



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

**“Variación Morfológica del Encino
Quercus rugosa Née (FAGACEAE)”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A

PRISCILLA ALEJANDRA FLORES SOTO

**Directora de Tesis:
Dra. Silvia Romero Rangel**



Los Reyes Iztacala, 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis padres y Abuelita...

...por la admiración, respeto y amor que les tengo gracias por su ejemplo que me llevó a la meta, que ahora cumplo por Ustedes.

Gracias por su esfuerzo, amor y dedicación.

A Beto...

...por ser incondicional, compartir y ayudarme en todo, por los buenos y malos momentos de estos siete años a mi lado esperando que sean muchos más y ser mi mejor amigo y confidente.

TE AMO

Agradecimientos

A los miembros del comité revisor Dra. Silvia Romero Rangel y M. en C. Ezequiel Carlos Rojas Zenteno M. en C. Leonor Ana Maria Abundiz Bonilla M. en C. Ernesto Aguirre León y Biol. Ma. de Lourdes Pérez Castañeda por sus valiosas sugerencias en la elaboración de este trabajo.

A la Dra. Silvia Romero Rangel y M. en C. Ezequiel Carlos Rojas Zenteno por el apoyo, paciencia, por los maravillosos seres humanos que son, por compartir su tiempo, sus conocimientos, y por llevarme de la mano en el mundo de los encinos muchas gracias.

A la M. en C. Leonor Ana Maria Abundiz Bonilla por enseñarme a identificar no nada más plantas sino, también el área a la que decidí dedicarme.

Al M. en C. Rodolfo Cadenas y M. en C. Agustín Vargas por su desinteresada ayuda, que fue muy importante en la elaboración de este trabajo.

A los Biólogos Liliana Elizabeth Rubio Licona e Isaac Said Rodríguez Rivera por ayudarme siempre que lo necesite y enseñarme lo que es un muy buen compañero.

A todos y cada uno del laboratorio 405; que siempre estuvieron ahí para hacer más placentero el trabajo, compartir parte de su tiempo y enseñarme las virtudes de cada uno de Ustedes (Liliana, Said, Berenice, Julio, Marisol, Cristhian, Olivier, Eva y Ximena).

A mis hermanos Johan y Estephanie por formar parte de mi vida ser los seres más maravillosos de este universo.

A mis sobrinas (Camila, Hanna, Frida, Viridiana) por recordarme lo hermoso que es ser niño e instruirme con sus conocimientos.

A mi mejor amiga (Heidi) por ser tan especial en mi vida, escucharme siempre que lo necesito y aterrizarme en la realidad eres la mejor amiga que cualquiera quisiera tener.

A la Maestra Juana Lidia García Hernández y Galileo que son sumamente importantes en mi vida y aunque no los veo como yo quisiera los llevo siempre en mi corazón.

A los hermanos cara dura (Gerardo y Gilberto) por enseñarme lo que es un buen hermano y mejor persona.

A mi tía Alejandra y Luz por estar siempre que las necesito y apoyarme en todo.

A Isaías, Cristina y Maybel por ser mis hermanos y amigos incondicionales.

Al Sr. Lalo, Sra. Pachita y Roció que son seres tan maravillosos, especiales que siempre me han apoyado gracias por ser como son.

A todos aquellos que sin querer escapan de mi mente.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

MARCO TEÓRICO

UBICACIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO *Quercus* (Cronquist, 1981)

EL GÉNERO *Quercus*.

UTILIZACIÓN DEL GÉNERO *Quercus*

CARACTERÍSTICAS DE *Quercus rugosa* Née

NOMBRES COMUNES

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

FENOLOGÍA

USOS

MANEJO

APROVECHAMIENTO

ARQUITECTURA FOLIAR

SEMILLA Y GERMINACIÓN

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

ANTECEDENTES

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS PARTICULARES

METODOLOGÍA

ARQUITECTURA FOLIAR

COMPORTAMIENTO GERMINATIVO

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ARQUITECTURA FOLIAR

DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA FOLIAR DE *Quercus rugosa*

Quercus rugosa NEÉ (HOJAS MADURAS)

Quercus rugosa NEÉ. PLANTA DE UN MES DE EDAD

ESTUDIO DE ESTOMAS.

TRICOMAS FOLIARES

COMPORTAMIENTO GERMINATIVO

VIABILIDAD

DESCRIPCIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE *Quercus rugosa*

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

MODELOS DE CRECIMIENTO

CRECIMIENTO EN LABORATORIO

CRECIMIENTO EN VIVERO

ALTURA TOTAL

ALTURA AL PRIMER PAR DE HOJAS

NÚMERO DE HOJAS

DIÁMETRO DEL TALLO

DESCRIPCIONES MORFOLÓGICAS DE PLANTAS DE DIFERENTES EDADES

PLANTA DE 1 MES

PLANTA DE 2 MESES

PLANTA DE 3 MESES

PLANTA DE 6 MESES

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



RESUMEN

El estudio del género *Quercus* requiere de una búsqueda importante de caracteres diagnósticos que contribuyan a esclarecer los límites taxonómicos de los taxa; por lo que no sólo es importante estudiar las variaciones de la arquitectura foliar, sino también las características que varían en la morfología de las semillas y en el crecimiento de plantas jóvenes.

Los objetivos fueron, describir la arquitectura foliar de individuos jóvenes y adultos de los diferentes estados de la Republica Mexicana y EUA, así como el comportamiento germinativo de semillas con distinta morfología y el crecimiento de plantas en laboratorio y vivero.

Se recolectaron frutos y se realizó un grupo con los que pesaron más de 2g. y otro con los de menos de 2g. Una vez escarificadas las semillas se clasificaron por color. Se describió el comportamiento germinativo calculando los índices de capacidad germinativa, uniformidad de germinación, tiempo de germinación y calidad germinativa de acuerdo a Camacho (1992).

Iniciada la germinación en laboratorio se caracterizaron las estructuras que aparecen a través del tiempo, midiendo diariamente la longitud de la radícula. Después de la germinación, las plantas fueron transplantadas en recipientes que se colocaron en camas de malla de alambre. El crecimiento de las plántulas en condiciones de vivero se monitorearon realizando mediciones, una vez por semana, del grosor y largo del tallo, así como el número de las hojas.

Los resultados obtenidos para la arquitectura foliar después del análisis de conglomerados y componentes principales, fueron que no se forman grupos definidos de OTU's, lo que indica la gran similitud entre los ejemplares (OTU's) usados en este estudio. Aunque *Quercus rugosa* tiene una distribución geográfica amplia en México, ocupando hábitats muy diversos, se mantiene como un grupo uniforme morfológicamente.



La capacidad germinativa de *Quercus rugosa*, en los distintos grupos formados considerando su peso y color, fue de 100%. En este trabajo la capacidad germinativa obtenida para *Quercus rugosa* fue superior al reportado para otras especies en distintos trabajos.

Los índices calculados indicaron lo siguiente: que el tiempo medio de germinación (TMG) para la especie es corto y que se mejora con la estratificación de las semillas a los tres meses. La uniformidad germinativa, medida a través de la desviación del tiempo medio de la germinación (DTMG), resultó ser mayor para las semillas que no fueron estratificadas. Finalmente, la calidad de germinación, medida a través del Índice de Maguire (I Maguire) fue mayor para las semillas que fueron estratificadas por tres meses, disminuyendo notablemente en las estratificadas por un año.

Durante el desarrollo de las plantas se observó que la altura total, altura al primer par de hojas, diámetro y número de hojas de los cuatro grupos fue muy semejante, utilizándose para la realización de los modelos de crecimiento los tipos polinomial del tercer orden y potencial.



INTRODUCCIÓN

Se desconoce el número exacto de especies de *Quercus* en México, Trelease (1924) menciona 253, Miranda y Hernández X. (1963) mencionan 250, Martínez (1954) reconoce 350, Rzedowski (1978) estima que podría haber 150 a 200 y Nixon (1993) dice que existen de 135 a 150, de las cuales más de la mitad (86) son endémicas.

La importancia de los bosques de *Quercus* en México radica principalmente en el hecho de que es el género con mayor cobertura de zonas templadas en el territorio. Además, por los usos actuales que se la dan a la madera (leña y carbón) y los potenciales (obtención de celulosa, forraje, medicinal, reforestación y ornato) hacen del género *Quercus* uno de los grupos taxonómicos de mayor importancia económica (Zavala, 1995).

El género *Quercus* es considerado como un grupo taxonómicamente complicado, debido a su gran variabilidad morfológica, a la aparente facilidad de hibridación y a que sus estructuras reproductivas no se han estudiado lo suficiente, lo que ha incrementado el número de sinónimos (Hardin, 1979; Rodríguez, 2003; Romero *et al.*, 2002).

El estudio del género *Quercus* requiere de una búsqueda importante de caracteres diagnósticos que contribuyan a esclarecer los límites taxonómicos de los taxa; por lo que no sólo es importante estudiar las variaciones de la arquitectura foliar, sino también las características que varían en la morfología de las semillas y en el crecimiento de plantas jóvenes.

La semilla es el producto del óvulo fertilizado capaz de sobrevivir en condiciones ambientales adversas debido a la presencia de diversos mecanismos, como la presencia de cubiertas que la aíslan del medio exterior y a la presencia de reservas alimentarias (Braadber, 1988). Cada semilla posee la información genética de la especie y la que le permite sobrevivir en condiciones iguales o distintas al de su progenitor; dicha información se traduce en caracteres diagnósticos y caracteres que



cambian con la influencia del ambiente. De lo anterior, surge la necesidad de conocer e identificar la variación morfológica de frutos, semillas y desarrollo de individuos en sus primeros estadíos de vida.

La posibilidad de catalogar y describir con precisión caracteres foliares de individuos maduros y jóvenes reproductivamente, serán de gran ayuda en trabajos taxonómicos. Se sabe que el conocimiento detallado de la arquitectura foliar permite además, discernir tendencias filogenéticas, las cuales son de gran importancia en el estudio de grupos fósiles y actuales, así como para hacer reconstrucciones climáticas (Hickey, 1974).



MARCO TEÓRICO

UBICACIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO *Quercus* (Cronquist, 1981)

Los estudios realizados sobre taxonomía del género *Quercus*, aún resultan insuficientes y se encuentran muy dispersos, no existiendo una continuidad sistemática que pudiera aclarar tantos problemas, que existen sobre todo en los aspectos taxonómicos que son básicos para cualquier estudio botánico y ecológico de la flora de cualquier país o región. Su posición taxonómica es la siguiente:

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Subclase	Hamamelidae
Orden	Fagales
Familia	Fagaceae
Subfamilia	Quercoideae
Género	<i>Quercus</i>

EL GÉNERO *Quercus*

Los encinos pertenecen a la Familia Fagaceae, la cual es una familia ampliamente distribuida. Los miembros de esta familia son considerados de gran importancia económica por su abundancia y como recurso maderero, cuenta con ocho géneros y aproximadamente 600 especies, distribuidas principalmente en regiones templadas y subtropicales del hemisferio Norte (Elías, 1971; Lawrence, 1951). El género *Quercus*, es el que contiene el mayor número de especies dentro de la familia Fagaceae (Valencia A., 1989).



El género *Quercus* comprende árboles o arbustos, las flores masculinas tienen un cáliz formado por cinco lóbulos fusionados en un perianto más o menos en forma de cúpula, que envuelve de 5 a 10 estambres libres con anteras cortas y filamentos delgados. Las flores femeninas presentan un cáliz de 6 lóbulos que se adhieren a la base de los estilos y se fusionan con un tubo. El pistilo posee 3 carpelos que forman un ovario trilocular, cada lóbulo tiene 2 óvulos y contiene 3 estilos libres. El fruto es unilocular con una semilla y los otros 5 óvulos son abortivos. La semilla está envuelta en una cubierta rígida formando la bellota que está protegida parcialmente en su base por la cúpula que, generalmente, está cubierta por escamas (McVaugh, 1974).

UTILIZACIÓN DEL GÉNERO *Quercus*

En México los encinos han sido poco estudiados en los aspectos silvícola, ecológico y aún en lo tecnológico para su industrialización. Y en lo relativo a su aprovechamiento es escaso el mercado existente de los productos que se derivan de ellos.

La madera de encino se utiliza principalmente para obtener leña como combustible o como carbón, cuyo uso tiene profundo arraigo y tradición en algunos poblados del país (Pérez, 1976; Rzedowski, 1978).

La utilización de los encinos está relacionada con las características anatómicas de la madera; especialmente con el tamaño y grosor de los rayos poliseriados, el contenido de los vasos (poros) y la abundancia de cristales. Las diferencias anatómicas entre los subgéneros *Leucobalanus* y *Erytrobalanus* (encinos blancos y rojos respectivamente) permiten la utilización diferencial de la madera. La cantidad de rayos por mm² es importante en las propiedades físicas de la madera; la presencia de tílides en los vasos (poros) hace que la madera sea más resistente a la pudrición y más impermeable, evitando la evaporación de líquidos. En los encinos blancos, estos elementos son abundantes taponando el lumen de los vasos, en los rojos no se



presentan o cuando existen, son escasos. La ausencia de los mismos facilita la impregnación de la madera para usos de construcción. Los cristales de oxalato de calcio, son abundantes en la madera y provocan rajaduras o hendiduras aún en el árbol vivo. El trabajo de la madera o aserrío se dificulta por el deterioro o desgaste que sufren las herramientas frente a este material. Los cristales son más abundantes en encinos blancos que en rojos, dificultándose por este motivo la industrialización de los primeros (Pérez, 1978).

Por su dureza y resistencia, la madera de los encinos es muy apreciada en construcciones de alta calidad. Por la belleza de su veteado, textura uniforme, se emplea en la manufactura de muebles finos y partes de instrumentos musicales; por su alta resistencia al desgaste se le considera como la principal madera de pisos, bancos y mesas de trabajo y para usos industriales, soportes de escaleras, gradas y pisos (en gimnasios por ejemplo) y para la tonelería es la más adecuada debido a la presencia de tálides y alta resistencia a la pudrición. Para la elaboración de muebles se recomiendan algunas especies como *Q. resinosa*, *Q. castanea*, *Q. candicans*, *Q. obtusata* y *Q. sideroxylo*, siempre y cuando no intervengan muchas piezas torneadas (Herrera, 1981).

Los encinos son fuentes de celulosa y papel, artesanías, productos primarios (madera aserrada y chapa) así como de productos no maderables como raíces, frutos y fibras usadas como alimento y medicina. Además de su utilización como recursos escénicos y recreativos, los encinos se emplean en la recuperación de suelos erosionados y en los programas de reforestación debido a su gran plasticidad y su tendencia a ocupar una gran diversidad de condiciones ambientales (González y Labat 1987). Por otra parte, numerosas especies de encino como *Q. acutifolia* y *Q. obtusata* son habitas de numerosas plantas epífitas como orquídeas y helechos, entre otras (Valencia, 1989).

La corteza de muchas especies de encino, así como las agallas que forman en sus hojas algunas especies de himenópteros al depositar sus huevecillos, son ricas en taninos y utilizadas en curtiduría. Los frutos conocidos como bellotas, son ricos en



carbohidratos y se usan como suplemento alimenticio y forraje para alimentar a los puercos, algunas especies son consumidas por el hombre, por ejemplo *Q. emoryi*. Algunos de los pueblos indígenas de E.U.A. utilizan las bellotas de *Q. alba* y *Q. virginiana* para la elaboración de harina. Los encinos blancos por lo general, tienen una cantidad más baja de taninos que los encinos rojos, lo que favorece el consumo de los primeros (Elías, 1971 y Rzedowski, 1978).

Algunas de las especies se utilizan para ornato como el encino japonés *Q. myrsinifolia* y *Q. glauca*. Cabe destacar también la gran importancia comercial de *Q. suber* como recurso para la obtención de corcho. En algunos países como E.U.A. la introducción de ésta especie ha reportado importantes beneficios económicos (Elías, 1971).

Los encinos blancos suelen se utilizados en la elaboración de barricas para añejamiento de licores como el ron, el whisky, vinos, etc. También para armazones para construcciones diversas, cajas para empaque y embalaje, postes para cercas, pilotes para minas y jaulas para transportar aves.

Los encinos rojos se usan para pisos, lambrines, chapas, muebles, cabos, mangos para herramienta, implementos agrícolas, utensilios domésticos, culatas, hormas para calzado, tarimas para carga y descarga, partes de diversos instrumentos (guitarras, pianos), juguetes diversos, construcciones para animales, etc.

CARACTERÍSTICAS DE *Quercus rugosa* Née

Sinonimias:

Quercus conglomerata Trel., *Quercus decipiens* Martens & Galeotti, *Quercus diversicolor* Trel., *Quercus durangensis* Trel., *Quercus purpusii* Trel., *Quercus reticulata* Humb. & Bonpl., *Quercus rhodophlebia* Trel., *Quercus suchiensis* Warb.



NOMBRES COMUNES:

Avellana, Encino blanco liso, Encino cuero, Encino de asta, Encino de miel, Encino negro, Encino prieto, Encino quiebra hacha, Encino roble, Roble, Sharari, Tocus.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Árbol de 3-25 m de alto, tronco con un diámetro de 10-80 cm o más; ramillas de 3-6 mm de grueso, tomentoso al principio, después glabras de color café grisáceo; estípulas lineares u oblanceoladas, de 6-7 mm de largo y pilosas; hojas muy gruesas, rígidas y coriáceas, frecuentemente cóncavas por el envés, muy rugosas, obovadas, de elíptico-obovadas a casi suborbiculares, de 4-17 cm de largo o 1.8-10 cm de ancho, ápice anchamente obtuso o redondeado, margen engrosado con dientes y ondulaciones, estos dientes rematan en un mucrón o arista recta en número de 3-17 a cada lado, base redondeada o cordada en la que hay 8-13 pares de nervios laterales, haz lustroso y glabro, envés tomentoso con pelos ramificados y pelos glandulares abundantes, vermiformes, de color ámbar o rojizo, epidermis glauco-cerosa, papilosa y algo ampulosa; pecíolos pubescentes de 3-13 mm de largo; 2-12 flores femeninas en un pedúnculo largo y delgado de 6-7.5 cm de largo, fruto solitario o en grupos de 2-3, involucre de 12-17 mm de diámetro por 7-9 mm de alto, bellota ovoide de 16-25 mm de largo por 9-14 mm de diámetro.



FENOLOGÍA

Follaje. Hojas decíduas muy tardíamente (Fig.1)



Fig. 1 Hojas de *Quercus rugosa*

Floración. De marzo a junio.

Fructificación. De octubre a febrero.

Polinización. Anemócora (viento).

Hábitat. En bosques de encino entre 1800-2500 msnm; suele asociarse con *Q. crassipes*, *Q. laurina*, *Q. obtusata* y *Q. castanea*. En bosques de pino o en asociaciones pino-encino, su rango altitudinal es entre 1000-3200 m.s.n.m, se localiza en una amplia variedad de sitios, aunque es más común en suelos profundos que someros y pedregosos. Se asocia con *Pinus leiophylla*, *P. michoacana* y *P. lawsoni*.

Distribución: Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, Puebla y Veracruz; también se le encuentra en E. U. y Guatemala (Romero, 1993) (Fig. 2).



Fig. 2 Distribución de *Quercus rugosa* en México las entidades iluminadas indican su presencia.



USOS



- Artesanal: Los tallos se usan para fabricar cabos de herramienta.
- Bebidas y licores: El fruto se utiliza para elaborar una bebida que sule al café Figura (3)
- Combustible: El fuste y las ramas se usan como leña y para hacer carbón.
- Construcción: Los tallos se usan como postes para cerca.

Fig. 3. Fruto de encino.

-Medicinal: La corteza se utiliza en el tratamiento contra la disentería; también es hemostático y analgésico. Es muy usado para corregir padecimientos digestivos, genitourinarios, inflamaciones, infecciones y desórdenes del sistema respiratorio.

MANEJO

No recibe ningún manejo en el bosque.

APROVECHAMIENTO

La madera para leña se recolecta a todo lo largo del año. Los árboles son derribados y cortados en trozos para apilarlos en las carboneras o para formar las cargas de leña o para emplearlos como postes. El aprovechamiento se regula por la NOM-012-RECNAT-1996, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de leña para uso doméstico <http://148.233.168.204/pfnm/QuercusRugosa.html>.



ARQUITECTURA FOLIAR

Hickey (1974) utiliza el término arquitectura foliar para designar la ubicación y la forma de aquellos elementos que constituyen la expresión externa de la estructura foliar, incluyendo tipo de venación, configuración marginal, forma de la hoja y posición de las glándulas. Esto se basa en que la mayoría de las familias y géneros poseen modelos de organización arquitectónica consistente y reconocible.

Estudios de plantas actuales y fósiles indican la existencia de patrones de arquitectura foliar con valor importante para determinar las relaciones taxonómicas y filogenéticas entre las angiospermas (Hickey, 1974).

En la mayoría de las hojas, la venación esta claramente diferenciada en clases. Las venas de una clase particular desarrollan una uniformidad en el curso y un modelo de su distribución en relación a las otras clases y a las características marginales de la hoja. Esto hace que el reconocimientos de órdenes de venación, sea esencial al describir la arquitectura foliar. Cabe mencionar, que las descripción de las hojas no sólo considera caracteres cualitativos, sino también caracteres cuantitativos como la relación largo/ancho (l/a) de la lamina, ángulo formado entre la vena primaria y secundarias, ángulo formado por la base y el ápice (Fig. 4).



SEMILLA Y GERMINACIÓN

La semilla es el producto del óvulo fertilizado (Braadber, 1988) y por medio de la cual el nuevo individuo es dispersado (Bewley & Black, 1978). La semilla procede del rudimento seminal y es el embrión en vida latente o amortiguada, acompañada o no de tejido nutritivo y protegida por el epispermo (Font Quer, 1963). La reproducción sexual por semilla integra una variedad de procesos críticos separados en tiempo y espacio de ocurrencia como polinización, desarrollo de semillas, dispersión (Van Rheede & Van Rooyen, 1999), germinación y establecimiento (Harper, 1977; Gutterman: 1993; Van Rheede & Van Rooyen, 1999); cada uno influenciado por las condiciones ambientales del hábitat particular de la planta. El período de germinación y el desarrollo de la plántula es variable (Van Rheede & Van Rooyen, 1999). En este sentido, el éxito en el establecimiento estará fuertemente determinado por la respuesta que tenga la semilla a las condiciones ambientales locales (Bewley & Black, 1978), germinando cuando éstas sean tales que exista una mayor probabilidad de que el nuevo individuo logre establecerse y alcance la madurez reproductiva (Nikolaeva, 1977).

La germinación inicia con la imbibición o absorción de agua (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1975; Bewley & Black, 1978) después de la latencia, la cual puede ser provocada por diferentes factores como:

- a) Formación en la semilla de inhibidores químicos
- b) Carencia de sustancias estimulantes necesarias
- c) Resistencia mecánica de la testa o del pericarpo a la entrada de agua y oxígeno.

La suspensión del crecimiento por condiciones ambientales desfavorables se denomina *quiescencia* y por inhibición endógena muy activa se llama *latencia*. Una semilla latente es aquella que no germina aún en condiciones que son favorables para su crecimiento, aún cuando el embrión haya alcanzado su madurez. Los factores de inhibición más comunes en la germinación de las semillas son la impermeabilidad de la



cubierta, la postmaduración y la fotoblasticidad (sensibilidad a la luz). Algunos agentes disparadores de la germinación son la estratificación, la acción mecánica o química sobre la cubierta de la semilla y los cambios continuos de temperatura y luz roja.

La germinación incluye todos los procesos que están involucrados en la transformación de un embrión vegetal a una plántula independiente y establecida. Desde el punto de vista fisiológico, la germinación es la continuación del metabolismo y crecimiento que se encontraba suspendido. Inicia con la transcripción del genoma y la subsecuente activación enzimática y termina con la elongación del eje embrionario, la radícula. Bioquímicamente, la germinación es la secuenciación diferencial de los procesos de oxidación y síntesis. Desde el punto de vista morfológico, el proceso comprende la transformación del embrión hasta la formación de una nueva planta. Podemos decir, que la germinación es la reactivación del embrión, de un estado temporalmente suspendido, durante la quiescencia o latencia, a la iniciación de nuevos programas genéticos, resumidos en la transcripción diferencial del genoma. (Jane & Amen en Khan, 1977; Bidwell, 1987; Hartman & Kester, 1991).

El proceso de germinación consta de las siguientes etapas:

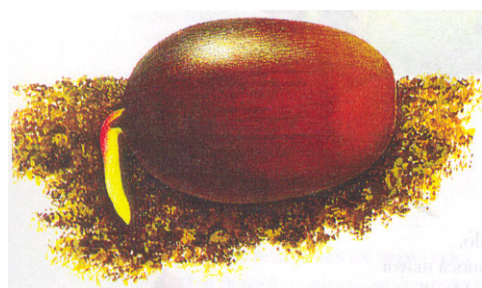
Imbibición: la germinación comienza con cambios en la cubierta seminal que permiten una captación masiva de agua por el embrión, las estructuras circundantes se hinchan y la cubierta seminal estalla. Esta fase del crecimiento ocurre hasta que se alcanza un nivel crítico de agua, el cual es diferente para cada especie. Si la semilla se deseca después de haber iniciado el metabolismo muere. Una vez que ocurre la imbibición, la absorción de agua disminuye y los procesos metabólicos son en este nivel irreversibles.

Actividad enzimática: en esta fase se desdobl原因 los materiales almacenados en los cotiledones o el endospermo, sintetizándose nuevas sustancias para el crecimiento y desarrollo, dando un incremento en la actividad metabólica.



Crecimiento: en él se inicia la reproducción y elongación de las células de la radícula, seguidas por la emergencia de ésta (raíz embrionaria) a través de la cubierta de la semilla figura (5).

La respiración se incrementa inmediatamente después de la imbibición y continúa así



durante las 12 horas siguientes. La rápida producción inicial de ATP puede ser anaeróbica, pero para los siguientes eventos se requiere de oxígeno. Cuando la testa se rompe el oxígeno se difunde al interior.

Fig. 5. Plántula de encino

La síntesis de proteínas en esta fase es dependiente de los substratos almacenados en el embrión (Khan, 1977; Salysbury et al., 1978; Bidwell, 1997).

La germinación es promovida por el fitocromo que es un pigmento que interviene además en otros procesos como la floración y el crecimiento, la orientación de las hojas y tallos en dirección de la luz (fototropismo), los movimientos de nictinastia y la orientación de los cloroplastos en la célula.

Las principales hormonas que intervienen durante la germinación son giberelinas (AG), ácido absólico (ABA), citocininas (CC), auxinas (usualmente ácido indol acético-AIA) y etileno. Otros agentes como lactosas, esteroides, fenoles y tiamina tienen propiedades semejantes a las producidas por las hormonas y se encuentran implicadas en la fisiología de varias semillas.



CRECIMIENTO Y DESARROLLO

El crecimiento se puede definir como el incremento en el tiempo del tamaño o peso del individuo como resultado de la síntesis de grandes moléculas y del alargamiento de la célula. El crecimiento y desarrollo no es el mismo para todos los tipos de células (Salisbury et al, 1978). El proceso por el cual las células inician su especialización se denomina *diferenciación*, el proceso de crecimiento y diferenciación de células individuales dentro de tejidos reconocidos, órganos y organismos es llamado *desarrollo*, siendo otro término usual el de *morfogénesis*.

El crecimiento en general significa incremento en volumen o peso. El incremento de volumen (tamaño) puede medirse aproximadamente por expansión en una o dos direcciones como longitud, diámetro, altura, área y ancho.

Para el análisis del crecimiento se han estudiado plantas de diferentes ciclos de vida y se han obtenido sus curvas de crecimiento. Las plantas anuales y partes individuales de perennes y anuales presentan curvas de crecimiento sigmoideas con tres fases primarias.

- 1.- fase logarítmica
- 2.- fase linear
- 3.- fase de senescencia

En la **fase logarítmica** el incremento en tamaño por unidad de tiempo es lento al principio, aparentemente porque la semilla tiene células que inician su crecimiento, dicho valor continúa incrementándose conforme más células se forman.



En la **fase linear** el incremento en tamaño continúa constante. Usualmente llega hasta un valor máximo durante algún tiempo. El por qué este valor llega a una constante no está aún completamente entendido, pero una razón probable es que los tallos y raíces crecen por medio de las zonas meristemáticas que producen células que incrementan su tamaño sólo en longitud.

La **fase de senescencia**, está caracterizada por un decremento en el valor de crecimiento, la planta madura y continúa esta fase (Salisbury et al., 1978).

Watson (1952) puntualizó una serie de índices del crecimiento formulados a partir de dos variables; el peso total de la planta como una medida del material vegetal existente y el área foliar de la planta como una medida del sistema asimilativo del material vegetal, en ambos casos en intervalos sucesivos de tiempo.

La técnica de análisis de crecimiento, se aplica a plantas cultivadas o unidades de vegetación homogéneas (Watson 1952).



ANTECEDENTES

Existen diversos trabajos de encinos sobre germinación, crecimiento, desarrollo y arquitectura foliar; sin embargo, solamente uno, aborda el desarrollo de plántulas y el otro aspectos de la germinación en las primeras etapas de *Quercus rugosa*, pero ninguno sobre el estudio de la variación morfológica de *Quercus rugosa*. Los trabajos importantes para la realización de esta tesis son los siguientes:

Por lo que se refiere a trabajos de arquitectura foliar y taxonomía, Rodríguez (2003) trabajó con arquitectura foliar de diez especies de encinos de México, y contribuyó a determinar caracteres de arquitectura foliar que sirven como diagnóstico en la delimitación de las especies estudiadas. Romero (2001) hizo un estudio taxonómico de la serie *Acutifoliae* (*Quercus*, *Fagaceae*) el cual comprendió el estudio taxonómico, consideró la arquitectura foliar; y contribuyó a determinar caracteres diagnósticos que sirven para establecer los límites taxonómicos de las especies de la serie. Martínez, (2002) describió los patrones de venación y el tipo de dientes presentes en *Quercus sartorii* y *Q. xalapensis*. Valencia & Delgado (1995) utilizaron la arquitectura foliar como una herramienta taxonómica para reconocer individuos de *Quercus affinis* y *Q. laurina*.

Valencia, A. (1989) estudió los tricomas foliares de un grupo de especies del género *Quercus*, sección *Lobatae* (*Fagaceae*), determinando que los tricomas son importante para la determinación de los taxa. Manos, (1993) estudia los tricomas para reconocer cinco especies de la sección *Protobalanus* y propone una hipótesis de variación geográfica e hibridación entre pares de especies. Llamas et al. (1995) reconocieron, por medio de características de tricomas, ocho especies de encinos en la Península Ibérica y con base en estos caracteres propusieron una clave para la identificación de especies.

En cuanto a la germinación de encinos, Connor, Bonner & Vozzo (1996) observaron que los encinos pierden la viabilidad rápidamente, por lo que se les cataloga dentro de las semillas recalcitrantes.



Rao & Singh, (1985), Bello et al. (1994) & Bonfil (1992) vieron que el tiempo que tarda en presentarse la germinación está relacionado con la especie, temperatura y humedad a que sean sometidos los frutos. Villalón (1992) encontró que la escarificación y una solución de ácido giberélico estimulan la germinación de *Q. polymorpha*. Sierra-Morales (1993) analizó algunos aspectos de la germinación y las primeras etapas de crecimiento de *Quercus rugosa*, bajo condiciones de humedad, luminosidad, aunados con la presencia o ausencia de hojarasca. Así como aspectos de herbivoría y del efecto del tamaño del cotiledón. Pritchard (1991) observó que la humedad, la temperatura y el potencial hídrico interactúan en el eje embrionario para iniciar la germinación. Tripanthi & Khan (1990) y Robledo (1997) trabajaron con la potencialidad germinativa de la bellota y el establecimiento de las plántulas y desarrollo posterior.

Bordeau (1954) y Muick (1991) observaron la importancia de la hojarasca y sus efectos en la germinación de semillas de encinos, el establecimiento y la sobrevivencia de plántulas. Robledo (1997) y Bonfil (1992) trabajaron sobre el desarrollo de plántulas de *Q. rugosa* y de *Q. laurina*, analizando la influencia de la hojarasca y pedregosidad sobre la biomasa radicular. Muick (1991) vio que *Q. douglasii* puede sobrevivir tanto en sitios soleados como protegidos por un dosel de árboles. Ponce de León (1985) y Muick P. (1991) encontraron que la luminosidad alta, el incremento de temperatura y el estrés de agua son reducidos por la sombra, factor importante en la sobrevivencia de plántulas.

Alvarez & Ochoa (1998) describieron el hábitat y distribución de cinco especies de *Quercus* (Fagaceae) en la Meseta Central de Chiapas, México; la altitud resultó ser la variable ambiental determinante para reconocer el hábitat de las especies. Martínez, (1995) estudia la estructura de una comunidad de *Quercus* en la Sierra de Zacualtipan, Hidalgo.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar las variaciones que se presentan en la arquitectura foliar, comportamiento germinativo y crecimiento de *Quercus rugosa*.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir la arquitectura foliar de individuos adultos, procedentes de diferentes estados de México y Estados Unidos de Norteamérica en donde se distribuye la especie, y de plantas jóvenes obtenidas en vivero.
- Determinar los caracteres diagnósticos de arquitectura foliar de la especie.
- Describir el comportamiento germinativo de semillas con distinta morfología.
- Describir el crecimiento de plantas en condiciones de laboratorio y vivero.



METODOLOGÍA

ARQUITECTURA FOLIAR

Se eligieron hojas maduras de ejemplares de *Quercus rugosa* de los herbarios ENCB (IPN) e IZTA (UNAM), procedentes de distintos estados de la República Mexicana y Estados Unidos de Norteamérica, abarcando su distribución geográfica; así como hojas jóvenes de diferentes edades (15 días 1, 2, 3, 6, 12, y 24 meses) de plantas que crecen en condiciones de vivero.

Para realizar la diafanización y tinción, las hojas seleccionadas se sometieron a un proceso de aclaración, para lo cual se sumergieron en una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 20% y se dejaron hervir durante 20 minutos, después se lavaron en agua corriente y se colocaron en una solución de hipoclorito de sodio al 30% caliente hasta que quedaron blancas, en seguida se lavaron con agua corriente. Para realizar la tinción, las hojas aclaradas se colocaron en safranina acuosa al 1% durante 15 minutos. Después se hicieron cambios graduales del alcohol de 60%, 70%, 80% y 96% por 15 minutos cada uno, posteriormente se colocaron en xilol hasta lograr el aclaración de hoja. Las muestras obtenidas se montaron entre dos cristales con resina para microscopía. Las muestras diafanizadas se depositaron en el Laboratorio de Ecología y Taxonomía de Árboles y Arbustos de la FES Iztacala UNAM.

La descripción de la arquitectura foliar se realizó de acuerdo a Hickey (1974). Los caracteres que se observaron incluyeron forma de lámina, abarcando aspectos como la forma basal y apical de las hojas, la presencia de dientes en el margen, la forma del pecíolo y la textura de la hoja. Después se examinaron la configuración de las venas comenzando con las venas primarias y secundarias que determinan las clases mayores de venación. Posteriormente se describieron los rasgos de órdenes y de venación progresivamente más altos (3° y 4°), terminando con la descripción de las vénulas y las areolas.



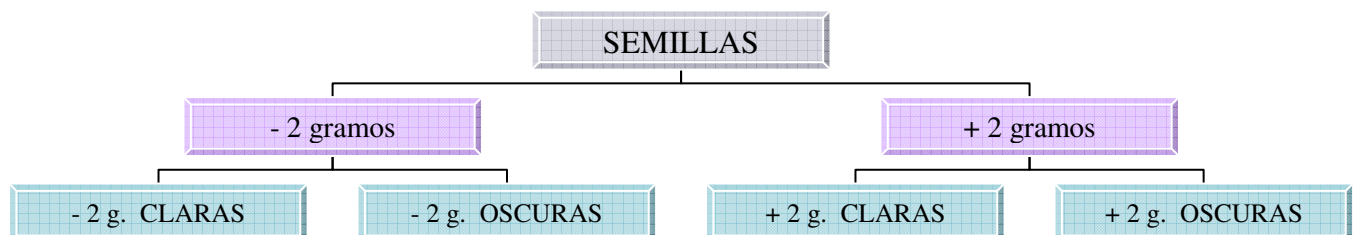
Para el análisis de la información obtenida de arquitectura foliar se utilizó el paquete “Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System” (NTSYS), versión 2.0 (Rohlf, 1997).

Se determinaron los tipos de estomas (Hickey, 1999) y el Índice Estomático (IE= número estomas/ número de estomas + número de células epidérmicas) x (100).

COMPORTAMIENTO GERMINATIVO

La recolección de frutos se hizo en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México. Los frutos fueron recolectados directamente del árbol o bajo el dosel. Posteriormente, se clasificaron en grupos de acuerdo a sus características de peso y color. Se hizo un grupo con los que pesaron más de 2g. y otro con los que pesaron menos de 2g. Para extraer las semillas de los frutos, éstos se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 5% por 15 minutos. Posteriormente se remojaron por 24 horas en agua destilada y se escarificaron de manera mecánica con navaja cutter.

Las semillas obtenidas se clasificaron por color, formando los cuatro grupos siguientes:



Se establecieron en dos tiempos distintos tres repeticiones de 20-30 semillas cada uno en cajas de plástico tipo domo, utilizando como sustrato papel secante blanco embebido con agua destilada. En el primer tiempo se utilizaron semillas sin refrigeración y en el segundo se emplearon semillas refrigeradas (10 °C) durante tres meses.

Las cajas con las semillas se mantuvieron a temperatura de 22 a 24 °C. Se efectuó diariamente el registro de semillas germinadas.

Se describió el comportamiento germinativo calculando los índices de capacidad germinativa, uniformidad de germinación, tiempo de germinación y calidad germinativa de acuerdo a Camacho (1992), (Cuadro 1).

Cuadro 1. Índices de comportamiento germinativo según Camacho (1992)

Variable	Fórmula	Componentes de la Fórmula
Capacidad Germinativa	$CG = (Ae \cdot 100) / M$	CG= Capacidad Germinativa Ae= Germinación Acumulada. M= Muestra evaluada.
Uniformidad Germinativa (Desviación Típica de los tiempos de germinación, DTMG)	$DTG = \sqrt{\left[\frac{SCG - (SPG \cdot SPG / SG)}{SG - 1} \right]}$ $SCG = \left(\sum_{i=1}^e P_i^2 \right) G_i$ $P_i = \frac{[T_i - (T_i - 1)]}{2}$ $SPG = \sum_{i=1}^e P_i$ $SG = \sum_{i=0}^e G_i$	DTG= Desviación Típica del Tiempo de Germinación. SCG= Suma de los puntos Medios Cuadrados por germinaciones sencillas. SPG= Suma de los puntos Medios. SG= Suma de las Germinaciones Sencillas ($G_1 + G_2 \dots + G_e = Ae$). Pi= Punto Medio e= Número total de evaluaciones. Ti= Tiempo transcurrido desde el establecimiento. Gi= Germinación sencilla.
Tiempo de Germinación	$TMG = \frac{SPG}{SG}$	TMG= Tiempo Medio de Germinación. SPG= Suma de los Puntos. SG= Suma de Germinaciones Sencillas.
Calidad Germinativa (Índice de Maguire, 1962)	$MG = \left(\frac{G_1}{T_1} + \frac{G_2}{T_2} \dots + \frac{G_e}{T_e} \right) \cdot \frac{100}{M}$	MG= Valor Germinativo. Gi= Germinación Sencilla. Ti= Tiempo transcurrido desde la siembra. M= Cantidad de semillas establecidas.



CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Iniciada la germinación en laboratorio se caracterizaron las estructuras que aparecen a través del tiempo; registrando el día de su emergencia y midiendo diariamente la longitud de la radícula, raíces secundarias, hipocótilo, epicótilo y hojas. También se hicieron observaciones sobre indumento, textura, color, etc.

Transcurridas dos semanas después de la germinación, las plantas fueron transplantadas en recipientes sin fondo con suelo de bosque de encino; dichos recipientes se colocaron en camas de malla de alambre en el Jardín Botánico de Iztacala.

El crecimiento de las plántulas en condiciones de vivero se monitorearon realizando mediciones, una vez por semana, del grosor y largo del tallo, así como el número de las hojas.

Se hicieron las descripciones morfológicas de las plantas a los 1, 2, 3 y 6 meses de edad.

Para determinar la significancia ($p \leq 0.05$) de la información obtenida del crecimiento y desarrollo de las plantas se realizó un anova factorial donde uno de los factores fue el color (claras y oscuras) y el otro el peso (más de 2 grs. y menos de 2 grs.), además se realizó un ajuste de curvas contra el tiempo y las variables de respuesta (altura total, altura total al primer par de hojas, diámetro, número de hojas). Los análisis se realizaron utilizando la herramienta de análisis de datos de la hoja de cálculo de Excel.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ARQUITECTURA FOLIAR

En este análisis se consideraron 58 OTU's número de ejemplares (Cuadro 2) y 91 caracteres morfológicos (Cuadro 3 y Figuras 6 a la 62).

El fenograma (Fig. 63) resultado del análisis de conglomerados, muestra que no se forman grupos definidos de OTU's, lo que indica la gran similitud entre los ejemplares (OTU's) usados en este estudio.

Los tres primeros componentes explicaron el 29.0627% de la variación y los caracteres que más contribuyeron son de tipo macromorfológicos y los últimos niveles de venación (Cuadro 4).

El valor del primer componente principal que se obtuvo es de 11.7865 y los caracteres que aportaron mayor información para explicar la variación fueron: ancho de la hoja (0.7436), ápice acuminado (0.6748) y largo de la hoja (0.6448) entre otros. Hickey (1974) menciona que estos caracteres macromorfológicos son de uso tradicional en la descripción morfológica de las especies.

El valor del segundo componente es de 9.1591, siendo los caracteres de mayor carga para explicar la variación encontrada: venación pinnada craspedódroma simple (0.7544), venación pinnada craspedódroma semicraspedódroma (0.7544) y venas secundarias< de divergencia agudo angosto (0.5614), entre otros.

El valor del tercer componente obtenido es 8.117 y los caracteres que aportaron mayor valor a la explicación de la variación fueron modelo reticulado-reticulado al azar (0.7674), modelo reticulado-reticulado ortogonal (0.7674) y 1° vena tamaño fuerte (0.5715) entre otros. En este tercer componente se toman en cuenta los últimos niveles de venación.



Aunque *Quercus rugosa* tiene una distribución geográfica amplia en México, ocupando hábitats muy diversos, se mantiene como un grupo uniforme morfológicamente.

Con el análisis de componentes principales se obtuvieron resultados afines a los obtenidos en el análisis de conglomerados (Fig. 65). Se observó la agrupación de los ejemplares (OTU's) correspondientes a las plantas de 15 días a seis meses de edad, debido a que las dimensiones de la lámina y el pecíolo son menores. Las hojas de estas edades muestran la misma arquitectura de una hoja madura.

Los caracteres diagnósticos o caracteres que definen a *Quercus rugosa* como una especie taxonómicamente clara a pesar de que habita en ambientes muy diversos se muestran en el cuadro 5. Como se observa la especie en estudio muestra caracteres inherentes (diagnósticos) y caracteres que varían con las condiciones ambientales.



Cuadro 2. Ejemplares incluidos en el estudio numérico de *Quercus rugosa*. Las abreviaciones con las que se identifican en el gráfico corresponden al nombre del colector y su número de colecta.

No.	País/Estado	Colector	Herbario
1	México, Guanajuato	Martínez 292	IZTA
2	México, Distrito Federal	Román 129	IZTA
3	México, Distrito Federal	Román 131	IZTA
4	México, Distrito Federal	Román 164	IZTA
5	México, Oaxaca	Jiménez S/N	IZTA
6	México, Michoacán	Díaz 1923	IZTA
7	México, Michoacán	Valenzuela S/N	IZTA
8	México, Michoacán	Martínez 579	IZTA
9	México, Michoacán	Díaz 1933	IZTA
10	México, Guanajuato	Cruz 305	IZTA
11	México, Veracruz	Pérez S/N	IZTA
12	México, Estado de México	Herrera 32	IZTA
13	México, Estado de México	Estrada 1263	IZTA
14	México, Distrito Federal	Román 131	IZTA
15	México, Tlaxcala	Santacruz 678	INIFAP
16	México, Tlaxcala	Santacruz 677	INIFAP
17	México, Tlaxcala	Santacruz 772	INIFAP
18	México, Morelos	Romero & Rojas	INIFAP
19	México, Hidalgo	Medina Miguel 231	INIFAP
20	México, Guanajuato	495	INIFAP
21	México, Hidalgo	Equihua 601	INIFAP
22	México, Estado de México	Ventura 358	INIFAP
23	México, Hidalgo	Schulz 19	INIFAP
24	México, Coahuila	Berlín 15	ENCB
25	México, Colima	Nápoles 780	ENCB
26	México, Aguascalientes	De la Cerda S/N	ENCB
27	México, Aguascalientes	Rzedowski 14158	ENCB
28	México, Veracruz	Vela 684	ENCB
29	México, Sonora	Jaramillo 6	ENCB
30	México, Sinaloa	Letho 24330	ENCB
31	México, Durango	Fernández 1115	ENCB
32	México, Durango	García & Acevedo 960	ENCB
33	México, Chiapas	S/N	ENCB
34	México, Chiapas	S/N	ENCB
35	EU., Arizona	Landrum 9314	ENCB
36	EU., Arizona	S/N	ENCB
37	México, Baja California Sur	Guzmán 59	ENCB
38	México, Oaxaca	Acevedo 201	ENCB
39	México, Oaxaca	Cruz 1923	ENCB
40	México, Chihuahua	Dunn & Torke 1034	ENCB



41	México, Chihuahua	Robert 240	ENCB
42	México, Jalisco	Machuca 480	ENCB
43	México, Jalisco	Machuca 448	ENCB
44	México, Tamaulipas	Puig 7278	ENCB
45	México, Querétaro	Puig 3536	ENCB
46	México, Querétaro	Rzedowski 10915	ENCB
47	México, Zacatecas	Vela S/N	ENCB
48	México, Zacatecas	Martínez 161	ENCB
49	México, San Luis Potosí	Rzedowski 4395	ENCB
50	México, Puebla	Rzedowski 18852	ENCB
51	México, Puebla	Tenorio 9331	ENCB
52	México, Estado de México	Flores 100*	IZTA
53	México, Estado de México	Flores 101*	IZTA
54	México, Estado de México	Flores 102*	IZTA
55	México, Estado de México	Flores 103*	IZTA
56	México, Estado de México	Flores 104*	IZTA
57	México, Estado de México	Flores 105*	IZTA
58	México, Estado de México	Flores 106*	IZTA

Continuación del cuadro 2



Procedencia de ejemplares examinados, las identidades iluminadas representan los estados representados en este estudio.



Cuadro 3. Caracteres y sus estados en el estudio de arquitectura foliar de *Quercus rugosa*

No.	Carácter	Estado de carácter
1	Largo de la hoja (cm)	Promedio
2	Ancho de la hoja (cm)	Promedio
3	No. Mucrones	Promedio
4	Orientación apical	Presente (1)-Ausente (0)
5	Orientación basal	Presente (1)-Ausente (0)
6	Orientación Convexa	Presente (1)-Ausente (0)
7	Orientación Cóncava	Presente (1)-Ausente (0)
8	Lamina simétrica	Presente (1)-Ausente (0)
9	Lamina asimétrica	Presente (1)-Ausente (0)
10	Base simétrica	Presente (1)-Ausente (0)
11	Base asimétrica	Presente (1)-Ausente (0)
12	Forma obovada- oblanceolada angosta	Presente (1)-Ausente (0)
13	Forma obovada-ancha	Presente (1)-Ausente (0)
14	Forma obovada-muy ancha	Presente (1)-Ausente (0)
15	Forma elíptica-lobalata	Presente (1)-Ausente (0)
16	Forma elíptica-orbiculada	Presente (1)-Ausente (0)
17	Forma elíptica suborbiculada	Presente (1)-Ausente (0)
18	Ápice obtuso	Presente (1)-Ausente (0)
19	Ápice redondeado	Presente (1)-Ausente (0)
20	Ápice mucronado	Presente (1)-Ausente (0)
21	Ápice emarginado	Presente (1)-Ausente (0)
22	Ápice agudo	Presente (1)-Ausente (0)
23	Ápice acuminado	Presente (1)-Ausente (0)
24	Ápice retuso	Presente (1)-Ausente (0)
25	Base obtuso cuneada	Presente (1)-Ausente (0)
26	Base obtuso normal	Presente (1)-Ausente (0)
27	Base agudo normal	Presente (1)-Ausente (0)
28	Base agudo cuneado	Presente (1)-Ausente (0)
29	Base cordata	Presente (1)-Ausente (0)
30	Base redondeada	Presente (1)-Ausente (0)
31	Margen crenado	Presente (1)-Ausente (0)
32	Margen dentado cerrado-obtuso	Presente (1)-Ausente (0)
33	Margen entero	Presente (1)-Ausente (0)
34	Margen espaciación irregular	Presente (1)-Ausente (0)
35	Margen senos redondeados	Presente (1)-Ausente (0)
36	Margen dentado serrado agudo	Presente (1)-Ausente (0)
37	Margen eroso	Presente (1)-Ausente (0)
38	Margen dentado dentado	Presente (1)-Ausente (0)
39	Textura coriácea	Presente (1)-Ausente (0)



40	Posición de las glándulas		Presente (1)-Ausente (0)
41	Pecíolo Normal		Presente (1)-Ausente (0)
42	Venación Pinnada Craspedódroma Simple		Presente (1)-Ausente (0)
43	Venación Pinnada Craspedódroma Semicraspedódroma		Presente (1)-Ausente (0)
44	Ordenes de Venación Ramificaciones de venas Secundarias		Presente (1)-Ausente (0)
45	1ª vena tamaño	masivo	Presente (1)-Ausente (0)
46		fuerte	Presente (1)-Ausente (0)
47		moderado	Presente (1)-Ausente (0)
48		débil	Presente (1)-Ausente (0)
49		Recorrido derecho no ramificado	
50	2ª vena	< de divergencia Agudo Angosto	Presente (1)-Ausente (0)
51		< de divergencia Agudo Moderado	Presente (1)-Ausente (0)
52		< de divergencia Agudo Ancho	Presente (1)-Ausente (0)
52		con variación en el < de divergencia uniforme	Presente (1)-Ausente (0)
53		con variación en el < de divergencia sup. + agudas	Presente (1)-Ausente (0)
54	Grosor Relativo de las Venas Secundarias Grueso		Promedio
55	Grosor Relativo de las Venas Secundarias Moderado		Presente (1)-Ausente (0)
56	Grosor Relativo de las Venas Secundarias Delgado a Capilar		Presente (1)-Ausente (0)
57	Recorrido derecho		Presente (1)-Ausente (0)
58	Recorrido recurvado		Presente (1)-Ausente (0)
59	Recorrido curvado		Presente (1)-Ausente (0)
60	Recorrido sinuoso		Presente (1)-Ausente (0)
61	Recorrido ramificado		Presente (1)-Ausente (0)
62	Ausencia de venas intersecundarias		Presente (1)-Ausente (0)



63	Venas intersecundarias Simple	Presente (1)-Ausente (0)	
64	Venas intersecundarias Compuesto	Promedio	
65	3ª vena	De origen Agudo-Recto	Presente (1)-Ausente (0)
66		De origen Agudo-Agudo	Presente (1)-Ausente (0)
67		De origen Agudo-obtuso	Presente (1)-Ausente (0)
68		Modelo Reticulado Reticulado al azar	Presente (1)-Ausente (0)
69		Modelo Reticulado Reticulado ortogonal	Presente (1)-Ausente (0)
70	Ordenes de Venación distinguibles	Presente (1)-Ausente (0)	
71	4ª vena	Tamaño fino	Presente (1)-Ausente (0)
72		Tamaño moderado	Presente (1)-Ausente (0)
73		Tamaño grueso	Presente (1)-Ausente (0)
74		Trayectoria ortogonal	Presente (1)-Ausente (0)
75		Trayectoria al azar	Presente (1)-Ausente (0)
76	Vénulas Sin vénulas Ramificadas al azar y una vez	Presente (1)-Ausente (0)	
77	Vénulas sin Vénulas Ramificadas una vez	Presente (1)-Ausente (0)	
78	Areolas	Disposición Al Azar	Presente (1)-Ausente (0)
79		Disposición Orientadas	Presente (1)-Ausente (0)
80		Forma cuadrangular	Presente (1)-Ausente (0)
81		Forma pentagonal	Presente (1)-Ausente (0)
82		Forma irregular	Presente (1)-Ausente (0)
83		Tamaño pequeño	Presente (1)-Ausente (0)
84		Tamaño mediano	Presente (1)-Ausente (0)
85		Desarrollo imperfecto	Presente (1)-Ausente (0)
86		Desarrollo bien desarrolladas	Presente (1)-Ausente (0)
87		Tipo de estoma	Anomocítico
88	Actinocítico		Presente (1)-Ausente (0)
89	No. De Estomas	Promedio	
90	No. De células epidérmicas	Promedio	
91	Índice estomático	Promedio	

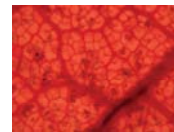
Continuación cuadro 3. Caracteres y sus estados en el estudio de arquitectura foliar de *Quercus rugosa*



(6) Figura A
Hoja 1 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Guanajuato
Col. Mtz. Cruz s. n.



B



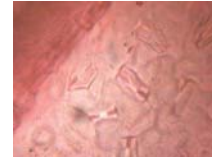
C



D



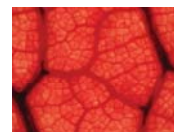
E



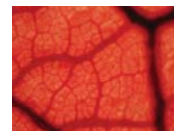
F



(7) Figura A
Hoja 2 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Distrito Federal
Col. Román s. n.



B



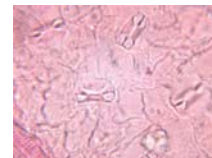
C



D



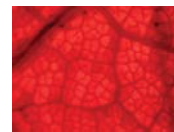
E



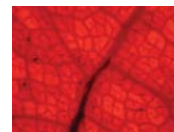
F



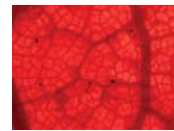
(8) Figura A
Hoja 3 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Distrito Federal
Col. Román s. n.



B



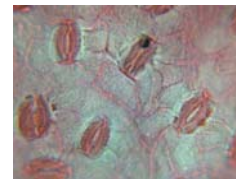
C



D



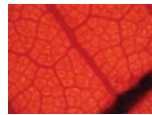
E



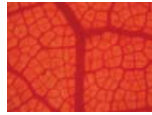
F

Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas

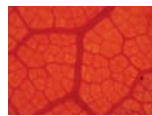
Variación morfológica del encino *Quercus rugosa* Née



B



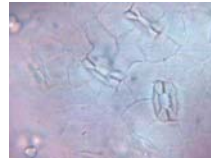
C



D



E

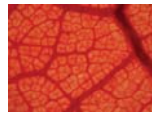


F

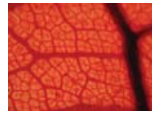
(9) Figura A
Hoja 4 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Distrito Federal
Col. Román 164



B



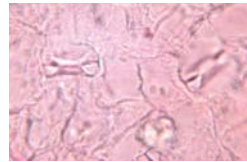
C



D



E



F

(10) Figura A
Hoja 5 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Oaxaca
Col. Jiménez 122



B



C



D



E



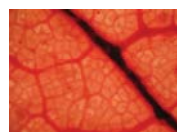
F

(11) Figura A
Hoja 6 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Michoacán
Col. Barriga 1923

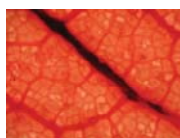
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



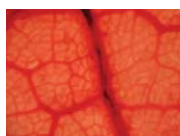
(12) Figura Hoja 7 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Michoacán
Col. Valenzuela s.n.



B



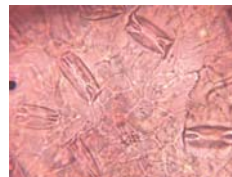
C



D



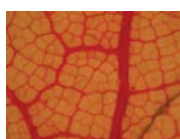
E



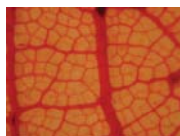
F



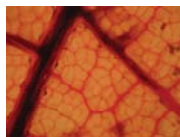
(13) Figura Hoja 8 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Michoacán
Col. Martínez 579



B



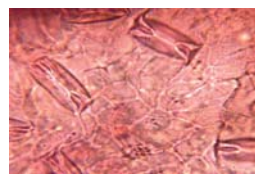
C



D



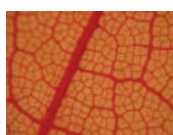
E



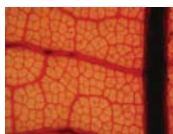
F



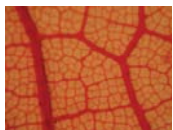
(14) Figura Hoja 9 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Michoacán
Col. Barriga 1933



B



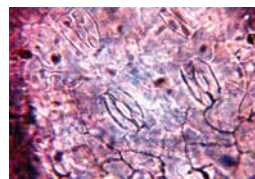
C



D



E



F

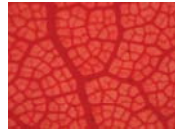
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



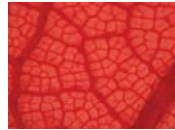
(15) Figura A
Hoja 10 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Guanajuato
Col. Valencia 1998



B



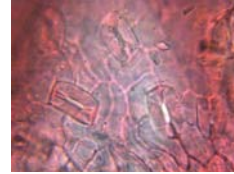
C



D



E



F



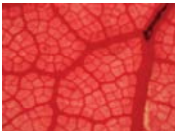
(16) Figura A
Hoja 11 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Veracruz
Col. Pérez s. n.



B



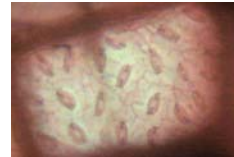
C



D



E



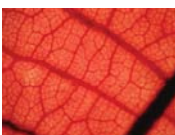
F



(17) Figura A
Hoja 12 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Estado de México
Col. Herrera 32



B



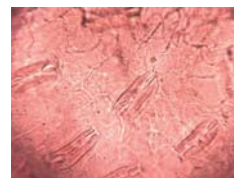
C



D



E

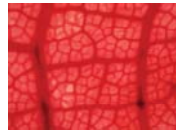


F

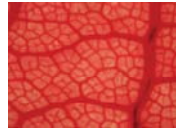
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



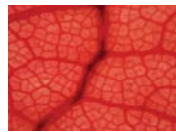
(18) Figura A
Hoja 13 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Estado de México
Col. Estrada 1263



B



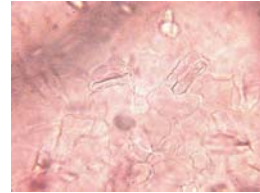
C



D



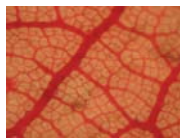
E



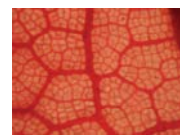
F



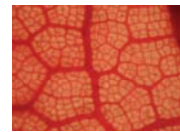
(19) Figura A
Hoja 14 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Distrito Federal
Col. Román s. n.



B



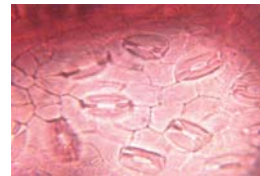
C



D



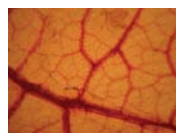
E



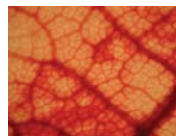
F



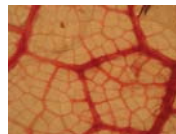
(20) Figura A
Hoja 15 Entera
Herbario INIFAP
Edo. Tlaxcala
Col. Santacruz s. n.



B



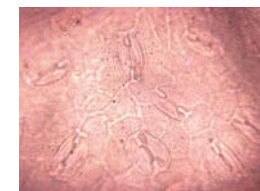
C



D



E

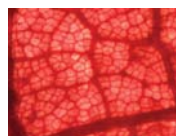


F

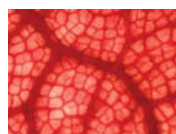
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



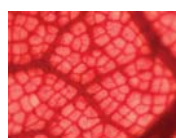
(21) Figura A
Hoja 16 Entera
Herbario INIFAP
Edo. Tlaxcala
Col. Cruz 677



B



C



D



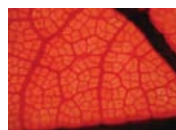
E



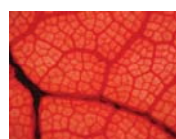
F



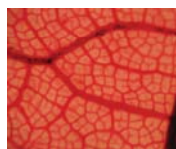
(22) Figura A
Hoja 17 Entera
Herbario INIFAP
Edo. Tlaxcala
Col. Cruz 772



B



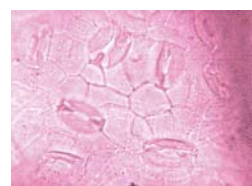
C



D



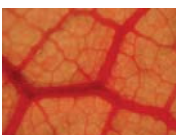
E



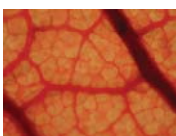
F



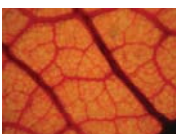
(23) Figura A
Hoja 18 Entera
Herbario Iztacala
Edo. Morelos
Col. Rojas & Romero s. n.



B



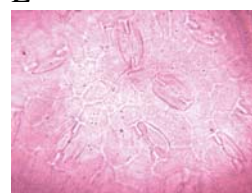
C



D



E

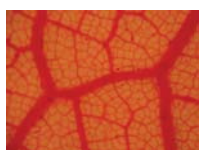


F

Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



(24) Figura A
Hoja 19 Entera
Herbario INIFAP
Edo. Hidalgo
Col. Medina 231



B



C



D



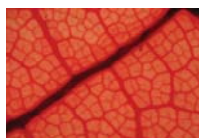
E



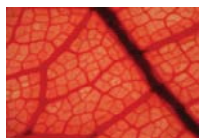
F



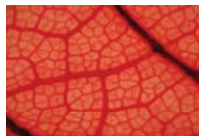
(25) Figura A
Hoja 20 Entera
Herbario INIFAP
Edo. Guanajato
Col. Muller 495



B



C



D



E



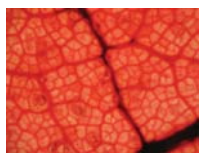
F



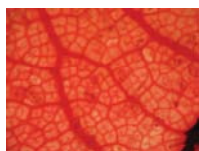
(26) Figura A
Hoja 21 Entera
Herbario INIFAP
Edo. Hidalgo
Col. Equihua 601



B



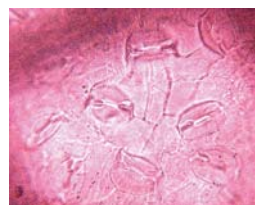
C



D



E

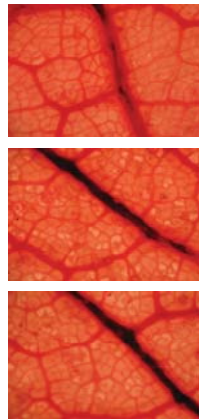


F

Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



(27) Figura A
Hoja 22
Herbario INIFAP
Edo. Estado de México
Col. Espinosa s. n.



B

C

D



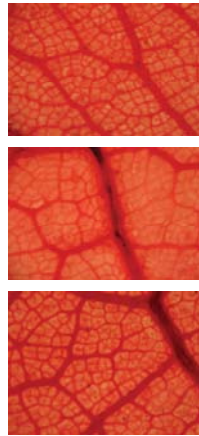
E



F



(28) Figura A
Hoja 23
Herbario INIFAP
Edo. Hidalgo
Col. Espinosa s. n.



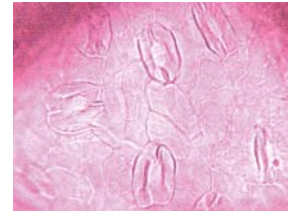
B

C

D



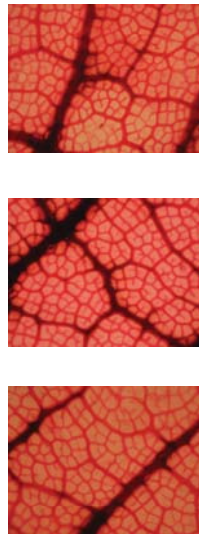
E



F



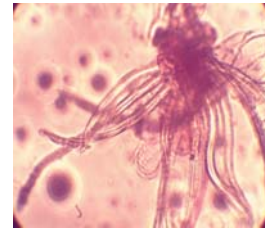
(29) Figura A
Hoja 24
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Coahuila
Col. Berlín s. n.



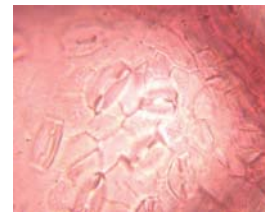
B

C

D



E

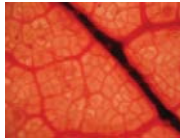


F

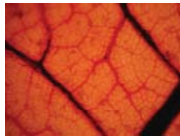
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



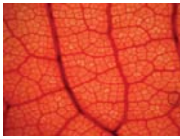
(30) Figura A
Hoja 25
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Colima
Col. Nápoles 780



B



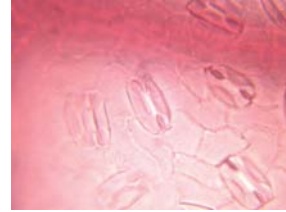
C



D



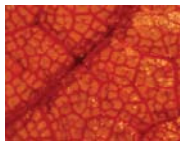
E



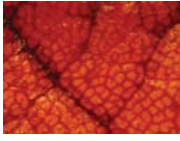
F



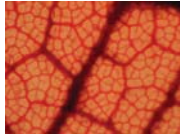
(31) Figura A
Hoja 26
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Aguascalientes
Col. De la Cerda s. n.



B



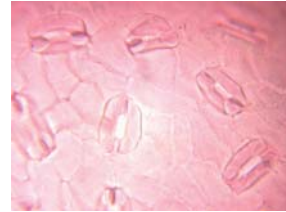
C



D



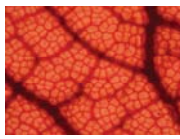
E



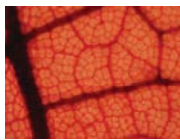
F



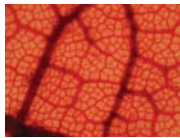
(32) Figura A
Hoja 27
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Aguascalientes
Col. Rzedowski 14158



B



C



D



E

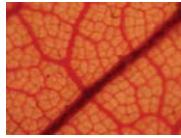


F

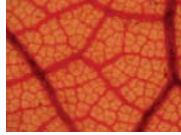
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



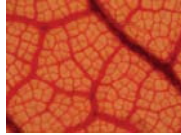
(33) Figura A
Hoja 28
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Veracruz
Col. Vela 684



B



C



D



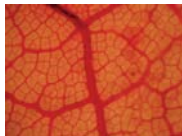
E



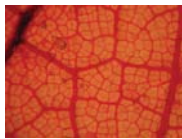
F



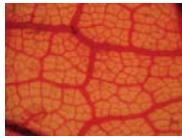
(34) Figura A
Hoja 29
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Sonora
Col. Jaramillo 6



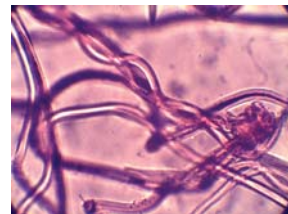
B



C



D



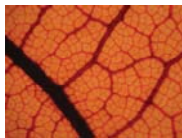
E



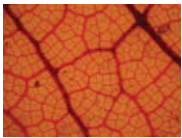
F



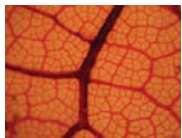
(35) Figura A
Hoja 30
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Sinaloa
Col. Letho 24330



B



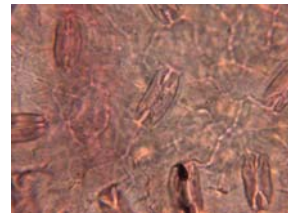
C



D



E

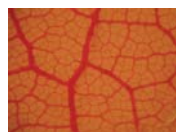


F

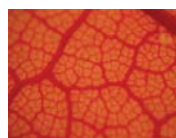
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Trichomas y F Estomas



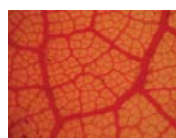
(36) Figura A
Hoja 31 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Durango
Col. Fernández 1115



B



C



D



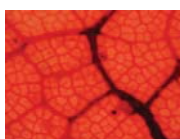
E



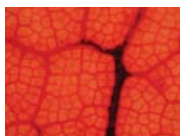
F



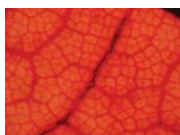
(37) Figura A
Hoja 32 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Durango
Col. García 11260



B



C



D



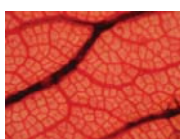
E



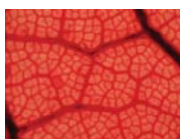
F



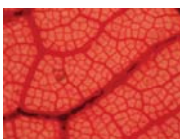
(38) Figura A
Hoja 33 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Chiapas
Col. s. n.



B



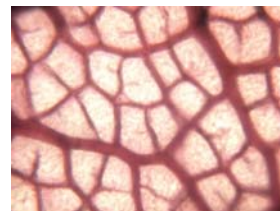
C



D



E

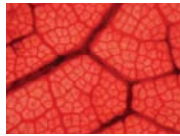


F

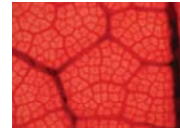
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



(39) Figura A
Hoja 34 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo Chiapas
Col. Muller s. n.



B



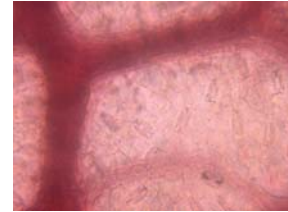
C



D



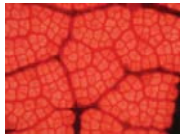
E



F



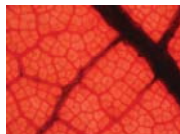
(40) Figura A
Hoja 35 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Arizona
Col. Landrum 9314



B



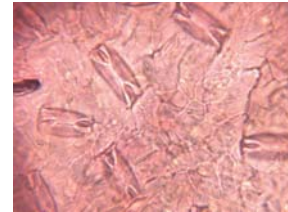
C



D



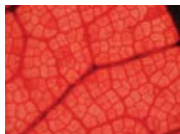
E



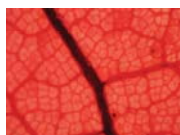
F



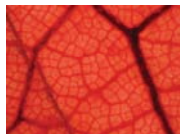
(41) Figura A
Hoja 36 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Arizona
Col. s. n.



B



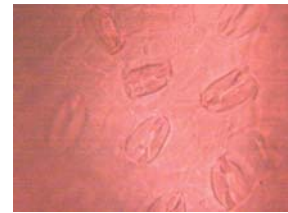
C



D



E



F

Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



(42) Figura A
Hoja 37 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Baja California Sur
Col. Guzmán 853



B



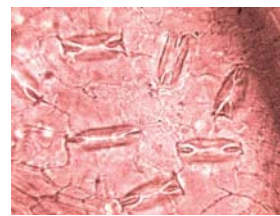
C



D



E



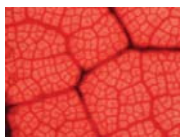
F



(43) Figura A
Hoja 38 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Oaxaca
Col. Ramiro 201



B



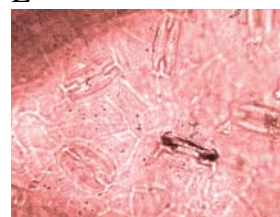
C



D



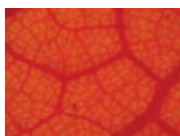
E



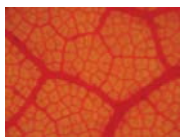
F



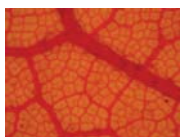
(44) Figura A
Hoja 39 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Oaxaca
Col. Cruz 1923



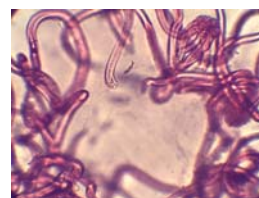
B



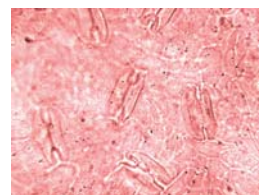
C



D



E

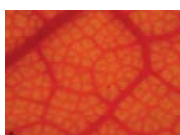


F

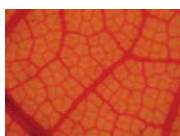
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



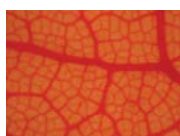
(45) Figura A
Hoja 40 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Chihuahua
Col. Dunn 6950



B



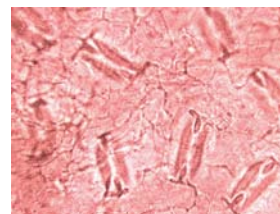
C



D



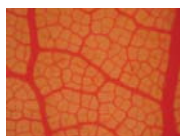
E



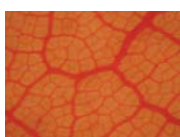
F



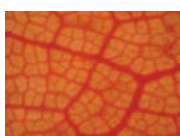
(46) Figura A
Hoja 41 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Chihuahua
Col. Robert 240



B



C



D



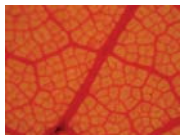
E



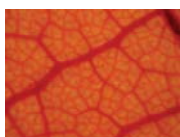
F



(47) Figura A
Hoja 42 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Jalisco
Col. Machuca s. n.



B



C



D



E



F

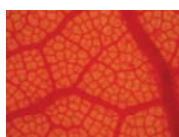
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Trichomas y F Estomas



(48) Figura A
Hoja 43 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Jalisco
Col. Machuca 448



B



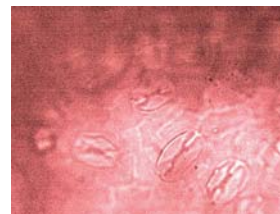
C



D



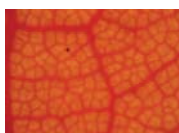
E



F



(49) Figura A
Hoja 44 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Tamaulipas
Col. Puig 7278



B



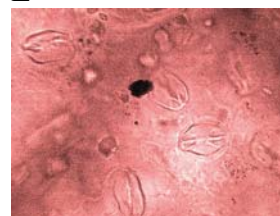
C



C



E



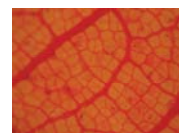
F



(50) Figura A
Hoja 45 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Querétaro
Col. Puig 3536



B



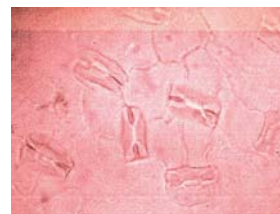
C



D



E

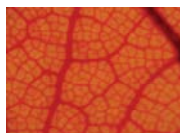


F

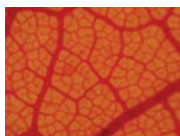
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



(51) Figura A
Hoja 46
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Querétaro
Col. Rzedowski 10915



B



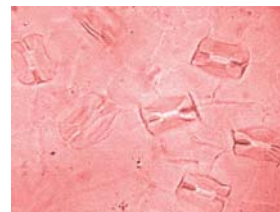
C



D



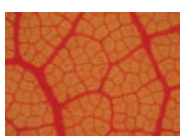
E



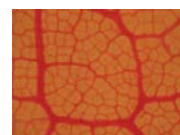
F



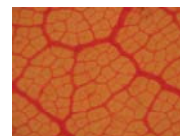
(52) Figura A
Hoja 47 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Zacatecas
Col. Vela s. n.



B



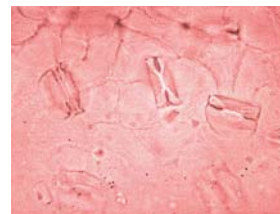
C



D



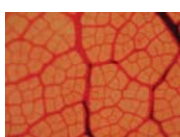
E



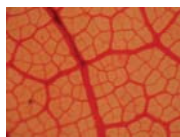
F



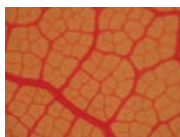
(53) Figura A
Hoja 48 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Zacatecas
Col. Martínez 161



B



C



D



E

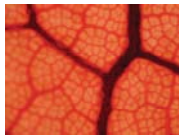


F

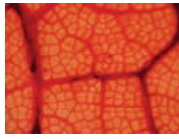
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Tricomas y F Estomas



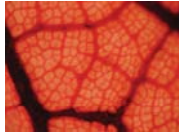
(54) Figura A
Hoja 49 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. San Luis Potosí
Col. Rzedowski 837



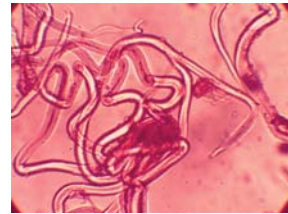
B



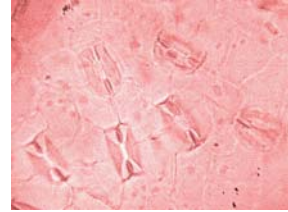
C



D



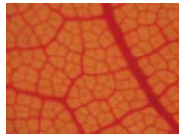
E



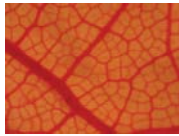
F



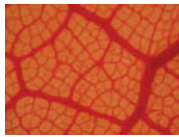
(55) Figura A
Hoja 50 Entera
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Puebla
Col. Rzedowski 18852



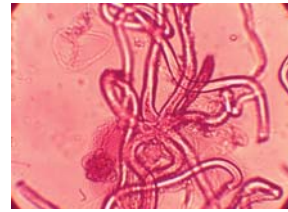
B



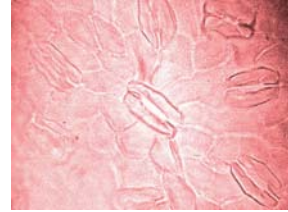
C



D



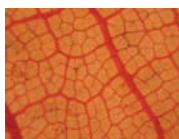
E



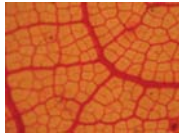
F



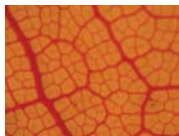
(56) Figura A
Hoja 51
Herbario Ciencias Biológicas
Edo. Puebla
Col. Tenorio 1988



B



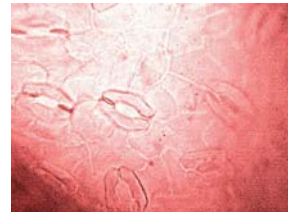
C



D



E

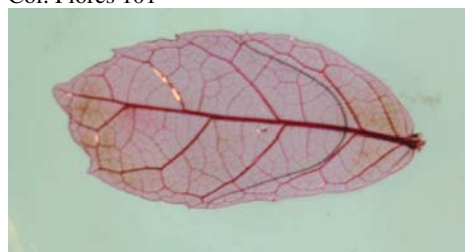


F

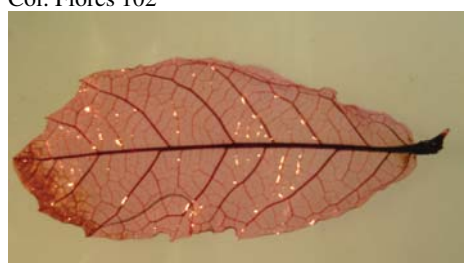
Fig. A Hoja completa, B ápice de la hoja, C Parte media de la hoja, D base de la hoja, E Trichomas y F Estomas



(57) Figura
Hoja 51 15 Días
Estado de México
Col. Flores 101



(58) Figura
Hoja 52 30 Días
Estado de México Col. Flores
Col. Flores 102



(59) Figura
Hoja 53 60 Días
Estado de México
Col. Flores 103



(60) Figura
Hoja 90 Días
Estado de México
Col. Flores 104



(61) Figura
Hoja 54 1 Año
Estado de México
Col. Flores 105



(62) Figura
Hoja 55 2 Años
Estado de México
Col. Flores 106

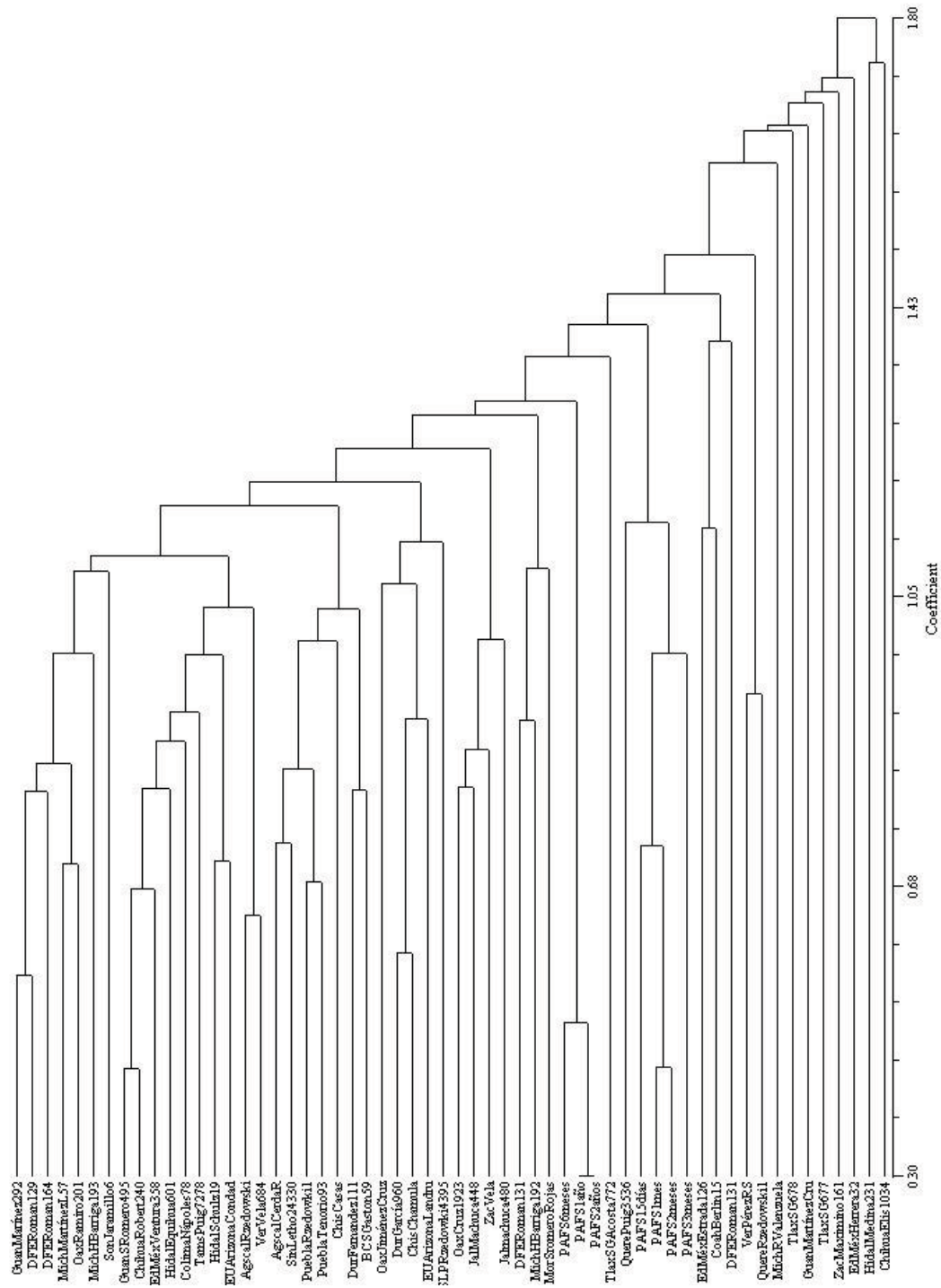
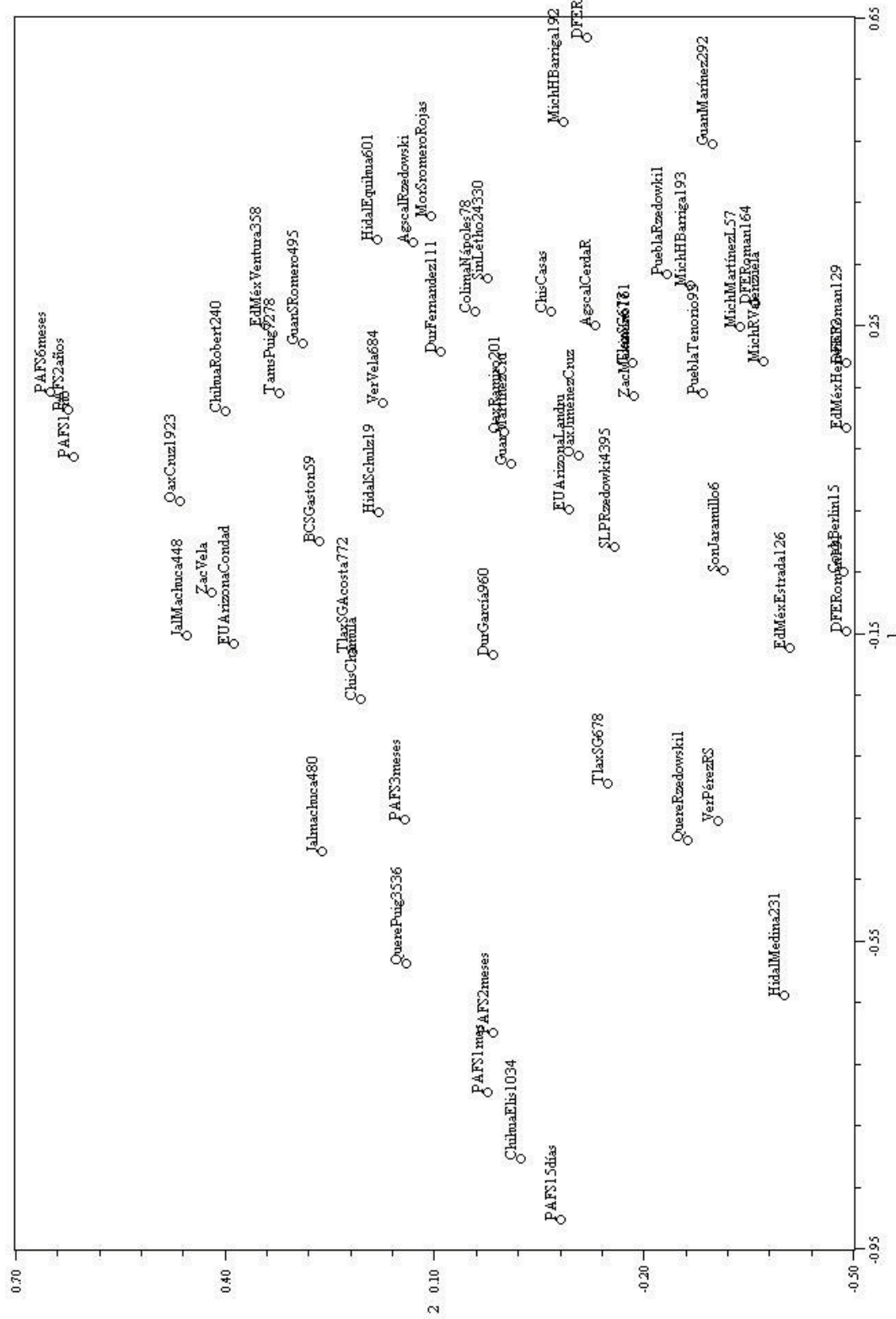


Fig. 63 Análisis de conglomerados de *Quercus rugosa*. No se observan grupos formados de OTU's.

Variación morfológica del encino *Quercus rugosa* Née





Cuadro 4. Variación explicada por los tres componentes principales y caracteres con el valor más alto de cada componente. El número en el paréntesis indica el número de carácter Listado en el cuadro 3.

Componente Principal	% Variación Explicada	% Acumulado	Carácter	Valor
I	11.7865	11.7865	Ancho de la hoja (cm.) (2)	0.7436
			Ápice acuminado (23)	0.6748
			Largo de la hoja (cm.) (1)	0.6448
			Orientación apical (4)	0.637
			Base agudo normal (27)	0.6068
			Orientación Cóncava (7)	0.5564
			Forma elíptica suborbiculada (17)	0.5435
			Margen crenado (31)	0.48
			Venas secundarias< de divergencia Agudo Angosto (45)	0.4285
			Venas secundarias< de divergencia Agudo moderado (46)	0.4285
II	9.1591	20.9457	Venación Pinnada Craspedódroma Simple(39)	0.7544
			Venación Pinnada Craspedódroma Semicraspedódroma (40)	0.7544
			Venas secundarias< de divergencia Agudo Angosto (45)	0.5614
			Venas secundarias< de divergencia Agudo moderado (46)	0.5614
			Orientación apical (4)	0.4737
			Base agudo normal (27)	0.423
			Orientación Convexa (6)	0.414
			Ápice mucronado (20)	0.4131
			Forma obovada-muy ancha (14)	0.4111
1° vena tamaño moderado (42)	0.3919			
III	8.117	29.0627	Modelo Reticulado Reticulado al azar (52)	0.7674
			Modelo Reticulado Reticulado ortogonal (53)	0.7674
			1° vena tamaño fuerte (43)	0.5715
			Forma obovada-muy ancha (14)	0.5344
			Base redondeada (30)	0.4311
			Forma elíptica-obalata (15)	0.4222
			No. Mucrones (3)	0.4212
			Orientación Convexa (6)	0.418
			Areolas Disposición Al Azar (56)	0.4097
Areolas Disposición Orientadas (57)	0.4097			



Cuadro 5. Caracteres diagnósticos de *Quercus rugosa*.

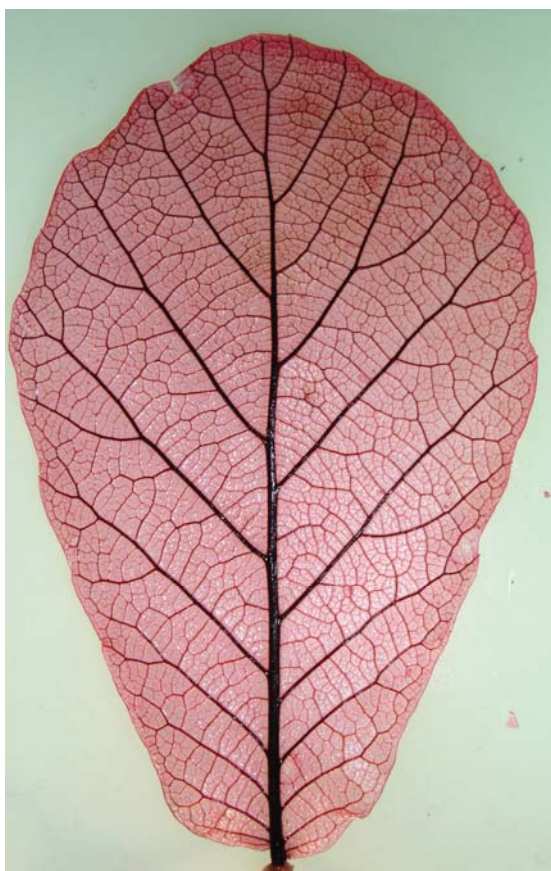
Caracteres diagnósticos
Lámina de la hoja con textura coriácea
Tricomas glandulares con posición laminar
Venación Pinnada Craspedódroma
Recorrido de venas secundarias de tipo derecho no ramificado
Venas secundarias con ángulos de divergencia más agudos de un lado de la hoja que del otro
Venas secundarias con grosor moderado
Venas intersecundarias simples
Venas terciarias con ángulo de origen agudo-recto
Venación de orden mayor distinguible
Venas cuaternarias de tamaño fino
Venas cuaternarias con trayectoria ortogonal
Areólas con modelo reticulado
Areólas bien desarrolladas
Areólas de forma Irregular



DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA FOLIAR DE *Quercus rugosa*

Quercus rugosa NEÉ (HOJAS MADURAS)

Hojas maduras cóncavas y orientación apical; lamina simétrica de forma obovada-oblancheolada angosta, obovada-ancha, obovada-muy ancha, elíptica-obalata, elíptica-orbiculada o elíptica suborbiculada; base simétrica obtuso cuneada, obtuso normal, agudo normal, agudo cuneado o cordata redondeada; margen crenado, dentado cerrado-obtuso, entero, espaciación irregular, senos redondeados, dentado serrado agudo, eroso o dentado-dentado, mucrones en los dientes convexos pequeños; venación pinnada craspedódroma semicraspedódroma; vena media de tamaño masivo moderado, fuerte, moderado



o débil ; venas secundarias ángulo de divergencia agudo angosto y agudo moderado; venas intersecundarias simples; venas terciarias ángulo de origen agudo-recto o recorrido derecho; venas cuaternarias de tamaño moderado y trayectoria reticulado al azar y reticulado ortogonal; vénulas ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas, disposición al azar de forma cuadrangular y tamaño pequeño; haz lustroso ; envés con tomento delgado verde-amarillento, tricomas estrellados de 5 ramas, sésiles, tricomas glandulares de color ámbar: epidermis papilosa, ampulosa.

Fig. 65. Rzedowski 18852 ENCB



***Quercus rugosa* NEÉ. PLANTA DE UN MES DE EDAD**

Hojas jóvenes de 15-90 días de edad orientación apical; lamina simétrica de forma elíptica suborbiculada; base simétrica agudo normal; margen entero y crenado, mucrones en los dientes convexos pequeños; venación pinnada craspedódroma semicraspedódroma; vena media de tamaño moderado; venas secundarias ángulo de divergencia agudo angosto; vena intersecundarias simples; venas terciarias ángulo de origen agudo-recto y recorrido derecho; venas cuaternarias de tamaño moderado y trayectoria reticulado al azar y reticulado ortogonal; vénulas ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas, disposición al azar de forma cuadrangular y tamaño pequeño; haz lustroso ; envés con tomento delgado verde-amarillento, tricomas estrellados, sésiles, tricomas glandulares de color ámbar: epidermis papilosa, ampulosa.

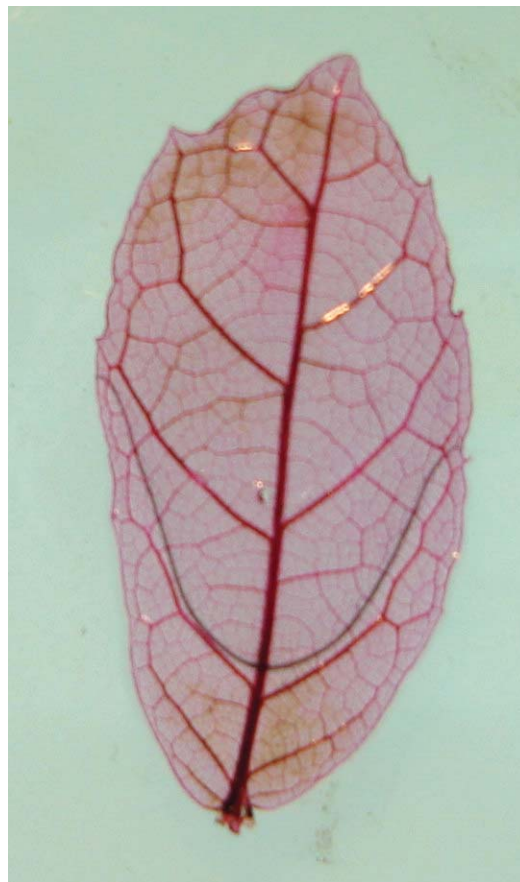


Fig. 66. Flores 101. IZTA



ESTUDIO DE ESTOMAS.

Se observó una sola clase de estoma en los ejemplares analizados (Cuadro 6), el cual correspondió al tipo anomocítico; mismo que se caracteriza por presentar las células adyacentes morfológicamente no diferenciadas del resto de las células epidérmicas (Fig. 67 a la 69). El Índice Estomático (IE) fue de 3.47 a 10.73; debido probablemente a la diversidad de condiciones climáticas en donde habitan.

Cuadro 6. Tipo de estomas e Índice Estomático. Observaciones a 100X

Colector	Herbario	Tipo de estoma	No. de estoma	No. De células epidérmicas	Índice Estomático
Martínez 292	IZTA	Anomocítico	82	1100	6.93
Román 129	IZTA	Anomocítico	56	987	5.36
Román 131	IZTA	Anomocítico	58	998	5.49
Román 164	IZTA	Anomocítico	52	1180	4.22
Jiménez S/N	IZTA	Anomocítico	36	1000	3.47
Díaz 1923	IZTA	Anomocítico	83	859	8.81
Valenzuela S/N	IZTA	Anomocítico	44	998	4.22
Martínez 579	IZTA	Anomocítico	60	1110	5.12
Díaz 1933	IZTA	Anomocítico	75	876	7.88
Cruz 305	IZTA	Anomocítico	56	856	6.14
Pérez S/N	IZTA	Anomocítico	48	896	5.08
Herrera 32	IZTA	Anomocítico	57	688	7.65
Estrada 1263	IZTA	Anomocítico	62	869	6.65
Román 131	IZTA	Anomocítico	78	1088	6.68
Santacruz 678	INIFAP	Anomocítico	69	987	6.53
Santacruz 677	INIFAP	Anomocítico	69	1003	6.43
Santacruz 772	INIFAP	Anomocítico	50	1180	4.06
Romero & Rojas	INIFAP	Anomocítico	42	1001	4.02
Medina Miguel 231	INIFAP	Anomocítico	85	856	9.03
495	INIFAP	Anomocítico	65	982	6.20
Equihua 601	INIFAP	Anomocítico	61	1115	5.18
Ventura 358	INIFAP	Anomocítico	72	982	6.83
Schulz 19	INIFAP	Anomocítico	47	1182	3.82
Berlín 15	ENCB	Anomocítico	57	688	7.65
Nápoles 780	ENCB	Anomocítico	62	687	8.27
De la Cerda S/N	ENCB	Anomocítico	65	687	6.97
Rzedowski 14158	ENCB	Anomocítico	56	700	7.4
Vela 684	ENCB	Anomocítico	64	1120	5.4
Jaramillo 6	ENCB	Anomocítico	60	1116	5.1



Continuación del cuadro 6.

Colector	Herbario	Tipo de estoma	No. de estoma	No. De células epidérmicas	Índice Estomático
Fernández 1115	ENCB	Anomocítico	68	1012	6.29
García & Acevedo 960	ENCB	Anomocítico	68	998	6.37
S/N	ENCB	Anomocítico	86	1138	7.02
S/N	ENCB	Anomocítico	45	1005	4.28
Landrum 9314	ENCB	Anomocítico	69	1067	6.07
S/N	ENCB	Anomocítico	59	987	5.64
Guzmán 59	ENCB	Anomocítico	62	1118	5.25
Acevedo 201	ENCB	Anomocítico	88	982	8.22
Cruz 1923	ENCB	Anomocítico	42	1008	4
Dunn & Torke 1034	ENCB	Anomocítico	81	1018	7.37
Robert 240	ENCB	Anomocítico	86	897	8.74
Machuca 480	ENCB	Anomocítico	76	956	7.36
Machuca 448	ENCB	Anomocítico	69	785	8.07
Puig 7278	ENCB	Anomocítico	81	967	7.72
Puig 3536	ENCB	Anomocítico	78	990	7.30
Rzedowski 10915	ENCB	Anomocítico	136	1127	10.76
Vela S/N	ENCB	Anomocítico	58	958	5.70
Martínez 161	ENCB	Anomocítico	49	1158	4.05
Rzedowski 4395	ENCB	Anomocítico	78	1087	6.69
Rzedowski 18852	ENCB	Anomocítico	67	1001	6.27
Tenorio 9331	ENCB	Anomocítico	50	1180	4.06
Flores 100	IZTA	Anomocítico	42	1004	4.01
Flores 101	IZTA	Anomocítico	55	988	5.27
Flores 102	IZTA	Anomocítico	69	788	8.05
Flores 103	IZTA	Anomocítico	76	948	7.42
Flores 104	IZTA	Anomocítico	86	986	8.02
Flores 105	IZTA	Anomocítico	77	898	7.89
Flores 106	IZTA	Anomocítico	83	978	7.82

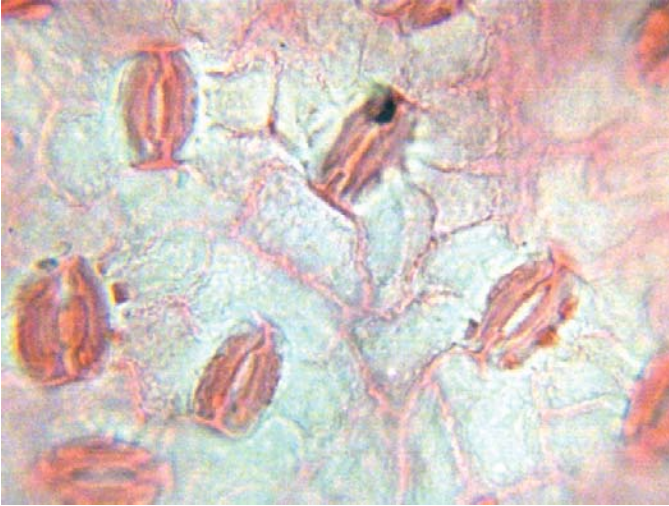


Fig. 67 Estomas de tipo Anomicítico, Román 129. IZTA.

Fig. 68 Estomas de tipo Anomicítico, Cruz 305. IZTA.

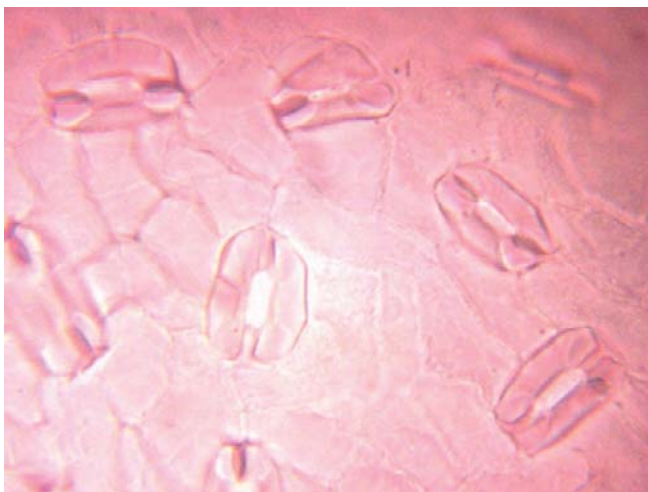
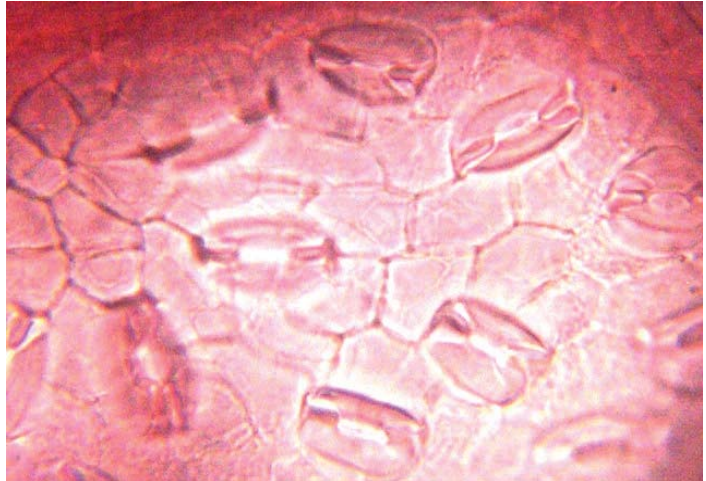


Fig. 69 Estomas de tipo Anomicítico, Landrum 9319. ENCB.



TRICOMAS FOLIARES

Se observaron dos tipos de tricomas en los ejemplares examinados (Cuadro 7), unos de tipos fasciculados sésiles, mismos que se distribuyen uniformemente en el envés de la hoja y en la vena primaria del haz; los otros son del tipo glandular de color ámbar, estos se localizan en el envés de la hoja.

Cuadro 7. Tipo de Tricomas. Observaciones a 100X

Colector	Herbario	Tipo de Tricomas	Tipo de Tricomas
Martínez 292	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Román 129	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Román 131	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Román 164	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Jiménez S/N	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Díaz 1923	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Valenzuela S/N	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Martínez 579	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Díaz 1933	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Cruz 305	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Pérez S/N	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Herrera 32	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Estrada 1263	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Román 131	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Santacruz 678	INIFAP	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Santacruz 677	INIFAP	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Santacruz 772	INIFAP	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Romero & Rojas	INIFAP	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Medina Miguel 231	INIFAP	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
495	INIFAP	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Equihua 601	INIFAP	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Ventura 358	INIFAP	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Schulz 19	INIFAP	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Berlín 15	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Nápoles 780	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
De la Cerda S/N	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Rzedowski 14158	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Vela 684	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Jaramillo 6	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Letho 24330	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares



Continuación del cuadro 7.

Colector	Herbario	Tipo de Tricomas	Tipo de Tricomas
Fernández 1115	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
García & Acevedo 960	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
S/N	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
S/N	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Landrum 9314	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
S/N	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Guzmán 59	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Acevedo 201	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Cruz 1923	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Dunn & Torke 1034	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Robert 240	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Machuca 480	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Machuca 448	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Puig 7278	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Puig 3536	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Rzedowski 10915	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Vela S/N	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Martínez 161	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Rzedowski 4395	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Rzedowski 18852	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Tenorio 9331	ENCB	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Flores 100	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Flores 101	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Flores 102	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Flores 103	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Flores 104	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Flores 105	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares
Flores 106	IZTA	Fasciculares sésiles	Tricomas glandulares

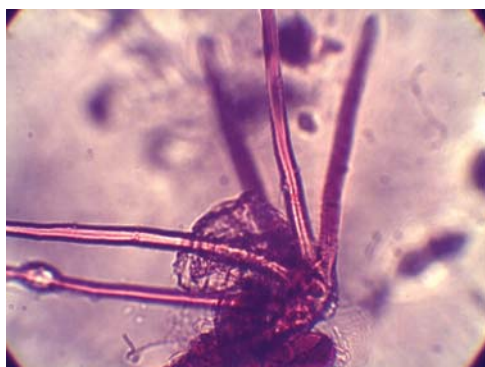


Fig. 70. Tricoma fascicular, sésil con cinco ramas Robert 240. ENCB.

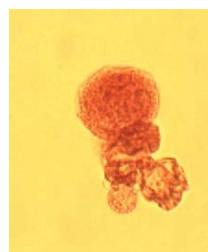


Fig. 71. Tricomas glandulares. Romero & Rojas s. n. IZTA.

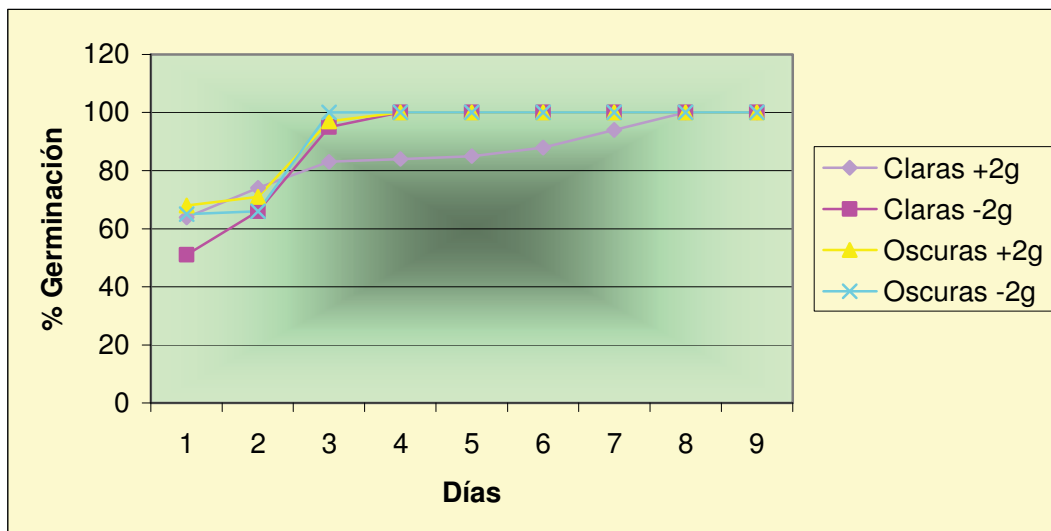


Fig. 72. Porcentajes de germinación de semillas con distinto peso y color

Los índices calculados indicaron lo siguiente: que el tiempo medio de germinación (TMG) que se necesita para germinar la mayor parte de las semillas de los cuatro grupos es de alrededor de dos días y medio; las semillas claras de más de 2grs necesitaron el mayor tiempo y las que necesitaron menos fueron las oscuras de más de 2grs. La uniformidad germinativa o uniformidad del proceso, medida a través de la desviación del tiempo medio de la germinación (DTMG), resultó ser mayor en las semillas claras de más de 2grs. Finalmente, el valor germinativo o calidad de germinación, medida a través del Índice de Maguire (I Maguire) fue mayor en los grupos de semillas con más de 2grs (Cuadro 9 y Fig. 73). Es importante notar que no hay diferencias significativas en los índices obtenidos para los diferentes grupos.

	TMG	DTMG	I. Maguire
Claras +2 1R	2.93	2.2	28.06
Claras -2 1R	2.5	1.4	27.76
Oscuras +2 1R	2.36	1.4	28.51
Oscuras -2 1R	2.5	1.4	27.76

Cuadro 9. Tiempo medio de Germinación (TMG), Uniformidad Germinativa (DTMG) e Índice de Maguire (I. Maguire) de semillas con distinto peso y color.

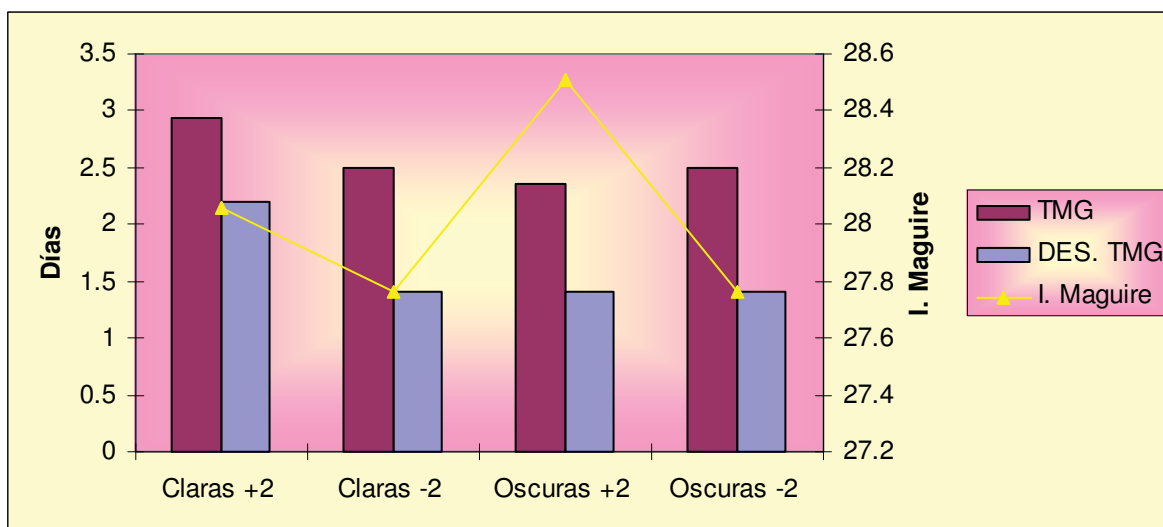


Fig. 73. Representación del Tiempo medio de Germinación (TMG), Uniformidad germinativa (DTMG) y Calidad de Germinación (Índice de Maguire)

VIABILIDAD

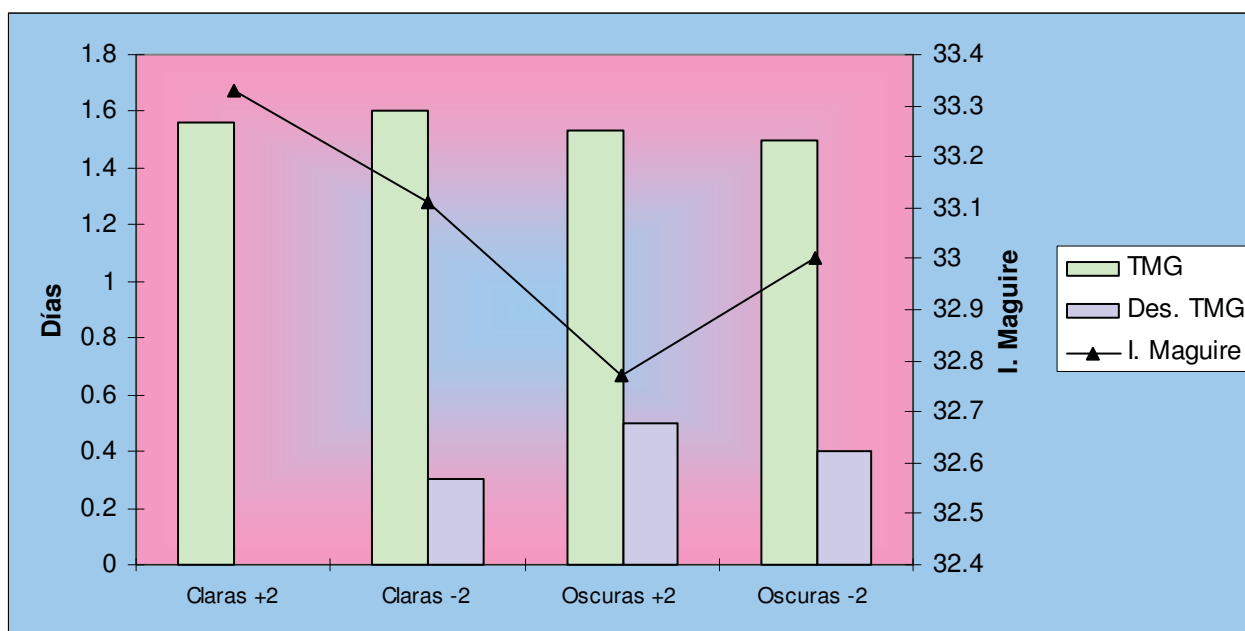
La especie muestra una diferencia en el comportamiento germinativo después de haber sometido sus frutos a un periodo de tres meses de estratificación (almacenamiento en refrigeración). Con el almacenamiento las semillas requieren de menos tiempo para germinar (TMG) y dicho proceso es mas uniforme dado que la DTMG decrece, por lo que la calidad germinativa (Índice de Maguire) se mejora (Cuadro 10 y Fig. 74).

Cuadro 10. Cuadro de Índices de germinación (Viabilidad)

	TMG	DTMG	I. Maguire
Claras +2	1.56	0	33.33
Claras -2	1.6	0.3	33.11
Oscuras +2	1.53	0.5	32.77
Oscuras -2	1.5	0.4	33



Fig. 74. Tiempo medio de Germinación (TMG), Uniformidad Germinativa (DTMG) e Índice de Maguire (I. Maguire) de semillas con tres meses de estratificación con distinto peso y color.



El comportamiento germinativo a un año de estratificación mostró los índices que se presentan en el Cuadro 11 y Fig. 75. Se pueden observar que la capacidad germinativa se conservó en 100%, el tiempo medio de germinación disminuyó notoriamente en comparación con las semillas estratificadas durante tres meses y la uniformidad germinativa fue menor, lo anterior influyó en la calidad germinativa (Índice de Maguire) que resultó menor. No se aprecian diferencias significativas entre los grupos formados en cuanto a peso y color. Es decir la estratificación a los tres meses produce una calidad mayor en comparación con las semillas no estratificadas pero decrece al año (Fig. 75).

En general la estratificación o enfriamiento húmedo consiste en exponer a las semillas a bajas temperaturas con el propósito de lograr una germinación pronta y uniforme de las mismas (Hartman, 1980), lo cual, se observó en *Q. rugosa*. Lo anterior se cree está relacionado con el alargamiento de los embriones inmaduros para la subsiguiente germinación (Korstian, 1927 citado por Nyandiga y McPherson, 1992) o bien con un tipo de dormancia fisiológica, ya que con la

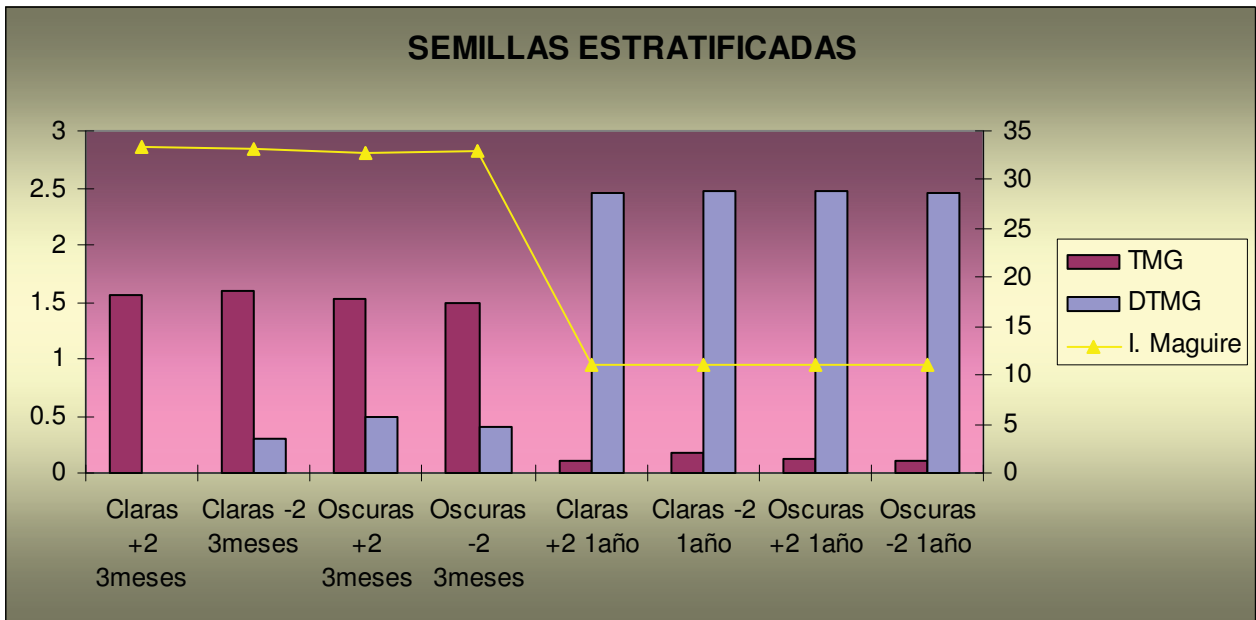


refrigeración se promueve la síntesis de giberelinas promotoras de la germinación (Vogt, 1974 citado por Nyandiga y McPherson, 1992).

Cuadro 11. Tiempo medio de Germinación (TMG), Uniformidad Germinativa (DTMG) e Índice de Maguire (I. Maguire) de semillas estratificadas por un año

	TMG	DTMG	I. Maguire
Claras +2	0.10	2.46	11.10
Claras -2	0.18	2.48	11.09
Oscuras +2	0.13	2.47	11.11
Oscuras -2	0.10	2.46	11.11

Fig. 75. Tiempo medio de Germinación (TMG), Uniformidad Germinativa (DTMG) e Índice de Maguire (I. Maguire) de semillas estratificadas por tres meses y un año con distinto peso y color.





DESCRIPCIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE *Quercus rugosa*

FRUTOS

Los frutos de *Quercus rugosa* presentan una variación de color café, que van desde café claro hasta cafés oscuros pasando por varias tonalidades de este color. Además de presentar variabilidad en los tamaños de estos que van desde los 2-3 cm de largo.

La cubierta del fruto es de color café pasando por una gran variedad de tonalidades de este color, estas presentan en su base una tonalidad de café más claro que el resto del fruto cuando se separa de la cúpula, el resto del fruto presenta una tonalidad más o menos uniforme, su textura es con una apariencia estriada o con presencia de ligeras y pequeñas costillas, su forma es ovoide a ligeramente elíptica.

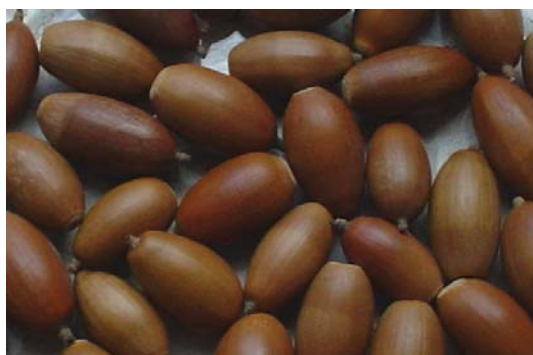
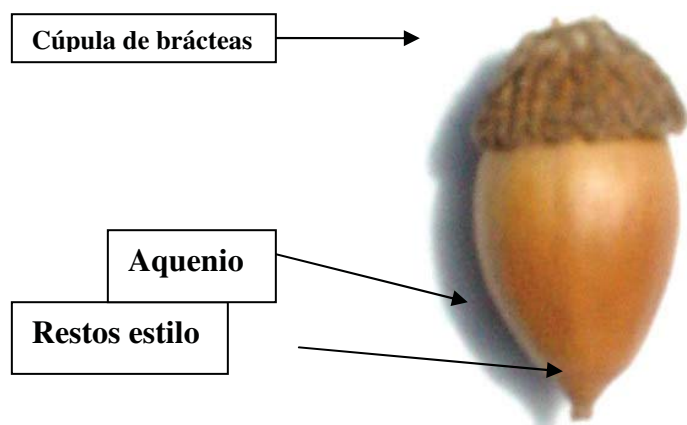


Fig. 76. Frutos de *Quercus rugosa*



Fig. 77. Frutos de *Quercus rugosa*

Fig. 78. Partes principales de Frutos de *Quercus rugosa*



DESCRIPCIÓN DE SEMILLAS DE *Quercus rugosa* Néé

Las semillas de *Quercus rugosa* presentan una variación de color que va desde el morado, rosa y blanco con tintes rojizos, dicha coloración no es uniforme; su base es cóncava; su textura es estriada, por presencia de pequeñas costillas, por la mitad de la semilla se observa la división de ambos cotiledones.



Fig. 79. Semillas de *Quercus rugosa*

Los cotiledones, al momento de la escarificación, poseen un color rojizo (Fig. 79) pasando por varias tonalidades de este color durante el desarrollo de la planta; cambian a blanco cuando se abren y empieza a emerger la radícula; en unos 8 días, algunas plántulas adquieren tintes verdes en la parte media del interior de los cotiledones; cuando la radícula se ha elongado, en el ápice de la raíz se presenta mucílago y a los 10 días comienzan a crecer los pelos absorbentes de la raíz, permanece así durante la emergencia de la plántula (Fig.80).



Fig. 80. Frutos de *Quercus rugosa*, mostrando semillas y cotiledones.



La raíz emerge de color blanco y así se mantiene hasta el momento del transplante; a los quince días después del establecimiento en suelo se inicia la aparición de algunos tallos (Fig. 81), éstos presentan un color blanco-verdoso con tintes rojizos debido a la presencia de abundantes tricomas, la emergencia del tallo se inicia dos semanas después.



Fig. 81. Aparición de tallo.

Las hojas aparecen dos o tres días después de la emergencia del tallo (Fig. 82), se observan de color verde con tintes rojizos, cuando aún son muy pequeñas, el color rojizo es debido a la presencia de tricomas.



(Fig. 82) Aparición de hojas.



Se debe indicar que en general la emergencia de tallos y hojas se lleva a cabo durante las primeras cinco semanas después del transplante a suelo, pero hay plantas que tardan hasta tres meses, sobre todo aquellas que no han sido almacenadas en refrigeración.

A partir de las diez semanas de edad, en la época más fría, las hojas presentan necrosis marginal antes de su caída (Fig. 83). De las diez a las trece semanas se hace evidente la caída de algunas hojas, las plantas incrementan poco a poco la longitud del tallo durante el cuarto mes de edad.



Fig. 83. Hojas con necrosis marginal antes de su caída.

Alrededor de los seis meses es notable el nuevo crecimiento de la planta, el tallo incrementa su talla y se desarrollan hojas nuevas, mismas que superan el tamaño de las primeras hojas, éstas son fácilmente reconocibles por su color verde más oscuro y textura más coriácea.

Al año se observan dos periodos de crecimiento; se ve también la aparición de ramificaciones del tallo. A los dos años de edad las plantas mantenidas en vivero presentan la forma, textura, color, haz y envés característicos de *Q. rugosa*.

Al describir a diferentes edades la morfología de las plantas obtenidas en vivero, se observó que los cotiledones estuvieron presentes en los individuos de un año de edad. No sabemos con exactitud en qué momento éstos se desprenden



de la plántula. Además no se sabe en qué medida la plántula depende de ellos, o mejor aún, si el hecho de estar presentes es indicativo de que la planta aún dependa, en parte, de las reservas contenidas en los mismos.

Harper (1977) menciona que las plántulas son capaces subsistir sin las reservas de la semilla en el momento en que expanden sus hojas, en encinos no se sabe en qué momento la plántula deja de depender de las reservas de los cotiledones (Jiménez-Robledo, 1997) y esto puede diferir en condiciones naturales comparadas con las de vivero. Un estudio en *Quercus laurina* y *Q. rugosa* demostró que a un mes después de la germinación las plántulas siguen dependiendo en gran medida de las reservas restantes de los cotiledones (Bonfil, 1998).



CRECIMIENTO Y DESARROLLO

MODELOS DE CRECIMIENTO

CRECIMIENTO EN LABORATORIO

Con la información obtenida del monitoreo del crecimiento del tallo y hojas de plantas obtenidas de semillas estratificadas y no estratificadas se elaboraron los siguientes modelos de crecimiento para *Quercus rugosa*. Es importante hacer notar que se realizaron modelos para cada uno de los grupos formados en cuanto a peso y color, los cuales resultaron estadísticamente similares, por lo que se optó por mostrar los modelos de las plantas obtenidas de semillas sin estratificar.

El ajuste de funciones realizado para describir el tipo de relación existente entre la longitud de la radícula y el tiempo transcurrido después de la germinación, mostró un modelo polinomial de segundo orden para esta especie.

En la germinación al tiempo después del establecimiento, se observa que el crecimiento de la radícula es constante, presentándose una $b_1 = 2.0134$ mm/día en el ritmo de crecimiento, mostrando en esta el valor de $R^2 = 0.9739$ siendo este un valor alto (Fig. 84).

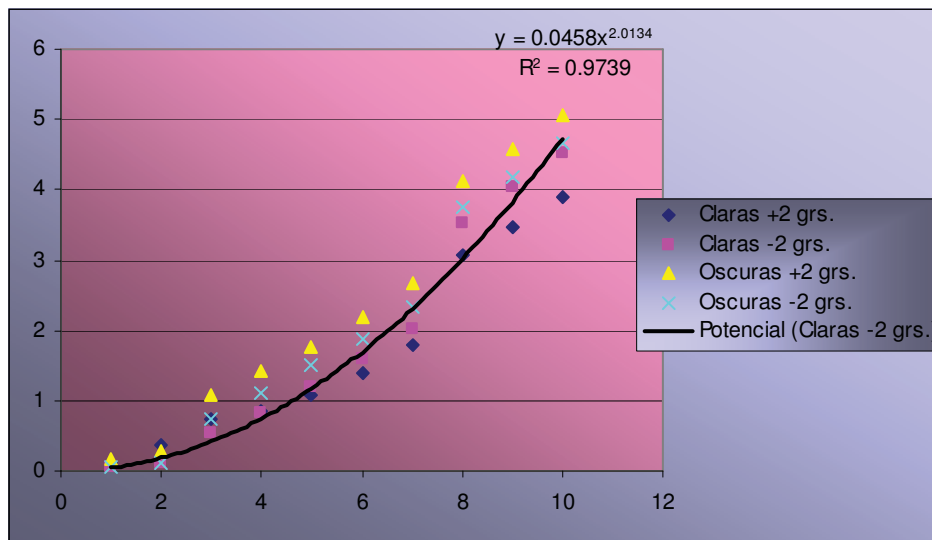


Fig. 84 Modelo de relación entre las variables longitud de la radícula y el tiempo (Monitoreo *in Vitro* de *Quercus rugosa*)



CRECIMIENTO EN VIVERO

Se realizaron modelos matemáticos para los cuatro grupos (Claros +2grs., Claras -2grs., Oscuras +2grs. y Oscuras -2grs.) y graficas de los promedios de las variables: altura total, altura al primer par de hojas, diámetro y número de hojas a través del tiempo.

ALTURA TOTAL

Durante el desarrollo de las plantas se observa que la altura total de los cuatro grupos (Claros +2grs., Claras -2grs., Oscuras +2grs. y Oscuras -2grs.) es muy semejante por lo que se utilizó un modelo polinomial del tercer orden, que como se puede observar (Figura 85) posee puntos se traslapan y no se encuentran diferencias entre los grupos; se presenta una tasa de crecimiento constante durante su desarrollo con un pequeño decremento de altura a la primera semana con una $b_1=-0.1033x^2$ y creciendo diariamente con una altura total de una $b_2=3.2933$ mm por semana, obteniendo un decremento de altura con una $b_3=-1.1423$ en la décima semana de monitoreo en vivero, se obtuvo una elevada $R^2=0.9894$.

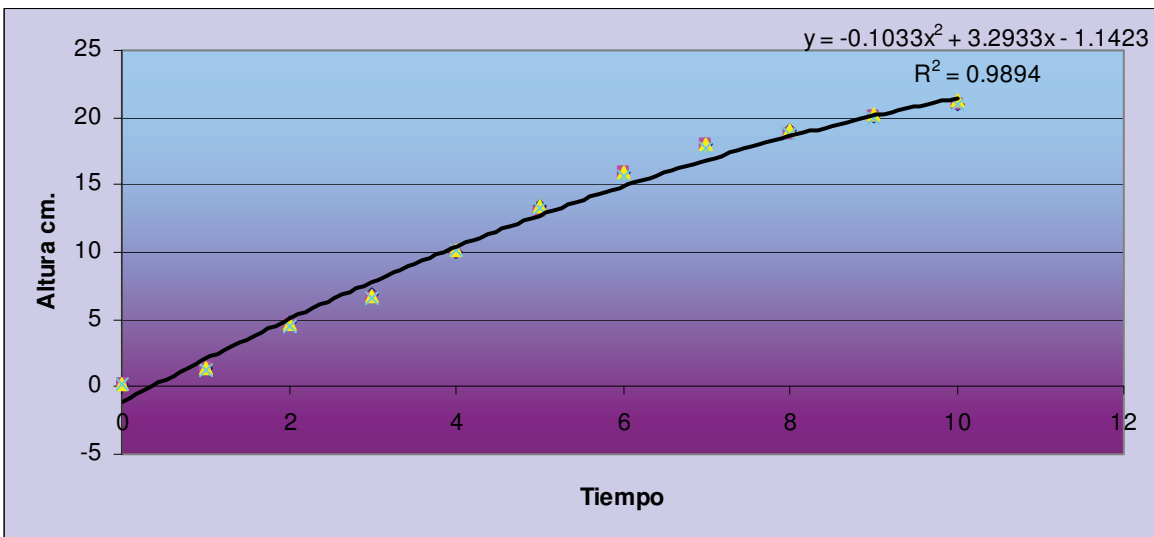


Fig. 85 Modelo de relación entre las variables de altura total y el tiempo (Monitoreo *ex situ* de *Quercus rugosa*)



ALTURA AL PRIMER PAR DE HOJAS

Durante el desarrollo de las plantas se observa que la altura al primer par de hojas de los cuatro grupos (Claros +2grs., Claros -2grs., Oscuras +2grs. y Oscuras -2grs.) es muy semejante y que nuevamente entre los grupos no existe una diferencia, para este modelo se utilizó un modelo polinomial del tercer orden.

Como se puede observar en la Figura 86 los puntos se traslapan y no se encuentran diferencias entre los grupos (Claros +2grs., Claros -2grs., Oscuras +2grs. y Oscuras -2grs.), se presenta una tasa de crecimiento constante durante su desarrollo habiendo un decremento en la primera semana con una $b_1 = -0.101x^2$ y a partir de ahí el crecimiento es constante obteniendo una $b_2 = 1.8378x$, resultando una $R^2 = 0.9868$.

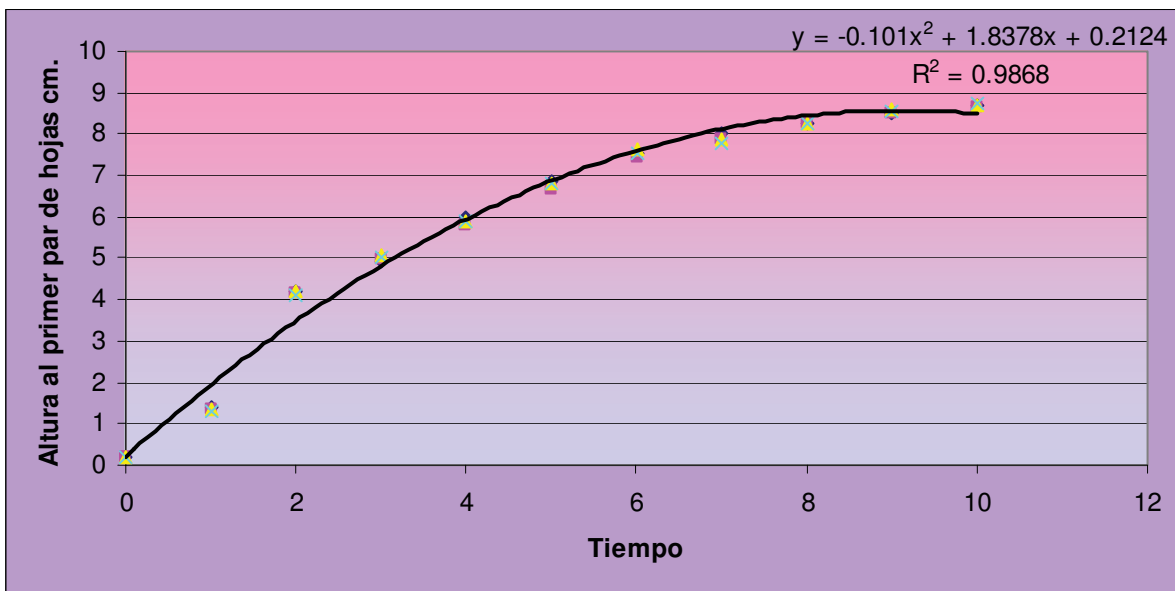


Fig. 86 Modelo de relación entre las variables de altura al primer par de hojas y el tiempo (Monitoreo *ex situ* de *Quercus rugosa*)



NÚMERO DE HOJAS

Durante el desarrollo de las plantas se observa que el número de hojas de los cuatro grupos (Claras +2grs., Claras -2grs., Oscuras +2grs. y Oscuras -2grs.) es muy semejante y que nuevamente entre los grupos no existe una diferencia, para éste se utilizó un modelo potencial.

Como se puede observar en la Figura 87 los puntos se traslapan y no se encuentran diferencias entre grupos (Claras +2grs., Claras -2grs., Oscuras +2grs. y Oscuras -2grs.), se presenta una tasa de crecimiento constante durante su desarrollo habiendo un decremento en la primera semana con una $b_1 = -0.0223x^2$ y a partir de ahí el crecimiento es constante y un pequeño decremento en la última semana obteniendo una $b_2 = -0.5715$ nuevamente se tiene una $R^2 = 0.9867$.

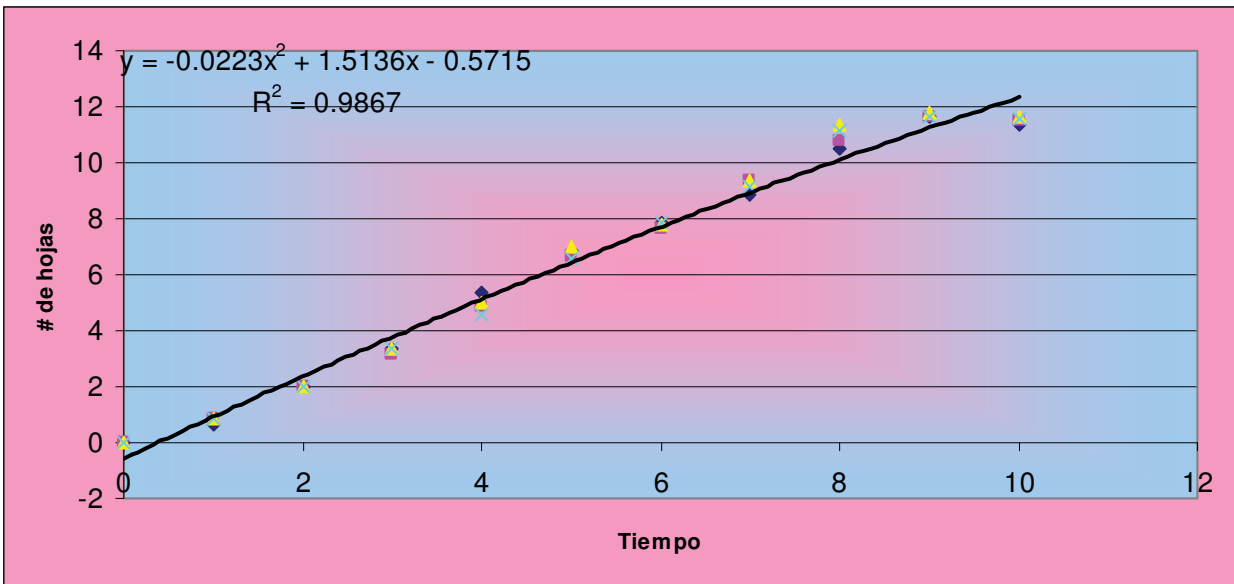


Fig. 87 Modelo de relación entre las variables de número de hojas y el tiempo
(Monitoreo *ex situ* de *Quercus rugosa*)



DIÁMETRO DEL TALLO

Durante el desarrollo de las plantas se observa que el diámetro del tallo de los cuatro grupos (Claras +2grs., Claras -2grs., Oscuras +2grs. y Oscuras -2grs.) es muy semejante y que nuevamente entre los grupos no existe una diferencia, para este modelo se utilizó un modelo potencial.

Como se puede observar en la Figura 88 los puntos se traslapan y no se encuentra una diferencia en ningún grupo (Claras +2grs., Claras -2grs., Oscuras +2grs. y Oscuras -2grs.), se presenta una tasa de crecimiento constante y un periodo de estabilidad en el tallo durante su desarrollo con una $b_1 = -0.0012x^2$ y a partir de ahí el crecimiento es constante y un pequeño decremento en la última semana obteniendo una $b_2 = 0.0552$ se consigue una $R^2 = 0.9525$.

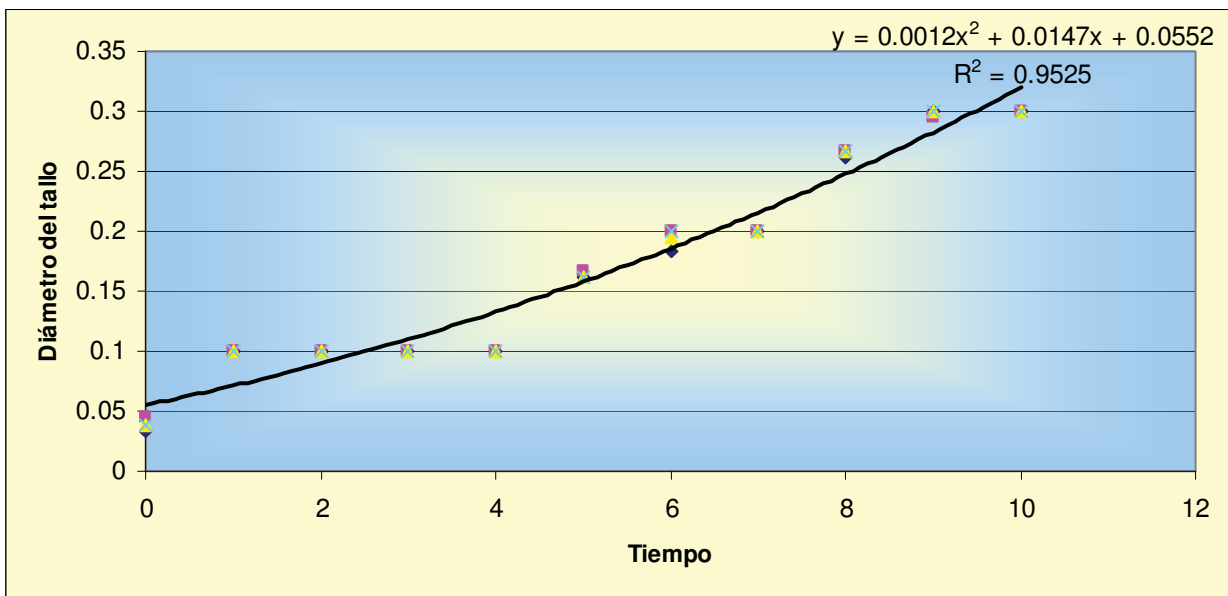


Fig. 88 Modelo de relación entre las variables de diámetro del tallo y el tiempo
(Monitoreo *ex situ* de *Quercus rugosa*)



DESCRIPCIONES MORFOLÓGICAS DE PLANTAS DE DIFERENTES EDADES

PLANTA DE 1 MES

Planta de 2.4 cm de altura, raíz axonomorfa de 10 cm de largo por 2 mm de diámetro, con numerosos pelos absorbentes; tallo de 5 mm de diámetro; tallo con indumento formado por algunos tricomas fasciculados sésiles; yemas ovoides de 1.6-2 mm de largo por 0.5 mm de diámetro, con escamas de color amarillento; cotiledones opuestos, hipógeos 1.5 cm de largo por 1.7 cm de diámetro, de color café oscuro, con pequeñas costillas, secos y duros; lámina coriácea, ligeramente cóncava, elíptica a casi orbicular, lámina de 2.4 cm de largo por 1.2 cm de ancho; ápice agudo a redondeado; base aguda o redondeada; margen cartilaginoso entero, con mucrones distribuidos a cada lado de la hoja; venas secundarias de 8-9 a cada lado, ascendentes y ligeramente curvas, se ramifican y anastomosan cerca del margen, una ramificación principal continua hasta el mucrón; haz glabro excepto en la vena primaria, ésta con tricomas simples y fasciculados sésiles, venas impresas, dando una ligera apariencia rugosa; envés tomentoso, con indumento formado por tricomas fasciculados sésiles y abundantes tricomas glandulares, que permiten observar la epidermis ampulosa y blanco-papilosa; pecíolos de 1 mm de largo por 0.5 mm de diámetro, pubescentes, indumento formado por tricomas sésiles.



PLANTA DE 2 MESES

Planta de 6 cm. de altura, raíz axonomorfa con poca cantidad de pelos absorbentes, de 10.5 cm. de largo por un 1 mm de diámetro; tallo de 1mm de diámetro; ramillas de 5mm de grueso, indumento con algunos mechones de tricomas sésiles fasciculados; yemas ovoides a muy anchamente ovoides 1-3 mm de largo por 0.2-0.3 mm de ancho, escamas color ámbar anchamente ovadas con presencia de tricomas, estípulas deltoides a largamente lanceoladas, de 0.3-0.4 mm de largo por 0.5-0.6 mm de diámetro glabrescentes con algunos tricomas simples; presencia de ambos cotiledones opuestos, hipógeos 1.6-1.7 cm de largo por 6-9 mm de diámetro estos se presentan de color café oscuro y secos con apariencia estriada o con presencia de pequeñas costillas seca y totalmente dura; hoja con pecíolos de 2mm de largo por 0.6-0.8 mm de diámetro pubescentes de tricomas crispados sésiles; laminas coriáceas, ligeramente cóncavas por el envés rugosas por el haz, elípticas u orbiculares, lámina 4.2-4.9 cm de largo por 2.2-2.5 cm de ancho ápice mucronado, base aguda; margen cartilaginoso crenado con 6-8 dientes mucronados, lóbulos distribuidos a cada lado de la hoja por arriba de la base o al menos en la mitad distal de la misma; venas secundarias 7-9 a cada lado de la vena media o vena primaria, ascendentes y ligeramente curvas se ramifican y anastomosan cerca del margen, una ramificación principal y continúan hasta el mucrón; haz glabro, excepto en la vena media o vena primaria o al menos en su base, tricomas crispados sésiles y tricomas simples, vena primaria secundarias y venillas impresas, dando apariencia rugosa; envés tomentoso con poca presencia de tricomas en la vena media o vena primaria y abundantes tricomas glandulares que permiten observar la epidermis blanco-papilosa.



PLANTA DE 3 MESES

Planta de 12.2 cm de altura, raíz axonomorfa con poca cantidad de pelos absorbentes, de 9.7 cm de largo por 1mm de diámetro, de consistencia fibrosa; tallo de 1mm de diámetro; ramillas de 0.7 mm de diámetro, indumento con algunos mechones de tricomas sésiles fasciculados; presencia de ambos cotiledones opuestos, hipógeos de 1.5-1.2 cm de largo por 6-8 mm de diámetro estos se presentan una apariencia estriada o con presencia de pequeñas costillas de color café oscuro y totalmente secos; láminas coriáceas o ligeramente papiráceas y ligeramente cóncavas por el envés, rugosa en el haz, elípticas u orbiculares, lámina de 3.5-4.9 cm de largo por 1.3-4.5 cm de ancho ápice mucronado base aguda; margen cartilaginoso y crenado, con 4-7 dientes mucronados lóbulos distribuidos a cada lado de la hoja por arriba de la base o al menos en la mitad distal de la misma; venas secundarias de 5-7 a cada lado de la vena media o vena primaria, ascendentes y ligeramente curvas, se ramifican y anastomosan cerca del margen, una ramificación principal puede continuarse hasta el mucrón; haz glabro, excepto en la vena media o al menos de tricomas crispados sésiles y tricomas simples, vena media o vena primaria, secundaria y venillas impresas dando una apariencia rugosa; envés tomentoso con mechones de tricomas crispados sésiles y abundantes tricomas glandulares que permites observar la epidermis blanco-papilosa.



PLANTA DE 6 MESES

Planta de 15 cm de altura, tallo de 2 mm de diámetro; raíz axonomorfa con mucha cantidad de pelos absorbentes, de 7.2 cm de largo por 3.9 cm de diámetro de consistencia fibrosa; hojas con pecíolos de 0.1-0.5 mm de largo por 0.6-1.5 mm de diámetro glabrescentes con mechones de tricomas crispados sésiles; láminas coriáceas, ligeramente cóncavas por el envés, rugosa por el haz, elípticas u orbiculares, lámina 2.3-5.9 cm de largo 1-2.5 cm de diámetro; ápice mucronado; base aguda-redondeada; margen cartilaginoso dentado simple, con 3-8 dientes mucronados lóbulos distribuidos a cada lado de la hoja por arriba de la base o al menos en la mitad distal de la misma; venas secundarias de 6-9 a cada lado de la vena media o vena primaria ascendentes y ligeramente curvas, se ramifican y anastomosan cerca del margen una ramificación principal puede continuarse hasta el mucrón; haz glabro, excepto en la vena media o vena primaria o al menos en su base y base de venas secundarias que conservan mechones de pelos crispados sésiles y pelos simples, vena media o vena primaria, secundarias y venillas impresas dando una apariencia rugosa envés tomentoso con mechones de tricomas crispados sésiles y abundantes tricomas glandulares con excreciones mucilaginosas que permiten observar la epidermis blanco-papiloso.



CONCLUSIONES

- ✿ No se forman grupos definidos de OTU's, por la gran similitud entre los ejemplares (OTU's) usados en este estudio. Los caracteres diagnósticos en su mayoría fueron de tipo microformológicos (últimos niveles de venación). Las hojas jóvenes muestran la misma arquitectura de una hoja madura, la diferencias radican en las dimensiones de la lámina.
- ✿ En la especie se observaron dos tipos de tricomas que son glandulares y fasciculares sésiles. Los tricomas glandulares se localizan únicamente en el envés de la hoja y los tricomas fasciculares sésiles se localizan en el envés y en la vena primaria del haz.
- 🌿 Los porcentajes de germinación para las semillas sin estratificar y las estratificadas por tres meses y un año, alcanzaron el 100% de germinación. Los grupos formados en cuanto a peso y color (claras más de 2 g., claras menos de 2 g., oscuras más de 2g. y oscuras menos 2 g.) no mostraron diferencias significativas en los índices de germinación calculados. Con la estratificación las semillas requieren de menos tiempo para germinar, reduciendo el tiempo prácticamente a la mitad. En las semillas estratificadas por tres meses la uniformidad decrece, pero la calidad germinativa es superior. El comportamiento germinativo a un año de estratificación mostró también una capacidad germinativa del 100%, pero su uniformidad germinativa y su calidad de germinación disminuyeron.
- 🌿 La especie presenta características para su propagación a gran escala en viveros, ya que se obtienen altos porcentajes de sobrevivencia; se recomienda que las semillas se estratifiquen preferentemente por un periodo de tres meses.



Las plantas presentan un crecimiento vigoroso, a los seis meses se ve el crecimiento de la primera temporada. Durante el desarrollo de las plantas se observó que la altura total, altura al primer par de hojas, diámetro y número de hojas de los cuatro grupos (Claros +2grs., Claros -2grs., Oscuras +2grs. y Oscuras -2grs.) fue muy semejante, utilizándose para la realización de los modelos de crecimiento los tipos polinomial del tercer orden y potencial.



BIBLIOGRAFÍA

- **Alvarez-Moctezuma J.G., Ochoa-Gaona S., B.H.J. de Jong & M.L. Soto-Pinto.** 1998 Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas. Inst. Biol. Méx. 8:9-19.
- **Bello, M. A J .N.y Labat. 1994.** Los encinos (*Quercus*) del estado de Michoacán México. Centre d'études Mexicaines et Centremericaines. SARH-INIF. México, 96p.
- **Bewley, J. D. y M. Black, 1978.** Physiology and Biochemistry o Seeds Vol. I Development germination an growth. Springer-Veriag. Berlin. 365 p.
- **Bidwell, R. G. S. 1997.** Fisiología Vegetal, A. G. T. México D. F. 784 p.
- **Bonfil S., C. 1992.** Establecimiento, sobrevivencia y crecimiento de plántulas de dos especies de encino en el Ajusco D.F. En Memorias del III Seminario Nacional sobre utilización de los encinos. Publicación especial No. 15 SARH, México. 350-365.
- **Boo, R.yR. Petit, 1975.** Carbohydrate reserves in roots of sand shin oak in west. Texas. J.Range Managem. 28:469-472.
- **Bordeau, P. 1954.** Oak seedling ecology determining segregation of species. Ecological Monoghaphy 21:297-330.
- **Braadber, J. W. 1988.** Seed Dormancy and Germination. Chapman & Hall. New York. 146 p.
- **Camacho-Cruz, A. y M. González-Espinosa, 1992,** Establecimiento temprano de árboles perturbados de Los Altos Chiapas, México. Ecosistemas 112 p.
- **Connor, F., K. Bonner T. F., & Vozzo A., J. 1996.** Effects of desiccation on temperate recalcitrant seeds: differential scanning calorimetry, gas chromatography, electron microscopy, and moisture studies on *Quercus nigra* and *Quercus alba*. Can. J. For. Res. 26, 1813-1821.
- **Cronquist, A. 1981.** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York. 1262 p.
- **Elias, S. T. 1971.** The genera of *Fagaceae* in the Southeastern United States., Jour. Arnold Arb. 52:152-195.



- **Font Quer, 1963.** Diccionario de Botánica. Ed. Labor. Barcelona, España. 1244 p.
- **Gutterman, J. L. 1977.** Seed Germination in Desert Plants (Adaptations of Desert organism). Springer-Verlag. Berlin. 235 p.
- **Hardin, J. 1979.** Terminology and Classification of *Quercus* trichomes, *Jour Elisha Amer. I Bot.* 66:576-585.
- **Harper, J. L. 1977.** Population Biology of Plants. Academic Press. London, 892 p.
- **Hartmann, H. y D. Kester. 1991.** Propagación de plantas. CECSA. México.
- **Hickey, J. W. 1974,** Clasificación de la arquitectura de las hojas de dicotiledóneas. Bol. Soc. Arq. Bot. Vol. XVI. No. 12 Buenos Aires Argentina. 26 p.
- **Jane, F. W. 1977.** The structure of Word, 2. ed. Adam and Back. London, 478 p.
- **Khan, A. A. 1977.** The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination; North-Holland Publishing Co., New York. 437 p.
- **Lawrence, G. H. 1951.** Taxonomy of vascular plants. The Mac Millan Company. New York.
- **Llamas, F., Pérez-Morales C., Acedo C. y Penas A. 1995.** Foliar trichomes of the evergreen and semi-deciduous species of the genus *Quercus* (Fagaceae) in the Iberian Peninsula. *Botanical journal of the linnean Society* 117:47-57.
- **Madrigal Jiménez, T.A. 1996-1997.** Fenología y ecofisiología del *Quercus oocarpa* (Fagaceae), Cartago, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 44/45: 117-123.
- **Manos, P. 1993.** Foliar trichome variation in *Quercus* section *Protobalanus* (Fagaceae). SIDA 15:391-403.
- **Martínez, 2002.** Variación morfológica de dos especies de encinos rojos: *Quercus sartorii* y Liebmann y *Quercus xalapensis* Humboldt & Bonpland (Fagaceae). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo de México. 101 p.



- **Martínez, J, 1995.** Estructura de una comunidad de *Quercus* en la sierra de Zacualtipan. Hidalgo sierra de Zacualtipan, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México Campus Iztacala. 108 p.
- **Martínez, M. 1954.** Los encinos de México. Bol. Soc. Bot. México. 28:29-179
- **Mayer, A. M. y A. Poljakoff-mayber. 1975.** The Germination of Seeds. Pergamon Press. 2nd. Ed. Great Britain. 192 p.
- **Mc Vaugh, R. 1974.** Fagaceae in: Flora Novo Galiciana. Contrib. Univ. Mich. Herb. 12(3):1-93.
- **Miranda, F. y Hernández-X, E. 1963.** Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. México. 28:29-179.
- **Muick, p. 1991.** Effects of shade on blue oak and coast live oak regeneration in California annual grasslands. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW 126:21-24.
- **Muller, C. 1942.** The central american species of *Quercus*. U. S. D. A. Misc. Publ. 477:1-216
- **Nikolaeva, M. G. 1977.** Factors controlling the seed dormancy pattern. In Khan A. A. (Ed.). The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. North-Holland Publishing Company. New York. P 51-71.
- **Nixon, K. 1993.** The genus *Quercus*, in México. In: Ramamoorthy. T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds) Biological Diversity of México: origins an distriburion. Oxford University Press.
- **Pérez, Olvera de la P.C. 1976.** Características Anatómicas de cinco encinos de México. Bol. Tec. Inst. Nac. Inst. For. No. 46. México. 43 p.
- **Pérez, Olvera de la P.C. 1978.** Diferencias morfológicas Externas y Anatómicas de la Madera de los Encinos Blancos y Rojos. Bol. Tec. Inst. For. No. 59. México. 19 p.
- **Ponce de León, L. 1985.** Ecofisiología de las primeras etepas de crecimiento de *Quercus sartorii*. II Seminario Nacional sobre utilización de encinos. 49: 85-94.
- **Ponce, 1941.** los encinos del circuito montañoso del valle de México. Instituto de biología. UNAM. México inedito.45p.



- **Pritchard, W., H. 1991.** Water potencial and embryonic axis viability in recalcitrant seeds of *Quercus rubra*. *Annals of Botany* 67, 43-49.
- **Rao, P., B. & Singh, S., P. 1985.** Response bradths on enviroment gradient of germination and seedling growth in two dominat forest tree species of central Himalaya. *Annals of Botany* 56: 783-794.
- **Robledo G., A. 1997.** Germinación y crecimiento de plántulas de cuatro especies de encinos del Ajusco D.F. efecto del tamaño de la semilla. Tesis Licenciatura. FES - Zaragoza. UNAM. México 70 pp.
- **Rodríguez, R. S. 2003.** Arquitectura foliar de diez especies de encinos (*Quercus*, Fagaceae) de México. Tesis de licenciatura. UNAM. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Edo. Méx. 100p.
- **Rohlf, F. 1997.** NTSYS. Numerical taxonomy and multivariate análisis system. Version 1.8. New York.
- **Romero R. S. 1993.** El genero *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biologicas. 158 p.
- **Romero R. S. 2001.** Estudio Taxonómico de la serie *Acutifoliae* (*Quercus*.Fagaceae). Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias Estudios de Posgrado. 172 p.
- **Romero, R, S., Rojas C. y Aguilar, M. 2002.** El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 89:551-593.
- **Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. 1979** Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol I, Continental, México D.F., 403 p.
- **Rzedowski, J. 1978.** Vegetación de México. Ed. LIMUSA, México. 432p.
- **Salisbury, F. and Cleon, Ross. 1978.** Plant Phisiology. 2o Edition, Wadsworth Publishing company, Inc. Belmont, California.
- **Sierra Morales C. 1993.** Aspectos de la Germinación y crecimiento de *Quercus rugosa* Née. Tesis de Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 73 p.



- **Thompson, P. H. y R. H. Mohlenbrock, 1979.** Foliar trichomes of *Quercus* subgenus *Quercus* in the eastern United States. *Jour. Arnold Arb.* 60:350-366
- **Trelease, W. 1924.** The American Oaks. *Mem. Nat Acad. Sci.* 20:1-255.
- **Tripanthi, R. & Khan, M. 1990.** Effects of seed weight and microsite characteristics on germination and seedling fitness in two species of *Quercus* in a subtropical wet hill forest. *Oikos* 57, 289-296.
- **Valencia, A. 1989.** Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México 183 p.
- **Valencia, S. Delgado, A. 1995.** Arquitectura de hojas como una herramienta taxonómica en el reconocimiento de individuos de encinos pertenecientes a *Quercus affinis* Scheid y *Quercus laurina* Humboldt & Bonpland. En: Marroquin de la F., J. S. (ed). *Memorias del III Seminario Nacional de Encinos*, tomo II; 4-6 de Noviembre de 1995, Linares, N. L. Universidad Autónomas de Nuevo León Linares, N. L. México. 850-859p.
- **Van Rheede Van Oudshoorn K. y M Van Rooyen. 1999.** *Dispersal Biology of Desert Plants*. Springer. Germany. 242 p.
- **Vázquez, V. 1992.** El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Puebla, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 246 p.
- **Villalón, M. 1992.** Germinación de semillas almacenadas de encinos (*Quercus polymorpha* Schl. Et cham.) Bajo diferentes tratamientos. En *Memorias del III Seminario Nacional sobre utilización de los encinos*. Publicación especial No. 15 SARH, México. 331- 339 p.
- **Watson, D. 1952.** the physiological basis of variation in yield *Adv. Argon.* 4:101-145.
- **Zavala, F. 1995.** Encinos Hidalguenses. Universidad Autónoma de Chapingo. 133p.
- Anónimo. s.a. <http://148.233.168.204/pfnm/QuercusRugosa.html> 26 Febrero del 2004.