



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



ESTABLECIMIENTO DE UN ÁREA SEMILLERA Y PRUEBAS
DE CALIDAD CON *Quercus resinosa* Liebm., PROCEDENTE DE
SIERRA DE ÁLVAREZ

Por:

Marco Antonio Dávila Lara

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agroecólogo

Soledad de Graciano Sánchez S.L.P.

Septiembre 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



ESTABLECIMIENTO DE UN ÁREA SEMILLERA Y PRUEBAS
DE CALIDAD CON *Quercus resinosa* Liebm, PROCEDENTE DE
SIERRA DE ÁLVAREZ

Por

Marco Antonio Dávila Lara

Tesis presentada como requisito para obtener el título de Ingeniero Agroecólogo

Asesor: Dr. Jorge Alberto Flores Cano

Asesor: Dr. José Marín Sánchez

Asesor: Dr. Heriberto Méndez Cortés

Asesor externo: Dr. Joel David Flores Rivas

El trabajo titulado **Establecimiento de un área semillera y pruebas de calidad con roble blanco (*Quercus resinosa liebm.*), procedente de sierra de Álvarez**, fue realizado por **Marco Antonio Dávila Lara** como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agroecólogo y fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis.

Dr. Jorge Alberto Flores Cano

Asesor

Dr. José Marín Sánchez

Asesor

Dr. Heriberto Méndez Cortés

Asesor

Dr. Joel David Flores Rivas

Asesor externo

Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., a los 22 días del mes de mayo de 2013.

DEDICATORIA

Con todo el amor de mi ser a mi madre **Irma Lara Rodríguez**, que siempre ha estado para mí en los momentos buenos y mucho más en los malos, siempre me ha dado el consejo y la orientación para ser una buena persona como ella lo es y que me ha apoyado para alcanzar mis metas soñadas que hemos realizado juntos.

A mi abuela **María del Refugio Rodríguez Vázquez** (†), que siempre estuvo al pendiente de mí en mis salidas a campo y en mis estudios.

A mi padre **Cirilo Dávila Cruz**, que me ayudo a poder salir con bien de mis metas y me ha dado todo su amor.

A mis hermanos **Yazmín Dávila Lara, Juan Carlos Dávila Lara (Guajo) y José Eduardo Dávila Lara (Pelón)**, que de una o de otra manera han estado para mí para alentarme y darme su apoyo incondicional siempre para dar lo mejor de mí y que me han enseñado que son los mejores hermanos que pude tener; A mis sobrinos **Yazmin Guadalupe Álvarez Dávila** (Güera), **María Teresa Álvarez Dávila** (Monin) y **Joel Álvarez Dávila** (Mi niño), que siempre han estado para animarme y darme lata cuando me sentía que no podía con mis estudios.

A mis amigos **Antonio** (Cheves), **Julio** (Maya), **Vicente, Isabel** (Bloodie), **Brenda** (befa), **Alma, Pao, Jazmín, Susana, Cyntia, Daniela y Verónica Franco**, que siempre estuvieron alentándome y sonsacándome para sacar este trabajo adelante; y **Gabriel** (carnalito del verano), y claro **Sandra** (carnalita del verano), que fueron parte importante de este viaje lleno de aventuras y que nunca me dejaron solo en ningún momento y estuvieron a cada momento los quiero a todos..

A la **Familia Torres Lara** que siempre me brindo su apoyo y su comprensión durante esta etapa de mi vida, **Miguel, Silvia, Paty y Alejandro**.

Y por ultimo a mis amigos del propedéutico del IPICYT **Erik, Edith, Oscar, Dalia, Charlie (mi rey) y Aracely**, que siempre estuvieron al pendiente del final de esto.

Espero ser todo lo que ustedes piensan que puedo llegar a ser y no defraudarlos nunca.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme seguir en este mundo y dejarme seguir realizando el cometido para el que me mando.

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en especial a la Facultad de Agronomía y Veterinaria, por permitirme realizarme como estudiante.

A el apoyo financiero otorgado por el **PROMEP** (clave del proyecto **PROMEP/103.5/11/3671**), denominado apoyo a la incorporación de NPTC.

A mis maestros:

Por su paciencia, tiempo invertido en mi y apoyo en mi formación profesional.

A mis asesores:

Dr. Jorge Alberto Flores Cano, Dr. José Marín Sánchez, Dr. Heriberto Méndez Cortés y Dr. Joel Flores, por su paciencia y apoyo en cada momento de duda, y por darme la oportunidad de realizar mi tesis bajo su asesoría.

Al Dr. Jorge Alberto Flores Cano por brindarme su amistad bajo el respeto mutuo y por brindarme la orientación no solo en mi formación académica si no también en mi formación personal y a su familia por brindarme su amistad.

A mis amigos:

Antonio (Cheves), Julio (Maya), Vicente, Isabel (Bloodie), Brenda (befa), Alma, Pao, Jazmín, Susana, Cyntia, Daniela, Verónica Franco, Gabriel, Sandra, Antonio Gómez, Leslie, Zulema, Isela, Sandrita, Fátima, Luisita, Chuy, Dalia, Pedro, Laira, Israel y todos mis compañeros de Veterinaria de la segunda generación (2012- 2017).

A mis compañeros del voleibol.

A todos les agradezco por su compañía apoyo comprensión y colaboración.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Bosque Templado.....	5
Caracterización del bosque templado.....	6
Tipos de bosque templado.....	6
Origen de los Encinos.....	7
Distribución de encinos en el mundo.....	8
Distribución de encinos en México.....	8
Distribución de encinos en San Luis Potosí.....	9
Boque de Encino.....	9
Regeneración de Encinos.....	12
Descripción Taxonómica de <i>Q. resinosa</i> Liebm.....	15
Área Semillera.....	15
Función de un Área Semillera.....	17
Diferencia entre Área Semillera, Rodal Semillero y Huerto Semillero.....	17
Establecimiento de un Área Semillera.....	17
Selección de Árboles Semilleros.....	18
Semilla.....	19
Partes de la Semilla.....	20

Cubierta Seminal.....	20
Sustancias y Tejidos de Almacenamiento.....	20
Embrión.....	21
Almacenamiento de Semilla.....	23
Tratamiento de Conservación.....	24
Análisis de Semilla.....	25
Importancia y características de los análisis de semillas.....	26
Número de semillas por kilogramo.....	26
Contenido de humedad.....	27
Viabilidad.....	27
Germinación.....	27
Vigor.....	29
Factores que Afectan la Conservación de la Semilla.....	29
Contenido de humedad.....	30
Temperatura.....	31
MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
Delimitación de un Área Semillera.....	33
Recolección de Bellota.....	34
Pruebas de Calidad.....	36
Contenido de humedad.....	36
Viabilidad.....	37
Prueba de vigor.....	38
Germinación a diferentes temperaturas.....	38
Germinación a diferentes profundidades.....	39
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	40
CONCLUSIONES.....	47
LITERATURA CITADA.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Datos dasométricos y distribución geográfica de los 17 árboles de <i>Q. resinosa</i> Sierra de Álvarez, Rioverde, S.L.P.....	41
2	Peso obtenido de las bellotas de la especie <i>Q. resinosa</i>	42
3	Colecta realizada el 14 de junio de 2012 (1) y Colecta realizada el 15 de julio de 2012 (2).....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ubicación de la zona de estudio en la UMA “San Rafael”.....	32
2	Delimitación del área de estudio.....	33
3	Formación de parcelas y ubicación del área semillera.....	33
4	Marcado de árboles semilleros.....	34
5	Colecta de bellotas.....	35
6	Colecta de semilla directamente del árbol.....	35
7	Depredación y germinación de la bellota de <i>Q. resinosa</i>	36
8	Pesado de bellota de <i>Q. resinosa</i>	37
9	Pruebas de flotación para viabilidad.....	38
10	Bellota de <i>Q. resinosa</i> para prueba de vig.....	38
11	Bellota de <i>Q. resinosa</i> sembrada a diferentes profundidades.....	39
12	Distribución de árboles de <i>Q. resinosa</i> con capacidad semillera Sierra de Álvarez,S.L.P.....	40
13	Promedio de contenido de humedad de bellotas de <i>Q. resinosa</i>	43
14	Porcentaje de germinación a cada ocho horas.....	45
15	Germinación de <i>Q. resinosa</i> , a) Bellotas sin tratamiento, b) Bellotas con una refrigeración previa al experimento de 5 días a 5° C.....	46
16	Porcentajes de capacidad de germinación a diferentes profundidades.....	46

RESUMEN

La especie *Quercus resinosa* se distribuye en zonas limitantes de agua y suelo por lo cual es muy resistente a adversidades ambientales. Los objetivos de este trabajo fue identificar una zona con potencial de semillero, con el fin de contar con un banco de germoplasma que produzca semilla de calidad para reforestaciones en áreas degradadas y comprobar que estas semillas colectadas servirán para nuestro propósito, por medio de someterlas a diferentes pruebas de calidad de importancia para el estudio (viabilidad, siembra a diferentes profundidades, germinación, vigor, etcétera.) La delimitación del área se realizó al sureste de la sierra de Álvarez, municipio de Rioverde. Se marcó un área de 9 has (300 x 300 m), la cual se dividió en 9 sectores de 100 x 100 m. El área de importancia quedó al centro, y el resto se consideró como zona de protección. La zona de producción fue a su vez subdividida en 16 parcelas de 25 x 25 m, y en cada una se seleccionó un encino con potencial de semillero. Los árboles seleccionados se marcaron con pintura amarilla de fondo y se les asignó un número. Se obtuvo su georeferencia, DAP (diámetro a la altura del pecho), diámetro de dosel, y altura. Se realizaron pruebas de germinación a diferentes temperaturas que fueron 30°C, a 23°C (temperatura ambiente), y a 5°C durante 5 días y posteriormente a 23°C. Otro experimento fue emergencia de la parte aérea a diferentes profundidades de siembra las cuales fueron, 0cm, 2cm, 4cm, 6cm y 8cm. El último experimento fue determinación de vigor de la bellota, con un tratamiento previo de baja temperatura por 24 horas. Se recomienda que las bellotas de encino sean sometidas a un tratamiento a baja temperatura, esto ayuda a que la latencia desaparezca (en la mayoría de las bellotas).

SUMMARY

Quercus resinosa species is distributed in limiting areas of water and soil which is highly resistant to environmental hazards. The aim of this study was to identify an area with potential for seed, in order to have a seed bank to produce quality seed for reforestation in degraded areas and ensure that these seeds collected will serve our purpose, through submission to different quality of importance for the study (feasibility, planting at different depths, germination, vigor, etc.). The delimitation of the area was southeast of Sierra de Alvarez, municipality of Rio Verde. It marked an area of 9 hectares (300 x 300 m), which was divided into 9 sectors of 100 x 100 m. The area of importance was the center, and the rest are considered as buffer zone. The production area was in turn divided into 16 plots of 25 x 25 m, and each selected a potential oak seedlings. The selected trees were marked with yellow paint background and assigned a number. He earned his georeferencia, DBH (diameter at breast height), canopy diameter, and height. Germination tests were performed at different temperatures which were 30 ° C, 23 ° C (room temperature), and 5 ° C for 5 days and then at 23 ° C. Another experiment was emergence of aerial seeding at different depths which were 0cm, 2cm, 4cm, 6cm and 8cm. The last experiment was determining force of the acorn, pretreatment with low temperature for 24 hours. It is recommended that oak acorns are subjected to low temperature treatment, it helps that the latency disappears (in most acorns).

INTRODUCCIÓN

Quercus es un género que se caracteriza por tener árboles de gran porte, aunque también se incluyen especies arbustivas; también hay de hábito foliar perenne y caduco. Este género abarca entre 400 a 600 especies, distribuidas por Europa, Asia occidental, Norteamérica y Sudamérica. México cuenta con un aproximado de 161 especies siendo 109 exclusivas del país, es decir, que cuenta con el 68% de los encinos con que cuenta el continente americano, siendo así un país con gran riqueza de encinos (Santiago Arizaga *et al.*, 2009).

Quercus resinosa Liebm., conocida como encino amarillo, encino bermejo, encino blanco, roble o roble blanco; tiene una altura que va desde los 7 hasta los 12 metros; el diámetro del fuste va desde los 15 a los 40 cm; Su corteza es gris con escamas gruesas. Las hojas son obovadas de 15 a 36 cm de largo por 5 a 26 cm de ancho, margen con 8 a 18 dientes a cada lado, haz verde lustroso y rugoso, envés verde-pálido o amarillo y tomentoso. El fruto es anual, solitario y en grupos de 2 o 3 bellotas, estas son ovoides de 15 a 35 mm de largo por 15 a 30 mm de diámetro (Santiago Arizaga *et al.*, 2009).

El roble blanco se encuentra principalmente en barrancas, en bosques de encino, asociados a algunas especies de pino en bosque de pino-encino o encino-pino, y bosque tropical caducifolio; su rango de altitud está entre 900 a 2100 msnm, y sobre suelos pedregosos y someros. Su distribución geográfica en México, se encuentra en los estados de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas (Santiago Arizaga *et al.*, 2009).

Quercus resinosa es una especie endémica de México, en el estado de San Luis Potosí tiene un asentamiento en la Sierra de Álvarez, la cual está rodeada en su parte norte, sur y oeste por grandes planicies semiáridas y valles (sección sur del desierto chihuahuense), y únicamente en su parte este limita con parte de la sierra gorda, Querétaro. Esta especie es de gran importancia pues su madera es aprovechada para leña, carbón, corcho, taninos, etcétera.

Se encuentra una gran variedad de estudios sobre encinos, pero sobre la especie *Q. resinosa* no se encuentran estudios previos (solamente sobre formación de agallas), esto representa un parte aguas para la realización de este estudio sobre pruebas de calidad de

semillas, estas son esenciales para la propagación y regeneración de esta especie, ya que las semillas de los encinos se caracterizan por ser recalcitrantes y no se puedan almacenar durante un largo tiempo (Juli Pujade *et al.*, 2011).

La regeneración de los encinos es uno de los problemas más importantes de este género, puesto que son diferentes sus mecanismos de regeneración y no todos se dan en todas las especies (*Quercus hintonii*, *Quercus robur*, *Quercus rugosa*, etc.). En este estudio se enfocó sobre el análisis de la propagación por la bellota de encino, en específico de la especie *Quercus resinosa*.

Las pruebas de calidad para las bellotas de *Q. resinosa* que se utilizaron en este estudio son establecidas por la Asociación Internacional de Pruebas en Semillas (ISTA por sus siglas en inglés), por lo que es importante conocer las respuestas de las bellotas hacia estos exámenes.

Para obtener semillas de calidad y para saber su lugar de origen, se delimitan áreas en lugares donde se encuentre la especie de interés, estas se llaman áreas semilleras. Según Niembro (1985), un área semillera es un banco de germoplasma para especies forestales los cuales son naturales o artificiales siendo en este caso para un aprovechamiento masivo de madera o de subproductos.

Las áreas semilleras forman parte de programas de mejoramiento genético, y pueden establecerse tanto en rodales naturales como en plantaciones, con la finalidad de producir semillas mejoradas, a corto plazo y a bajo costo (Niembro, 1985).

Objetivos

Determinar un área semillera de *Quercus resinosa* en una localidad de sierra de Álvarez.
Analizar la respuesta a algunas pruebas de calidad en semillas de *Quercus resinosa* procedentes del área semillera.

Hipótesis

El área semillera proveerá de semillas de calidad para la posterior producción de planta y su utilización a mediano plazo en estrategias de restauración ecológica.

REVISION DE LITERATURA

México presenta un fuerte proceso de deforestación y fragmentación de sus comunidades vegetales (principalmente bosques templados y tropicales, y en menor medida matorrales de zonas áridas y semiáridas), lo que ocasiona una pérdida importante de los recursos genéticos forestales maderables y no maderables (García de la Cruz *et al.*, 2011).

Actualmente, los remanentes de vegetación original están en riesgo de sufrir transformación, ya que no existen alternativas económicas para su uso y manejo. Y estos están cambiando a sistemas de producción agropecuarios. Debido a lo anterior, se requiere urgentemente establecer mecanismos estratégicos que involucren programas de manejo, capacitación, asistencia técnica e incentivos económicos que permitan la gestión y conservación de vegetación original (García de la Cruz *et al.*, 2011).

Una estrategia para la conservación, restauración y manejo forestal de los fragmentos de vegetación nativa de nuestro país son las fuentes semilleras o unidades productoras de germoplasma forestal (UPGF), estas están conformadas por árboles con buena genética y una conformación que los caracteriza como “árboles superiores”, que nos proporcionan semillas de calidad (García de la Cruz *et al.*, 2011).

En el ámbito nacional, la demanda de germoplasma forestal se incrementó considerablemente en México debido a las plantaciones y sobre todo con el Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), con el objetivo de asegurar el establecimiento de una nueva cobertura forestal en bosques y selvas, al utilizar un promedio de 30,000 kg de semilla año⁻¹ de diversas especies forestales, sin considerar el Programa de Plantaciones Comerciales (Reed, 2004; FAO, 2000).

Bosque Templado

La importancia de los bosques templados es brindar servicios ambientales, regulación de los ciclos biogeoquímicos y el clima y hasta fenómenos globales como mantener la biodiversidad. La variedad de factores abióticos (clima, suelo, altitud y latitud) ha permitido en México la conformación de una diversidad biológica extraordinaria, considerada como una de las floras más ricas del mundo (WRM, 2002).

Florísticamente, los bosques templados son importantes, pues el 70% de sus flora es endémica (Rzedowsky, 1991); así mismo, son una fuente de ingresos que proveen bienes, recursos y espacios para la recreación (Villalón y Estrada, 2003).

La composición vegetal de los bosques templados se caracteriza por árboles de gran porte, esta también está determinada por el clima. La diferencia que existe entre los ecosistemas templados y los tropicales o cálidos, se encuentra básicamente en sus componentes; mientras que en los bosques la dominancia de la vegetación es de una o dos especies, en las selvas existe una gran diversidad de especies.

Los bosques son comunidades vegetales constituidas principalmente por árboles, ya sean coníferas o latifoliadas, aunque en su composición también existen especies arbustivas y hierbas. Se les denomina bosques puros a aquellos en los que predomina una especie y bosque mezclado a los que la dominancia es por dos o más especies (Granados-Sánchez *et al.*, 2007).

Los ecosistemas templados ocupan una posición predominante entre todos los ecosistemas con 1.8 billones ha⁻¹ en el mundo (Ovington, 1983). Respecto a la biomasa, los ecosistemas forestales templados producen de 200-400 ton ha⁻¹ (Vitousek y Reiners, 1975). En términos de producción primaria ocupa de entre los ecosistemas de la tierra el tercer lugar con 5-20 ton ha⁻¹ (Chen *et al.*, 1995).

Los bosques sostienen la industria maderera, pero su destrucción causa daños irreversibles; los conservacionistas argumentan que los bosques son el hogar de muchas especies que no pueden sobrevivir en ningún otro lugar, por lo que se deben preservar para las generaciones futuras (Oliver, 1981).

Los bosques tienen un valor ecológico muy alto por la cantidad de fotosíntesis que lleva a cabo y los servicios ambientales que realiza, el más importante es la absorción de

CO₂, el cual respiramos en un 0.03%, esta cantidad en la atmosfera provee a las plantas con suficiente carbono (Abrams *et al.*, 1994)

Caracterización del Bosque Templado.

Los bosques templados de México se encuentran formando la vegetación de las principales cordilleras de México (Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur). Los principales tipos son: bosques de pino, bosques de oyamel, bosque de encino, bosque de enebro y bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1978; Perry, 1991).

La mayor parte de los bosques de coníferas, están dominados por las especies *Pinus arizonica*, *P. durangensis*, *P. pseudostrobus*, *P. patula*, *P. montezumae*, *P. teocote*, *P. tenuifolia*, *Abies religiosa* (Oyamel), *Cupressus lindleyi* (Cedro blanco), *Juniperus* spp. (Táscate), *Libocedrus* spp. (Cedro), *Quercus* spp. (Encino), *Alnus* spp. (Aile), *Arbutus* spp. (Madroño) (Rzedowski, 1978; Perry, 1991).

Tipos de bosques templados.

Bosque de Pino. Abarca una superficie de: 5'238,681 ha, con dominancia en un 80% por el género *Pinus*. Se localiza principalmente en las regiones montañosas del país, en climas donde la temperatura media anual fluctúa entre los 6 y los 28 ° C y en altitudes entre 1,500 y 3,000 m, las especies con mayor valor económico por su aprovechamiento maderable son: *Pinus engelmannii*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, *P. durangensis* y *P. arizonica*, entre otros (Granados-Sánchez *et al.*, 2007).

Bosque de Oyamel. Ocupa una superficie de 193,717 ha con masas puras y mezcladas de *Pinus* spp. y *Quercus* spp., a una altitud que fluctúa entre 2,400 y 3,600 has, en climas ligeramente húmedos, sin estaciones frías y calientes bien diferenciadas, con una temperatura entre 7 y 15°C y una precipitación media anual de 1,000 mm, En México se han identificado tres especies de este género: *Abies religiosa*, *A. concolor* y *A. guatemaltensis* (Granados-Sánchez *et al.*, 2007).

Bosque de *Juniperus* spp. Comprende pequeñas áreas en la Sierra Madre Oriental, fisonómicamente este tipo de vegetación puede variar desde matorrales hasta árboles de 15 m, aunque la altura media varía de 2 a 6 m. las especies más importantes por su frecuencia y aprovechamiento son: *Juniperus mexicana*, *J. monosperma*, *J. fláccida*, *J. deppeana*, *J. monticola* (Granados-Sánchez *et al.*, 2007).

Bosques de *Pseudotsuga* y *Picea*. Ocupan una superficie de entre 2,000 y 3,200 has estos géneros se asemejan en su aspecto, morfología, comportamiento ecológico y hábitat a los árboles de *Abies* spp. La especie más común es *Pseudotsuga menziesii*. Las especies de *Picea* más comunes son *Picea chihuahuana* y *P. mexicana* (Granados-Sánchez *et al.*, 2007).

Bosque de *Cupressus* spp. Se encuentra normalmente en cañadas y en suelos profundos con climas húmedos y frescos, en el centro y sur de México se halla entre 1,800 y 3,000 m de altura. Las especies identificadas son: *Cupressus lindleyi*, *C. arizonica* y *C. guadalupensis* (Granados-Sánchez *et al.*, 2007).

Bosque de pino-encino. Comprende 10'937,964 ha de comunidades mezcladas de *Pinus* y *Quercus*. Se distribuye en casi todas las montañas y sierras del país, en áreas cuyas altitudes fluctúan desde 100 hasta 3,100 m, con una temperatura media anual de 10 a 26°C y una precipitación media anual que oscila entre 600 y 1,200 mm (Granados-Sánchez *et al.*, 2007).

Las combinaciones tanto de pino como de encino varían de acuerdo al suelo y altitud de la región. Las especies más importantes de este tipo de bosque son: *Pinus herrerae*, *P. teocote*, *P. patula*, *P. arizonica*, *P. engelmannii*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus* y, en el caso de los encinos: *Quercus resinosa*, *Q. castanea*, *Q. arizonica*, *Q. rugosa*, *Q. crassifolia* y *Q. mexicana* (Granados-Sánchez *et al.*, 2007).

Bosque de Encino. Constituye la mayor cubierta vegetal de las áreas de clima templado frío y semihúmedo (alrededor de 9'516,561 ha). Esta asociación vegetal se localiza en las zonas montañosas del país; su distribución es en casi toda la República, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta 3,100 m, aunque la mayoría se encuentra entre 800 y 1,200 m (Granados-Sánchez *et al.*, 2007). Las principales especies son: *Quercus tuberculata*, *Q. devia*, *Q. chihuahuensis*, *Q. arizonica*, *Q. crassifolia*, *Q. aristata*, *Q. resinosa* y *Q. mexicana* (Granados-Sánchez *et al.*, 2007).

Origen de los Encinos

El registro fósil muestra abundancia de *Quercus* desde el cretácico superior (hace 100 millones de años), aunque existen áreas donde ya no se encuentra, como Groenlandia e Islandia (Van Steenis, 1972). Estos sugieren que los encinos actuales se diversificaron

en el oligoceno, el 85% del polen corresponden a ellos. Lo anterior se atribuye a los rápidos cambios de clima del eoceno al oligoceno (Nixon, 1993).

Distribución de encinos en el mundo

Los encinos están distribuidos ampliamente en las zonas templadas, templado cálidas y montañas tropicales del hemisferio septentrional. Se extienden en América desde el sur de Canadá hasta las montañas de Colombia. En el Viejo Mundo se encuentran en el norte de Europa y África, a través de la región Mediterránea, y en el sur y sureste de Asia, hasta el Archipiélago de la India, Indonesia y Nueva Guinea (Nixon, 1984).

Distribución de encinos en México

Los bosques de encino están presentes en aproximadamente 5.5% de la superficie nacional, el bosque templado (bosque de encino, bosque de pino y variantes de los dos) cubre el 21% (Rzedowski, 1991).

Los encinos se distribuyen en todo el país, excepto en Yucatán y Quintana Roo. Son parte del elemento dominante de la vegetación en la Sierra Madre Oriental, pero también son comunes en la Occidental, en el Eje Volcánico Transversal, en la Sierra Madre del Sur, Sierras del Norte de Oaxaca, en las de Chiapas y Baja California, y en las sierras aisladas del Desierto Chihuahuense (Nixon, 1993).

Se desarrollan en suelos de origen sedimentario, ígneo o metamórfico, y en cualquier exposición topográfica. Alrededor del 95% de las especies de *Quercus* se extienden en altitudes intermedias (1200 a 2800 m), debido a que se encuentran principalmente en las montañas altas, aunque las especies del norte del país crecen a altitudes comparativamente bajas, en montañas áridas, mientras que en el sur los encinos están confinados especialmente a la parte alta de la montaña (de la Cerda, 1989).

Los encinos se encuentran en una variedad de climas, además del templado y semihúmedo, en los climas calientes, en los típicamente húmedos e incluso en los áridos, aunque aquí tienen con frecuencia las formas arbustivas (Rzedowski, 1978).

Son predominantes en el encinar arbustivo, bosque de encino, encino-pino, y parcialmente en el bosque mesófilo y matorral submontano. Los encinares presentan en su composición florística una mezcla de elementos neotropicales y holárticos, en

proporciones más o menos equivalentes. La proporción de los segundos aumenta de sur a norte (Rzedowski, 1978).

Distribución de encinos en San Luis Potosí

En San Luis Potosí el género *Quercus* tiene gran variabilidad morfológica intra e interespecífica, lo cual posiciona al Estado como uno de los más diversos en especies de encinos, las cuales se distribuyen en gran variedad de condiciones ecológicas. Con 45 especies San Luis Potosí se posiciona en 2º lugar en diversidad de encinos junto con Jalisco. Las especies son representadas de 2 secciones, 23 son encinos blancos (sección *Quercus*) y 22 son encinos rojos (sección *Lobatae*) (Sabás, 2011).

Las especies se distribuyen en 37 de los 58 municipios del estado. Los encinos blancos están presentes en 36 municipios y los encinos rojos en 27. El municipio de Zaragoza con 22 especies, Guadalcázar con 21 y Rioverde con 16, son los municipios con mayor número de especies (Sabás, 2011).

Bosque de Encinos

Los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México. De hecho, junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo (Rzedowski, 2006).

No se limitan, sin embargo, a estas condiciones ecológicas, pues también penetran en regiones de clima caliente, no faltan en las francamente húmedas y aun existen en las semiáridas, pero en esta última asumen con frecuencia la forma de matorrales (Rzedowski, 2006).

Aunque la sistemática de los taxa pertenecientes al género *Quercus* se encuentra todavía lejos de ser satisfactoria, en forma conservadora cabe reconocer para México más de 150 especies (quizá cerca de 200). Si se toma en cuenta que de este número más de la mitad son árboles dominantes o codominantes en los bosques, podrá comprenderse la gran diversidad florística, fisonómica y ecológica de los encinares mexicanos (Rzedowski, 2006).

Los encinares guardan relaciones complejas con los pinares, con los cuales comparten afinidades ecológicas generales y los bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus* son muy frecuentes en el país (Rzedowski, 2006).

También se relacionan los bosques de *Quercus* con los de *Abies* y con el bosque mesófilo de montaña, así como con diversos tipos de bosques tropicales y aun con las sabanas y otros tipos de pastizales, lo cual es explicable en función de su extensa amplitud ecológica (Rzedowski, 2006).

Se conocen encinares de todos los estados y territorios de la República, excepción hecha en Yucatán y Quintana Roo y se encuentran desde el nivel del mar hasta 3100 msnm aunque más de 95% de su extensión se halla en altitudes entre 1200 y 2800 m. constituye el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental, pero también son muy comunes en la Occidental, en el eje Volcánico Transversal, en la Sierra madre del Sur, en la sierra del norte de Oaxaca y en las de Chiapas y de Baja California, lo mismo que en numerosos macizos montañosos aislados de la Altiplanicie y de otras parte de la República (Rzedowski, 2006).

Con frecuencia la franja del encinar se ubica a niveles altitudinalmente inferiores que la del pinar, pero esta disposición no se cumple en muchas regiones y a veces se invierte. Los bosques de *Quercus* ocupan 5.5% de la superficie del país y además asignan 13.7% a la categoría del bosque de pino y encino (Rzedowski, 2006).

El criterio que usan varios autores es el de cartografiar la vegetación clímax, pero cabe recordar que los encinares, desde tiempos inmemorable, han sido los tipos de vegetación más afectados por el hombre, ya que ocupaban áreas particularmente favorables para el desarrollo de la agricultura y porque cubrían regiones de clima atractivo para la población humana (Rzedowski, 2006).

Los encinares se han observado sobre diversas clases de roca madre, tanto ígneas, como sedimentarias y metamórficas, así como en suelos profundos de terrenos aluviales planos, pero tales terrenos casi en todos los casos se dedican hoy a la agricultura (Rzedowski, 2006).

No tolera, aparentemente, deficiencias de drenaje, aunque puede crecer a orillas de arroyos en tierra permanentemente húmeda. No es rara su presencia en suelos someros de terrenos muy rocosos e inclinados o de pedregales. Típicamente el suelo es de

reacciones ácidas moderadas (pH 5.5 a 6.5), con abundante hojarasca y materia orgánica en el horizonte superficial y a menudo también a mayor profundidad. La textura varía de amarilla a arena al igual que la coloración que frecuentemente es roja, aunque puede ser amarilla, negra, café o gris (Rzedowski, 2006).

Los encinares arbóreos de México prosperan típicamente en condiciones de clima Cw de la clasificación de Köppen (1948), pero también se extienden hacia Cf, Cs, Cx', Af, Am, y BS. La precipitación media anual varía de 350 mm (en Sonora, fide White, 1949:237) a más de 2000 mm en algunos lugares de la Planicie Costera del Golfo de México, pero la distribución de la de la mayoría de los encinares se halla entre las isoyetas de 600 y 1200 mm (Rzedowski, 2006).

La temperatura media anual tiene una amplitud global de 10 a 26°C y más frecuentemente de 12 a 20°C. El número de meses secos oscilan entre 0 y 9 e igualmente amplios son los límites de la humedad relativa, de la oscilación de la temperatura, etcétera (Rzedowski, 2006).

En ciertas partes de la Sierra Madre Occidental y también de la Oriental, las heladas llegan debajo de 0°C y son muy comunes en el periodo más frío del año, en casi toda el área cubierta por el encinar en México, pero no se presentan en la Planicie Costera de Veracruz y Tabasco, ni tampoco en la región cercana al litoral de Jalisco y Nayarit (Rzedowski, 2006).

Extensas superficies de terrenos antes cubiertos por encinares se emplean para la agricultura, que en su mayoría es el temporal (Rzedowski, 2006).

Amplias extensiones de encinares se aprovechan con el fin ganadero y con el objetivo de estimular la producción de brotes tiernos de plantas herbáceas y arbustivas, en muchas partes del país se acostumbra someterlos a la acción periódica del fuego. Estos incendios se producen en el periodo más secos y calurosos del año, época en que más fácilmente se propagan y en que más hace falta el forraje para el ganado (Rzedowski, 2006).

Como en otros tipos de vegetación, también en los encinares el fuego provoca cambios en la composición y en la estructura de las comunidades, cambios que varían en su profundidad en función de la periodicidad y la fuerza de los incendios (Rzedowski, 2006).

Así, muchos encinares mueren por completo, bien porque no resisten los incendios, o bien porque no se reproducen los árboles dominantes y a la larga el bosque no puede perpetuarse. Bajo este mecanismo se convierte en bosques, matorrales o zacatales secundarios, que a menudo resultan más útiles para aprovechamientos ganaderos que el bosque clímax mismo y por consiguiente el hombre procura no crear las condiciones propicias para su restablecimiento (Rzedowski, 2006).

Lo que sobreviene, sin embargo, en muchos casos, es que los terrenos de esta manera degradados y constantemente sometidos a pastoreo intenso pierden la capacidad de absorber y almacenar eficientemente en el agua de la lluvia; el escurrimiento predomina sobre la infiltración y comienza a desencadenarse una rápida erosión de suelo y hasta de la misma roca madre, sobre todo en los casos en que ésta última es poco consolidada (Rzedowski, 2006).

Regeneración de Encinos

La regeneración de las plantas es un proceso dinámico por el que nuevos individuos se incorporan a la población reproductora a medida que otros desaparecen como resultados de la mortalidad natural (Harper, 1977).

En el caso de las especies leñosas, este proceso implica una serie de transiciones entre estados (flores, semillas, plántulas, brinzales y adultos) que implican pérdidas en potencial reproductivo debido a la actuación de factores abióticos y bióticos, cuyo efecto combinado determina el estudio final en número de nuevos individuos adultos (Jordano y Herrera, 1995).

Entre los agentes bióticos implicados se encuentran al menos defoliadores, polinizadores, consumidores de semillas pre- y postdispersivos, diseminadores de semillas y ramoneadores, que participan en una compleja trama de interacciones cuyos efectos netos pueden ser en gran medida dependientes del escenario abiótico.

Los bosques de las zonas templadas se caracterizan por una diversidad comparativamente baja de especies arbóreas, siendo frecuentemente dominados por una sola especie (Armesto *et al.*, 1995).

Así, la dinámica de la regeneración de estas especies condicionan en gran medida los procesos esenciales a nivel de ecosistema y la historia vital de los organismos que dependan de ellas (Jones *et al.*, 1994).

Esta es la razón por la que la falta de regeneración en las poblaciones de estas especies pueden tener consecuencias, muy significativas desde el punto de vista del mantenimiento de su capacidad productiva o de la conservación de los ecosistemas forestales y la diversidad biológica asociada (Perry, 1994).

Una gran parte de los bosques de la zona templada del hemisferio norte y de las transiciones subtropicales están dominados por especies del género *Quercus* (“roble” en sentido amplio). Este género contiene en torno a 400 especies, de las que la mayoría se encuentran en Norteamérica y algunas decenas en el área mediterránea y Asia oriental (Miller y Lamb, 1985).

Gran parte de estos bosques han sido objeto de un aprovechamiento agroforestal que ha dado lugar a graves problemas de regeneración. Este es el caso de la mayoría de las sabanas de roble del oeste de Estados Unidos, los bosques de robles ingleses o las dehesas y montados de la Península Ibérica (McPherson, 1997).

En todos estos sistemas forestales se ha constatado que la transformación secular de los bosques nativos (principalmente para el aprovechamiento ganadero) es en gran medida incompatible con el establecimiento de plántulas y brinzales, lo que a la larga produce un envejecimiento irreversible del arbolado y, en algunos casos de deficiencia crónica en la regeneración, una disminución a escala geográfica de la superficie forestal (McPherson, 1997).

Aunque algunos rasgos de la biología reproductiva del género *Quercus* difieren de unos subgéneros a otros, existe considerable constancia geográfica en los parámetros morfológicos y fenológicos básicos, así como en la identidad de los gremios de animales que, a través de su interacción en distintas fases del ciclo, afectan al éxito reproductivo de los robles (Kaul, 1985).

Esta similitud permita la comparación de la dinámica de la regeneración en áreas muy distantes, que difieren básicamente en el escenario climático y en el grado de conservación (Vázquez, 1998).

En general los robles son arboles de tamaño pequeño o mediano (3-20 m), perennes o caducifolios, monoicos y con polinización anemófila. Las inflorescencias masculinas y femeninas se producen en los brotes de crecimiento anual, emitidos entre febrero abril en los bosques de la zona templada (Crawley, 1985).

Durante su elongación, los brotes son defoliados principalmente por orugas de lepidópteros (típicamente polillas de las familias *Tortricidae*, *Noctuidae* y *Lymntridae*), que reducen la producción de frutos, bien por consumo directo de las flores femeninas o bien indirectamente, al reducir el porcentaje de frutos cuajados que se desarrollan hasta la madurez (Crawley, 1985).

Las flores femeninas no reciben polen, son fertilizadas entre uno y tres meses después, siendo muy significativas las pérdidas por fallo en la fertilización, que suelen atribuirse a condiciones climáticas desfavorables (Pulido, 1999).

Con algunas excepciones entre los robles americanos, los frutos llenos se desarrollan a lo largo del verano y principios del otoño, sufren considerables pérdidas antes de la dispersión debidas a distintas causas de aborto y la acción de insectos perforadores de los frutos (larvas de gorgojos y polillas) (Pulido, 1999).

Una vez en el suelo, los frutos crecidos (bellotas) son consumidos por ungulados, roedores y aves. Algunas especies de roedores (géneros *Apodemus*, *Peromyscus*, *Sciurus* y *Tamias* principalmente) y aves de pequeño tamaño (notablemente los cuervos de los géneros *Garrulus*, *Aphelocoma* y *Cyanocitta*), actúan como diseminadores al almacenar las bellotas a veces a una distancia considerable del árbol productor (Vázquez, 1998).

La germinación de las bellotas y la emergencia de plántulas ocurren en la primavera siguiente a la dispersión, existiendo una amplia variabilidad fenológica en función del clima y el hábito perenne o caducifolio (Pulido, 1999).

Finalmente, en las fases de establecimiento y reclutamiento las plántulas y brinzales leñosos sufren la defoliación y el daño mecánico por parte de invertebrados y mamíferos ramoneadores, así como los efectos desfavorables de la sequía y la competencia del sotobosque (Pulido, 1999).

Descripción Taxonómica de *Quercus resinosa* Liebm

Quercus resinosa Liebm. es conocido como encino amarillo, encino bermejo, encino blanco, roble o roble blanco. Tiene una altura que va desde los 7 hasta los 12 metros, el diámetro del fuste va desde los 15 a los 40 cm. Su corteza es gris con escamas gruesas. Las hojas son obovadas de 15 a 36 cm de largo por 5 a 26 cm de ancho margen con 8 a 18 dientes a cada lado; haz verde lustroso y rugoso; envés verde-pálido o amarillo y tomentoso. El fruto es anual, solitario y en grupos de 2 o 3 bellotas, estas son ovoides de 15 a 35 mm de largo por 15 a 30 mm de diámetro (Santiago Arizaga *et al.*, 2009).

Su hábitat son barrancas, en bosques de encino, pino-encino y tropical caducifolio entre 900 a 2100 msnm y sobre suelos pedregosos y someros. Su distribución geográfica es endémica de México, se encuentra en los estados de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas (Santiago Arizaga *et al.*, 2009).

Área Semillera

La creciente demanda de productos derivados del bosque en México es uno de los grandes problemas que enfrenta el sector forestal, para disminuir este problema se contemplan varias alternativas de solución entre las que destacan: aprovechamiento más intensivo de los recursos naturales existentes y el establecimiento de plantaciones forestales a nivel comercial, esta última que puede realizarse en forma paralela a la primera (Patiño y Villarreal, 2012).

Un rodal o área semillera se define como un grupo de árboles de la misma especie, que es mejorado mediante la remoción de individuos indeseables y manejado para estimar la producción pronta y abundante de semilla (Barner, 1973).

Las unidades productoras de germoplasma forestal (UPGF), son áreas que presentan conjuntos de árboles seleccionados con base en las características óptimas deseables para la producción de semillas. Son los llamados “árboles semilleros”, a partir de los cuales se asegura el abastecimiento de germoplasma de calidad certificada que se destina a los programas de forestación, reforestación y restauración ecológica (García de la Cruz *et al.*, 2011).

El rodal o área semillera es una plantación o rodal natural que, por presentar características en cuanto a forma, crecimiento y sanidad de los árboles, es manejado para

producir semilla. Los individuos de baja calidad se eliminan y solo se conservan los mejores progenitores para cruzarlos, éstos se seleccionan por sus cualidades fenotípicas y rara vez son sometidos a pruebas de progenie (Salazar y Boshier, 1991).

La introducción en la práctica forestal, de las mejores procedencias originadas de semilla de alta calidad, depende básicamente de la organización de un programa de mejoramiento, el cual contemple el establecimiento de unidades especiales para su producción. El empleo de semilla bien desarrollada y viable, de alta calidad genética, es fundamental para obtener bosques vigorosos y sanos, capaces de producir materia prima de buena calidad (Patiño y Villarreal, 2012).

La semilla óptima de una especie se produce en los mejores rodales de bosques naturales o plantaciones, que por la calidad fenotípica de su arbolado pueden ser considerados rodales semilleros, que a su vez pueden convertirse mediante el tratamiento adecuado en áreas semilleras (Patiño y Villarreal, 2012).

Las áreas semilleras forman parte de programas de mejoramiento genético, y pueden establecerse tanto en rodales naturales como en plantaciones, con la finalidad de producir semillas mejoradas, a corto plazo y bajo costo (Niembro, 1985).

Las áreas semilleras se basan en los principios de selección, por medio de los cuales el hombre utiliza un camino similar al de la naturaleza, para obtener ventajas de las poblaciones naturales, seleccionando de una manera más directa los caracteres que le propician mayores ganancias, mismo que es necesario definir para determinar la metodología que quiere una especie forestal (Patiño y Villarreal, 2012).

Los caracteres por seleccionar estarán en función del uso final que se destine la materia prima, ya sea para obtención de madera, producción de materiales celulósicos o de producción de resinas. La selección deberá encaminarse siempre a buscar individuos o conjuntos de individuos que permitan un aumento en la producción, cualquiera que sea (Patiño y Villarreal, 2012).

Los rodales semilleros poseen tres atributos:

- 1) La semilla cosechada es de mejor calidad genética que la obtenida a partir de rodales comerciales.
- 2) Permite el desarrollo de razas locales introducidas.
- 3) Son fuente confiable de semilla bien adaptada a un costo moderado (Talbert y Zobel, 1988).

Las áreas semilleras solo pueden establecerse, con cierta facilidad, en aquellos bosques que contengan pocas especies por unidad de área, cuyos individuos formen agrupaciones más o menos densas, en donde se puede seleccionar a los mejores sujetos (Patiño *et al.*, 1983).

Función de un Área Semillera

La función de las áreas semilleras consiste en proporcionar grandes cantidades de semilla de buena calidad dos años después de establecida, por esto, se ha considerado que este tipo de trabajos en México se pueden efectuar con plena seguridad de que en unos cuantos años habrá redituado la inversión inicial. Otras funciones es que su periodo relativamente corto para su establecimiento y obtención de la semilla, producción de semilla de buena calidad, a la cual se le podrá certificar en cuanto a especie, origen y fuente parental (semilla selecta), la obtención sistemática de semilla de orígenes geográficos (procedencia) conocidos (Patiño y Villarreal, 2012).

Diferencia entre Área Semillera, Rodal Semillero y Huerto Semillero

Área semillera. El área semillera es un rodal seleccionado de alta calidad en el cual los individuos menos deseables son cortados para evitar su cruzamiento con árboles seleccionados, proporcionando al mismo tiempo espacio para el desarrollo de los mejores, permitiendo aumentar el rendimiento de semilla a través del tratamiento aplicado (Patiño y Villarreal, 2012).

Rodal semillero. Son áreas que no han recibido ningún tratamiento previo para mejorar la calidad de la semilla, pero presentan un alto porcentaje de árboles con características deseables (Patiño y Villarreal, 2012).

Huerto semillero. Un huerto semillero consiste en una plantación de individuos previamente seleccionados y reproducidos sexual o asexualmente para producir semilla en la que se conoce su especie, su origen y sus dos fuentes parentales (semilla certificada) (Patiño y Villarreal, 2012).

Establecimiento de un Área Semillera

Para establecer un área semillera se requiere desarrollar las siguientes actividades:

- Selección del sitio, donde se va a establecer, el cual debe garantizar una producción temprana, importante y confiable de semilla. Presentar topografía plana y de fácil acceso, suelos con fertilidad promedio, disponibilidad de equipos y mano de obra, cerca a fuentes de agua, no ubicado en las partes más frías de área de distribución natural de la especie, procurar que tenga forma cuadrada y evitar los sitios que puedan presentar condiciones climáticas extremas, como nubosidad o neblina constante y vientos fuertes (Lamberth, 1991).

- Tamaño. Éste se determinará por la cantidad de semilla requerida y la disponibilidad de fenotipos apropiados para ser seleccionados (Talbert y Zobel, 1988). Las áreas semilleras pueden ser de diferentes dimensiones dependiendo del propósito para el que se necesite, las características propias del rodal y las semillas requeridas. Las dimensiones más comunes son de 9, 12, 16 y 20 hectáreas. (Niembro, 1985). El área central mínima debe de ser de 4 hectáreas, con una cantidad de 50 a 75 árboles/ha, después del raleo, distribuidos lo más regularmente posible.

- Definición de límites. En teoría, una zona semillera se debe delimitar de tal forma que sólo incluya poblaciones nativas que se entrecruce. Esto significa que los términos “zona semillera” y “región de procedencia” se debe usar solo para poblaciones naturales y que las zonas semilleras se deben delimitar separadamente para cada especie, dependiendo de su propia variación racial (Humlebaek, 1983).

- Selección de árboles plus, son los mejores fenotipos por su forma y volumen (Salazar y Boshier, 1988).

- Reproducción de material, a través de la propagación vegetativa o por semilla de los árboles plus (Salazar y Boshier, 1988).

Selección de Árboles Semilleros

La selección de los árboles semilleros y, por lo tanto, de las características deseables, depende de los objetivos del proyecto o programa en el cual se van a usar. Por ejemplo, para una plantación de producción de madera las características idóneas son arboles sanos, vigorosos, con fuste recto y largo, poca ramificación y alta producción de semilla (García de la Cruz *et al.*, 2011).

Los árboles que cumplen con el 100% de estas características son considerados árboles semilleros tipo 1; cuando no cumplen en su totalidad con alguna de ellas, pero si con más del 50%, por ejemplo no posee un fuste lo suficientemente recto o presentan mucha ramificación, se les clasifica como tipo 2; y cuando se trata de árboles que presentan menos del 50% de las características deseables, se les califica como tipo 3 (García de la Cruz *et al.*, 2011).

La parte más importante del manejo consiste en eliminar todos los árboles con características indeseables, como individuos suprimidos, bifurcados, como fustes torcidos y enfermos. Para no provocar un impacto ambiental fuerte en el rodal, no se deben eliminar todos los árboles indeseables de una sola vez. Es necesario programar varios aclareos hasta dejar el rodal en la condición óptima (Salazar y Boshier, 1989).

Semillas

El óvulo después de haber sido fertilizado sufre profundas transformaciones histológicas, anatómicas, y morfológicas que terminan con la formación de la semilla. En términos generales el cuerpo de una semilla madura está compuesto de las siguientes partes:

1. Una cubierta envolvente que rodea y protege a las partes internas de daños mecánicos y biológicos
2. Determinadas cantidades de sustancias nutritivas almacenadas en el endospermo y/o en el perispermo.
3. Un embrión en estado de latencia.
4. Ocasionalmente la presencia de un arilo que le cubre parcial o totalmente.

A pesar de su aparente simplicidad, las semillas presentan una gran diversidad morfológica tanto en su estructura externa como interna la cual está estrechamente relacionada con sus formas de dispersión y germinación.

Las variaciones morfológicas externas de mayor importancia incluyen diferencias en tamaño, forma, textura y color, así como la presencia o ausencia de estructuras especializadas como alas, tricomas y arilos. Las variaciones anatómicas se observan en la estructura de la cubierta seminal; la presencia, ausencia y posición de los tejidos de reserva, así como el tipo y la posición del embrión (Niembro, 1988; Flores, 2002).

Las semillas de las distintas especies de árboles y arbustos presentan enormes diferencias de tamaño de varios órdenes de magnitud. El tamaño de las semillas de una especie en particular y sus variaciones es el resultado de una compleja interacción entre su constitución genética y las condiciones ambientales en las cuales se originó, así como se su forma de dispersión (Moreno-Casasola, 2003).

Las formas de las semillas son múltiples y complejas y están determinadas tanto por el tipo de óvulo a partir del cual se originaron, por su patrón de crecimiento y desarrollo durante su ontogenia, por la posición que hayan tenido dentro del fruto y por sus mecanismos de dispersión (IAPT, 1962).

Partes de la Semilla

Cubierta seminal

Es el tejido que rodea el cuerpo de la semilla o también llamado testa. Esta estructura está compuesta de todas o de algunas de las partes que conforman los tegumentos del óvulo y en la semilla madura muestra profundas diferencias morfológicas y anatómicas dependiendo de la especie a la que pertenece.

Sustancias y tejidos de almacenamiento.

Las semillas acumulan diversas sustancias algunas de las cuales contribuyen a constituir las células y tejidos que conforman su cuerpo. Otras sustancias por lo contrario, nutren al embrión durante su generación y permiten el crecimiento de la planta durante los primeros estadios de su ciclo de vida. Las principales sustancias energéticas precursoras de moléculas estructurales contenidas en las semillas son los carbohidratos, los lípidos y las proteínas. Estas sustancias están localizadas en dos diferentes tejidos de almacenamiento conocidos como perispermo y endospermo.

El perispermo es un tejido de reserva genéticamente diploide que se origina de la nucela del ovulo. Las semillas maduras de numerosas especies carecen de perispermo debido a que es consumido en su totalidad por el embrión y los tegumentos durante su ontogenia (Martín, 1946).

El endospermo es un tejido de almacenamiento de sustancias nutritivas que se originan a partir de la fusión de uno de los núcleos espermáticos procedentes del grano

de polen con dos, tres o más núcleos polares contenidos en el saco embrionario. Esta fusión original un tejido triploide o poliploide cuya ontogenia puede ser nuclear, celular o helobial (Bhojwani y Bhatnagar, 1979).

La presencia de endospermo en la semilla madura es inversamente proporcional al tamaño del embrión. Las semillas que presentan endospermo visible se conocen como endospermicas o albuminosas. Las que no lo presentan reciben el nombre de no endospermicas o exalbuminas. En este tipo de semillas las reservas nutritivas se encuentran almacenadas principalmente en los cotiledones o en el hipocótilo del embrión (Niembro, 1988).

En las semillas endospermicas, el endospermo está limitado a unas cuantas células de espesor (Vaughan, 1970) o presentarse como tejido masivo, parenquimatoso, suave y carnoso, generalmente de color blanco, algunas semillas contienen un endospermo de extrema dureza, córneo y traslucido a veces de color ambarino (Niembro, 1988).

El endospermo de algunas semillas muestra una superficie lisa (endospermo entero). En otras semillas la superficie del endospermo se encuentra agrietada o resquebrajada (endospermo ruminado) mostrando zonas de contorno irregular debido a la penetración del tegumento interno de la cubierta seminal (Niembro, 1988).

Los principales componentes químicos del endospermo son los carbohidratos, los lípidos y las proteínas. Los carbohidratos están almacenados en forma de granos de almidón o forman parte de las paredes celulares ricas en hemicelulosa (Grant-Reid, 1985).

Los lípidos aparecen en las células del endospermo como cuerpos lipídicos los cuales contienen diversos tipos de aceites insaturados cuya proporción varía de acuerdo con la especie. Las proteínas se encuentran también dentro de las células del endospermo formando los granos de aleurona y constituyen la principal fuente de nitrógeno para el embrión durante su germinación.

Embrión.

El embrión es una planta diminuta que resulta de la fertilización de la oosfera contenido en el saco embrionario de óvulo con uno de los núcleos espermáticos procedentes del grano de polen. Esta planta en miniatura en la mayor parte de las semillas permanece en estado de latencia por un tiempo indefinido y una vez que

reinicia su crecimiento da origen a la raíz, hojas y tallo de la nueva planta (Moreno-Casasola, 2003).

En las semillas maduras el embrión está formado por un eje (eje embrionario) en cuyo extremo se encuentran uno o dos, ocasionalmente tres y muy raramente cuatro hojas cotiledonarias llamadas cotiledones. Por arriba del nudo en donde nacen los cotiledones se encuentran una región denominada epicótilo formada por tejido meristemático generalmente indiferenciado a partir del cual se origina el tallo de la nueva planta, por abajo del nudo cotiledonar hasta el cuello de la raíz, se extiende el hipocótilo el cual es una zona de transición con la radícula o raíz primaria de la planta, la cual en el embrión está formada por tejidos meristemáticos (Eames, 1961).

El tipo y la forma del embrión así como la posición que guarda en la semilla exhibe notables diferencias entre las especies, motivo por el cual el conocimiento de estas variaciones es de importante valor taxonómico (Flores, 2000).

El tipo de embrión y la posición que éste ocupe en la semilla madura está estrechamente relacionado, que resulta imposible tratar ambos aspectos por separado. En primer lugar encontramos aquellos embriones localizados en un extremo de la semilla (embriones basales). Este tipo de embriones ocupa en proporción una pequeña superficie del total de la semilla y se encuentran rodeados por grandes cantidades de sustancias de reserva.

Los botánicos los han clasificado en cuatro tipos: amplios, capitados, laterales y rudimentarios. Los embriones rudimentarios se presentan con frecuencia en las semillas de plantas leñosas y se caracterizan porque sus cotiledones no se desarrollan por completo durante su ontogenia permaneciendo indiferenciados.

Otros embriones están localizados en la periferia de la semilla, junto a la cubierta seminal (embriones periféricos). Estos embriones pueden ser elongados, curvos, anulares o espiralados y sus cotiledones son estrechos o escasamente expandidos y en algunos casos desiguales (anisocótilos).

Algunos otros embriones se desarrollan en el centro del ovulo, en torno a su eje longitudinal (embriones axiales) y son los más diversificados de todos encontrándose con frecuencia en las semillas de numerosas especies de árboles y arbustos.

Los embriones masivos son rectos y ocupan toda la cavidad de la semilla, sus cotiledones con gruesos y carnosos, plano convexos en corte trasversal, generalmente simétricos y ocasionalmente se encuentran parcial o totalmente fusionados en sus caras adaxiales las cuales encierran un pequeño hipocótilo (este tipo de embrión se da en las semillas de *Quercus*) (Goldber, 1986, 2003).

Cada semilla contiene 2 cotiledones donde se almacenan reservas nutricionales como carbohidratos y lípidos de gran importancia en los primeros estadios mientras se establece la plántula (FAO, 1991).

Almacenamiento de Semilla

El cuidadoso almacenamiento de semilla es necesario para que éstas no pierdan viabilidad o capacidad de germinación durante este proceso (Serrada, 2000).

La pérdida de viabilidad se puede producir por alguno de los siguientes motivos o su combinación: agotamiento de las sustancias de reserva por la actividad respiratoria del embrión; daños producidos por ataque de agente externo, preferentemente hongos e insectos; por germinación de la semilla (Serrada, 2000).

La disminución de la temperatura reduce la respiración del embrión como la posibilidad de la presencia de hongos e insectos, así se ha comprobado que la respiración de las bellotas casi se anula al bajar la temperatura a 2°C. El ambiente seco impide el desarrollo de hongos. La reducción de oxígeno aminora los tres efectos negativos.

Por tanto, los métodos de almacenaje de semillas que a continuación se describen están basados en la reducción de la temperatura, el control de la humedad o en el mantenimiento de vacío parcial, todo ello con las limitaciones que la propia supervivencia del embrión impone según la morfología y fisiología de cada especie (Serrada, 2000). Los procedimientos de almacenamiento de semillas forestales más usuales son:

Almacenamiento en seco y frío. Lo más usual es disponer de cámaras frigoríficas que mantienen del orden de 4°C y atmósfera seca en las que se almacena semilla con poca humedad dispuesta en envases metálicos de cierre hermético. Las semillas de algunas especies resisten temperaturas inferiores a 0°C. Se aplica este procedimiento en semillas ortodoxas con muchos aceites, de viabilidad sensible y poca humedad (Serrada, 2000).

Almacenamiento a temperaturas ambiente. Sin forzar el régimen térmico, éste debe de ser lo más fresco y estable posible, en ambiente seco. Se disponen las semillas en recipientes herméticos o en sacos según su sensibilidad. Se aplica a semillas ortodoxas de viabilidad resistente o para cortos períodos de almacenamiento (Serrada, 2000).

Almacenamiento en frío y húmedo. Se aplica para semillas con alto contenido en humedad o recalcitrantes (bellotas) a las que un ambiente seco produce desecaciones que comprometen su viabilidad. Se disponen las semillas en recipientes mezcladas con arena o turba (en proporción de dos a tres veces el volumen de materia inerte respecto del volumen de semilla) y se aporta a esta mezcla una determinada cantidad de agua (de 15 a 18 litros de agua por cada 100kg de arena).

Los recipientes se colocan en cámaras frigoríficas a 2 o 3 °C. El gran volumen de esta forma de almacenar obliga a disponer de grandes cámaras, por lo que sí el almacenamiento es poco duradero e invernal se puede realizar a temperatura ambiente exterior (Serrada, 2000).

Una alternativa a la estratificación en húmedo para este tipo de semillas puede ser el almacenamiento en bolsas de polietileno, con o sin tratamiento previo mediante fungicidas, y conservación en cámara frigorífica, a temperatura que oscile entre 2°C y 3°C. El plazo de almacenamiento con esta alternativa será de menos de cuatro o cinco meses (Serrada, 2000).

Almacenamiento en vacío parcial. Se produce un vacío parcial en los recipientes o bolsas que contienen las semillas. Se aplican únicamente a semillas de pequeño tamaño y viabilidad fugaz y preferentemente con objetivo de investigación (Serrada, 2000).

Almacenamiento dentro del propio fruto. Es un procedimiento de alto volumen y para períodos cortos (Serrada, 2000).

Tratamientos de Conservación

Los tratamientos de conservación se refieren globalmente a la aplicación de insecticidas para prevención de plagas; la aplicación de fungicidas para prevenir la aparición de hongos de pudrición; y la aplicación de repelentes frente a la predación por parte de aves o mamíferos que actúan tanto en el almacenamiento como en el lugar de siembra (Serrada, 2000).

La buena limpieza y el almacenamiento en frío pueden hacer innecesario el tratamiento con insecticidas y fungicidas. Los tratamientos preventivos en estos dos casos son preferibles por espolvoreo, ya que la pulverización con líquidos puede aumentar la humedad o trasladarse a zonas interiores de la semilla con riesgo para el embrión. La presencia de insectos en un lote de semilla requiere un tratamiento curativo para el que será preferible la fumigación (aplicación de gases letales) que hay que aplicar con gran cuidado (Serrada, 2000).

Análisis de Semillas

Mediante el análisis de semillas se estudian las características físicas y biológicas de un lote para asignarle un valor; es importante en dos momentos: primero, después de la extracción y limpieza; y segundo, antes de la siembra (Bonner, 1974).

Los análisis de semillas forestales pueden ser muy variados según sus objetivos. Nos referiremos únicamente a los más usuales y en relación con procedimientos propuestos por la Asociación Internacional de Pruebas en Semillas (ISTA), que tratan de regular el mercado internacional. Reuniones periódicas van modificando y ampliando las directrices (Serrada, 2000).

Un análisis de calidad de la semilla debe proporcionar un resultado confiable que se relacione con el desempeño de la semilla en el campo y ayude a predecir el desempeño en campo de la planta (CATIE, 2000).

El objetivo del análisis de semillas no es solamente medir el porcentaje de germinación a través de una prueba de laboratorio estándar, si no también medir el alcance de los agentes deteriorantes antes de la pérdida máxima de habilidad para germinar. La intención es poder detectar la diferencia del desempeño entre las semillas con habilidad de germinación (CATIE, 2000).

Antiguamente cuando se comerciaba con semillas, éstas se empezaron a adulterar, ya sea mezclándolas con otras de más baja calidad o de especies parecidas; o simplemente, las semillas tenían un bajo poder germinativo o estaban vanas. Generalmente este tipo de acciones se hacían con especies de alto valor económico. Esta situación se presentó primero en las especies agrícolas y por último en especies forestales (Justice, 1986).

Lo anterior motivo que en muchos países se empezaran a montar laboratorios, donde el material germoplasmático pudiera ser analizado para certificar su calidad (Pimentel, 2009).

Importancia y características de los análisis de semillas

La finalidad de un análisis de semillas, es determinar la calidad de algún lote o muestra ensayada. Los factores que afectan dicha calidad, en general, comprenden: porcentaje de pureza, semillas de otra especie, pureza específica o varietal, porcentaje de germinación y capacidad germinativa, presencia o ausencia de organismos patógenos, contenido de humedad, peso específico, número de semillas por kilogramo, etcétera (Justice, 1986).

Los análisis de semillas tienen los siguientes objetivos principales: proporcionar la información necesaria para cubrir las normas legales; determinar la calidad de las semillas, según los métodos de recolección y beneficio, así como el control de plagas y enfermedades; y por último, definir la cantidad y densidad de siembra (Hartmann y Kester, 1989).

Una vez recolectada la semilla se somete a una serie de análisis con los cuales pretendemos asegurar la calidad de que goza nuestra semilla y así poder garantizar lo que tenemos o lo que ofrecemos, en caso de ventas o intercambios. Esta determinación analítica se debe de hacer con toda la seriedad del mundo, ni un dato se debe falsear (Pimentel, 2009).

Número de semillas por kilogramo

El número de semillas por kilogramo, se refiere a la cantidad de semillas puras que hay por unidad de peso. Como es lógico, éste varía en función de la especie, de la localidad; e inclusive, dentro de ésta, de árbol a árbol, así como del contenido humedad al momento de ser determinado el valor (Pimentel, 2009).

Conocer el dato es importante, ya que permite calcular la cantidad de semilla que se requiere para un programa de producción de planta; o simplemente, para tener una idea de la densidad de siembra, ya sea que se realice en un semillero o directamente en el recipiente de crecimiento (Pimentel, 2009).

Contenido de humedad

El contenido de humedad en las semillas es un parámetro muy importante, no sólo para almacenamiento, sino también para su cosecha, limpieza y la siembra misma (Coperland y McDonald, 1995).

El contenido de humedad de las semillas forestales es importante para mantener vivas durante la etapa de almacenamiento (FAO, 1991). El contenido de humedad de las semillas es función de la humedad relativa y de la temperatura ambiente. La semilla es un material higroscópico y puede absorber o ceder humedad al ambiente hasta alcanzar un punto de equilibrio (Mesén *et al.*, 1996).

La reducción del contenido de humedad retarda considerablemente los procesos fisiológicos como la respiración y el consumo de sustancias nutritivas almacenadas en los cotiledones de la semilla (Mesén *et al.*, 1996).

Mediante el método básico para determina el contenido de humedad de las semillas forestales, la humedad se extrae de las semillas mediante calor y se mide mediante la pérdida de peso del material original o mediante el peso o volumen de la humedad condensada (FAO, 1991).

El cálculo del contenido de humedad debe realizarse sobre la base del peso húmedo o en fresco (FAO, 1991).

Viabilidad

La viabilidad se refiere a la capacidad potencial que tiene la semilla para poder germinar en condiciones favorables (Roberts, 1972).

Germinación

Dentro del análisis de semillas el factor más importante es el que se relaciona con la germinación (INIFAP, 1994).

La viabilidad real de las semillas, pueden determinarse solamente por medio de la germinación de una muestra promedio; siempre y cuando la semillas no tenga algún “candado” como latencia o reposo. Por ello, a la prueba de germinación se le considera como una de las más importantes y definitivas, ya que a través de ella, se puede conocer

el verdadero valor aprovechable de las semillas destinadas a la siembra (Patiño *et al*, 1983).

Mediante este se estima la máxima proporción de semillas que podrán emerger en condiciones óptimas dando origen a plántulas normales, con potencial para establecer y crecer (INIFAP, 1994).

Representa el factor que decide el valor que se asignara a dicho lote (Bonner, 1974). Es una prueba directa para determinar la viabilidad. Se considera la germinación como la emergencia de las estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta sana y con capacidad de establecer en condiciones favorables (INIFAP, 1994).

El método más recomendado para estimar esta variable consiste en poner a germinar muestras representativas bajo condiciones estándar controladas. Se expresa como el porcentaje de semillas puras que produce plántulas normales o como el número de semillas que germinan por unidad de peso de la muestra (FAO, 1991).

Para la evaluación de la germinación solo deben tomarse en cuenta aquellas semillas normales, la cuales se caracterizan por presentar un sistema desarrollado, un hipocotilo y epicotilo intacto y cotiledones completos (INIFAP, 1994).

Aquellas semillas que presentan ciertos defectos como plántulas con nudos o estrangulaciones, rajaduras, grietas o lesiones que puedan dañar los tejidos de conducción tanto del epicótilo, hipocótilo o raíz se deben excluir. Las semillas que presenten infección por hongos o bacterias deben incluirse sólo cuando dicha infección no se haya originado dentro de la semilla y cuando ésta no presenta otras anomalías (INIFAP, 1994).

Entre los parámetros que se evalúan para la germinación encontramos: Capacidad germinativa y Emergencia germinativa. La capacidad germinativa proporciona de una muestra de semilla que ha germinado de manera normal en un periodo de prueba específico; la energía de germinación es el porcentaje, en número, de semillas de una muestra determinada que germinan dentro de un período determinado (que se denomina el periodo de energía); también se define como el porcentaje, en número, de semillas de una muestra determinada que germinan hasta llegar al momento de germinación

máxima, que generalmente significa el número máximo de germinaciones en 24 horas (FAO, 1991).

En ambas definiciones la duración del periodo de energía es considerablemente inferior a la del periodo del ensayo completo que prescribe la ISTA. La energía germinativa es una medida de la velocidad de la germinación, y por ello se supone que también lo es del vigor de la semilla y del germen que produce.

El interés por la energía germinativa se basa en la teoría de que probablemente sólo las semillas que germinan con rapidez y vigor en condiciones favorables del laboratorio serán capaces de producir plántulas vigorosas en las condiciones que existen en el terreno (Aldhous, 1972).

Vigor

El vigor es un término difícil de definir. El vigor nos indica la energía manifiesta por la fuerza con que se desarrollan los seres vivos; es vitalidad pura. En el caso de las semillas, el término vigor se usa para describir las diferencias observables en la velocidad germinativa de lotes con atributos genéticos similares o distintos. Por tanto, se puede decir que es otra forma de representar la energía germinativa (Pimentel, 2009).

Factores que Afectan la Conservación de la Semilla

Las semillas como todo ser vivo, se encuentran expuestas a procesos naturales de envejecimiento que las conduce a un deterioro y finalmente a la muerte. Aún bajo condiciones de almacenamiento en donde las semillas se encuentran libres del ataque de otros organismos, la viabilidad declina gradualmente y al final las semillas mueren.

El periodo de viabilidad puede ser de unos cuantos días bajo condiciones adversas de almacenamiento hasta cientos de años bajo condiciones controladas (Duffus y Slaughter, 1992).

Los factores que más afectan la longevidad de las semillas en almacén son la temperatura y el contenido de humedad (Harrington, 1972). Además, la humedad relativa, presión de oxígeno, composición química y duración del periodo de almacenamiento (López, 1994).

Una atmosfera con concentraciones elevadas de CO₂ no implican una marcada reducción en la germinación y viabilidad de semillas de soya y sorgo, en comparación con las reducciones de estos atributos que ocasionan temperaturas altas de almacenamiento y un alto contenido de humedad (Reathi *et al.*, 2000)

Uno de los objetivos de la industria semillera es ofrecer al productor la máxima calidad genética, física, fisiológica y sanitaria posible (Mora, 1991).

Los últimos tres atributos están influenciados por el ambiente de la producción y las condiciones ambientales prevalecientes al momento de la cosecha y de almacenamiento. Después de la madurez fisiológica, etapa en que se logra la máxima acumulación de materia seca y que en general coincide con el mayor vigor y viabilidad, es decir, la máxima calidad fisiológica de la semilla (Probert y Hay, 2000).

A partir de esta etapa se inicia el proceso de deterioro, este se define como una serie de eventos degenerativos e irreversibles, que ocasionan reducciones en la germinación y vigor y que culmina con la muerte de la semilla (Viera *et al.*, 1994).

Thomson (1985) señala que el deterioro está asociado con la ocurrencia de algunos cambios en la semilla como la disminución en la tasa de respiración, pérdida de la actividad enzimática, cambios en la permeabilidad de las células y aberraciones cromosómicas, que se traducen en la pérdida del vigor y la germinación y finalmente la muerte del embrión.

La velocidad con que ocurre el deterioro, después de la cosecha, dependerá en gran medida de la temperatura y humedad relativa del almacén, así como de las actividades previas el ambiente de producción, grado de madurez al momento de la cosecha y manejo durante y después de la cosecha. La longevidad en el almacén está determinada por el genotipo, la edad de la semilla, las condiciones ambientales y el nivel de deterioro al momento de entrar al almacén (Delouche y Baskin, 1973).

Contenido de humedad

El contenido de humedad de la semilla es uno de los parámetros más importantes en la determinación de los límites de envejecimiento de la misma (Vertucci y Roos, 1993).

Aunque la humedad y la temperatura están fuertemente interrelacionados y es difícil analizarlo por separado, el alto contenido de humedad es más crítico que la temperatura (Maguire, 1977).

Las semillas forestales, en relación con los procedimientos de almacenaje en correspondencia con la pérdida natural de viabilidad, se clasifican en:

Semillas ortodoxas: son aquellas que en su maduración tienen un bajo contenido en humedad, entre un 50% y un 20%, por lo que admiten para su almacenamiento un secado que mantenga entre 5% y 8% de humedad, pudiendo perder su viabilidad con contenidos en agua inferiores al 5%. Consecuentemente, resiste bajas temperaturas, hasta -20°C .

Semillas recalcitrantes: son aquellas que en su maduración tienen un alto contenido en humedad, entre 90% y un 40%, por lo que admiten para su almacenamiento un secado que mantenga entre 25% y 80% de humedad, pudiendo perder su viabilidad con contenidos en agua inferiores al 20% o 30%. Consecuentemente, no resisten bajas temperaturas, hasta -3°C .

Semillas intermedias: Características y condiciones de almacenamiento intermedias entre las definidas anteriormente.

Temperatura

La temperatura de almacenamiento es el segundo factor más importante en la conservación de la longevidad de las semillas. Se proporciona una lista de los efectos que tiene la temperatura en condiciones de almacenamiento, entre los que destacan que: 1) la temperatura baja es mejor que la alta debido a un decremento en la población de insectos; 2) la respiración de la semilla es menor a bajas temperaturas y por tanto el calor que se genera; 3) al aumentar la temperatura, los hongos, e insectos crecen más rápido y la semilla tiende a incrementar su respiración (Lindblan y Druben, 1979).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la UMA “San Rafael”, ubicada en el municipio de Rioverde, San Luis Potosí; en el paraje denominado “La Joya” en la base del “Cerro del Maguey”, con coordenadas UTM 14Q 388490 E, 2398239 N, perteneciente a Sierra de Álvarez, denominada como zona prioritaria de rehabilitación (Figura 1).

Esta UMA está destinada a la conservación de sus parches de vegetación y fauna silvestre, sobresaliendo la conservación y aprovechamiento de la codorniz Moctezuma y codorniz bobwhite (*Cyrtonyx montezumae*, *Colinus virginianus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) guajolote silvestre (*Melleagris gallopavo*) y el conejo de Castilla (*Sylvilagus floridanus*).

Esta propiedad cuenta con 943.11 hectáreas, de las cuales 600 son manejadas bajo el esquema de UMA. La zona presenta clima templado sub-húmedo con lluvias en verano (C (W”) b (i’) g W”). La propiedad se caracteriza por presentar los siguientes tipos de vegetación: matorral xerófilo (1200-1400 msnm), bosque de encino (1500 a 1900 msnm), bosque de encino-pino (1900 y 2000 msnm) y pastizal nativo.

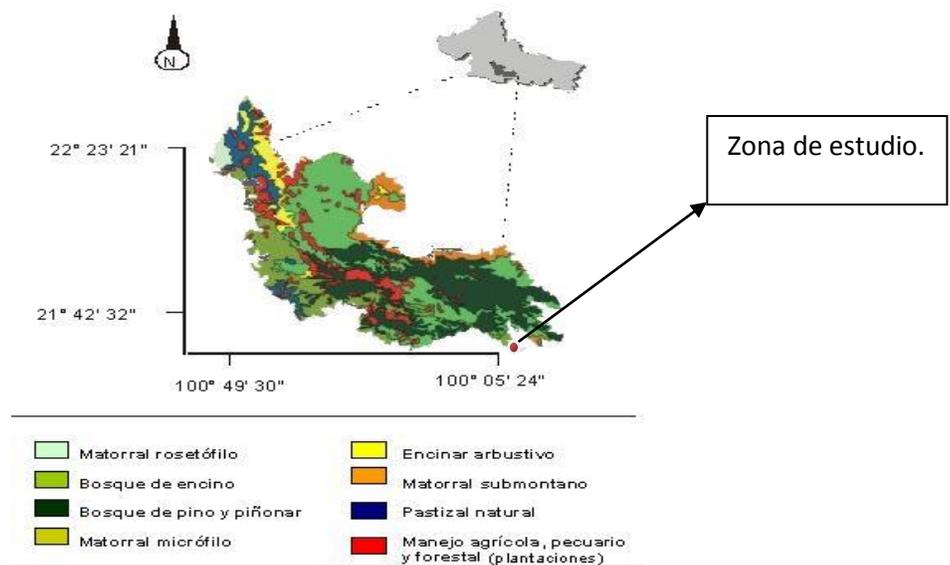


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en la UMA “San Rafael”.

Delimitación del Área Semillera

Se delimitó un área en la cual se encontraba la especie *Q. resinosa* utilizando cintas métricas de 50 m y un GPS, esta se marcó en forma de cuadrado con un área de 300 X 300 m (Figura 2).

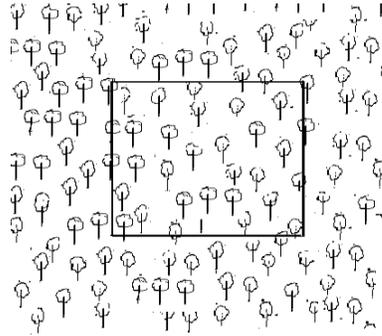


Figura 2. Delimitación del área de estudio.

Se realizó una división dentro de esta, para formar cuadrados de 100 X 100 m, y así formar 9 parcelas (Figura 3).

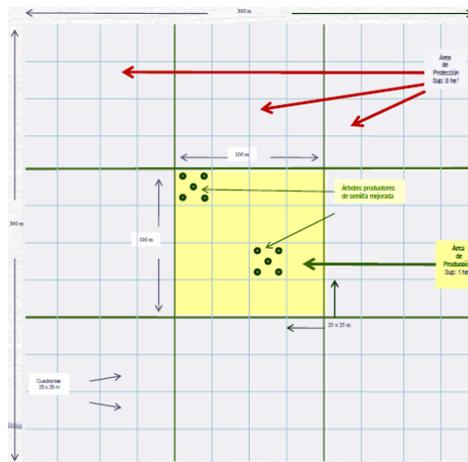


Figura 3. Formación de parcelas y ubicación del área semillera.

El área que quedó en el centro se denominó como “área de producción de semilla”, esta se dividió en 16 sectores y en cada sector se seleccionó un árbol superior (mediante la metodología propuesta por CONAFOR), los árboles seleccionados que fueron 17, se marcaron con un “delantal”, que consistió primero raspando la corteza con una hacha

formando un cuadro de alrededor de 30 X 30 cm, después se pintó de color amarillo con un contorno rojo y el número asignado de color rojo (Figura 4). Esto hará que se distingan de los demás y así saber que son arboles seleccionados para brindar germoplasma de calidad.



Figura 4. Marcado de árboles semilleros.

Después de tener los árboles marcados se registraron datos dasométricos (altura, diámetro de fuste y dosel) con el equipo forestal adecuado para cada medida (la altura fue tomada con una pistola Hagga, el diámetro de fuste con una cinta diamétrica y el dosel con una cinta métrica de 50m). También se utilizó un GPS para registrar la ubicación geográfica de cada árbol, se obtuvieron 17 árboles puesto que en una parcela hubo 2 árboles con capacidad de semilleros.

Recolección de Bellota

De los 17 árboles marcados se colectaron las bellotas que tenían un color café o con un 50% de su superficie de este color (Figura 5). Otro indicador de su madurez es el desprendimiento del receptáculo y que tengan un tamaño adecuado dependiendo de la especie (para la especie *Q. resinosa* el tamaño va de 15 a 35 mm de largo y de 15 a 30 mm de ancho).

Es importante decir que el tamaño de las bellotas en cada especie también es importante para su colecta, pues si son menores a las medidas antes dadas para esta

especie, puede ser que el árbol la haya abortado por distintos factores climáticos (el más común es la falta de agua en la época de floración).



Figuras 5. Colecta de bellotas.

Las bellotas se obtuvieron mediante el corte directamente del árbol, hecho con un corta conos de 3 m de altura y una extensión de éste también de 3 m de altura, para poder obtener bellotas de árboles altos (Figura 6). Para árboles de porte bajo se utilizaron tijeras podadoras.



Figura 6. Colecta de semilla directamente del árbol.

También se colectaron bellotas directamente del suelo ya que las bellotas al estar maduras caen del árbol, ya sea por el viento, la lluvia o por depredadores que las arrancan (Figura 7).



Figuras 7. Depredación y germinación de la bellota de *Q. resinosa*.

Para almacenar las bellotas mientras se colectaban y se llevaban al laboratorio se usaron bolsas de tela. Debido a que éstas no se cerraban y tenían poros, dejaban circular el aire y la humedad, lo que impidió que las bellotas fueran atacadas por hongos, de la colecta se obtuvieron cerca de 10 kg de bellotas del área semillera establecida.

Pruebas de Calidad

Una vez colectadas las semillas se llevaron al Laboratorio de Plantas de Pastizal de la Facultad para iniciar con las pruebas y conocer la calidad con la que cuentan éstas.

Contenido de humedad

La prueba para la obtención del contenido de humedad es mediante el método básico para las semillas forestales, la humedad se extrae de las semillas mediante calor y se mide mediante la pérdida de peso del material original o mediante el peso (Figura 8) o volumen de la humedad condensada (FAO, 1991). El cálculo del contenido de humedad debe realizarse sobre la base del peso húmedo o en fresco (FAO, 1991).



Figura 8. Pesado de bellotas de *Q. Resinosa*.

Este análisis se realizó en el Laboratorio de Suelo, Agua y Planta de la Facultad, con una muestra de 50 bellotas de la especie *Quercus resinosa*. Primero se pesaron en una balanza analítica para obtener su peso en fresco y se tomaron datos. Después fueron sometidas a una temperatura de 60°C durante 72 horas en una estufa lo cual nos dio un peso constante. Se retiraron de la estufa y se pesaron en una balanza analítica y se obtuvo el peso seco. El contenido de humedad se calcula comparando el peso húmedo con el peso seco.

Viabilidad

Para conocer la viabilidad se realizó la prueba de flotación sugerido por Zavala-Chávez y García (1996), esta consiste en dejar remojando las semillas en agua durante 24 horas (Figura 9). Al pasar el tiempo revisar y descartar las semillas que floten, estas se consideran como inviables, y se consideran como viables las semillas que se hunden, se separaron las viables de las inviables y se determinó que factor está afectando a las semillas inviables (depredadores, patógenos, etcétera).



Figuras 9. Prueba de flotación para viabilidad.

Prueba de vigor

Esta prueba se llevó a cabo con un tratamiento previo a 5°C en refrigeración durante 24 horas, constó de cinco repeticiones y 25 bellotas por repetición, se evaluó la germinación cada ocho horas hasta alcanzar el 50% de germinación, este se llevó a cabo en bolsas “ziploc” para su manejo y almacenadas en un lugar con poca luz (Figura 10).



Figura 10. Bellotas de *Q. resinosa* para prueba de vigor.

Germinación a diferentes temperaturas

Se realizaron las pruebas de germinación a diferentes temperaturas, con 3 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento y 25 bellotas por repetición, previamente se les dio un tratamiento de lavado con cloro al 5%, durante 10 minutos y después un enjuague en abundante agua.

El tratamiento a 30°C se realizó en el Laboratorio de Suelo, Agua y Planta, en una estufa para mantener la temperatura constante, colocando las bellotas de *Q. resinosa* en una bolsa de papel de estraza, el tratamiento a 23°C, y el de 23°C previamente sometido a 5°C, se realizó en un cuarto con poca iluminación en el Laboratorio de Plantas de Pastizal.

En los últimos dos tratamientos, las bellotas se colocaron en bolsas medianas “ziploc”, las cuales se usaron para que se mantuviera la humedad de las bellotas (manteniendo un ciclo de humedad). Cabe destacar que en todos los experimentos la cantidad de luz era muy poca. Se registraron datos a diario, tomando como dato de germinación la salida de la raíz, esto se realizó durante treinta días.

Germinación a diferentes profundidades

Se realizaron las pruebas de emergencia a diferentes profundidades, las cuales fueron, 0cm, 2cm, 4cm, 6cm y 8cm, con cinco tratamientos, con cinco repeticiones cada uno y con 10 bellotas por repetición, este se realizó con peat moss como sustrato, en charolas de unigel de 77 cavidades, una bellota por cavidad.

Se estableció el experimento en el Laboratorio de Plantas de Pastizal, a una temperatura de 23 °C, con poca luz y con un riego cada tercer día. Se tomaron datos cada tercer día, tomando como dato positivo la emergencia de la radícula (Figura 11).



Figura 11. Bellotas de *Q. resinosa* sembradas a diferentes profundidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Área Semillera

Se obtuvieron 17 árboles superiores, esto fue porque en uno de los 16 sectores que se delimitaron del área núcleo, había dos árboles con capacidad de semilleros (Cuadros 1 y 2).

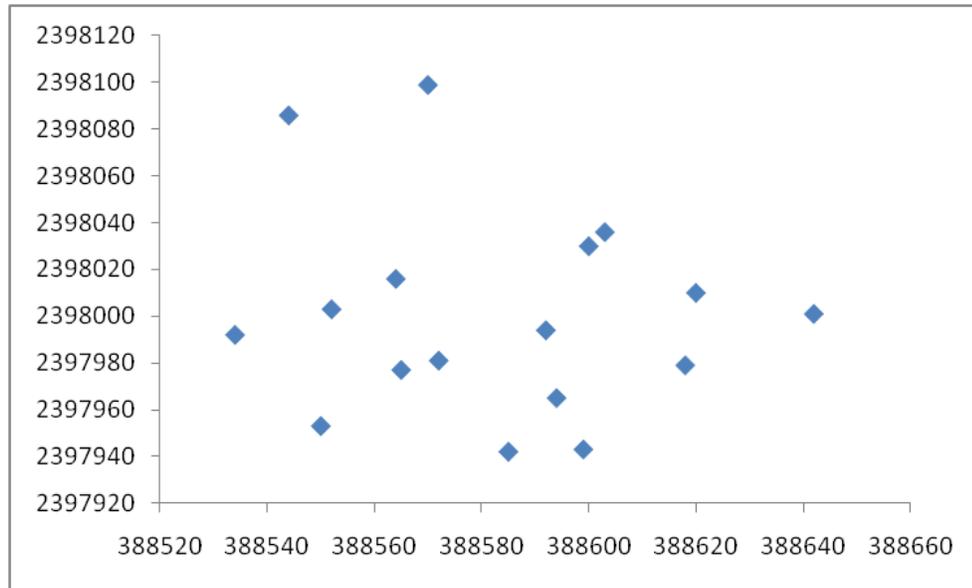


Figura 12. Distribución de árboles de *Q. resinosa* con capacidad semillera, Sierra de Álvarez, Rioverde, S.L.P.

Cuadro 1. Datos dasométricos y ubicación geográfica de los 17 árboles de *Q. resinosa*, Sierra de Álvarez, Rioverde, S.L.P.

Árbol	DAP (cm)	Dosel (m)	Altura (m)	Coordenadas UTM
1	30.5	53.41	13.5	0388620-2398010
2	37	96.71	12	0388642-2398001
3	34.6	96.25	15	0388618-2397979
4	38.8	46.45	10.5	0388594-2397965
5	38.7	94.12	7	0388585-2397942
6	48.2	207.04	6.5	0388565-2397977
7	28.9	67.87	8	0388572-2397981
8	39.2	85.95	9	0388592-2397994
9	62.2	132.16	11	0388534-2397992
10	32	92.36	12	0388552-2398003
11	27.6	52.15	9	0388564-2398016
12	55.9	93.6	11.5	0388600-2398030
13	69.8	219.12	10	0388550-2397953
14	36.6	112.81	11	0388570-2398099
15	22.7	34.83	13	0388603-2398036
16	35.4	88.89	12	0388599-2397943
17	40.3	89.13	15	388544-2398086
promedio	39.90588	97.81471	10.94118	

Los datos dasométricos obtenidos de los 17 árboles de *Q. resinosa* arrojan promedios semejantes a los vistos en la revisión de literatura, la cual menciona que el diámetro altura de pecho (DAP) tiene un promedio de 40 cm y en nuestros árboles hubo un promedio de 39.9 cm, son arboles medianos que van desde los 7 a los 12 m y nuestros árboles seleccionados tuvieron un promedio de 10.94 m de altura lo cual está dentro del rango.

La revisión de literatura no nos da datos sobre el área promedio que debe de abarcar el dosel de *Q. resinosa*, por lo cual nuestros datos obtenidos que dan un promedio 97.8 m² que abarca el dosel, podrán servir como parámetro para siguientes investigaciones.

Después de la colecta y que las bellotas se llevaron al laboratorio se realizó un pesado en balanza analítica a 50 bellotas en peso fresco (Cuadro 3).

Cuadro 2. Peso obtenido (gramos) de las bellotas de la especie *Q. resinosa*.

Número de semilla.	Peso fresco.
semilla 1	5.2795
semilla 2	6.7782
semilla 3	6.5960
semilla 4	4.0217
semilla 5	2.6495
semilla 6	7.5057
semilla 7	8.5548
semilla 8	3.0039
semilla 9	2.0845
semilla 10	5.6094
semilla 11	2.5740
semilla 12	4.0961
semilla 13	4.1470
semilla 14	10.9371
semilla 15	6.6260
semilla 16	4.8283

semilla 17	4.6140
semilla 18	4.4845
semilla 19	3.3490
semilla 20	3.0280
semilla 21	5.3359
semilla 22	1.4262
semilla 23	2.6116
semilla 24	8.7717
semilla 25	4.1656
semilla 26	4.6300
semilla 27	4.8827
semilla 28	2.9967
semilla 29	4.8065
semilla 30	3.5044
semilla 31	2.4076
semilla 32	9.4266
semilla 33	4.8654
semilla 34	3.2475

semilla 35	4.1139
semilla 36	3.4986
semilla 37	3.7739
semilla 38	2.9604
semilla 39	4.6844
semilla 40	5.8313
semilla 41	3.1888
semilla 42	2.2422
semilla 43	4.6202
semilla 44	3.9292
semilla 45	3.4565
semilla 46	0.8915
semilla 47	3.9694
semilla 48	2.6108
semilla 49	2.3999
semilla 50	1.5369
Suma.	217.5535
Promedio.	4.35107

Al obtener el peso de las bellotas se obtuvo una sumatoria y se obtuvo un promedio por bellota de *Q. resinosa* el cual fue de 4.35 g y así poder hacer un aproximado del cuantas bellotas se obtienen de un kilogramo, lo cual se obtuvo por una regla de tres y el dato estimado fue de 230 bellotas por kilogramo.

Contenido de humedad

Al realizar el análisis de los pesos frescos y secos se obtuvo un promedio de pérdida de humedad en porcentaje (Figura 12).

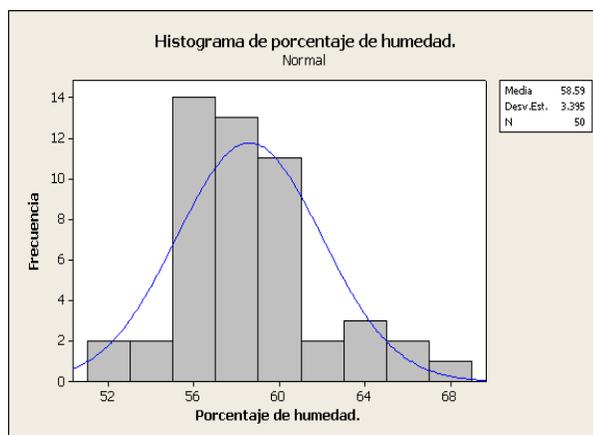


Figura 13. Promedio de contenido de humedad de bellotas de *Q. resinosa*.

Podemos ver que el punto más alto de la curva se encuentra en el intervalo que va del 57 al 59% de pérdida, estos datos nos demuestran que las semillas de *Q. resinosa* se clasifican como recalcitrantes por la pérdida de la humedad que está dentro del rango que va de un 40 a un 90% como nos lo dice la literatura.

Viabilidad

Los resultados que arrojó esta prueba, la cual se les realizó a las bellotas recién colectadas, fue de un 100% de viabilidad. Un mes después se realizó otra colecta y se obtuvo una viabilidad de un 77% y un 23% de semilla inviable (esta por la depredación ya fuera de roedores o de insectos). Esto nos muestra que la época de colecta es durante el primer mes en el que el árbol está produciendo bellota, esto para poder evitar el consumo de sus depredadores (Cuadro 4).

Cuadro 3. Colecta realizada el 14 de junio de 2012 (1) y Colecta realizada el 15 de julio de 2012 (2).

Especie.	Porcentaje de viabilidad.
<i>Q. resinosa</i> ¹ .	100%
<i>Q. resinosa</i> ² .	77%

Prueba de vigor

A las 72 horas se alcanzó el 50% de la germinación, y el 100% a los siete días (Figura 13).

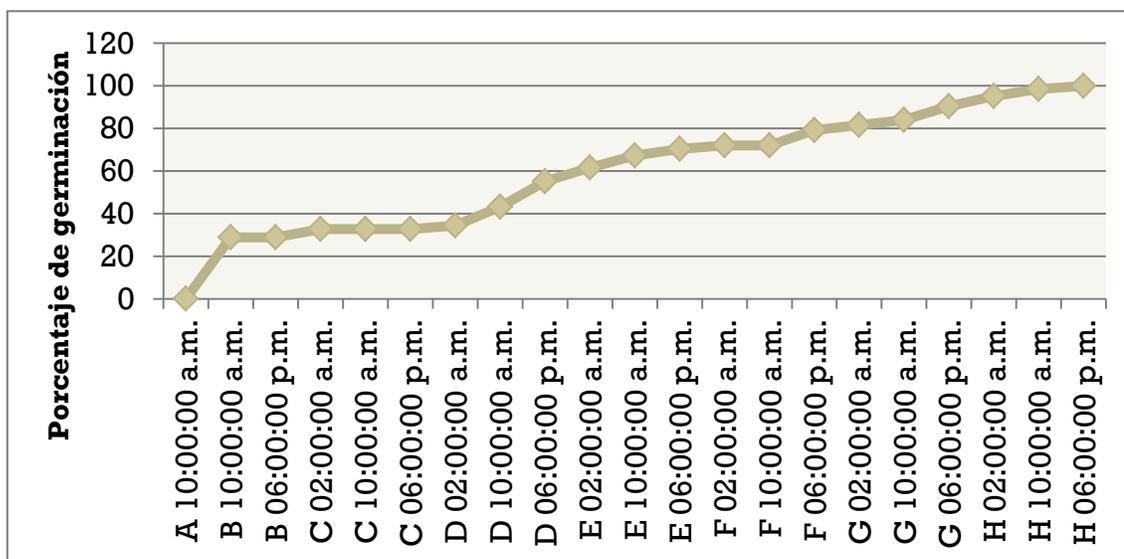


Figura 14. Porcentaje de germinación a cada ocho horas.

Las bellotas de *Q. resinosa* demuestran un gran vigor en sus primeros días, ya que revisando las pruebas anteriores y la literatura, mientras más pase el tiempo, la bellota va perdiendo la energía (vigor) por que las semillas son elementos higroscópicos. De ahí su rápida pérdida de humedad, por los factores ambientales (temperatura en el mayor de los casos) y un mal almacenaje de estas. Por ello a las bellotas se les clasifica como recalcitrantes.

Germinación a diferentes temperaturas

Para la germinación de *Q. resinosa*, las bellotas que no recibieron tratamiento alguno mostraron un déficit en los resultados en comparación con las bellotas refrigeradas. En primer lugar la velocidad de germinación de las bellotas refrigeradas fue mucho más rápida que las del otro experimento ya que en la bellotas no tratadas se alcanzo un 50% en aproximadamente 13 días y en las bellotas tratadas a baja temperatura el 50% se alcanzo aproximadamente en 4 días siendo una diferencia significativa con el factor tiempo, en segundo lugar el porcentaje de germinación de éstas fue de 86.4%, mientras que las bellotas sin tratamiento alcanzaron solo el 72.8%, esto significa 14 puntos porcentuales por debajo; una diferencia considerable (Figura 14).

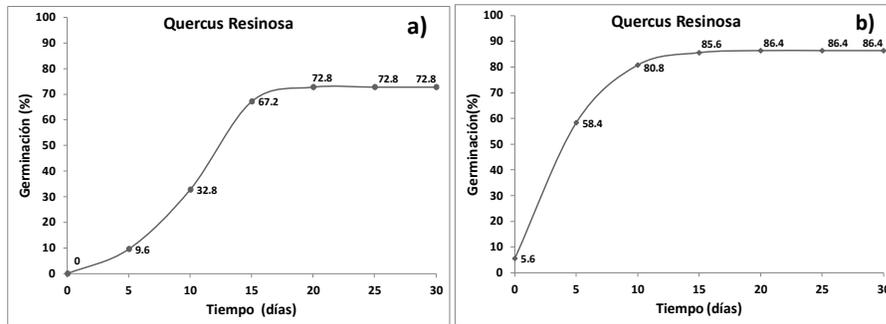


Figura 15. Germinación de *Q. resinosa*, a) Bellotas sin tratamiento, b) Bellotas con una refrigeración previa al experimento de 5 días a 5° C.

Germinación a diferentes profundidades

Los resultados obtenidos de cada tratamiento fueron a 4cm con un 62% de emergencia, a 6cm con un 58%, a 8cm con un 46%, a 2cm con un 24% y a 0cm con un 8% (Figura 15).

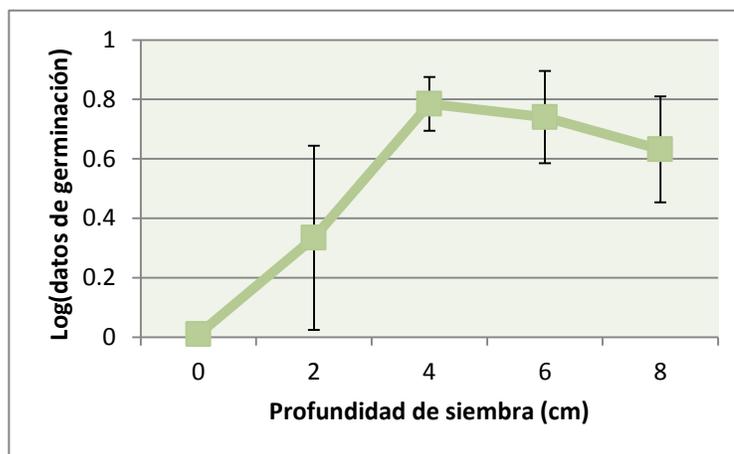


Figura 16. Porcentajes de germinación a diferentes profundidades.

CONCLUSIONES

Se realizó la delimitación del área semillera, en la UMA “San Rafael” ubicada en el municipio de Rioverde, San Luis Potosí; para así, tener una fuente de germoplasma de la especie *Q. resinosa*, siendo esta de gran importancia para rehabilitación.

Las pruebas de calidad demuestran que las semillas de *Q. resinosa* procedentes del área semillera establecida, tiene una buena calidad.

Los datos obtenidos sobre la especie, darán información necesaria para realizar un manual sobre el manejo de la semilla de *Q. resinosa* y servirá como un parte aguas para siguientes investigaciones.

Se recomienda que la ubicación del área semillera sea de fácil acceso, dar un aclareo al área y a la zona de amortiguamiento, para impedir que árboles no deseados, polinicen a los árboles superiores.

También se recomienda coleccionar directamente del árbol para tener la certeza de que la bellota coleccionada es del árbol de importancia, o cuando es del suelo, se haga al inicio de la producción y dar un lavado con solución de cloro al 5%, para así impedir el ataque de hongos; después de esto, y para acelerar la germinación de la bellota dar un tratamiento en frío y posteriormente a 23°C previo a la siembra, que será a 4 y 6 cm de profundidad.

LITERATURA CITADA

- Abrams, M.D.; Kubiske, M.E.; Mostoller, S.A. 1994. Relating wet and dry year ecophysiology to leaf structure in contrasting temperate tree species. *Ecology*. 75: 123-133
- Aldous, J.R. 1972. Nursery practice. Forestry comm. Bull. No. 43, Londres.
- Arizaga, S., Martínez – Cruz J., Salcedo – Cabrales M., Bello – González M.A. 2009. Manual de la Biodiversidad de encinos Michoacanos. México D.F. p 147.
- Armesto, J.J.; C. Villarán y M.K. Arroyo (Eds). 1995. Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 477 p.
- Bacon, J.R. 2011. Los Encinos Importantes Elementos de la Biodiversidad Latinoamericana. Revista electrónica Ecoportal <http://www.ecoportal.net> , consultado el 11 de diciembre del 2012.
- Barner, H. 1975. Identification of Sources for Procurement of Forest Reproductive Material, Reporto n FAO/ DANIDA Training Course on Forest Seed collection and Handling, Thailand, FAO, Rome.
- Bhojwani, S.S.; Bhatnagar S.P. 1979. The embryology of angiosperms. Vika Publishing House. New Delhi, India. 280 p.
- Bonner, F. T. 1974. Análisis de semillas forestales. Trad. D. A. Rodríguez Trejo. Serie de apoyo académico No. 47. Universidad Autónoma de Chapingo – División de ciencias forestales, Chapingo, México, 53p.
- Bonner, F.T. 1996. Responses to drying of recalcitrant seeds of *Quercus nigra* L. *Annals of botany* 78: 181 – 187.
- CATIE, 2000. Técnicas para la germinación de semillas forestales. Manual técnico No. 39. PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica. 57 p.
- Chen, J.; Franklin J.F.; Spies T.A. 1995. Growing-season, microclimatic gradients from clear cut edges into old-growth Douglas-fir forest. *Ecol. Applications* 5:74-86.
- Crawley, M.J. 1985. Reduction of oak fecundity by low-density herbivore populations. *Nature* 314: 163-164.
- De la Cerda, L. M. 1989. Encinos de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. México. 184 p.
- Eames, A.J. 1961. Morphology of the angiosperms. McGraw-Hill Book Company. New York. 518p.
- FAO Willam, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. DANIDA-FAO. Roma. P 502.
- Flores, E.M. 2002. Seed biology. In: Tropical Tree Seed Manual. Agriculture Handbook No. 721. United States Department of Agriculture. Forest Service. Washington, D.C. pp 13-118.

- Flores, L.C. 2000. Selección de árboles superiores en el estado de Chihuahua. Primer Congreso Nacional de Reforestación. PRONARE-SEMARNAT. México. 4p.
- García de la Cruz, Y.; Ramos Prado J.M.; Becerra Zavaleta J. 2011. Semillas forestales nativas para la restauración ecológica. CONABIO. Biodiversitas, 94:12-15.
- Goldberg, A. 2003. Carácter variation in Angiosperm families. Smithsonian Institution. Contributions from the United States National Herbarium 47: 1-185.
- Granados-Sánchez, D.; López Ríos G.F; Hernández García M.A. 2007. Ecología y silvicultura en bosques templados. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, enero-junio, año/vol. 13, numero 001. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. pp. 67-83.
- Grant- Reid, J.S. 1985. Cell wall storage carbohydrates in seeds. Biochemistry of the seed gums and hemicelluloses. Advances in Botanical Research 11:125-155.
- Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London, England. 892 pp.
- INIFAP, 1994. Semillas forestales. INIFAP. México, DF. 137 p.
- Jordano, P.; Herrera, C.M. 1995. Shuffling the offspring: uncoipling and spatial discordance of multiple stages in vertebrate seed dispersal. Écoscience 2: 230-237.
- Pujade, V.J.; Cabral, G.O.; Treto, P.R.; Landa, O.L.G.; Carrillo, S.C. 2011. Primeros datos sobre las agallas de encino producida por cinípidos (hym., Cynipidae) colectadas en la sierra de monte Escobedo (Zacatecas, México) sobre *Q. resinosa*. Orsis. 26: 103-116.
- Justice, D.L. 1986. La ciencia del análisis de la semilla. In Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Semillas. 12^a impresión. Trad. Por Antonio Marino y Pánfilo Rodríguez. México D.F., CECSA. pp. 719-739.
- Kozlowski, T.T.; Pallardy, S. G. 1997. Physiology of Woody Plants. 2^{da} edition. Academic press, San Diego, CA. 411pp.
- Lamberth, C. 1991. Huertos semilleros in Manual sobre mejoramiento genético forestal en América central. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- Martín, A.C. 1946. Comparative international morphology of seeds. Amer. Midl. Natur. 36: 513-660.
- McPherson, G.H. 1997. Ecology and management of North American savanna. Universidad de Arizona, Tucson, Arizona. 208 pp.
- Mesén *et al.*, 1996. Guía técnica para la producción de semilla forestal certificada y autorizada. Manual técnico N° 20. CATIE. Turrialba, Costa Rica. P 34.
- Miller, H.A.; Lamb S.H. 1985. Oaks of North America. Naturegrap Publishers, Happy Camp, California. 327 pp.
- Niembro, R., A. 1985. La problemática de producción de semilla de especies forestales en México. Universidad Autónoma Chapingo. Bol. Téc. No. 24. pp. 13 -17.
- Niembro, R.A. 1988. Semillas de árboles y arbustos: ontogenia y estructura. Editorial Limusa. México, D.F. 285 p.

- Nixon, K.C. 1984. A biosystematic study of *Quercus* series *Virentes* (the live oaks) with Phylogenetic Analyses of *Fagales*, *Fagaceae* and *Quercus*. PhD Dissertation. University of Texas at Austin. 169 p.
- Nixon, K.C. 1993. The genus *Quercus* in Mexico. En: Rammammorthy T.P., R. Bye, A. Lot, J. Fa (Eds). Biological diversity of Mexico: Origins and Distribution. Oxford University Press, Nueva York. p 447-458.
- Oliver, C.D. 1981. Forest development in North America following major disturbance. *For. Ecol. Manage.* 3:153-168.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2000. Situación de las actividades forestales en México. Comisión Nacional Forestal para América del norte 20^a reunión. Nota informativa. Canadá. 9 p. Disponible: <http://www.fao.org/docrep/meeting/X4702s.htm>
- Ovington, J.D. (Ed.), 1983. Ecosystems of the World, temperate Broad-Leaved Evergreen Forests. Vol. 10. Elsevier, New York. 242 pp.
- Patiño, V., F.; P de la Garza, Y.; Villagomez, A. I.; Talavera, A. y F. Camacho M. 1983. Guía para la recolección de semilla de especies forestales. Inst. Nal. Inv. For. (México). Bol. Div. No. 63. pp. 52 – 111.
- Patiño, V. F.; Villarreal, C.R. 2012. Algunos conceptos para el establecimiento de áreas semilleras. *Revista mexicana de ciencias forestales. INIFAP.* pp. 16-32.
- Perry D.A. 1994. Forest ecosystems. The Johns Hopkins University Press. USA. 649 p.
- Perry, J.P., Jr. 1991. The Pines of Mexico and central America. Timber Press, Portland, OR. 231 pp.
- Pimentel, B.L. 2009. Producción de árboles y arbustos de uso múltiple. Universidad Autónoma Chapingo. México D.F. pp. 45-63.
- Pulido, F.J. 1999. Hervivorismo y regeneración de la encina (*Quercus ilex* L.) en bosques y dehesas. Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura, Cactáceas, España. 146 pp.
- Reed, S.M. 2004. Programa Nacional para el Manejo de los Recursos Genéticos Forestales. Comisión Nacional Forestal. Pp. 25-36.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1ra edición digital. México. 274-294 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 432 p.
- Rzedowsky, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana* 14:3-21.
- Sabás R., J.L. 2011. Taxonomía, diversidad y distribución de los encinos (*Quercus* spp.) del estado de San Luis Potosí, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags. 400 p.
- Salazar R.; Boshier D.H. 1991. Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies Genético Forestal, CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 61-77.

- Salazar, R. y Boshier, D. 1988. Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies forestales prioritarias en América central. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 77p.
- Serrada, R. 2000. Apuntes de Repoblaciones Forestales. FUCOVASA. España.
- Talbert, J. y Zobel, B. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. 1ª Ed. México.
- Van Steenis, C.G. 1972. *Nothofagus*, key genus to plant geography. In: Vañantine, D.H. (Ed.). Taxonomy Fitogeography and evolution. Academi Press Inc. London. p. 275-288.
- Vaughan, J.P. 1970. The structure and utilization of oil seeds. Champman and Hall, Ltd. London. 279 p.
- Vázquez, F.M. 1998. Semillas de *Quercus*: biología, ecología, y manejo. Consejería de Agricultura y Comercio, Badajoz, España. 234 p.
- Vitousek, P.M.; Reiners, W.A. 1975. Ecosystem Succession and nutrient retention: a hypothesis. *Bioscience*. 25:376-381.
- WRM. 2002. México: Avanza la deforestación, pero no las medidas para contrarrestar. Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. Boletín no. 54, enero de 2002.
- Zavala-Chávez, F. and García, E. 1996. Frutos y semillas de encinos. Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, México.
- Hartmann, T.H y Kester, D.E. 1989. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. 3ª impresión. México, D.F., CECSA. 760 p.