86.29%. *Q. crassipes* creció en menor proporción, obteniendo 89.05% de sobrevivientes.
- ✿ En campo, *Q. candicans* fue la especie con una mayor altura y cobertura en promedio. La sobrevivencia de las plantas de ambas especies fue baja debido a heladas y depredación. La sobrevivencia de las plantas de ambas especies fue baja con un 30% en *Q. candicans* y 22% en *Q. crassipes*. Ésta última tuvo 0% de sobrevivencia en la zona A.
- ✿ Las plantas de un año de edad tuvieron un 100% de sobrevivencia en campo, aumentando su talla durante los meses monitoreados.
- ✿ Las semillas provenientes de frutos polispérmicos mostraron un crecimiento menor en comparación con las semillas provenientes de frutos monospérmicos.

LITERATURA CITADA

- © Adams, T. E.; Sands, P. B.; Weitkamp, W.; McDougald, N. K.; & Bartolome, J. 1987. *Enemies of white oak regeneration in California*. In: *Proceedings of the symposium on multiple-use management of California's hardwood resources, 1986* Nov. 12-14; San Luis Obispo, CA. Gen. Tech. Rep. PSW- 100. Berkeley, CA: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; 459-462.
- © Alcaraz., F. 2008. *Biomás templados*. Geobotánica: 27. Universidad de Murcia. España
- © Arriaga, V.M., Cervantes, V.G. & Vargas –Mena. A.1994. *Manual de reforestación con especies nativas, colecta y preservación de semilla, propagación y manejo de plantas*. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Instituto Nacional de Ecología (INE), Primera edición. México.
- © Battaglia, M. A., 2000. *The influence of overstory structure on understory light availability in a longleaf pine (Pinus palustris Mill.) forest*. Thesis of Master of Science. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute. Blacksburg, Virginia. 96 p.
- © Beufait, W.; Laird, P. P.; Neuton, M.; Smith, D. M.; Tubbs, C. H.; Wellner, C. A. & Williston, H. L. 1984. *Silviculture*. In: WENGER K. F. (Ed.). *Forestry Handbook*. 2nd ed. John Wiley. New York. pp. 413-455.
- © Bohn, L.H.; McNeal, LB & O'Connor, A.G. 1993. *Química del suelo*. Editorial Limusa. México, D.F. pp. 370.
- © Bonfil, C. 1995. *Establecimiento, sobrevivencia y crecimiento de plántulas de dos especies de encino en el Ajusco D.F. Memorias del III Seminario sobre la utilización de encinos*. Fac. de Cienc. For.; Univ. Aut. Nvo. León Reporte científico especial No. 15, Tomo I. pp. 350-365
- © Bonfil, C. 1998. *The effects of the seed size, cotyledon reserves, and herbivory on seedling survival and growth in Quercus rugosa and Q. laurina (Fagaceae)*. *American Journal of Botany*. 85 (1): 79-87
- © Bonfil, C & Soberon, J. 1999. *Quercus rugosa seedling dynamics in relation to its re-introducción in a disturbed Mexican landscape*. *Applied Vegetation Sciencie*. 2:189-200

- ☉ Bonfil, C.; Rodríguez, H. & Peña, R. 2000. *Evaluación del efecto de las plantas nodrizas en el establecimiento de una plantación de Quercus L.* Ciencia Forestal en México. 25:59-73
- ☉ Borchert, R. 1995. Phenology and flowering periodicity of neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. J. Tropical Ecology. 12: 65-80
- ☉ Cabrera-García L., Mendoza-Hernández, P.E, Peña-Flores, V., Bonfil-Sanders, C. & Soberon-Mainero, J. 1998. *Evaluación de una plantación de encinos (Quercus rugosa Néé) en el Ajusco Medio.* Distrito Federal. Agrociencias. 32:149-156
- ☉ Cairo, C.P. & Fundora, H.O.1994. *Edafología.* 2da. Ed. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. pp.476
- ☉ Camacho, M & Morales, V.G.1992. *Metodos para el análisis del efecto de la germinación.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agricultura y Pecuarias (INIFAP). Campo experimental Coyoacán, 282-290º.
- ☉ Cantú, I.S. & Gonzales, H.R.2002. *Propiedades hidrológicas del dosel de los bosques de pino-encino en el noroeste de México.* Ciencia, Universidad Autónoma de León, Monterrey (UANL). Año/vol. enero-mazo, Núm.001. pp.72-77
- ☉ Chacalo, A. H. 2000. *Crecimiento de raíces de Quercus crassifolia, Q. crassipes y Fraxinus uhdeien dos tipos diferentes de suelo urbano.* Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. División de Estudios de Posgrado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- ☉ Carreto, V.M.M. 1998. *Restauración ecológica de bosque tropical seco y bosque de niebla en el centro de Veracruz, México .*Instituto de Ecología (IE). 6 pp.
- ☉ Céspedes, R. 1991. Fenología de *Quercus semannii* Lieb. (Fagaceae) en Cartago, Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 39: 243-248.
- ☉ Colter, H.2007. *Características y manejo de suelos en ecosistemas templados de montaña* P.153-162. En: O. Sánchez, E. Vega, E. Peters % O. Monroy-Vilchis (eds.) Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México. Instituto Nacional de Ecología–Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAT) México. D.F.1ª. reimp.
- ☉ Cornejo, T.C.; Casas, A; Farfán, B; Villaseñor, J, L & Márquez, G, I. 2003. *Flora y vegetación de las zonas núcleo de la reserva de la biosfera mariposa monarca, México.* Boletín de la Sociedad Botánica de México. Sociedad Botánica de México, A.C. Distrito Federal, México. Diciembre, núm. 073.pp.43-62

- ☉ Corti, R. 1955. *Ricerche sul ciclo riproduttivo di specie del genere Quercus della Flora Italiana. II. Contributo alla biología e alla sistematica di Q. suber L. e in particolare della forma a sviluppo biennale della ghianda.* Ann. Acad. Ital. Sci. For., 4:55-133.
- ☉ Díaz-Fleischer, F.; Hernández-Arellano, V.; Sánchez- Velásquez, L.; Cano-Medina, T; Cervantes-Alday, R. & López -Ortega, M. 2010. *Investigación preliminar de la depredación de semillas en la germinación de las bellotas de Quercus candicans Néé.*
- ☉ Delgadillo C. Villaseñor J.L. y Davila P.2003. *Endemism in the Mexican flora: a comparative study in three plant groups.* Annals of the Missouri Botanical Garden. 90:25-34
- ☉ Dombeck, M. 1995. *Squirrels and Acorns.* Natural History Notes
- ☉ Encina, J.A.D; Zarate, L.A.; Valdés, J.R. & Villareal, J.A.Q.2007. *Caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la Sierra de Zapaliname, Coahuila, México.* Boletín de la Sociedad Botánica de México. Núm. 081. pp.51-63
- ☉ Evans, J. 1982. *Plantation forestry in the tropics.* Oxford University Press. New York. USA.403.
- ☉ Fierros G., A. M.; Rodríguez T., D. A.; Leyva, L. A.; Vargas C., R. & Sosa, C. V. 2001. *Ejecución de proyectos de plantaciones.* In: SOSA C., V. E.; FIERROS G., A. M. (Coords.). Curso de especialización en plantaciones forestales comerciales. Consultora Forestal y Agropecuaria S. A. de C. V. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). México. pp. 71-245.
- ☉ Fernández, A.R. & Leiva, M.A.J. 2003. *Ecología para la agricultura.* Ediciones Mundi-Prensa. España. Pág. 91-101
- ☉ Figueroa-Rangel, B. L., Olvera- Vargas' M. & Bongers' F.1997. *Variación en la composición de especies en masas mixtas de roble, sus implicaciones para la ordenación forestal en la Sierra de Manantlan, México.* Resúmenes de las Memorias Voluntarias. XI Congreso Forestal Mundial. Vol. 6, Tema 38.4 Antalya, Turquía
- ☉ Figueroa-Rangel, B.L. & Olvera-Vargas, M. 2000. *Dinámica de la Composición de especies de bosques de Quercus crassipes H. et B. en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, México.* Agrociencia. 34:91-98 pp.

- ☉ Flores, O. V. & Gerez. P.1994. *Biodiversidad y conservación en México vertebrados, vegetación y uso de suelo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad d (CONABIO) Y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, 1994. 2da. edición. pp. 276.
- ☉ Fournier, L. A. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba* 26: 54-59.
- ☉ Frankie, G. W., H. B. Baker & P. A. Opler. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in a lowlands of Costa Rica. *Journal Ecology*. 62: 881-919.
- ☉ Gálvez, J.2002. *La restauración ecológica: Conceptos y Aplicaciones*. Revisión Bibliográfica. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y agrícolas. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (IARNA) Serie de documentos No. 8. Guatemala. 19 pp.
- ☉ Gann, G.D. & Lamb, D. 2006. *La restauración ecológica-un medio para la conservar la biodiversidad y mantener los medios de vida*. Un llamamiento a la acción por el Grupo de trabajo conjunto sobre restauración ecológica de Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica y la Comisión sobre el manejo de ecosistemas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales. 6 pp.
- ☉ Granados, D.; G. L. López y J. L. Gama, 1999. *Fragmentación del hábitat y fragmentación de áreas naturales protegidas*. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 5(1): 5-14.
- ☉ Granados, D.G., López, G.F.R. & Hernández, G.M.A. *Ecología y silvicultura en bosques templados*. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del medio ambiente*. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. enero-julio, 13(1):68-83
- ☉ Green, P.T. y Juniper, P.A.; 2004. *Seed-see-dling allometry in tropical rain forest trees: seed mas-related patterns of resource allocation and "the reserve effect"*. *J. Ecology* 92:397-408.
- ☉ González, V.R.; Villar, M.R. & N. R.M.C.2008.*Efecto del peso de la semilla y del progenitor en la biomasa y uso de las reservas de cuatro especies de Quercus*. *Cuadro de Sociedad Especialista en Ciencia. Forestal*. 28: 151-156
- ☉ Harper, J. 1993

- © Hernandez, G; L. R. Sánchez, Th. Carmona, M. R. Pineda y R. Cuevas. 2000. *Efecto de la ganadería extensiva sobre la regeneración arbórea de los bosques de la Sierra de Manantlán. Madera y Bosques.* 6(28):13-28.
- © Jackson L.L., L. Lopoukine y Hillyard D. 1995. *Commentary Ecological Restoration: A Definition and Comments.* Restoration ecology. The Journal of the Society for Ecological Restoration. 3(2):71-75.
- © Jiménez, A. 1997. *Germinación y crecimiento de cuatro especies de encinos del Ajusco D.F. Efecto de las semillas.* Tesis Lic. Biol. FES-Zaragoza, UNAM. México. 74 pp.
- © Jiménez- Guzmán, A.; Sánchez-Reyes, J.C. & Contreras-Arquieta, S.1994.*Recuperacion natural de un bosque mixto en un área disturbada, Sierra Madera del Carmen, Coahuila, México.* Publicaciones Biológicas –F.C.B. /U.A.N.L. 7(1Y 2): 73.78 pp.
- © Jiménez, P.J., Aguirre C., Treviño E.; Garza, E.J.; Medellín S.; Alanis F. & Canales, E. 2002. Priorización: Grados de riesgo y daño en el área y vegetación. En: Curso de restauración de áreas quemadas para ONGS conservacionistas. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos. 20 p.
- © Johnson, R.; Krinard, R. 1985. *Regeneration of oaks by direct seeding.* In: Proceedings, Third symposium of southeastern hardwoods; 1985 April 16- 17; Dothan, AL. Proceedings Reprint. New Orleans, LA: Southern Forest Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; pp. 56-65.
- © Jordano, P.; Zomara R.; Morañón, T. & Arrovo, J. 2002. *Claves ecológicas para la restauración del bosque mediterráneo, aspectos demográficos, ecofisiológicos y genéticos.* Ecosistemas Revista de Divulgación Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. Año XI, Núm. 1. Enero-Abril. Revisiones.
- © Kondolf M.G.1995.*Five elements for effective evaluation of stream restoration.* Restoration ecology. The Journal of the Society for Ecological Restoration. 3(2): 133-136 pp.
- © López, L. 1998. *Germinación y establecimiento temprano de Quercus rugosa y sus implicaciones en la rehabilitación de los hábitats pinarizados en los Altos de Chiapas, México.* Tesis Lic. Biol. Fac. Cienc.; Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).México.89pp.

- ☉ López-Barrera, F., R.H. Manson, M. González-Espinosa & A.C Newton. 2006. *Effects of the type of montane forest edge on oak seedling establishment along forest-edge-exterior gradients*. Forest Ecology and Management 225:234-244.
- ☉ Machado, A. 2000. *Restauración ecológica: Una introducción al concepto. Jornadas sobre restauración ecológica*. Área de Medio Ambiente Cnarias.11 pp.
- ☉ Machlis, G. 1993. *Áreas protegidas en un mundo cambiante: Los aspectos científicos*. En pasques y progreso. UICN, BID. IV Congreso mundial de parques y áreas protegidas, Caracas, Venezuela. 37-53 pp.
- ☉ Maginnis S. & Jackson W. 2002. *Restauración del paisaje forestal*. Actualidad Forestal Tropical. Vol. 10/4.
- ☉ Martínez, L.M. 1992. *Manejo integral de cuencas para la conservación de los recursos naturales en Jalisco*. Tiempos de Ciencia, 28:23-38
- ☉ Martínez, M. 1992. *Los pinos mexicanos*. 3° ed. Ediciones Botas, México, D.F.
- ☉ Martínez-Cruz, J.; Tellez, O.V. & Ibarra-Manríquez, G.2009. *Estructura de los encinares de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México*. Revista Mexicana de Biodiversidad.80:145-156 pp.
- ☉ Mass, J. 1985. *Incremento de encinos*. Memorias de II sobre la utilización de encinos. Fac. Cienc. For. ; Universidad Autónoma de Nuevo León. 117-125 pp.
- ☉ Matteucci, S & A. Colma. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Organización de los Estados Americanos (OEA), Washington, D.C. 169 pp.
- ☉ McCune, B., & M. J. Mefford. 1999. PC-ORD: multivariate analysis of ecological data. Version 4. User's guide. MJM Software Design, Gleneden Beach, Oregon. 237 pp
- ☉ Mexal L, J. G.; Landis, T. D. 1990. *Target seedling concept: height and diameter*. In: Robin R., Cambell, S. J. and Landis T. D. (Eds.). Target Seedling Symposium. Proceedings Combined Meetings of the Western Forest Nursery Associations. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM-200. Fort Collins, Colorado, USA. 17-36 pp.
- ☉ Moles, A.T. y Westoby, M.; 2006. *Seed size and plant strategy across the whole life cycle*. Oikos 113:91-105.
- ☉ Muñoz, D.J.I; Cantu, A.M; Galindo, F.L.; Aburto, A.S. & Hernández, M.M.M. 2007. *Edafología. Manual de métodos de análisis de suelo*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 82 pp.

- © Nixon, K. 1993. *Intragenetic classification of Quercus (Fagaceae) and typification of sectional names*. Annual Science. Forest .50, Suppl 1:25-34.
- © Olvera, M.G.L.2004. *Factores que participan en la viabilidad de Semillas de Quercus rugosa L. Y Quercus* .Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI).Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Tesis Lic. Biología
- © Ortiz-Arrona, C.L.; Gerritsen, P.R.W.; Martínez, L.M.R; Allen, R. & Snoep, M. 2005. *Restauración de Bosques Riverseños en Paisajes Antropogenicos en el occidente de México. Cuba. ISBN. Disponible en www.dama.gov.co*
- © Parra-Vázquez, M.R.; González-Espinosa M.; Ramírez-Marcial, N.; Camacho-Cruz, A.; Holz, S.C. & Rey J. M.B. *Restauración de bosques en territorios indígenas de Chiapas: Modelos ecológicos y estrategias de acción*. Restauración ecológica en México. Boletín Sociedad Botánica de México. 80:11-23.
- © Pérez, C. de la P; R. Dávalos & E. Guerrero. 2000. *Aprovechamiento de la madera de encino en México. Madera y Bosque* 6(1): 3-13
- © Porta, C.J.; López, A.R.M. & Roquero, L.C.1994.*Edafología.Para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.807 pp.
- © Prieto R., J. A.; Vera, C. G. & Merlin, E. 1999. *Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero*. Folleto Técnico No. 12. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agricultura y Pecuaria (INIFAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 23 pp.
- © Price, T. D.; Zimmermann, E. N.; Van Der Meer, J. P.; Lexer, J. M.; Leadley, P.; Jorritsma, T. M I.; Schaber, J.; Clark, F. D.; Lasch, P.; McNulty, S.;WU & Benjamin, J S. 2001. *Regeneration in gapmodels: Priority issues for studying forest responses to climate change*. Climatic Change 51: 475–508
- © Pritchett, W.L. 1986. Suelos forestales. *Propiedades, conservación y mejoramiento*. Editorial Limusa. Departamento de Ciencias de Suelos. Universidad de Florida, Gainesville. 226 pp.
- © Puerta, C. 2008. *Ecología de la regeneración de Quercus ilex a escala de paisaje: importancia de los dispersores y depredadores de semillas para el reclutamiento*. Ecosistemas 17(3):155-160

- ☉ Quero, J.L., Villar, R., Marañón, T., Zamora, R. y Poorter, L.; 2007. *Seed-mass effects in four mediterranean Quercus species (Fagaceae) growing in contrasting light environments*. Am. Journal. Botany. 94 (11): 1795-1803.
- ☉ Ramírez- Contreras, A. & Rodríguez-Trejo, D.A. 2004. *Efecto de calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de Quercus rugosa*. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Revista Chapingo. 10 (1):5-11
- ☉ Ramírez-Marcial, N., Gonzales-Espinoza, M. & García-Moya, E. 1996. *Establecimiento de Pinus spp. y Quercus spp en matorrales y pastizales de los Altos Chiapas, México*. Agrociencia. 30:249-257
- ☉ Rao, P.B. Y S.P. Sing. 1985. *Response breadths on environmental gradients of germination and seedling growth in the domination forest tree species of central Himalaya*. Annals of Botany. 56:783-794
- ☉ Ritchie, G. A. 1984. Assessing seedling quality. In: Duryea, M. L.; Landis, T. D. (Eds.). *Forest Nursey Manual: production of bareroot seedlings*. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. The Netherlands. pp. 243-259.
- ☉ Romero, S.R.; Rojas, Z.E.C & Aguilar, MLE. 2002. *El género Quercus (Fagaceae) en el Estado de México*. Annals of the Missouri Botanical Garden. (89)4: 551-593
- ☉ Rubio, L. L.E. 2006. *Estudio ecológico de Quercus crassifolia Humb. & Bonpl. y Quercus candicans Neé (Fagaceae) en bosques de encino del estado de México*. Tesis de Licenciatura Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-I). 155 pp.
- ☉ Rubio-Licona, L.E. 2009. *Reintroducción experimental de Quercus candicans en Chapa de Mota, Estado de México*. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-I). 135 pp.
- ☉ Russell, T. 1971. *Seedling and planting upland oaks*. In: Proceedings, the oak symposium; 1971 Aug 16-20; Morgantown, WV. Upper Darby, PA: Northern Forest Service Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; 49-54 pp.
- ☉ Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México, D.F. 432 pp.
- ☉ Rzedowski J. 1991. *El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar*. Acta Botánica Mexicana. 15:47-64.
- ☉ Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2ª. Ed., 1ª. Reimp. Instituto de Ecología A.C y Comisión Nacional

- para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Patzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- ☉ Sol S.A., Zenteno C.E., Bouchot R.C.C. & Zamora F.C.2001. *Estrategia de restauración en humedales afectados por las quemas y actividades productivas en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México*. Memoria de la II Reunión Nacional sobre Sistemas agro y Silvopastoriles, Villahermosa Tabasco. 83-86 pp.
 - ☉ Sol, A.; C.E. Zenteno, L.F. Zamora y E. Torres. 2002 *Modelo para la restauración ecológica de áreas alteradas*. Kuxulkab´ Revista de Divulgación. División Académica de Ciencias Biológicas. 6(14): 48-60.
 - ☉ South, D. B.; Boyer, J. E.; Bosch, L. 1984. Survival and growth of loblolly pine as influenced by seedling grade: 13 years results. Southern Forest Nursey Management Cooperative, Auburn University, Auburn, Ala. Rep. No 8. 12 p.
 - ☉ Suarez, A.I. 1998. *Germinación y crecimiento de encinos en ambientes inducidos por la fragmentación del bosque mesofilo en Veracruz*. Tesis M. en C. Facultad de Ciencias.; Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 87 pp.
 - ☉ Tietje, W.D., Nives, S.L., Honig, J.A. & Weitkamp, W.H.1991. *Effect of Acorn Planting Depth on Depredation, Emergence, and Survival of Valley and Blue Oak*. USDA Forest Service Gen Tech Rep. PSW-126.pp.20
 - ☉ Torres, C.A.M.2009. *Análisis biogeográfico de los encinos rojos (Genero Quercus, Sección Lobatae) en México, con comentarios sobre su Taxonomía*. Tesis Maestro en Ciencias. Facultad de Ciencias. Posgrado en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. 139 pp.
 - ☉ Valencia, A.S.2004.*Diversidad del Genero Quercus (FAGACEAE) en México*. Boletín de la Sociedad Botánica de México. diciembre, Núm. 075.33-53 pp.
 - ☉ Vallejo-Calzada, R. 2002. *Utilización de leñosas autóctonas en la restauración forestal*. Ecosistemas. 1:2-3
 - ☉ Vargas, O. 2007. *Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. Guía metodológica para la restauración ecológica del Bosque Altoandino*. Grupo de restauración ecológica. Universidad Nacional de Colombia.
 - ☉ Vázquez, C. Y.; Batís, A.I.M.; Icoer, M.I.A.S.; Gual, M.D. & Sánchez, C.D.2000. *Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Proyecto Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

Biodiversidad (CONABIO). Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

- ☉ Vázquez, L.S.; Tamarit, J.C. U. & Quintanar, J.O. 2004. *Caracterización de la declinación de bosques de encinos en" Sierra de Lobos"* Guanajuato, México. Polibotánica. Núm. 17, pp. 1-14.
- ☉ Villalón, H. 1995. *Germinación de semillas almacenadas de encino (Quercus polymorpha. Schl. Et Cham.) bajo diferentes tratamientos. Memorias del III Seminario sobre la utilización de encinos.* Facultad de. Ciencias Forestales; Universidad Autónoma de Nuevo León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. 331-339 pp.
- ☉ Villers, L.R.; García del Valle, L. & López, J.B.1998. *Evaluación de los bosques templados en México: Una aplicación en el Parque Nacional Nevado de Toluca.* Investigaciones Geográficas. Boletín 36.
- ☉ Zamora, R., Garcia-Fayos, P. & Gómez-Aparicio, L. *Las interacciones planta-planta y planta animal en el contexto de la sucesión ecológica.* Capítulo 13. En: Valladares, F. 2004. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante.* Páginas 371-393. Ministerio de Medio Ambiente, S. A., Madrid. ISBN: 84-8014-552-8.
- ☉ Zavala, F.1996. *Repoblación natural de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo.* Tesis Dr. Col. Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 148 pp.
- ☉ Zavala, F.1998.*Observaciones sobre la distribución de encinos en México.* Polibotánica.Núm.8:47-64
- ☉ Zavala CH., F. 2001. *Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos.* UACH. Chapingo, Estado de México. 94 p.

APÉNDICE

LISTADO FLORISTICO

| TAXA | ESPECIE | |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| DIVISION PTERIDOPHYTA | | |
| Dryopteridaceae | <i>Adiantum andicola</i> | Liebm. |
| | <i>Asplenium monanthes</i> | L. |
| | <i>Dryopteris wallichiana</i> | (Spreng.)Hyl. |
| Polypodiaceae | <i>Pleopeltis madrensis</i> | (J.Sm.) A.R.Sm & Tejero |
| DIVISION CONIFEROPHYTA | | |
| Pinaceae | <i>Pinus montezumae</i> | Lamb. |
| DIVISION MAGNOLIOPHYTA | | |
| CLASE MAGNOLIOPSIDA | | |
| Betulaceae | <i>Alnus acuminata ssp. Arguta</i> | (Schlecht.)Furlow |
| Campanulacea | <i>Lobelia laxiflora</i> | H.B.K. |
| Caryophyllaceae | <i>Cerastium glomeratum</i> | Thuill. |
| | <i>Stellaria cuspidata</i> | Wild. |
| Clethraceae | <i>Clethra mexicana</i> | A.DC. |
| Compositae | <i>Acourtia tubirnata</i> | (Lex.) Reveal & King |
| | <i>Bidens osthruitioides</i> | (DC.) Sch. Bip. |
| | <i>Cirsium ehrenbergii</i> | Sch. Bip. |
| | <i>Dahlia coccinea</i> | Cav. |
| | <i>Erigeron longipes</i> | DC. |
| | <i>Eupatorium deltoideum</i> | Jacq. |
| | <i>Eupatorium collinum</i> | DC. |
| | <i>Gnaphallium americanum</i> | Mill. |
| | <i>Perymenium berlandieri</i> | DC. |
| | <i>Stevia serrata</i> | Cav. |
| | <i>Tagetes micrantha</i> | Cav. |
| | <i>Tagetes lunulata</i> | Ort |

Reintroducción de los encinos *Quercus candicans* Neé y *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. en un Bosque de Valle de Bravo, Estado de México

| | | |
|-----------------------|---------------------------------|------------------|
| | <i>Verbesina oncophora</i> | Rob.&Seat. |
| | | |
| Cruciferae | <i>Eruca sativa</i> | Mill. |
| | | |
| Ericaceae | <i>Arbutus xalapensis</i> | H.B.K. |
| | | |
| Fabaceae | <i>Astragalus guatemalensis</i> | Hemsl. |
| | <i>Cologanea obouata</i> | Schlecht. |
| | <i>Dalea hegewischiana</i> | Steud. |
| | <i>Dalea reclinata</i> | (Cav.) Wild. |
| | <i>Desmodium allamani</i> | DC. |
| | <i>Lupinus campestris</i> | Cham.& Schlecht. |
| | <i>Lupinus barker</i> | Lindl. |
| | <i>Phaseolus coccineus</i> | L. |
| | <i>Trifolium repens</i> | L. |
| | | |
| Fagaceae | <i>Quecus crassipes</i> | Humb. & Bonpl. |
| | <i>Quercus laurina</i> | Humb. & Bonpl. |
| | | |
| Gentianaceae | <i>Gentiana spathacea</i> | H.B.K. |
| | <i>Halenia plantaginea</i> | (H.B.K.) Griseb. |
| | | |
| Geraniaceae | <i>Erodium cicutarum</i> | (L.)L'Hérit |
| | <i>Erodium moschatum</i> | (L.)L'Hérit |
| | | |
| Hidrophyllaeae | <i>Phacelia coulteri</i> | Greenm. |
| | | |
| Labiatae | <i>Lepechinia caulescens</i> | (Ort.) Epl. |
| | <i>Salvia elegans</i> | Vahl. |
| | <i>Salvia lavanduloides</i> | Benth. |
| | <i>Salvia leucantha</i> | Cav. |
| | <i>Salvia mocinoi</i> | (Fern) Epl. |
| | <i>Salvia stricta</i> | Sessé & Moc. |
| | <i>Stachys agraria</i> | Cham.& Schlecht. |
| | <i>Stachys coccinea</i> | Jacq. |
| | <i>Stachys parvifolia</i> | Mart. & Gal. |
| | | |
| Loganiaceae | <i>Buddleia cordata</i> | H.B.K. |

Reintroducción de los encinos *Quercus candicans* Neé y *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. en un Bosque de Valle de Bravo, Estado de México

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Lythraceae | <i>Cuphea aequipetala</i> | Cav. |
| Onagraceae | <i>Fuchsia microphylla</i> | H.B.K. |
| | <i>Lopezia racemosa</i> | Cav. |
| | <i>Lopezia trichota</i> | Schlecht. |
| | <i>Oenothera pubesdens</i> | Wild. Ex Spreng. |
| Oxaladeaceae | <i>Oxalis pes-caprae</i> | L. |
| | <i>Oxalis hernandesii</i> | DC. |
| Phytolacaceae | <i>Phytolacacia icasandra</i> | L. |
| Plantaginaceae | <i>Plantago alismatiflora</i> | Pilger |
| Polygonaceae | <i>Monina ciliolata</i> | DC. |
| Pyrolaceae | <i>Monotropa hypopitys</i> | L. |
| Ranunculaceae | <i>Ranunculus dichotomus</i> | Moc. & Sessé ex DC. |
| Rosaceae | <i>Acaena elongata</i> | L. |
| | <i>Catraegus mexicana</i> | Moc. & Sessé ex. DC. |
| | <i>Rubus liebmannii</i> Focke. | Focke |
| Rubiaceae | <i>Bouvardia termifolia</i> | (Cav.) Schlecht. |
| | <i>Crusea longiflora</i> | Anderson |
| Scrophulariaceae | <i>Castilleja arvensis</i> | Cham.& Schlecht. |
| | <i>Penstemon roseus</i> | (Sweet) G. Don |
| | <i>Seymeria decurva</i> | Benth. |
| Solanaceae | <i>Cestrum anagyris</i> | Dunal |
| | <i>Cestrum fulvescens</i> | Fern. |
| | <i>Physalis sulphurea</i> | (Fern.) Weterfall |
| | <i>Solanum cardiophyllum</i> | Lindl. |
| Theaceae | <i>Tenstroemia lineata</i> | DC. |

| | | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
| | Umbeliferaceae | <i>Eryngium carlinae</i> | Delar. F. |
| | | <i>Eryngium pectinatum</i> | Presl |
| | Valerianaceae | <i>Valeriana urticifolia</i> | H.B.K. |
| | Verbenaceae | <i>Verbena bipinnatifida</i> | Nutt. |
| | | <i>Verbena menthaefolia</i> | Benth |
| CLASE LILIOPSIDA | | | |
| | Alliaceae | <i>Nothoscordum bivalve</i> | (L.) Britt |
| | Alstroemeriaceae | <i>Bomarea hirtella</i> | H.B.K. |
| | Anthericaceae | <i>Echeandia icfiex/anthericum</i> | |
| | Comelinaceae | <i>Cymbispatha commelinoides</i> | (Roem.& Schult.) |
| | | <i>Tinantia erecta</i> | (Jacq.) Schlecht. |
| | | <i>Tradescantia commelinoides</i> | Schult. & Schult.f. |
| | Gramineae | <i>Cinna poiformis</i> | (H.B.K) Scribn & Merr. |
| | | <i>Muhlenbergia macroura</i> | (H.B.K.) Hitchc |
| | | <i>Sporobolus indicus</i> | (L.)R. Br. |
| | | <i>Trisetum irazuense</i> | (Kuntze) Hitchc. |
| | Iridiaceae | <i>Dietes iridioides</i> | (L.) Sweet ex Klatt |
| | | <i>Sisyrinchium scabrum</i> | Schlecht.&Cham. |
| | Orchidaceae | <i>Spiranthes llavanea</i> | (Lindl.) Schltr. |
| | Smilacaceae | <i>Smilax moranensis</i> | Mart. & Gal. |

Cuadro 1. Composición florística de las zonas de Valle de Bravo, Estado de México.