



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

**FENOLOGÍA DE *Quercus insignis* M. Martens et  
Galeotti Y *Quercus xalapensis* Bonpl.  
(FAGACEAE) EN EL JARDÍN BOTÁNICO DE  
FUNDACIÓN XOCHITLA A. C.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE BIÓLOGO

**P R E S E N T A :**

**Herrera Marín Mariana**

**Director de tesis : M. en C. Rojas Zenteno Ezequiel  
Carlos**



Los Reyes Iztacala, Mayo, 2013



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.

## *Himno al árbol*

*Árbol hermano, que clavado  
por garfios pardos en el suelo,  
la clara frente has elevado  
en una intensa sed de cielo;*

*hazme piadoso hacia la escoria  
de cuyos limos me mantengo,  
sin que se duerma la memoria  
del país azul de donde vengo.*

*Árbol que anuncias al viandante  
la suavidad de tu presencia  
con tu amplia sombra refrescante  
y con el nimbo de tu esencia:*

*haz que revele mi presencia,  
en las praderas de la vida,  
mi suave y cálida influencia  
de criatura bendecida.*

*Árbol diez veces productor:  
el de la poma sonrosada,  
el del madero constructor,  
el de la brisa perfumada,  
el del follaje amparador;*

*el de las gomas suavizantes  
y las resinas milagrosas,  
pleno de brazos agobiantes  
y de gargantas melodiosas:*

*hazme en el dar un opulento  
¡para igualarte en lo fecundo,  
el corazón y el pensamiento  
se me hagan vastos como el mundo!*

*Y todas las actividades  
no lleguen nunca a fatigarme:  
¡las magnas prodigalidades  
salgan de mí sin agotarme!*

*Gabriela Mistral*

## *Agradecimientos*

A los miembros del comité revisor: Dra. Silvia Romero Rangel, M. en C. Ezequiel Carlos Rojas Zenteno, M. en C. Ma. Leonor Abundiz Bonilla y M. en C. Ángel Durán Díaz.

Al M. en C. Ángel Durán Díaz, por su importante ayuda en este trabajo en cuanto al análisis estadístico.

A mi director de tesis M. en C. Carlos Rojas, por su dirección, observaciones, por confiar en este trabajo y en mí, y sobre todo por tener la paciencia e impulsarme a terminar esta etapa de mi vida.

Muy especialmente al la Dra. Silvia Romero y al Mtro. Carlos Rojas, por sus conocimientos, por los consejos, el apoyo, la disponibilidad y sobretodo la paciencia que tuvieron para conmigo durante todo este tiempo.

A Fundación Xochitla A. C. por el apoyo brindado para la realización de este estudio. A las personas que se encargaron del cuidado de los arboles gracias don Samuel, don Modesto, Juan y a don Camilo(†). A Perla, Gaby, Cris y Celes, porque nuestras vidas estaban destinadas a cruzarse en ese lugar de tanto trabajo y aprendizaje, gracias por impulsarme a terminar esta etapa de mi vida y porque en poco tiempo nos hicimos amigos. Principalmente a Perlita y a Cris, que aunque no coincidimos mucho en la Facultad, la vida nos permitió conocernos en otras circunstancias y me permitieron conocer lo maravillosas y buenas amigas que son las dos.

A esas personas que me acompañaron durante toda la carrera y que aparte de compañeros y compañeras de estudio y muchas risas, fueron y siguen siendo mis amigas y amigos: Bety, Alma (chibi), Kari, Ale, Noemi, Arun y Victor.

A mi mejor amiga y hermana Asucena, por ser mi amiga, porque hemos crecido y aprendido muchas cosas juntas, por ser quien eres y por tu apoyo en momentos felices y tristes. ¡Y de aquí hasta viejitas!

A mi familia:

A mis hermanos Gaby, Felipe y Fernando, por su apoyo, tantas risas, juegos... muchas gracias por ser mis hermanos.

A Gaby por darme tantos consejos, por esperarme en tantas noches de desvelo, mientras yo estaba detrás de la computadora. Y porque siempre tienes toda la razón.

A mis padres por darme la vida y apoyarme en todo lo que quiero.

A mi papá, porque a pesar de la distancia, se que cuento con su apoyo y su cariño.

A mi mamá, porque la vida no te la puso fácil, pero tu supiste como sacar adelante a cuatro hijos sola, por ser una mujer trabajadora, buena madre y un ejemplo a seguir.

A esas dos personas tan importantes para mí y con las que viví gran parte de mi vida, y que ahora están en el cielo: mi abuelita y mi tía, que más que una tía fuiste una segunda madre.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	4
Importancia de la diversidad vegetal en México.....	4
Importancia de los bosques de <i>Quercus</i> .....	6
Fenología y aspectos fenológicos de los encinos.....	7
Importancia de los encinos.....	8
Usos de los encinos.....	9
Generalidades del género <i>Quercus</i> L. ....	16
<i>Quercus insignis</i> M. Martens et Galeotti .....	17
<i>Quercus xalapensis</i> Humb & Bonpl. ....	19
<b>ANTECEDENTES</b> .....	21
Estudios del género <i>Quercus</i> L. ....	21
Estudios sobre fenología.....	23
Estudios de <i>Quercus insignis</i> M. Martens et Galeotti.....	24
Estudios de <i>Quercus xalapensis</i> Humb. & Bonpl. ....	25
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	27
<b>OBJETIVOS</b> .....	29
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	30
Clima.....	30
Hidrología.....	31
Edafología.....	31
Vegetación.....	32
Fauna.....	32
<b>MATERIAL Y METODOS</b> .....	33
Establecimiento de individuos.....	33
Registro de datos.....	34
Evaluación fitosanitaria.....	34
Análisis de resultados.....	35
<b>RESULTADOS</b> .....	37
Crecimiento de <i>Quercus insignis</i> y <i>Q. xalapensis</i> .....	37
Fenología de <i>Quercus insignis</i> y <i>Q. xalapensis</i> .....	46
Evaluación sanitaria.....	48
Evaluación de sobrevivencia.....	51
<b>DISCUSIÓN</b> .....	54
Crecimiento de <i>Quercus insignis</i> y <i>Q. xalapensis</i> .....	54
Fenología de <i>Quercus insignis</i> y <i>Q. xalapensis</i> .....	55
Evaluación sanitaria.....	57
Evaluación de sobrevivencia.....	58
<b>CONCLUSIONES</b> .....	61
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	63
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	64
<b>APENDICE I</b> .....	71

## RESUMEN.

La importancia de los bosques de *Quercus radica* principalmente en el hecho de que junto con los miembros del género *Pinus*, constituyen la mayor parte de la cubierta boscosa de las áreas de clima templado y semihúmedo; se calcula que los bosques del género *Quercus* ocupan el 5.5% de la superficie del país. *Quercus insignis* y *Q. xalapensis* son dos especies que se encuentran en bosques mesófilos de montaña, el cual es un tipo de vegetación que se encuentra amenazado, además son dos especies potenciales para restauración ecológica y reforestación. En este trabajo se estudió la fenología de *Q. insignis* y *Q. xalapensis*, ya que a pesar de la gran importancia del conocimiento fenológico, este es aún muy escaso y fragmentario, por ello resulta de particular importancia profundizar en el conocimiento fenológico de la flora leñosa nativa. Los objetivos fueron: describir el crecimiento y la fenología de estas dos especies de encinos en el Jardín Botánico de Fundación Xochitla, realizar el diagnóstico sanitario de las dos especies durante el tiempo de estudio y evaluar la sobrevivencia de *Q. insignis* y *Q. xalapensis*. Para cumplir con lo anterior, se establecieron 60 encinos de *Q. insignis* y 60 encinos de *Q. xalapensis*. Para evaluar el crecimiento y fenología se midió la altura, diámetro, hojas nuevas, dos coberturas, yemas, rebrotes y hojas totales. Para la evaluación sanitaria se observó la presencia de distintos agentes en tronco y hojas. El análisis estadístico mostró que hay diferencias significativas entre las dos especies en casi todas las variables estudiadas, excepto en el número de yemas en donde no se encontraron diferencias significativas. Los encinos de la especie *Q. insignis* tuvieron un mayor tamaño y crecimiento, en comparación a la especie *Q. xalapensis*. Con respecto a la fenología la caída de hojas en ambas especies se dio en la época de otoño e invierno, la foliación se dio en *Q. xalapensis* durante todo el año y en *Q. insignis* no se presentó en invierno, la brotación de rebrotes y yemas fue diferente en las dos especies, siendo más marcada en la época de lluvia. En la evaluación sanitaria se registró la presencia de hongos e insectos chupadores (conchuela), la mayoría de los encinos (del 20 al 50%) presentaron clorosis. La sobrevivencia de

*Q. insignis* fue de 83.3% y de *Q. xalapensis* fue de 60%, las principales causas de muerte fueron las bajas temperaturas en el periodo invernal. Debido al crecimiento y sobrevivencia que mostraron, se puede decir que ambas especies se aclimataron a Xochitla, además pueden ser apropiadas en plantaciones para reforestación.



# INTRODUCCIÓN.

En la familia *Fagaceae* el género *Quercus* es el que presenta mayor distribución, en todo el mundo, se encuentra en casi todas las regiones del Hemisferio Norte, así como en algunas regiones tropicales y subtropicales del mismo (Valencia, 2004).

Los bosques dominados por encino, que se caracterizan por una variación florística y estructural son los más diversos y de gran distribución en los bosques neotropicales de montaña. México, debido a su localización entre el Neártico y el Neotrópico, constituye una región muy particular donde confluyen elementos biogeográficos de origen templado y tropical. Los encinos son elementos dominantes de los bosques de esta región, y se distribuyen sobre un amplio rango condiciones biogeográficas, que van desde los bosques templados hasta los bosques mesófilos de montaña o bosques de niebla (Olvera y Figueroa, 2012). Entre las especies de encino que habitan en los bosques mesófilos de montaña se encuentran *Quercus insignis* y *Quercus xalapensis*, las cuales son especies que pueden considerarse para restauración ecológica, sin embargo, su distribución es restringida y sus poblaciones son pequeñas.

La fenología es la periodicidad de los fenómenos morfológicos y fisiológicos de las plantas en relación con las variables ambientales y resulta de la integración de los ritmos internos propios de cada individuo y las alternativas ambientales (Sans y Masalles, 1988). Además el conocimiento de la fenología es una parte esencial en el estudio ecológico de los árboles y del manejo forestal de las especies nos permite conocer cómo crecen los organismos y así crear planes de manejo de las especies.

Aunque existen trabajos similares como el de Montes (2011), se puede contribuir al conocimiento de trabajos sobre fenología, además de contribuir al conocimiento de *Q. insignis* y *Q. xalapensis*.

# MARCO TEÓRICO

## Importancia de la diversidad vegetal en México.

La diversidad biológica de México no sólo se debe a las especies que albergan sus bosques tropicales, también los bosques templados contribuyen de manera importante. El número de plantas fanerógamas en la república mexicana, conocidas hasta el momento, se compone aproximadamente de 220 familias, 2,410 géneros y 26,000 especies, lo que sitúa a México como el cuarto país mundial en diversidad de este tipo (Mittermeier y Goettsch, 1995; Zavala, 2000).

México posee una gran riqueza de recursos naturales gracias a varios factores como son: A) su situación geográfica, ya que está rodeado por los océanos Pacífico y Atlántico, al mismo tiempo que está dividido por el Trópico de Cáncer en dos porciones casi del mismo tamaño y se ubica en dos de las principales regiones biogeográficas del planeta, la Neo-ártica (característica de Norte América) y la Neo-tropical (característica de Centro América y Sudamérica), lo que da lugar a una franja de transición entre zonas de clima árido y zonas de clima húmedo. B) Su accidentada topografía con una variedad de altitudes que van desde el nivel del mar hasta montañas de más de 5500 msnm y la presencia de grandes cinturones de vientos y regímenes térmicos de las corrientes marinas permiten variaciones climáticas que en conjunto representan a casi todos los grupos y subgrupos de climas posibles en distancias de pocos kilómetros. C) El clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua, por lo anterior, el país cuenta con una diversidad de climas los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado, y de acuerdo con la humedad existente en el medio en húmedo, subhúmedo y muy seco. D) El clima seco se encuentra en la mayor parte del centro y norte del país, es decir el 28,3% del territorio nacional, el muy seco se encuentra en el 20.8 % del territorio del país. El clima cálido se subdivide en cálido húmedo y cálido subhúmedo, el primero ocupa el 4.7% del

territorio nacional y el segundo ocupa el 23 %. Finalmente el clima templado se divide en húmedo y subhúmedo, el primero comprende el 2.7% del país y el segundo en el 20.5% del país. Estos factores ambientales han contribuido a formar un mosaico de condiciones ambientales y microambientales que promueven una gran variedad de hábitats y de formas de vida y le confieren a México ser un país de elevada diversidad biológica (Portales *et al.* 2009).

En México existen distintos tipos de vegetación, tales como diferentes bosques tropicales, bosques templados, matorrales, manglares y otros (Soberón y Sarukhán, 1994). De acuerdo a Rzedowski (2006), en México se reconocen 10 principales tipos de vegetación que son: bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, matorral xerófilo, pastizal, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña, vegetación acuática y subacuática.

Los bosques mesófilos de montaña mexicanos representan un tipo de vegetación intermedia entre la vegetación tropical y la templada, a diferencia de los de otras partes del mundo. Se definen por la mezcla de elementos de muy diversas afinidades y se considera que tiene una composición biótica híbrida (Ponce *et al.* 2006). En este tipo de vegetación se incluyen bosques bajos, de mediana estatura y muy altos, tanto perennifolios como caducifolios, con árboles de muy diversas arquitecturas, así como formas y tamaños de hojas, y las especies dominantes varían ampliamente de un lugar a otro (Rzedowski, 1996). Las condiciones climáticas que requiere este tipo de vegetación se presentan en zonas restringidas del territorio de la República y por consiguiente tiene una distribución limitada y fragmentaria, se estima que este tipo de vegetación cubre entre 0.5% y 1% del territorio de México (Rzedowsky, 2006)

Entre las características comunes más generalizadas de este tipo de vegetación destacan la abundancia y diversidad de epifitas y de trepadoras leñosas y también de pteridofitas en general, que en su conjunto llegan a formar parte importante de la biomasa de la comunidad. El número de especies que habitan de manera exclusiva o preferente en estos bosques es de alrededor de 2500 especies

representando el 10% de la riqueza florística calculada para todo el país. Entre los géneros de árboles importantes que habitan en este tipo de vegetación se encuentra el género *Quercus* (Rzedowski, 1996), dentro del cual se hallan las especies *Quercus insignis* y *Q. xalapensis*.

## **Importancia de los bosques de *Quercus*.**

La importancia de este tipo de bosques en México radica principalmente en el hecho de que junto con los miembros del género *Pinus* constituyen la mayor parte de la cubierta boscosa de las áreas de clima templado y semihúmedo; sin embargo no se limitan a estas condiciones, pues penetran en regiones de clima caliente formando también bosques. Son elementos del bosque tropical perennifolio y existen en las zonas semiáridas siendo parte del matorral xerófilo en forma arbustiva (Gutiérrez, 2008).

Las especies del género *Quercus* se encuentran distribuidas en todas las cubiertas montañosas de todas las entidades federativas de México, a excepción de Yucatán y Quintana Roo; constituyen el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental, aunque también son comunes en la Occidental, en el Eje Neovolcánico transversal, en la Sierra Madre del Sur, en las Sierras del Norte de Oaxaca, de Chiapas y Baja California. También están presentes en muchos macizos del Altiplano y de otras partes de la República Mexicana, se encuentran desde el nivel de mar hasta 3100 m.s.n.m. (Rzedowski, 2006).

Se calcula que en México los bosques de *Quercus* ocupan el 5.5% de la superficie del país, además cabe recordar que han sido los tipos de vegetación más afectados por el impacto del hombre, ya que ocupaban muchas áreas particularmente para el desarrollo de la agricultura y porque cubrían regiones de clima atractivo para la población humana (Rzedowski, 2006).

Los bosques de encino pueden sobrevivir en diversas clases de roca madre (rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas), así como en suelos profundos de terrenos aluviales planos. No toleran deficiencias de drenaje, aunque pueden vivir cerca de

arroyos. Típicamente el suelo es de reacción ácida moderada (pH 5.5 a 6.5), con abundante hojarasca y materia orgánica (Rzedowski, 2006).

## **Fenología y aspectos fenológicos de los encinos.**

La fenología es el estudio de las fases o actividades periódicas y repetitivas del ciclo de la vida de las plantas y su variación temporal a lo largo del año (Ochoa-Gaona *et al.* 2007). Se define como la variación temporal de los ciclos reproductivos por lo que es esencial para el estudio de las plantas (Arteaga, 2007).

A los fenómenos biológicos observables que constituyen cambios o transformaciones en un escaso periodo de tiempo de les denomina fases fenológicas, y al intervalo que ocurre entre estas fases sucesivas se le llama etapa. En la fenología se deben destacar cambios morfológicos, que van acompañados de cambios en la distribución de la producción de masa entre los distintos órganos de la planta, los cuales son: germinación de semillas, brotación de yemas, floración, caída de las hojas y maduración de frutos. Las distintas fases fenológicas son respuestas ecofisiológicas basadas en procesos bioquímicos que responden a procesos en el ambiente físico relacionados con ritmos estacionales (De Cara, 2006).

Los datos obtenidos en estudios de fenología reflejan la cronología de la aparición o comienzo de una determinada fase en un espacio geográfico concreto y suelen reflejar mediante las isofenas o líneas de igual fecha; la mayor parte de los fenómenos observados en fenología siguen ciclos anuales y se aprecia que ocurren cada año por la misma época, pero en fechas concretas totalmente distintas. El factor fundamental que influye en la fenología de las especies es el fotoperiodo o duración relativa del día y la noche, el cual sirve para reconocer de manera fidedigna la época del año, pero a su vez este es modulado por variables climáticas, como la temperatura, la precipitación, la insolación o la humedad relativa y climático-edáficas como la humedad del suelo (De Cara, 2006)

Entre los factores abióticos que pueden influir en la variación temporal de la fenología reproductiva de las especies están las horas de luz solar, la humedad relativa, la temperatura y la precipitación, siendo esta última la variable más estudiada (Ochoa- Gaona *et al.* 2007).

La fenología permite conocer la temporalidad de la foliación, floración y fructificación en un ciclo anual. Si bien se han realizado numerosos estudios fenológicos de árboles en bosques neotropicales, existe poca aplicación de este conocimiento al manejo forestal; el conocimiento de las características de las fenofases de una especie permitirá tomar decisiones adecuadas en los planes de manejo (Arteaga, 2007)

El tener conocimiento sobre la fenología de los encinos permite aprender de su comportamiento y de esta forma, se podrían obtener mejores resultados en el manejo de un ecosistema forestal (Marroquín, 1997).

## **Importancia de los encinos**

Los encinos son árboles que pertenecen al género *Quercus*, este género pertenece a la familia Fagaceae y es el más grande dentro de ésta, ya que comprende entre 350 y 500 especies; y es el género que representa mayor distribución en todo el mundo, se encuentra en casi todos los bosques templados del hemisferio norte, así como en algunas regiones tropicales y subtropicales del mismo, en América se localiza desde Canadá hasta Colombia, incluyendo Cuba (Valencia, 2004; Gutiérrez, 2008).

La distribución del género proviene de regiones montañosas de clima templado y se puede encontrar formando parte de bosques de coníferas, bosques mixtos, bosques mesófilos de montaña, o formando grupos de distintas especies de encino y aún bosques de una sola especie que llegan a cubrir extensas áreas (Gutiérrez, 2008).

Se reconocen dos centros de diversidad para el género *Quercus*, el primero se localiza en el sureste de Asia con alrededor de 125 especies (Valencia, 2004) y el

segundo se presenta en México, con más de 150 especies (quizá cerca de 200) (Rzedowski, 2006) particularmente en las regiones montañosas, en donde forman parte importante de los bosques templados (Valencia, 2004).

## Usos de los encinos

Por mucho tiempo los encinos o robles han sido considerados como un recurso de poca relevancia desde el punto de vista forestal. En la actualidad la madera de encino ocupa el segundo lugar de aprovechamiento a nivel nacional, después del pino y antes de las maderas tropicales; representando el 9% del total nacional explotado (Rubio, 2006).

Los estados con mayor aprovechamiento de encinos son: Michoacán, Durango, Chihuahua, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Sonora, Veracruz y Oaxaca. Los estados que no tienen datos de producción maderable de encino, a pesar de tener representantes de ellos en su territorio son: Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Morelos, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco y el Distrito Federal (Pérez. *et al.* 2000).

A nivel mundial, la madera de los encinos es considerada de alta calidad, por lo que resulta importante para la economía de algunos países europeos ya que es materia prima básica para construcción, elaboración de carbón, elaboración de mangos de diversas herramientas, instrumentos e implementos agrícolas, confección de artesanías locales y elaboración de muebles (Arizaga *et al.* 2009).

A continuación se indican algunos usos de los encinos:

### ❖ Medicinal:

De acuerdo a Luna y colaboradores (2003) se utilizan alrededor 53 especies de encino para uso medicinal. Se emplean casi todos los órganos de la planta (corteza, hojas, flores, raíces y agallas).

Las enfermedades en donde se utilizan el mayor número de especies de encino es en las relacionadas con el aparato digestivo y la piel, en donde se usan principalmente la corteza y hoja, (Luna *et al.* 2003). Algunas enfermedades son:

- **Aparato bucal:** Inflamación y sangrado de encías, dolor de garganta y de muelas, dientes flojos, estomatitis, hematitis, úlceras bucales, gingivitis.
- **Aparato digestivo:** Gastritis, dolor de estómago, diarrea, disentería, hemorragias intestinales, cáncer de estómago e intestinos, inflamación intestinal, acedías.
- **Piel:** Heridas, granos, quemaduras, llagas, inflamación de la piel, caída del cabello.
- **Aparato reproductor:** Lavados vaginales, hemorragias vaginales, desviación de la matriz, baño postparto, enfriamiento después del parto, concepción, alteraciones ginecobstétricas.
- **Aparato circulatorio:** Corazón, circulación de la sangre.
- **Aparato urinario:** Mal de orín, para el dolor al orinar.
- **Aparato respiratorio:** Pulmones y tos.
- **Sistema nervioso:** Excitación nerviosa, contra los ataques.
- **Sistema muscular:** Dolor muscular.
- **Otros:** Diabetes y hemorragias.

Algunas especies utilizadas en la medicina tradicional son *Quercus desertícola* (para curar encías y amacizar los dientes), *Q. galuoides*, *Q. rugosa* (para el tratamiento de la disentería, dolor de muelas, hemorragias, fortalecimiento de los dientes y control muscular), *Q. candicans* (su corteza es utilizada para el dolor de muelas), (Romero *et al.* 2002).

Chacalo (2009) también menciona a *Q. castanea* de la cual su corteza se emplea contra envenenamientos y dolor de encías, y su bellota se utiliza contra la diarrea infantil y cólicos; de *Q. crassifolia* se menciona que las hojas se emplean para molestias de anginas infamadas y su corteza se utiliza contra el “mal de orín” y



para lavar heridas; se señala para *Q. crassipes* que la corteza se emplea para amacizar dientes y contra hemorroides, leucorrea, diarrea y “mal del corazón”, y sus bellotas se utilizan para tratar diarreas infantiles.

Luna y colaboradores mencionan (2003), a *Q. xalapensis* en donde señalan se utiliza en la medicina pero no sugieren un uso específico para esta especie. Otras especies también utilizadas en la medicina tradicional son *Q. urbanii*, *Q. sempervirens*, *Q. sartorii*, *Q. sapotiifolia*, *Q. rugosa*, *Q. resinosa*, *Q. perseafolia*, *Q. peduncularis*, *Q. oleoides*, *Q. obtusata*, *Q. muehlenbergii*, *Q. microphylla*, *Q. mexicana*, *Q. magnoliifolia*, *Q. laurina*, *Q. lancifolia*, *Q. laeta*, *Q. ilex*, *Q. greggii*, *Q. grahamii*, *Q. glaucoides*, *Q. glaucescens*, *Q. glabrescens*, *Q. elliptica*, *Q. deserticola*, *Q. corrugata*, *Q. conspersa*, *Q. candicans*, *Q. affinis*, *Q. acutifolia* y *Q. acatenangensis*.

#### ❖ **Construcción:**

En México se emplea la madera para la obtención de tablas y tablones de diferentes dimensiones, vigas, polines, durmientes, etc. Además esta madera puede transformarse en variados objetos como piezas talladas, molduras, cabos y mangos para herramienta, artículos decorativos, marcos de puertas y ventanas, muebles, duelas, adoquines, techos y artesanías (De la Paz Pérez y Quintanar, 1998). De acuerdo a la FAO (2010) y a Lara (2009) estos son algunos productos que se pueden obtener de la madera.

- **Postes, pilotes y morillos:** Estos productos se obtienen con el fuste de árboles delgados y largos. Los morillos se utilizan en la construcción rural como vigas o refuerzos en paredes. Los postes se utilizan para sostener línea de comunicación de energía eléctrica. Y los pilotes se utilizan en la construcción de cimbras, puentes, minería y muelles (Lara, 2009).
- **Chapa y madera contrachapada:** estos términos comprenden, las trozas, la madera aserrada (astillada), la cual es utilizada para dar

acabados a muebles para cubrir los extremos y bordes, dando un terminado fino.

- **Durmientes:** Se utilizan en la construcción de vías férreas.

Algunos ejemplos de especies de encino utilizadas en construcción son *Q. deserticola* (para postes para cerca, arados, cabos para herramientas y horcones), *Q. frutex* (postes de cercas), *Q. glabrescens* (elaboración de mangos de herramientas, pisos industriales, cercas, tarimas, construcciones pesadas y para construcciones en donde se requiera resistencia), *Q. glaucooides* (horcones, manufactura de implementos agrícolas, cabos para herramientas, puertas de golpe y postes para cercas), *Q. laeta* (elaboración de herramientas, horcones y cercas), *Q. magnoliifolia* (postería, horcones, mangos de herramientas, bancos, vigas, postes para corral), *Q. obtusata* (postes para cerca, implementos agrícolas, horcones y cabos para herramienta), *Q. acutifolia* (postería, chapa fina, muebles de alta calidad ebanística, pisos lambrines, mangos y cabos para herramientas), *Q. candicans* (muebles y gabinetes de alta calidad ebanística, chapa fina, pisos para residencias, marcos para puertas y ventanas, mangos de herramientas e implementos agrícolas), *Q. castanea* (pisos de residencias, tarimas de carga y descarga, mangos y cabos de herramienta, implementos agrícolas y armazones de construcción), *Q. conspersa* (elaboración de chapa, implementos agrícolas, horcones de casas, mangos de herramientas), *Q. crassipes* (pisos de residencias, auditorios, museos, almacenes, pistas de baile –en forma de parquet y adoquín– para chapa fina, muebles y gabinetes de alta calidad ebanística), *Q. dysophylla* (postes de cercas), *Q. elliptica* (mangos, cabos de herramientas, vigas de construcción y postes), *Q. hintonii* (mangos de herramientas, vigas, postes de cerca, durmientes, pilotes para minas y barricas), *Q. laurina* (cabos de herramienta, vigas de construcción y fabricación de chapa), (Romero, 2003); *Q. gentry* (fabricación de postes y cabos), *Q. glaucescens* (fabricación de postes), *Q. laurina* (fabricación de cercas, cabos, arados, y redilas), *Q. martinezii* (fabricación de postes, horcones y cabos), *Q. peduncularis* (fabricación de postes), *Q. planipocula* (fabricación de postes), *Q. resinosa* (fabricación de postes, horcones,

y cabos para herramientas), *Q. salicifolia* (fabricación de toneles), *Q. subspathulata* (fabricación de postes de cercas y cabos de herramientas), *Q. tuberculata* (fabricación de postes para cercas y horcones), *Q. uxoris* (fabricación de horcones), (Arizaga *et al.* 2009).

De acuerdo a las características que presenta la madera de la especie ***Q. xalapensis***, se recomienda su uso para la elaboración de chapa, pisos, lambrín y escaleras (Pérez *et al.* 1998).

#### ❖ **Comestible:**

Para este uso se emplean las bellotas, las yemas foliares, las flores, las hojas y las agallas, productos que enriquecen la dieta de las comunidades indígenas con proteínas, lípidos y carbohidratos. De acuerdo a Luna y colaboradores (2003) hay diez diferentes formas de alimento proveniente de los encinos, los cuales se dividen en dos grupos:

- **Consumo natural exclusivamente de la bellota**
- **Productos procesados:** Capeado de flores, tostado de bellotas para consumirse como semillas o para elaborar harina para tortilla, pan, pastel, atole, tesgüino, chocolate, café, pinole y tamales.

En ciertos lugares, las bellotas de sabor dulce se consumen crudas pero su exceso puede provocar una ligera intoxicación, también las hojas son utilizadas como condimento (Arizaga *et al.* 2009).

De la especie ***Q. insignis*** se reporta que el fruto es comestible siempre que se lave para quitarle los taninos (Cooperativa las Cañadas, 2012). Las bellotas de la especie *Q. rugosa* sirven para elaborar café o pueden consumirse tostadas; los retoños de *Q. crassifolia* son comidos una vez cocidos, molidos y mezclados con maíz y su corteza se utiliza en la preparación de bebidas de *Agave* (Romero, 2003); y el fruto tostado de *Q. candicans* y *Q. frutex* sirven para la preparación de una especie de café (Arizaga *et al.* 2009).

### ❖ Forraje:

El forraje lo comprenden las estructuras del encino utilizadas para emplear al ganado, específicamente porcino o caprino (Luna *et al.* 2003); en la actualidad, las bellotas son empleadas para alimentar al ganado porcino (Arizaga *et al.* 2009), mientras que las hojas constituyen un alimento básico caprino durante la mayor parte del año (Zavala 1990).

Las hojas y frutos de *Q. galuoides* se usan como forraje, de *Q. magnoliifolia* se utilizan los frutos como alimento de cerdos, también otras especies como *Q. rugosa*, se usan como alimento para el ganado porcino. Los frutos y hojas de ***Q. insignis*** se utilizan principalmente como alimento para animales; otras especies de encino que sirven para forraje son *Q. affinis*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. glabrescens*, *Q. glaucoides*, *Q. laurina*, *Q. magnoliifolia*, *Q. microphylla*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa* y *Q. urbanii* (Luna *et al.* 2003).

### ❖ Combustible:

La madera de encino se usa como combustible de dos formas: directamente como leña o transformándola en carbón, siendo mayor el aprovechamiento de leña, debido a esto se han extinguido grandes extensiones de encinares por la explotación desmedida para leña (Pérez *et al.* 2000).

Algunas especies utilizadas con este fin son *Q. desertícola*, *Q. frutex*, *Q. glaucoides*, *Q. laeta*, *Q. magnoliifolia*, *Q. obtusata*, *Q. peduncularis*, *Q. rugosa*, *Q. acutifolia*, *Q. crassifolia*, *Q. elliptica*, *Q. hintonii*, *Q. laurina*, *Q. urbanii* (Luna *et al.* 2003), *Q. dysophylla*, *Q. gentry*, *Q. martinezii*, *Q. planipocula*, *Q. resinosa*, *Q. salicifolia*, *Q. scytophylla*, *Q. sideroxyla*, *Q. splendens*, *Q. subspathulata*, *Q. tuberculata* y *Q. uxoris* (Arizaga *et al.* 2009).

### ❖ Artesanal:

Para el uso artesanal, diversas comunidades aprovechan la gran variación de tamaños y formas de las bellotas de encino, además de su belleza, y se producen

una amplia gama de artesanías, como son los rosarios elaborados por los zapotecas de Trinidad Buenavista, Oaxaca, con frutos de *Q. candicans*. Otras artesanías elaboradas con encino y que son de importancia económica para las comunidades son aretes, cuadros, cestos, juguetes, coronas, adornos navideños, collares e instrumentos musicales (Luna *et al.* 2003).

Algunas especies utilizadas de acuerdo a Romero y colaboradores (2003) y a Luna (2003) son *Q. microphylla*, *Q. mexicana*, *Q. laurina* (se elaboran bancos y muebles rústicos), *Q. elliptica* (para muebles rústicos), *Q. crassipes* (elaboración de artículos decorativos como baúles, canastos, macetas, cofres, utensilios de cocina y cajas para pianos), *Q. castanea* (elaboración de recipientes), *Q. candicans*, *Q. affinis* y *Q. scytophylla*.

El fruto de ***Q. insignis*** debido a su tamaño es utilizado para elaborar artesanías y juguetes (Cooperativa las Cañadas, 2012). Así mismo, también se recomienda a ***Q. xalapensis*** para su uso en la elaboración de juguetes, partes de instrumentos musicales, canillas, hormas de calzado, diversos tipos de recipientes y artículos horneados (Pérez *et al.* 1998).

#### ❖ **Ecológico:**

Desde la visión ecológica los encinos son proveedores de servicios ambientales, dado que producen oxígeno, capturan bióxido de carbono, filtran el ruido, reducen la erosión del suelo, infiltran el agua al subsuelo, regulan la temperatura atmosférica y son hospederos naturales que alojan en sus cortezas, ramas hojas y flores, a numerosas especies como mamíferos (ardillas), aves, insectos (avispas, abejas, moscas y escarabajos, etc.) y otras especies vegetales como orquídeas, líquenes, bromelias, helechos y plantas trepadoras (Arizaga *et al.* 2009).

## Generalidades del género *Quercus* L.

El género *Quercus* se divide en tres secciones: la sección *Quercus* (encinos blancos) con 81 especies, sección *Lobatae* (encinos rojos) con 76 especies y la sección *Protobalanus* (encinos intermedios o de copa dorada) con cuatro especies (Valencia, 2004)

El género *Quercus* comprende árboles y arbustos, sus 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 óvulos son abortivos; la semilla está envuelta en una cubierta rígida formando la bellota que está protegida parcialmente en su base por la cúpula formada por escamas (Flores, 2007).

El género *Quercus* se distribuye mundialmente en zonas templadas y subtropicales del hemisferio norte, se calcula que está representado aproximadamente por 500 especies. México es el país que posee el mayor número de especies del mundo, se estiman entre 150 y 200 especies, distribuidas en las zonas montañosas de todos los estados y territorios, a excepción de Yucatán y Quintana Roo (Romero, *et al.* 1997).

*Quercus insignis* y *Quercus xalapensis* son dos especies que se encuentran en bosques mesófilos de montaña, el cual es un tipo de vegetación que se encuentra amenazado, además son dos especies de encino potenciales para restauración ecológica y reforestación.

## ***Quercus insignis* M. Martens et Galeotti.<sup>1</sup>**

Nombre común: encino avellano, chicalaba

Pertenece a la sección *Quercus* (encinos blancos). Árbol de 4-30 m de altura; **corteza** blanca o blanco grisácea, moderadamente lenticelada, densamente ferrugíneo-tomentosa durante la juventud, de tomentosa a pubescente; **tronco** de hasta un metro de diámetro; **hojas** con peciolo de 0.5-1.7 cm de largo, lámina de 14.5-33 cm de largo por 6-14 cm de ancho, redondeada a cordada basalmente, de crenada a crenada-denticulada, la lámina esta glabrada en el haz, el envés es moderadamente hirsúto-pubescente, el nervio central y la base de los secundarios usualmente ferrugíneo-pubescentes en más de  $\frac{3}{4}$  de la longitud de la lámina; **estípulas** persistentes en tallos jóvenes. **Inflorescencia masculina** de 8-11 cm de largo, flores de color verde; **frutos** usualmente solitarios o pareados, la copa mide de 50-70 mm de diámetro, más o menos cónica; bellota de 4-4.5 cm de diámetro por 3-4 cm de largo, con el ápice hundido en una ligera depresión; radícula emergente de la parte basal de la bellota, por lo general es densamente tomentosa exteriormente (antes de la completa madurez), anchamente ovada. Florece en marzo y abril y fructifica de junio a octubre.

### **Distribución y ecología.**

Se le encuentra en México en los estados de Veracruz, Guerrero, Jalisco y Nayarit, habitando bosques mesófilos de montaña, a una altura entre 1100 y 1600 m.s.n.m.

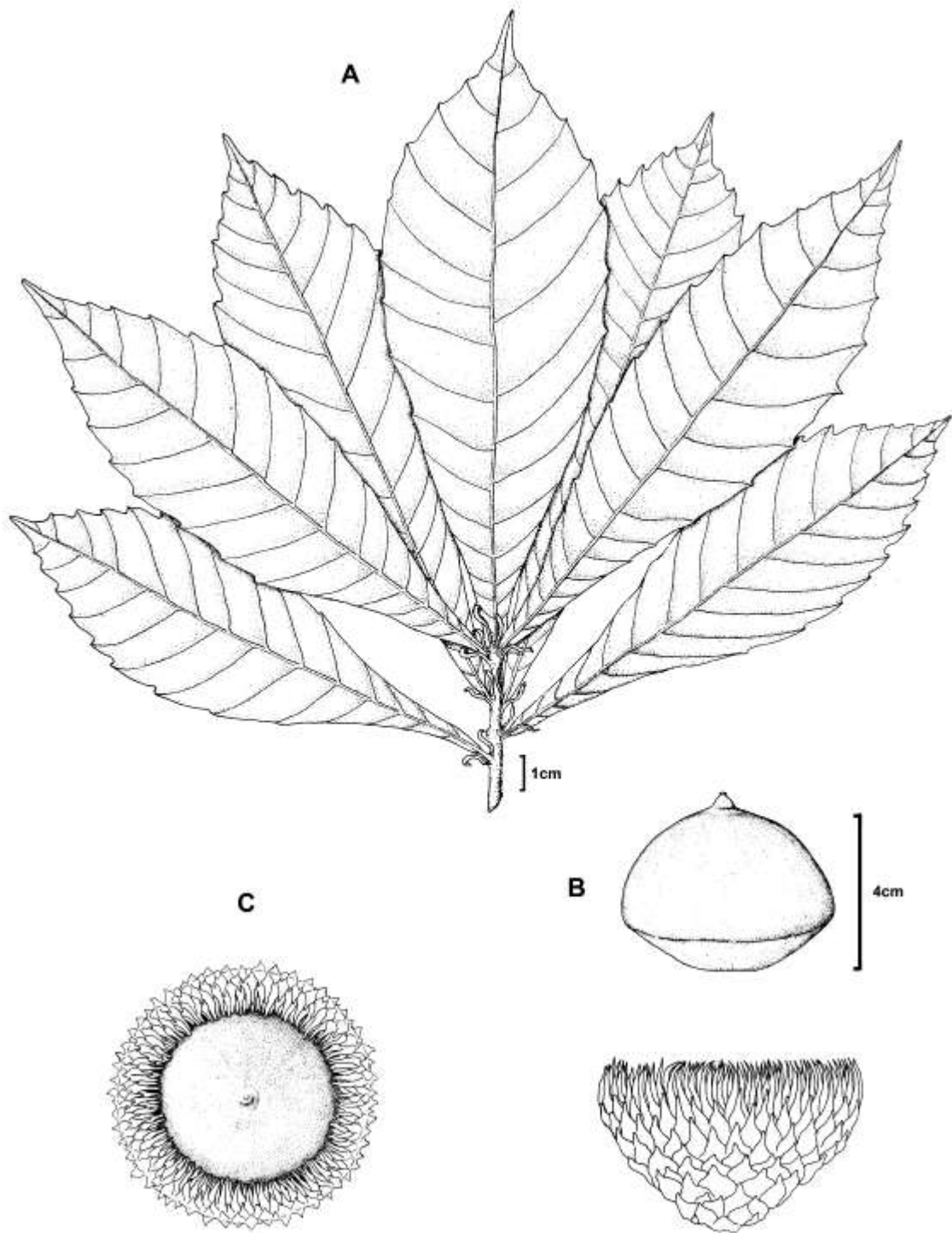


Figura 2. *Quercus insignis*. A. rama con hojas; B y C. Fruto y cúpula



## ***Quercus xalapensis* Humb. & Bonpl.<sup>2</sup>**

Nombre común: encino blanco, encino cáscara.

Pertenece a la sección *Lobatae* (encinos rojos). Árbol de 8-25 m de altura; **corteza** oscura; **tronco** de 0.15-1.5 m de diámetro; **ramillas** de 1-3 mm de diámetro, rojizas a veces muy oscuras; **yemas** ovoides con el ápice agudo, de 1-9 mm de largo por 1-3 mm de diámetro, de color castaño; **hojas jóvenes** papiráceas, opacas, de color verde olivo, casi glabras en ambos lados; **hojas maduras** coriáceas o subcoriáceas, elípticas u ovadas de 7-18 cm de largo por 2-6 cm de ancho, ápice atenuado o acuminado, aristado; base aguda, cordada a veces asimétrica, en hojas jóvenes o renuevos puede ser cuneada; nervaduras secundarias de 6-14 en cada lado de la lámina de la hoja, rectas o ligeramente curvas, paralelas, ascendentes, pasando directamente hacia los dientes y aristas; haz verde, lustroso, glabro o con algunos tricomas fasciculados estipitados cortos; peciolo de 10- 40 mm de largo por 0.5- 1.5 mm de diámetro, glabrescentes, claros a muy oscuros; **inflorescencia masculina** de 4-9 cm de largo, con 30 o más flores; **inflorescencia femenina** de 0.5-2 cm, con 1-3 flores, **fruto** anual, solitario o en grupos de 2-3, sobre un pedúnculo de 5-20 mm de largo, cúpula turbinada o hemisférica, de 6-20 mm de diámetro; bellotas ovoides o globosas, de 6-20 mm de largo por 6-15 mm de diámetro, de color castaño pálido. **Florece** de febrero a abril y fructifica de agosto a noviembre.

### **Distribución y ecología.**

Se le encuentra en México en los estados de Chiapas, Hidalgo, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, habitando en bosque de encino, bosque de pino- encino y bosque mesófilo de montaña, entre 1000 y 2200 m. s.n.m.

---

<sup>1</sup>Tomado de Valencia (2004), Morales (2006) y Montes (2011).

<sup>2</sup>Tomado de Romero (2006).

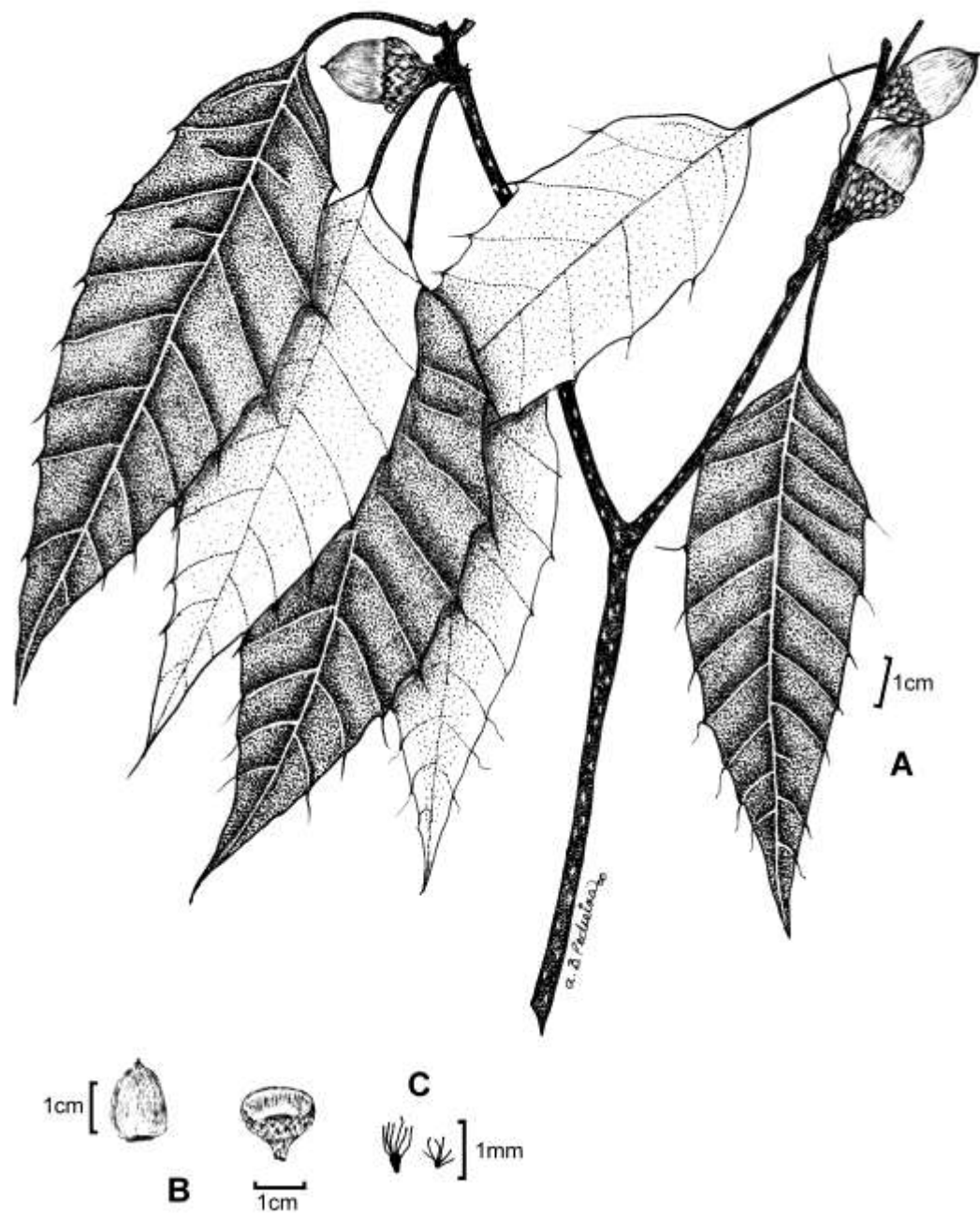


Figura 1. *Quercus xalapensis*. A. rama con hojas y frutos; B. Fruto y cúpula. C. Tricomas

## ANTECEDENTES.

### Estudios del género *Quercus* L.

Rangel y colaboradores (2002) realizaron un estudio taxonómico sobre el género *Quercus* en el Estado de México. En los resultados se reportan 23 especies, de estas 10 pertenecen al subgénero *Leucobalanus* y 13 al *Erythrobalanus*; son 15 especies endémicas de México, de las cuales 7 se distribuyen en Centroamérica y sólo una se encuentra en América del Norte. Los tipos de vegetación en donde crecen son bosque mixto de *Pinus- Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo y pastizal; se distribuyen dentro de los 750 y 3550 m. s. n. m y la mayoría de las especies florecen de enero a junio y fructifican de junio a diciembre.

Valencia (2004), realizó un estudio sobre la diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) México; en donde se presentó una lista preliminar de 161 especies del género *Quercus*, las cuales se ubican en tres secciones: 76 en la sección *Lobatae* (encinos rojos), 81 en la sección *Quercus* (encinos blancos) y cuatro en la sección *Protobalanus*. Además 109 especies son endémicas del país y los estados con mayor diversidad de especies son Oaxaca, Nuevo León, Jalisco, Chihuahua y Veracruz. También se menciona que el conocimiento del género *Quercus* es aun deficiente y se necesitan realizar más estudios en torno a este importante género.

Romero (2006), realizó una revisión taxonómica del complejo *Acutifoliae* de *Quercus* (Fagaceae) con énfasis en su representación en México, menciona que el complejo *Acutifoliae* del género *Quercus* consta de 10 especies (*Q. acutifolia*, *Q. albocincta*, *Q. brenessii*, *Q. cabyi*, *Q. conspersa*, *Q. cortesii*, *Q. furfurácea*, *Q. skinneri*, *Q. uxoris* y *Q. xalapensis*), de las cuales cinco especies son endémicas de México. Señala que el complejo *Acutifoliae* se ha considerado un grupo difícil en su taxonomía, debido a la riqueza de nombres involucrados y a la gran variabilidad morfológica relacionada con factores ambientales daños ocasionados

a las ramas y la edad de los individuos, tal circunstancia ha provocado confusiones en la delimitación de las especies.

Rubio (2006), realizó un estudio ecológico de *Quercus crassifolia* Humb y Bonpl. y *Quercus candicans* Neé (Fagaceae) en bosques de encino del Estado de México; los resultados arrojaron que las dos especies de encino tienen diferentes características (densidad, frecuencia, cobertura y valor de importancia) y en condiciones de vivero las dos especies difieren en porcentaje de sobrevivencia, características de crecimiento y morfología de plantas. Concluye que las localidades en donde coexisten las dos especies presentan diferencias en la estructura y diversidad del estrato arbóreo y arbustivo, así como en su composición florística,

Luna (2008) realizó un estudio sobre los aspectos ecológicos, características edáficas y florísticas de las comunidades *Quercus frutex* Trel., en tres localidades del Estado de México, además midió la sobrevivencia de individuos en el Parque Ecológico Xochitla, También colectó semillas de dicha especie, describió el comportamiento germinativo y monitoreo el crecimiento en vivero. Concluyendo que es importante seguir investigando sobre los caracteres ecológicos de *Q. frutex*.

Flores (2007), realizó un estudio sobre la variación morfológica del encino *Quercus rugosa* Neé (Fagaceae), los objetivos fueron describir la arquitectura foliar de individuos jóvenes, el comportamiento germinativo y el crecimiento de plantas en laboratorio y vivero. Los resultados obtenidos para arquitectura foliar fueron que hubo gran similitud entre los ejemplares estudiados y aunque *Q. rugosa* tiene una distribución amplia en México y ocupa diferentes hábitats, se mantiene como un grupo uniforme morfológicamente. La capacidad germinativa de esta especie considerando peso y color fue de 100%.

## **Estudios sobre fenología**

Rodríguez- Barbero (2009), realizó un estudio de fenología de *Quercus ilex* L. y *Quercus suber* L. en una dehesa (bosque del mediterráneo constituido principalmente por especies de encino) del centro peninsular. En los resultados se muestra la duración de los ciclos vegetativos y reproductivos de los encinos fue de abril al mes de agosto, de abril a junio fue la floración masculina, de mayo a julio la floración femenina y la formación y maduración de la bellota correspondió a los meses de julio a noviembre.

Ochoa- Gaona y colaboradores (2007), realizaron un estudio de fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México; el objetivo fue caracterizar la fenología reproductiva de especies de árboles más comunes de los bosques de Tenosique, Tabasco. En este estudio el 17% de las especies no mostraron alguna fase fenológica reproductiva a lo largo de dos años se encontró mayor número de especies en fructificación que los vistos en floración, además los patrones fenológicos de las especies arbóreas varían dentro de una especie, entre años y localidades.

Márquez y colaboradores (2010), realizaron un estudio sobre la fenología reproductiva y el manejo de los recursos forestales; en donde se analizaron los efectos del cambio climático en la fenología de las especies forestales y sus implicaciones en el manejo de los recursos forestales desde el punto de vista de la producción maderera como de la conservación y restauración. Se menciona que actualmente los estudios fenológicos han tomado una mayor importancia debido al cambio climático, se ha observado que los procesos biológicos de supervivencia y éxito reproductivo expresados en la función de la fenología pueden mejorar la precisión de los modelos de predicción de la distribución futura de las especies.

Céspedes (1991) realizó un estudio sobre fenología de *Quercus semannii* Lieb. (Fagaceae) en Cartago, Costa Rica, en este trabajo se estudió la brotación, la caída del follaje, la floración y la fructificación en una población de *Q. semannii* en un bosque natural en Cartago, Costa Rica. Menciona que todas las características

estudiadas mostraron un comportamiento anual periódico; la caída del follaje aunque se presentó durante todo el año, fue más pronunciada durante la estación seca, el vástago vegetativo crece constantemente, pero su tasa de crecimiento es mucho mayor durante la época de lluvias. Se concluyó que el comportamiento fenológico de esta especie depende mucho de la humedad del suelo, pero también se considera de cierta importancia a este respecto los ritmos internos.

### **Estudios de *Quercus insignis* M. Martens et Galeotti**

Williams (1996), realizó un estudio del crecimiento diamétrico de árboles caducifolios y perennifolios del bosque mesófilo de montaña en los alrededores de Xalapa, Se determinó y comparó la tasa de crecimiento en diámetro de algunas especies arbóreas dominantes en sitios representativos del bosque mesófilo de montaña (Jardín Botánico, Parque ecológico y bosque). En los resultados se muestra que mientras que *Q. insignis* tuvo un crecimiento diamétrico en el Jardín Botánico de 0.39 y en el parque ecológico de 0.00, *Q. xalapensis* tuvo un crecimiento diamétrico de 0.62 en el Jardín Botánico, en el Parque Ecológico de 0.43 y 0.20 en el bosque. Concluyendo que *Q. xalapensis* fue una de las especies con mayor tasa de crecimiento. La tasa de crecimiento diamétrico en el Jardín botánico fue de 2.8 veces mayor, lo que indica el potencial de crecimiento de las especies estudiadas. Las especies con altas tasas de crecimiento sirven para restauración ecológica, recreación de bosques o planes innovadores para plantar árboles.

Valencia (2004), realizó un estudio sobre la diversidad del género *Quercus* (*Fagaceae*) en México, en el cual se señala que existen algunas especies que tienen áreas de distribución relativamente amplias como ***Quercus insignis***; sin embargo, sus hábitats son muy restringidos y susceptibles al disturbio, estas especies se desarrollan principalmente en bosque mesófilo de montaña y en encinares húmedos.

Machuca y colaboradores (2006), realizaron un estudio sobre la absorción de sustancias preservantes de nueve especies de maderas, mediante procesos de

impregnación a vacío- presión inmersión, el cual se realizó con la finalidad de conocer la capacidad de absorción de preservadores de la maderas de *Pinus arizonica* (pino blanco), *Pinus engelmanni* (pino real), *Pinus patula* (pino colorado), *Quercus insignis* (chicalaba), *Quercus laurina* (laurelillo), *Quercus oleoides* (tesmol), entre otras; en los resultados obtenidos muestran que de acuerdo a los niveles de absorción alcanzados con el método de vacío- presión, sólo los pinos resultaron fáciles de impregnar; en cuanto al método de inmersión con sales CCA *Q. oleoides* fue fácil de impregnar, pero *Q. laurina* y *Q. insignis* fueron difíciles de impregnar.

Montes (2011), realizó una evaluación de una plantación de *Quercus insignis* con fines de restauración del bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz, México; los resultados mostraron que la apertura del dosel covaria significativamente con la tasa relativa de crecimiento en altura. La supervivencia para toda la plantación después de un año fue del 61%. La tasa de supervivencia de las plántulas fue diferente dependiendo del factor suelo. La principal causa de muerte fue la depredación por tuzas, sobre todo en la zona abierta. Como conclusión se tuvo que las plántulas de *Q. insignis* pueden crecer y sobrevivir en zonas abiertas y bajo dosel, sin embargo el área basal es mayor en esta última condición de siembra. El micrositio es un factor cambiante y por ende afecta el desempeño de las plántulas. La mortalidad puede controlarse implementando técnicas de exclusión de mamíferos.

### **Estudios de *Quercus xalapensis* Humb. & Bonpl.**

Martínez y colaboradores (2003) realizaron un estudio llamado arquitectura foliar y anatomía de la corteza y la madera de *Quercus sartorii* y *Q. xalapensis* (Fagaceae), el objetivo fue describir y comparar la arquitectura foliar y la anatomía de la corteza y la madera de estas dos especies de encino; los resultados mostraron que los caracteres de venación (número y forma de areólas, ramificación de las vénulas y recorrido de la vena secundaria) son caracteres que permiten distinguir a las especies. La madera de ambas especies es similar a lo reportado para el género; como conclusión se menciona que los atributos

mencionados deberán emplearse en conjunto con caracteres de la flor, fruto y la semilla para apoyar el reconocimiento de ambas especies.

Olfield y Eastwood (2007), en la Lista Roja de la UICN, señalan dentro del listado de especies de encino mundialmente amenazadas a ***Q. insignis*** y ***Q. xalapensis***, se explica que la primera está amenazada por que su distribución es muy restringida y las poblaciones muy pequeñas, además porque sus hábitats en Panamá, Guatemala y México han sido puestos en peligro.

Pérez y colaboradores (1998), realizaron un estudio anatómico de la madera de cinco especies del género *Quercus* (Fagaceae) del Estado de Veracruz; en este trabajo se presenta la descripción macroscópica y microscópica de la madera de cinco especies de encino, entre ellas ***Quercus xalapensis***, se menciona que por las características particulares que presenta la madera de la especie roja ***Q. xalapensis*** entre las que sobresalen la porosidad anular, los radios multiseriados con pocas series y la ausencia de cristales, se recomienda su uso para la elaboración de muebles, chapa, pisos, lambrín, escaleras y decoración en general. Así mismo, se recomienda su uso en la elaboración de juguetes, partes de instrumentos musicales, canillas, hormas de calzado, diversos tipos de recipientes y artículos horneados.



## JUSTIFICACIÓN.

A pesar de la gran importancia del conocimiento fenológico de las especies, este es aún muy escaso y fragmentario, hasta la fecha sólo las especies de mayor valor comercial han sido estudiadas detalladamente para su manejo, por ello resulta de particular importancia profundizar en el conocimiento fenológico de la flora leñosa nativa (Ochoa- Gaona, 2007).

Las áreas verdes urbanas agrupan un conjunto diverso de espacios ubicados dentro de la ciudad y cuya vegetación es original o plantada por el ser humano; con ese concepto se denominan, bosques parques y jardines; además brindan beneficios y servicios ambientales como mejorar el microclima, la calidad del aire, mejoran la hidrología urbana y son el hábitat de muchas especies de plantas y animales.

Como se menciona anteriormente, además de la importancia de las áreas verdes urbanas y como las especies *Quercus xalapensis* y *Q. insignis* habitan en bosques mesófilos de montaña en el cual las condiciones climáticas se presentan en zonas restringidas de la República Mexicana (es un tipo de vegetación con frecuentes neblinas, alta humedad atmosférica y una altitud de 400 a 1100 m.s.n.m.) tienen una distribución limitada y fragmentaria, ocupando en el territorio nacional de 0.5 al 1% (Rzedowski, 2006), se espera que estas especies crezcan y se aclimaten adecuadamente en un hábitat diferente ya que la plasticidad fenotípica es la capacidad de un organismo de producir fenotipos diferentes en respuesta a cambios en el ambiente, esto se visualiza en la forma en la que reaccionan los organismos que es la respuesta fenotípica de un genotipo expresado en un gradiente ambiental, además parte de esta plasticidad es la tendencia a maximizar el recurso cuya disponibilidad es limitante (Marino, 2004). Por otra parte se espera un buen crecimiento de ambas especies en Xochitla ya que se encuentra rodeada por vegetación diversa, aunque escasa de bosque de encino, bosque de pino-encino. Por lo anterior se espera que las dos especies de estudio se aclimaten a condiciones diferentes de su hábitat natural ya que de acuerdo a Alía y colaboradores (2003) en el género *Quercus* se presenta una gran plasticidad

fenotípica y sus poblaciones presentan una gran diferenciación genética. Existen causas de desinterés hacia el género *Quercus*, entre ellas está el desconocimiento de los aspectos biológicos y su taxonomía complicada (Gutiérrez, 2008).

Aunque ya existen trabajos sobre fenología y crecimiento con otras especies de encino, se eligieron estas especies, ya que si bien no se señalan con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, si se encuentran en la lista roja de la UICN como especies mundialmente amenazadas (ya que sus poblaciones son muy pequeñas y su distribución restringida) y el tipo de vegetación en donde se encuentran está amenazado, al mismo tiempo, las especies *Q. xalapensis* y *Q. insignis* pueden considerarse como especies potenciales para la restauración ecológica y por la escases de trabajos sobre *Quercus insignis* y *Q. xalapensis*, en lo referente a crecimiento y fenología, este trabajo pretende contribuir al conocimiento de estos taxa.

## OBJETIVOS.

- ❖ Describir el crecimiento y la fenología de los encinos en el Jardín Botánico de Fundación Xochitla.
- ❖ Realizar el diagnóstico sanitario de las dos especies durante el tiempo de estudio.
- ❖ Evaluar la sobrevivencia de *Q. insignis* y *Q. xalapensis* en el Jardín Botánico de Fundación Xochitla.

## ÁREA DE ESTUDIO.

Fundación Xochitla A. C. se ubica en una zona urbano-industrial dentro del municipio de Tepotzotlán, Estado de México, al norte de la Ciudad de México. El área comprende 70 has. y se encuentra en los 19°72'23" latitud N y 99°19'86" longitud W, situándose en una altitud de 2266 msnm.



Figura 3. Ubicación de Fundación Xochitla, en Tepotzotlán, Estado de México.

### ❖ Clima

Su clima es templado con lluvias en verano y el más seco de los subhúmedos con verano fresco largo y baja precipitación; correspondiendo al tipo C(w)(w)b(i). En esta localidad son importantes las heladas y las temperaturas mínimas durante la temporada invernal.

A continuación se muestran las temperaturas mínimas registradas en el periodo julio 2010-abril 2011 (Cuadro 1).

Mes	año	Temperatura mínima
<b>Julio</b>	2010	8.9
<b>Agosto</b>	2010	11.1
<b>Septiembre</b>	2010	10.7
<b>Octubre</b>	2010	4
<b>Noviembre</b>	2010	0.2
<b>Diciembre</b>	2010	-2.6
<b>Enero</b>	2011	-3.3
<b>Febrero</b>	2011	-4.2
<b>Marzo</b>	2011	-2.7
<b>Abril</b>	2011	4.8

Tabla 1. Temperaturas mínimas registradas en Fundación Xochitla A. C. (Datos tomados de la Estación Climatológica de Fundación Xochitla A. C.)

### ❖ Hidrología.

Se encuentra dentro de la región hidrológica de Cuautitlán, teniendo como principales afluentes los ríos Cuautitlán y Tepetzotlán, el terreno colinda con el río Chiquito. La Fundación se encuentra abastecida por agua rodada de la presa La Concepción, además de pozos freáticos, agua potable del municipio y actualmente por agua proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales-Xochitla, la cual es de tipo biológico y trata aguas residuales domésticas.

### ❖ Edafología

El tipo de suelo que predomina es el vertisol de acuerdo al sistema de clasificación FAO- UNESCO, este es un tipo de suelo que se encuentra en las partes bajas y planas. Los vertisoles (V), provienen del latín *Verto* (voltear), lo que quiere decir suelo que se revuelve o que se voltea. Esta unidad de suelos ocupa una superficie de 10, 583. 65 ha, equivalente al 50. 59% del municipio de Tepetzotlán. Son suelos que tienen después de que los primeros 20 cm han sido mezclados, 30% o más de arcilla en todos los horizontes a una profundidad mínima de 50 cm, desarrollan grietas de por lo menos 1 cm de ancho y 50 cm de profundidad durante algún periodo en la mayoría de los años (si no están sujetos a riego). Son pegajosos cuando están húmedos y duros cuando están secos. Estos suelos también se caracterizan por ser de color gris oscuro, otra característica es su

homogeneidad que se debe a la mezcla constante de los horizontes producida por los movimientos vérticos y aunque presentan algunos problemas de labranza son muy fértiles y tienen una susceptibilidad muy baja a la erosión (Plan municipal del desarrollo urbano de Tepotzotlán, 2003).

#### ❖ **Vegetación**

Se encuentra rodeada por vegetación diversa, aunque escasa de bosque de encino, bosque de pino-encino, chaparral, matorral Xerófito, pastizal y vegetación secundaria. En los terrenos que conforman Xochitla, se encuentran 35 familias, 110 géneros y 153 especies de flora silvestre, dentro de las cuales las familias más representativas son: Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Cruciferae, Oxalidaceae, Solanaceae, Malvaceae y Cyperaceae. Dentro de estas familias, 30 especies de plantas son de utilidad medicinal, 12 comestibles, 5 de tipo ornamental y 3 para forraje (Rojas, *et. al.*, 2000).

#### ❖ **Fauna**

Entre los insectos destacan las mariposas, ya que se encuentran 57 especies de las 158 reportadas para el Estado de México, lo cual representa 36% del total. Los reptiles y anfibios están representados por lagartijas, escorpiones y culebras; los anfibios son ranas y sapos, correspondientes al 6.5% de la herpetofauna del Estado de México. Las aves están representadas por 98 especies, siendo este grupo el más importante de Xochitla, pues de estas especies, 6 son de las más comunes, 23 habitan durante todo el año, 25 viven sólo durante el invierno y 27 de ellas anidan en este sitio. También se puede observar la lechuza del campanario, lo cual indica la buena calidad del lugar. Existen en Xochitla 11 especies de mamíferos silvestres, entre ellos están los tlacuaches, ratones de campo, conejos de monte y murciélagos.

## MATERIAL Y MÉTODOS.

Para cumplir con los objetivos antes mencionados el presente trabajo se dividió en tres partes: establecimiento de individuos, registro de datos, evaluación sanitaria y análisis de resultados.

Se realizó una búsqueda bibliográfica referente a *Q. insignis* y *Q. xalapensis* en los aspectos taxonómicos, fenología, distribución, conservación y ecología.

- **Establecimiento de individuos:**

El trabajo de campo se realizó en el Jardín Botánico de Fundación Xochitla en un periodo de 10 meses (de julio de 2010 a abril del 2011).

Se establecieron 120 árboles, los cuales fueron adquiridos del vivero de la FES Iztacala, de los cuales fueron 60 de *Quercus insignis* y 60 de *Q. xalapensis*, estos fueron plantados en la zona de tréboles del Parque de Fundación Xochitla A. C. (Figura 4). La plantación de los árboles se llevó a cabo a principios del mes de julio del año 2010.

Para el establecimiento de los árboles se llevó a cabo el procedimiento de acuerdo al Manual técnico para el establecimiento y manejo integral de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal. Para lo cual se excavaron 120 cepas de aproximadamente 50 x 50 x 50 cm, después se depositó una capa de tierra fértil en el fondo (composta) para facilitar el desarrollo de las raíces, en seguida de esto y antes de introducir el árbol se cortaron las raíces que sobresalían del envase o bolsa, además de cortar y retirar con cuidado el envase del árbol; la planta se colocó de forma vertical y se depositó tierra para rellenar la cepa compactando ligeramente. De ser necesario se colocó un tutor a los árboles que así lo requirieran.



Figura 4. Zona de tréboles en el parque de fundación Xochitla. En cuadros rojos se señalan las zonas de establecimiento de los individuos de las especies *Q. insignis* y *Q. xalapensis*.

- **Registro de datos**

El registro de datos se realizó de manera mensual durante 10 meses. Se midió con un flexómetro la altura, cobertura 1 y 2, y con un vernier el diámetro basal, las otras variables a registradas fueron número de hojas nuevas, número de yemas, número de ramillas o rebrotes y número de hojas totales.

- **Evaluación sanitaria**

Para la evaluación sanitaria se llevó a cabo la observación de los individuos de cada especie de manera mensual, se registró la presencia de distintos agentes en el tronco y hojas como:

- Chupadores
- Cambio de color en hojas (clorosis)



- Insectos defoliadores
- Bacterias y hongos.

También se observó el estado físico del árbol, el cual fue registrado en los siguientes parámetros: bueno, regular, malo, pésimo.

Los criterios para la evaluación del estado físico, tanto de follaje como para tronco del arbolado de acuerdo a Benavides (1996) son:

- **Bueno:** Follaje de color uniforme y sin muestras de ataque de alguna plaga, enfermedad o clorosis; follaje denso y de color homogéneo, sin partes ausentes. Tronco con apariencia normal, sólido y sin evidencias de ataque de alguna plaga o enfermedad o sin daño mecánico aparente.
- **Regular:** Follaje con muestras incipientes de algún ataque de plagas, enfermedades o clorosis. Tronco con rasgos incipientes del ataque de alguna plaga o enfermedad, con daños leves en la parte inferior o con presencia de cavidades incipientes.
- **Malo:** Follaje con muestras evidentes de ataques de alguna plaga, enfermedad o clorosis en más del 25 % y hasta el 50% de hojas o manchas café rojizas. Tronco con evidente ataque de alguna plaga o enfermedad, presencia incipiente de partes podridas o muertas, con marcados daños marcados en la parte inferior o con presencia de cavidades incipientes.
- **Pésimo:** Falta de follaje en más del 50% de la copa. Tronco con un notorio ataque de plagas o enfermedades, presencia notoria de partes podridas o muertas, con severos daños mecánicos en la parte inferior y media, así como presencia de grandes huecos.

- **Análisis de resultados:**

Se realizó una base de datos con la información obtenida de crecimiento.

El análisis estadístico de los resultados se dividió en dos partes:

1. Estadística descriptiva: En esta parte se calculó por especie, por variable y por mes, la media, desviación estándar, Q1 (cuartil 1), mediana (Q2), Q3,

mínimo y máximo de los datos. También se obtuvieron las gráficas correspondientes (diagramas de caja).

2. Estadística inferencial: Se realizó un análisis de varianza factorial (ANOVA de dos factores), en donde los factores a considerar fueron la especie y el mes, esto con el fin de poder determinar si existen diferencias significativas entre las especies y entre los meses de estudio para cada variable.

Para observar la fenología de las especies de estudio se graficaron los datos obtenidos de las variables observadas número de hojas nuevas, número de hojas totales, número de yemas y número de rebrotes o ramillas, para identificar las fenofases de foliación, caída de hojas y brotación de yemas y rebrotes. .

Y para la evaluación de sobrevivencia se realizó con el método de Kaplan- Meier, la característica distintiva de este método es que la proporción acumulada que sobrevive se calcula para el tiempo de sobrevivencia individual de cada organismo y no se agrupan los tiempos de sobrevivencia en intervalos; este método incorpora la idea del tiempo al que ocurren los eventos (Kaplan y Meier, 1958). Después de obtener los valores de sobrevivencia con el método descrito se convirtieron de manera porcentual y se graficaron.

# RESULTADOS.

- **Crecimiento de *Q. insignis* y *Q. xalapensis***

Se muestra en el diagrama 1 que *Q. insignis* tuvo un mayor crecimiento que *Q. xalapensis* en todas las variables; en cuanto a diámetro se observa que no hubo un crecimiento mayor en comparación con otras variables, ya que los árboles de la especie *Q. insignis* alcanzaron un diámetro de 1.7 cm y para *Q. xalapensis* los árboles 0.8 cm de diámetro.

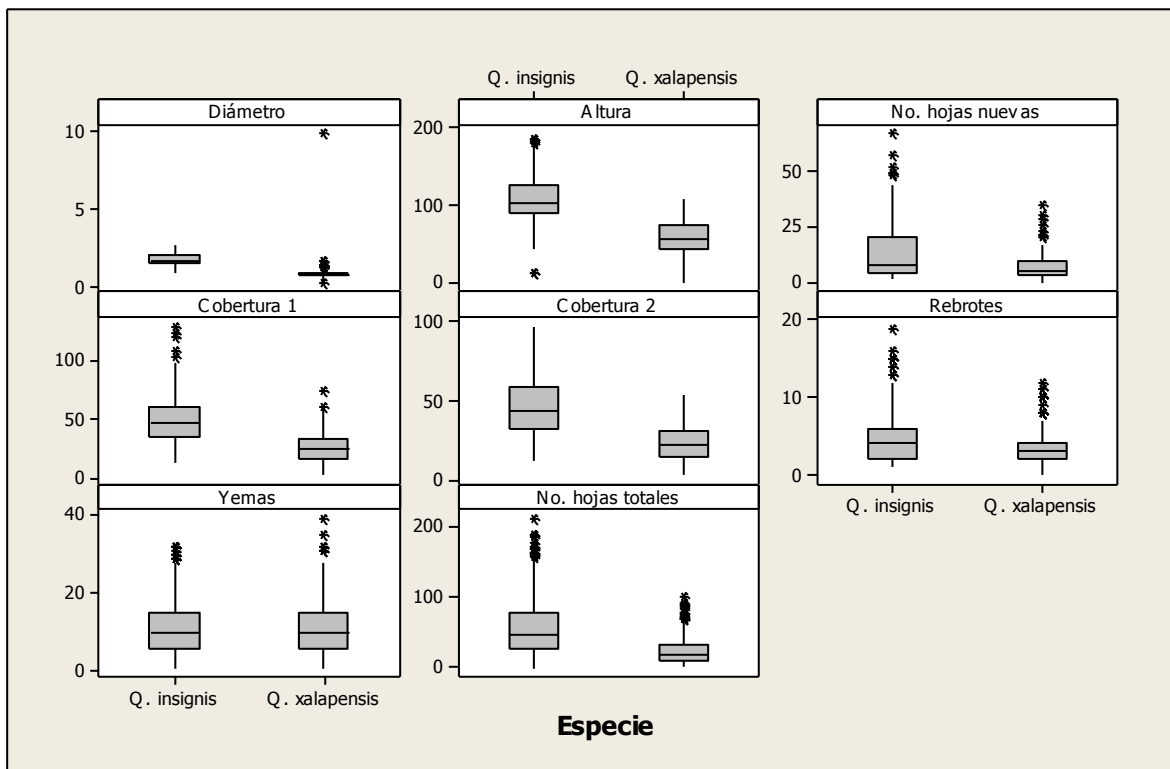


Diagrama de caja 1. Comparación del crecimiento de *Q. insignis* y *Q. xalapensis* en las variables estudiadas.

Se observa (diagrama 1) que los árboles de *Q. insignis* alcanzaron una mayor altura en comparación a *Q. xalapensis*, ya que en la primera especie alcanzaron una altura de 103 cm, en la segunda especie los individuos alcanzaron una altura de 55.4 cm. Así mismo se muestra que *Q. insignis* tuvo una mayor número de hojas nuevas (8 hojas), por lo tanto también obtuvo una mayor cobertura 1 (46.2 cm) y una cobertura 2 (44 cm); con respecto a *Q. xalapensis*, esta tuvo menores valores de cobertura 1 (24 cm) y cobertura 2, (21.5 cm).

En el número de rebrotes se observa que no hubo mucha diferencia en el número de rebrotes o ramillas en la especie *Q. insignis* y *Q. xalapensis*, aunque si una mayor cantidad de rebrotes en la primera especie, el cual fue de 4 rebrotes en la primera especie y de 3 rebotes en la segunda especie. De igual forma, en el número de yemas se muestra que no hubo diferencias ya que en ambas especies estudiadas los individuos tuvieron 10 yemas, no así el caso del número de hojas totales en donde se observa que la especie *Q. insignis* tuvo una mayor cantidad de hojas que fue de 46 hojas, la cantidad de hojas totales de la especie *Q. xalapensis* fue de 18 hojas.

En el diagrama 2, se observa que el crecimiento de diámetro y altura fue constante en los 10 meses de estudio, en donde la primera variable, los individuos establecidos tuvieron diámetros en el mes de julio del 2010 de 1.1 cm y al mes de abril del 2011 alcanzaron un diámetro de 1.6 cm por lo que hubo un crecimiento de 5 mm en 10 meses de estudio.

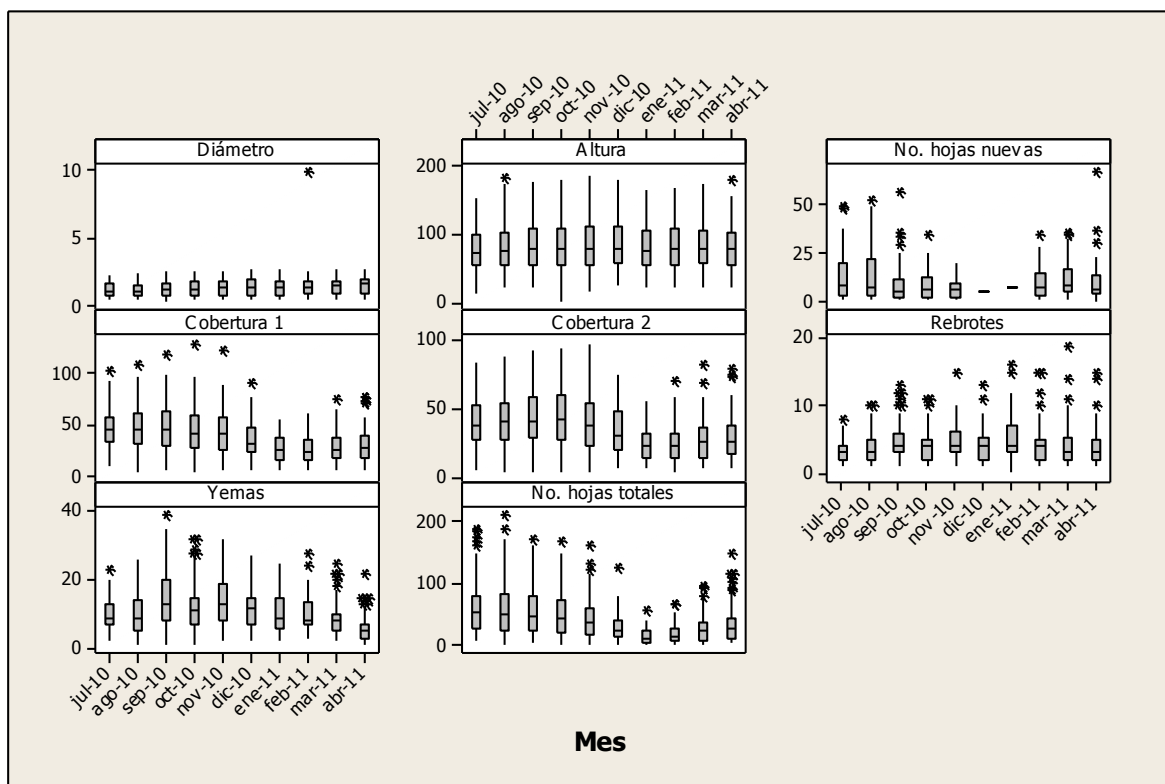


Diagrama de caja 2. Crecimiento de ambas especies de encino por meses de estudio.

En altura, se observa un crecimiento constante en el tiempo de estudio, se muestra que los individuos en el primer mes (julio de 2010) tenían una altura de

72.8 cm y para el mes de abril del 2010 alcanzaron una altura de 78 cm, por lo que tuvieron un crecimiento de 5.2 cm. En cuanto al número de hojas nuevas, los encinos por mes tuvieron de 5 a 9 hojas, inclusive en los meses del periodo invernal (diciembre de 2010 y enero de 2011) en donde hubo de 5 a 7 hojas.

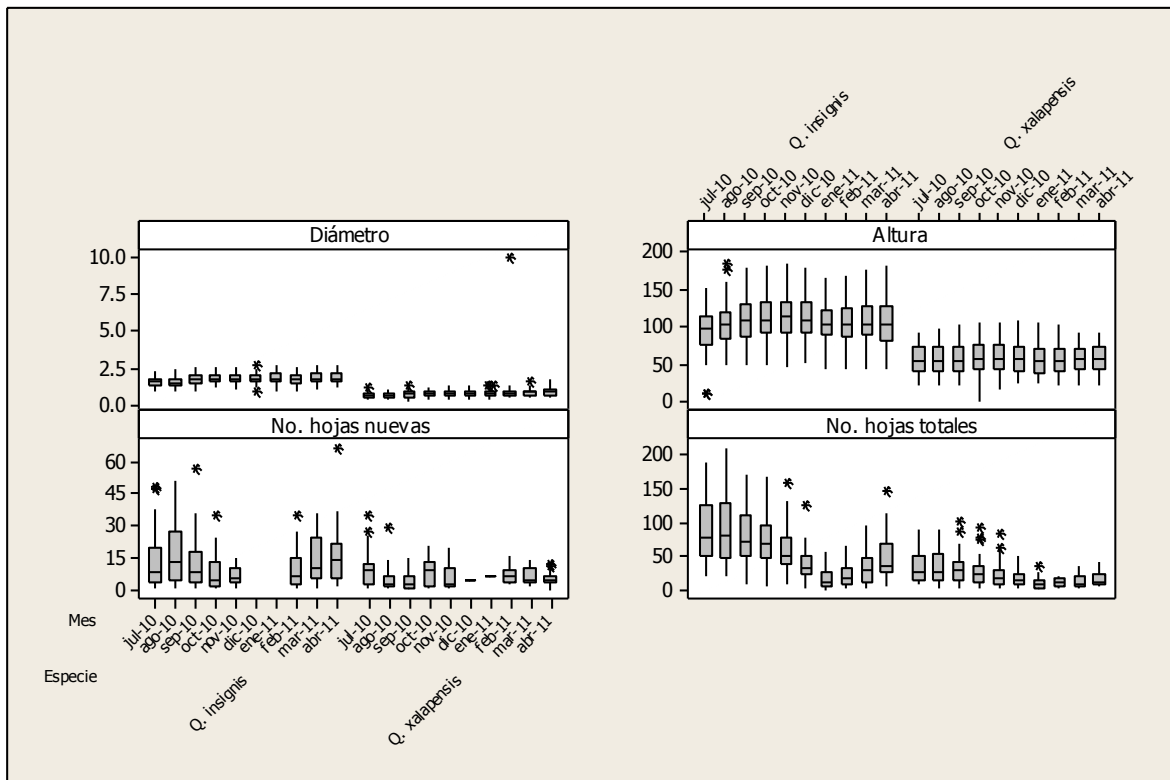
En la cobertura 1, los encinos tuvieron en el primer mes (julio de 2010) una cobertura de 45.9 cm y para el último mes de estudio (abril de 2011) una cobertura de 26.5 cm. En cobertura 2 se observa que el 50% de los encinos, (en julio del 2010) tenían una cobertura de 37.2 cm y para abril del 2011 una cobertura de 26 cm; el decrecimiento de las coberturas 1 y 2 se debió a la pérdida de hojas en el periodo invernal (diagrama 2).

En el número de rebrotes o ramillas, este fue constante durante este estudio pues los encinos tuvieron de 3 a 4 rebrotes por mes. El número de yemas en los encinos fue de 9 a 13 yemas en los primeros seis meses (julio- agosto del 2010), sin embargo, se observa que a partir de enero el número de yemas fue menor con 5 a 9 yemas por mes. Y el número de hojas totales de los encinos se muestra que en de julio a noviembre del 2010 el número de hojas totales fue de 52 a 38 hojas y a partir de enero hasta julio del 2011 este número se redujo considerablemente de 9 a 28 hojas totales.

En las cuatro variables observadas en el diagrama 3 se observa que la especie *Q. insignis* tuvo un mayor crecimiento que *Q. xalapensis*. En la especie *Q. insignis*, los encinos tuvieron un crecimiento constante en diámetro, en el primer mes tuvieron un diámetro de 1.6 y en el último mes de estudio alcanzaron un diámetro de 1.8 cm, con un crecimiento de 2 mm; también hubo un crecimiento constante de diámetro en la especie *Q. xalapensis* los individuos tuvieron diámetros de 0.7 cm en el primer mes y para el último mes de estudio 0.9 cm, con un crecimiento de 2 mm.

En cuanto altura se observa (diagrama 3) que los encinos de la especie *Q. insignis* eran de mayor tamaño y tuvieron un crecimiento mayor que la especie *Q. xalapensis*, en la primera especie en el primer mes, los encinos tenían una altura

de 98.3 cm y para el último mes alcanzaron una altura de 102 cm, con un crecimiento de 3.7 cm, sin embargo mes de enero y febrero se observa una ligera reducción en la altura ya que en noviembre la altura registrada fue de 112 cm y para enero y febrero se registraron alturas de 103 y 102 cm respectivamente; en la segunda especie (*Q. xalapensis*) se observa un crecimiento constante en la altura, en donde los encinos tuvieron en el primer mes una altura de 55 cm y para el último mes una altura de 55.5 cm, con un crecimiento en 10 meses sólo de 0.5 cm.



**Diagrama de caja 3. Comparación de crecimiento por variable estudiada en *Q. insignis* y *Q. xalapensis*.**

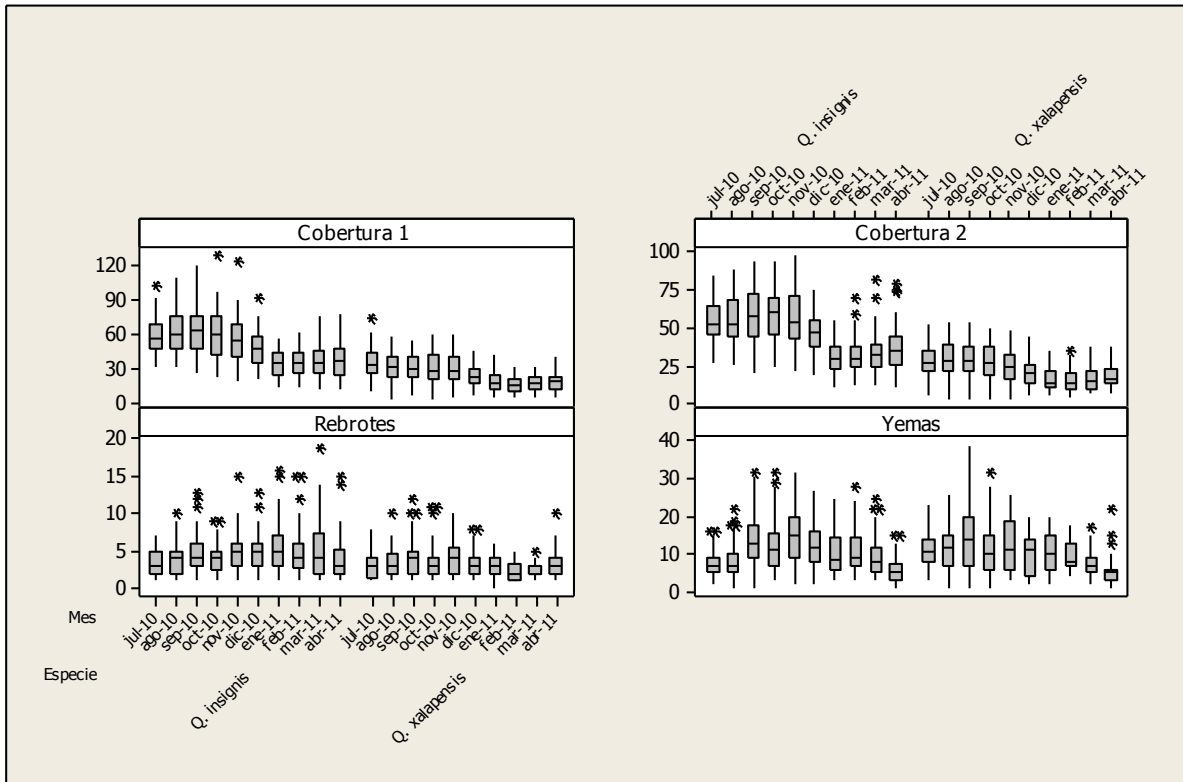
En cuanto al número de hojas nuevas, en la especie *Q. insignis*, los meses en donde fue mayor el número de hojas nuevas fue en agosto (13 hojas), septiembre (9 hojas), en marzo (11 hojas) y abril (14 hojas), aunque se observa que a partir del mes de octubre se redujo de 6 a 5 hojas nuevas y en diciembre y enero no hubo producción de hojas nuevas; para la especie *Q. xalapensis*, en los meses en donde se observa mayor número de hojas nuevas es en julio (9 hojas), octubre (9 hojas), enero y febrero (7 hojas), los meses en donde se observó menor número

de hojas nuevas fue en agosto, septiembre, noviembre y abril con 3 a 5 hojas nuevas, cabe mencionar que esta especie si produjo hojas en la época invernal.

En el número de hojas totales se muestra que *Q. insignis* tuvo un mayor número de hojas en comparación a *Q. xalapensis*, igualmente se muestra que en las dos especies se redujo el número de hojas a partir de noviembre hasta febrero, lo cual corresponde a otoño e invierno. En la primera especie, en los primeros cuatro meses (julio a octubre) el número de hojas totales fue de 79, 82, 72 y 68 hojas totales respectivamente y en los meses en donde se redujo el número de hojas fue noviembre (51 hojas), diciembre (33 hojas), enero (13 hojas) y febrero con 19 hojas totales, a partir de febrero hasta abril se observa que el número de hojas fue en aumento de 19 a 31 hojas totales; y en la segunda especie (*Q. xalapensis*), de julio a octubre el número de hojas totales fue de 29 a 23 hojas, en noviembre a abril fue de 8 a 12 hojas totales.

En el diagrama 4 se observa el crecimiento de las coberturas 1 y 2 y la producción de rebrotes y yemas de las especies *Q. insignis* y *Q. xalapensis*. Para cobertura 1, en *Q. insignis* de julio a noviembre la cobertura fue de 55 hasta 62 cm y a partir de diciembre hasta abril, se muestra que la cobertura se redujo por la caída de hojas, en diciembre la cobertura era de 46.5 y se redujo hasta 34 cm; en la especie *Q. xalapensis* los encinos tuvieron una cobertura constante en los primeros cinco meses la cual fue entre 32 y 28 cm y a partir de diciembre la cobertura hasta el mes abril se redujo entre 23 y 15 cm.

En la cobertura 2 para las dos especies se observa que en los primeros cinco meses la cobertura fue constante y a partir del mes de diciembre la cobertura 2 se redujo por la caída de hojas. En *Q. insignis* la cobertura 2 de julio a diciembre fue de de 52 hasta 59 cm y de diciembre hasta abril, la cobertura 2 fue de 47 a 35 cm; en *Q. xalapensis* de julio a diciembre la cobertura fue de 24 a 28 cm y de diciembre a abril fue entre 19 y 14 cm.



**Diagrama de caja 4. Comparación de crecimiento por variable estudiada en *Q. insignis* y *Q. xalapensis*.**

En cuanto a la producción de rebrotes o ramillas en la especie *Q. insignis* el número de rebrotes fue de 3, 4 y 5 durante los diez meses y en *Q. xalapensis* el número de rebrotes vario entre 2, 3 y 4 de julio a abril. En la producción de yemas en la especie *Q. insignis* se observa que de septiembre a diciembre hubo un mayor número de yemas (15 a 11 yemas) y los meses en donde hubo menor número de yemas (julio, agosto y enero a abril) este vario entre 5 y 9 yemas; en la especie *Q. xalapensis* de agosto a enero el número de yemas fue mayor, este vario entre 10 y 14 yemas y en los últimos tres meses (febrero, marzo y abril) fue menor con 8 a 5 yemas (diagrama 4).



Variable	Especie	Mes	Especie*mes
Diámetro	F=652.46 P=0.000	F=6.75 P=0.000	F=0.49 P=0.843
Altura	F=215.83 P=0.000	F=0.78 P=0.601	F=0.44 P=0.879
No. de hojas nuevas	F=27.33 P=0.000	F=1.69 P=0.111	F=2.83 P=0.007
Cobertura 1	F=198.01 P=0.000	F=14.81 P=0.000	F=1.56 P=0.147
Cobertura 2	F=270.21 P=0.000	F=14.66 P=0.000	F=2.14 P=0.039
Rebrotos	F=8.41 P=0.004	F=2.44 P=0.019	F=4.33 P=0.000
Yemas	F=1.00 P=0.319	F=7.93 P=0.000	F=2.26 P=0.029
Hojas totales	F=111.79 P=0.000	F=15.25 P=0.000	F=3.26 P=0.002

**Tabla 2. Valores de F y P del análisis de varianza factorial por variable y factor.**

En la tabla 2 se observan los valores de F y P del análisis de varianza factorial por variable y por factor, en el análisis de varianza para diámetro hubo diferencias significativas entre las especies (F=652.46, P= 0.000), ya que las medias obtenidas de diámetro para *Q. insignis* y *Q. xalapensis* fueron de 1.77 y 0.83 respectivamente, con relación al mes se encontraron diferencias significativas (F=6.75, P= 0.000), en comparación con las medias de diámetro en los meses de estudio que fueron de 1.1 cm en el mes de julio de 2010 a 1.4 cm en el mes de abril de 2011; pero no hubo interacción especie y el tiempo (F=0.49, P= 0.843), ya que las medias para *Q. insignis* fueron de 1.5 a 1.9cm y para *Q. xalapensis* fueron de 0.6 a 1 cm, sin ser constante el crecimiento de diámetro en los meses de estudio.

En altura hubo diferencias significativas entre las especies ( $F=215.83$ ,  $P=0.000$ ) con medias de 106.4 cm para *Q. insignis* y para *Q. xalapensis* de 56.8 cm, en mes no se encontraron diferencias significativas ( $F=0.78$ ,  $P=0.601$ ) ya que se obtuvieron medias de 76.9 a 86.2 cm, y no hubo interacción entre las especies y el tiempo ( $F=0.44$ ,  $P=0.879$ ) ya que las medias obtenidas para *Q. insignis* fueron de 96.6 a 110.9 cm y para *Q. xalapensis* las medias fueron de 55.1 a 58.8 cm.

En la producción de hojas nuevas mostraron diferencias significativas entre las especies ( $F= 27.33$ ,  $P= 0.000$ ), para *Q. insignis* la media fue de 13.03 hojas nuevas y para *Q. xalapensis* fue de 6.8 hojas nuevas, en cuanto a mes no se encontraron diferencias significativas ( $F= 1.69$ ,  $P= 0.111$ ) ya que las medias fueron de 6.7 a 12.9 hojas nuevas; en esta variable a diferencia de las dos anteriores si hubo interacción entre las especies y el tiempo ( $F=2.83$ ,  $P=0.007$ ), porque las medias fueron de 6.9 a 17.3 hojas nuevas para *Q. insignis* y para *Q. xalapensis* las medias fueron de 4.4 a 10.7 hojas nuevas, determinando además la producción de estas la época del año.

En cobertura 1 las especies mostraron diferencias significativas entre las especies ( $F= 198.01$ ,  $P=0.000$ ), para *Q. insignis* la media fue de 48.7cm y para *Q. xalapensis* de 25.8 cm, de igual forma en mes ( $F= 14.81$ ,  $P= 0.000$ ) en donde las medias fueron de 26.3 cm a 47.2 cm y no hubo interacción entre especie y el tiempo ( $F=1.56$ ,  $P= 0.147$ ) en donde las medias para *Q. insignis* fueron de 34.3 a 61.9 cm y para *Q. xalapensis* fueron de 15.9 a 29.9 cm y el crecimiento de la cobertura no fue constante en los meses de estudio.

En cobertura 2 hubo diferencias significativas entre las especies ( $F=270.21$ ,  $P= 0.000$ ), para *Q. insignis* la media fue de 45.8 cm y para *Q. xalapensis* fue de 22.9 cm, y en mes también se mostraron diferencias significativas ( $F= 14.66$ ,  $P= 0.000$ ), con medias que fueron de 23.9 a 43.4 cm, pero en esta cobertura a diferencia de la cobertura 1 si hubo interacción entre especie y tiempo ( $F= 2.14$ ,  $P= 0.039$ ), en donde *Q. insignis* tuvo medias que fueron de 30.4 a 57.7 y *Q. xalapensis* tuvo medias de 16.3 a 29.3 cm.

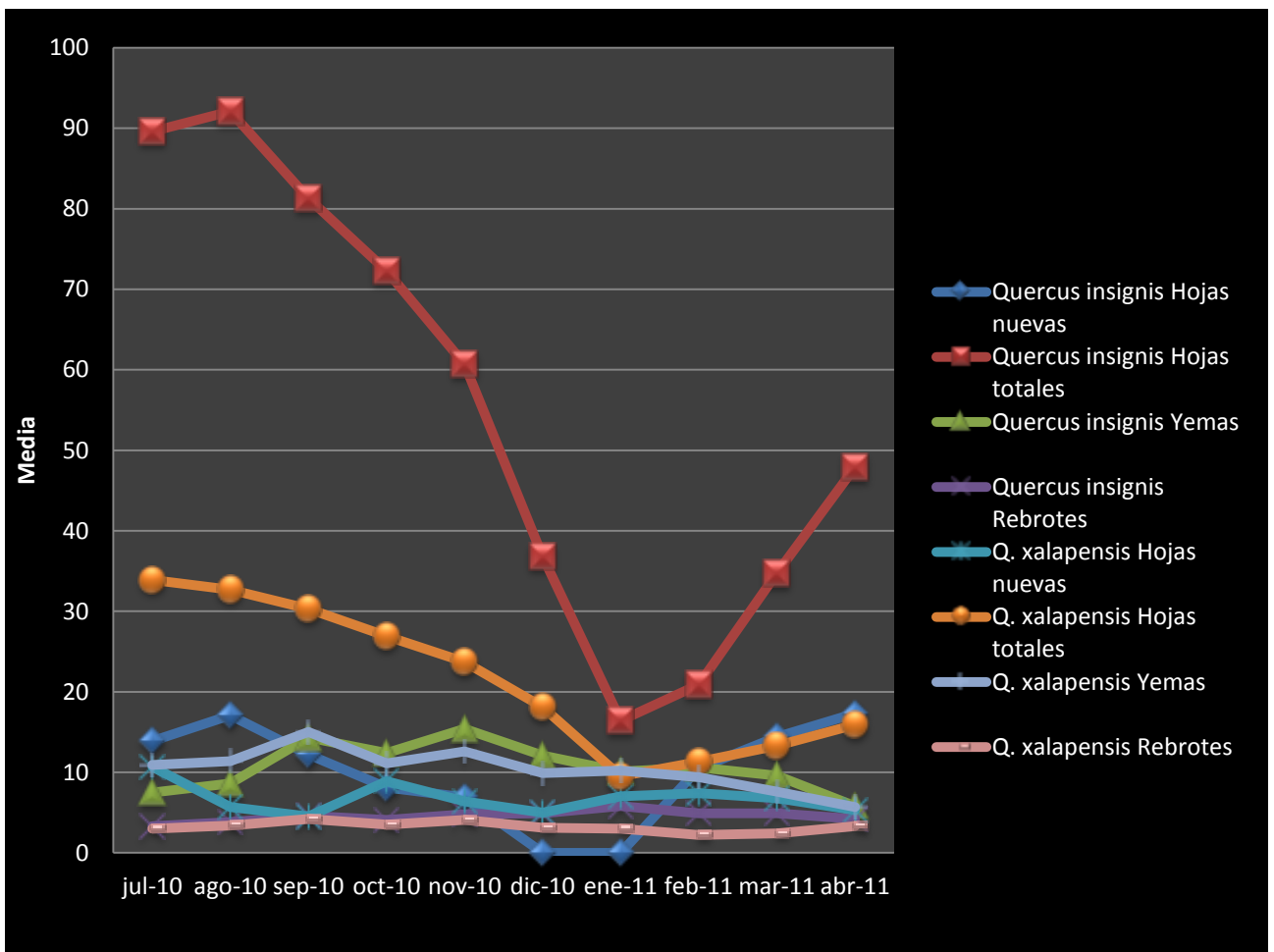
En la producción de rebrotes se muestran diferencias significativas entre las especies ( $F= 8.41$ ,  $P= 0.004$ ) en *Q. insignis* la media fue de 4.5 rebrotes y en *Q. xalapensis* fue de 3.4 rebrotes, también en mes ( $F=2.44$ ,  $P= 0.019$ ) en donde las medias fueron de 3.1 a 5.1 rebrotes por mes, también se muestra la ineteracción entre las especies y el tiempo ( $F= 4.33$ ,  $P= 0.000$ ) para *Q. insignis* las medias obtenidas fueron de 3.2 a 5.8 rebrotes y para *q. xalapensis* fueron de 2.2 a 4.1 rebrotes.

En la producción de yemas no hubo diferencias significativas entre las especies ( $F= 8.41$ ,  $P= 0.319$ ) para *Q. insignis* la media fue de 11.1 y para *Q. xalapensis* fue de 10.8 yemas, en mes si hubo diferencias significativas ( $F= 7.93$ ,  $P= 0.000$ ) ya que las medias fueron de 5.8 hasta 14.6 yemas y también hubo interacción entre las especies y el tiempo ( $F= 2.26$ ,  $P= 0.029$ ), en *Q. insignis* las medias fueron de 5.8 a 15.4 yemas y para *Q. xalapensis* fueron de 5.7 a 15 yemas.

En cuanto a la producción de hojas totales hubo diferencias significativas entre las especies ( $F= 111.79$ ,  $P= 0.000$ ) en donde *Q. insignis* obtuvo una media de 56.2 hojas totales y *Q. xalapensis* 23.9 hojas totales, al igual en mes hubo diferencias significativas ( $F= 15.25$ ,  $P= 0.000$ ) con medias de 13.6 hasta 62.6 hojas totales, y hubo interacción entre las especies y el tiempo ( $F= 3.26$ ,  $P= 0.002$ ) en donde para *Q. insignis* las medias fueron de 16.4 hasta 89.6 hojas totales y para *Q. xalapensis* fueron de 9.5 hasta 33.9 hojas totales.

- Fenología de *Quercus insignis* y *Q. xalapensis*

Como se observa en la gráfica 1, los árboles de las dos especies estudiadas tuvieron sus copas con hojas durante el tiempo de estudio, aunque si hubo caída de hojas, la cual tuvo lugar del mes de octubre al mes de enero. Respecto a la producción de hojas nuevas, en la especie *Q. insignis* tuvo una mayor cantidad de hojas nuevas en los meses de julio, agosto, marzo y abril, cabe mencionar que en esta especie no hubo producción de hojas nuevas en diciembre y enero; en la especie *Q. xalapensis* se observa que tuvo una producción de hojas nuevas durante los 10 meses de estudio.



Grafica 1. Comportamiento de *Q. insignis* y *Q. xalapensis* en los meses de estudio.

La producción de rebrotos (son brotes que se origina de yemas, los cuales pueden ser ramillas u hojas nuevas -Miranda y Chaverri, 1986- ), fue muy similar y

constante en las dos especies (gráfica 1). La producción de yemas, se observa en *Q. insignis* que tuvo dos picos en los meses septiembre y noviembre, y a partir del diciembre hasta el mes de abril se observa que el número de yemas bajo; y en la especie *Q. xalapensis* los meses en donde hubo una mayor cantidad de yemas fue en julio, septiembre y noviembre, y a partir del mes de diciembre se observa un menor número de yemas.

Especie	Fenofase	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
<i>Quercus insignis</i>	Caida de hojas				■	■	■	■	■		
	Foliación	■	■	■	■	■			■	■	■
	Rebrotos o ramillas			■	■	■	■	■	■	■	■
	Brotadura de yemas			■	■	■	■	■	■	■	
<i>Quercus xalapensis</i>	Caida de hojas				■	■	■	■	■		
	Foliación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Rebrotos o ramillas		■	■	■	■	■			■	■
	Brotadura de yemas	■	■	■	■	■	■		■		

Cuadro 1. Comportamiento fenológico observado en *Quercus insignis* y *Q. xalapensis* del 2010 al 2011.

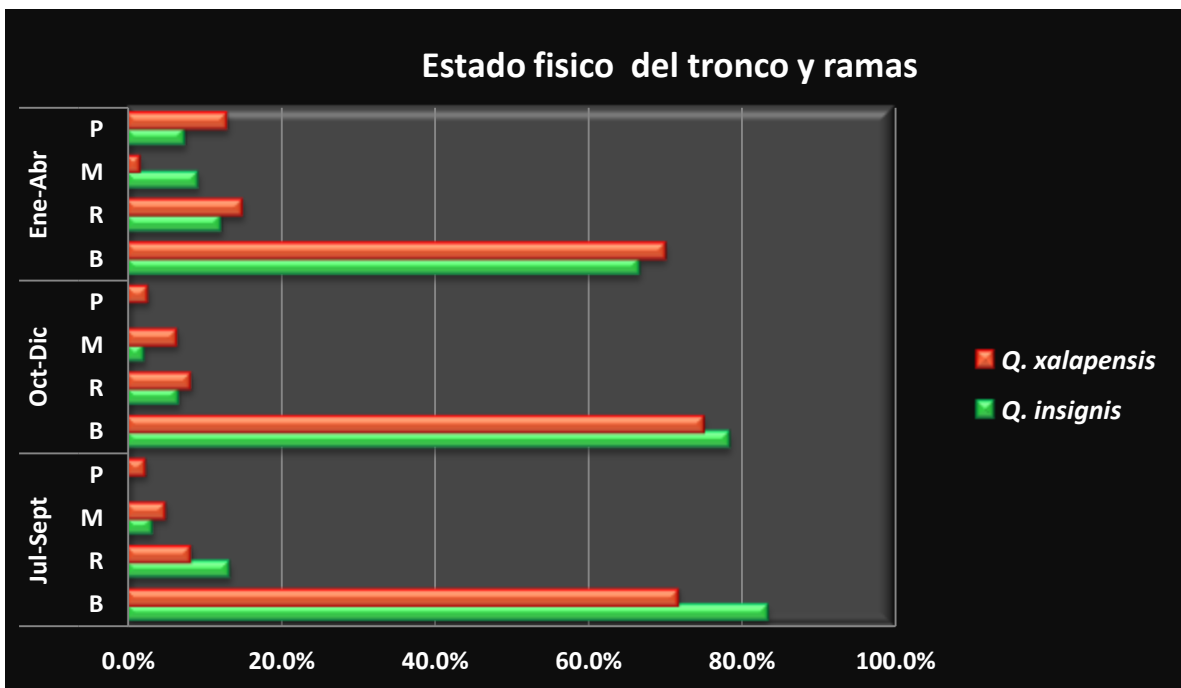
Como se muestra en el cuadro 1, la caída de hojas en ambas especies se dio en los meses de octubre a enero, lo cual corresponde a la época otoñal e invernal. La foliación en la especie *Q. insignis* se presentó de julio a noviembre y de febrero a abril, lo cual indica que esta especie no produce hojas en la época invernal, en la especie *Q. xalapensis* esta fenofase se presentó durante los 10 meses de estudio.

En *Q. insignis* la emergencia de brotes o ramillas tuvo mayor incidencia en los meses de septiembre a marzo, lo cual corresponde a la época otoñal, invernal y principios de la primavera; en *Q. xalapensis* la mayor incidencia de rebrotos se dio de agosto a noviembre y en marzo y abril, es decir a finales de verano, en otoño y en primavera.

La brotadura de yemas en *Q. insignis* si bien se dio todo el año (gráfica 1) tuvo mayor incidencia en los meses de septiembre a febrero y en *Q. xalapensis* tuvo mayor incidencia de julio a noviembre y en enero.

- **Evaluación sanitaria**

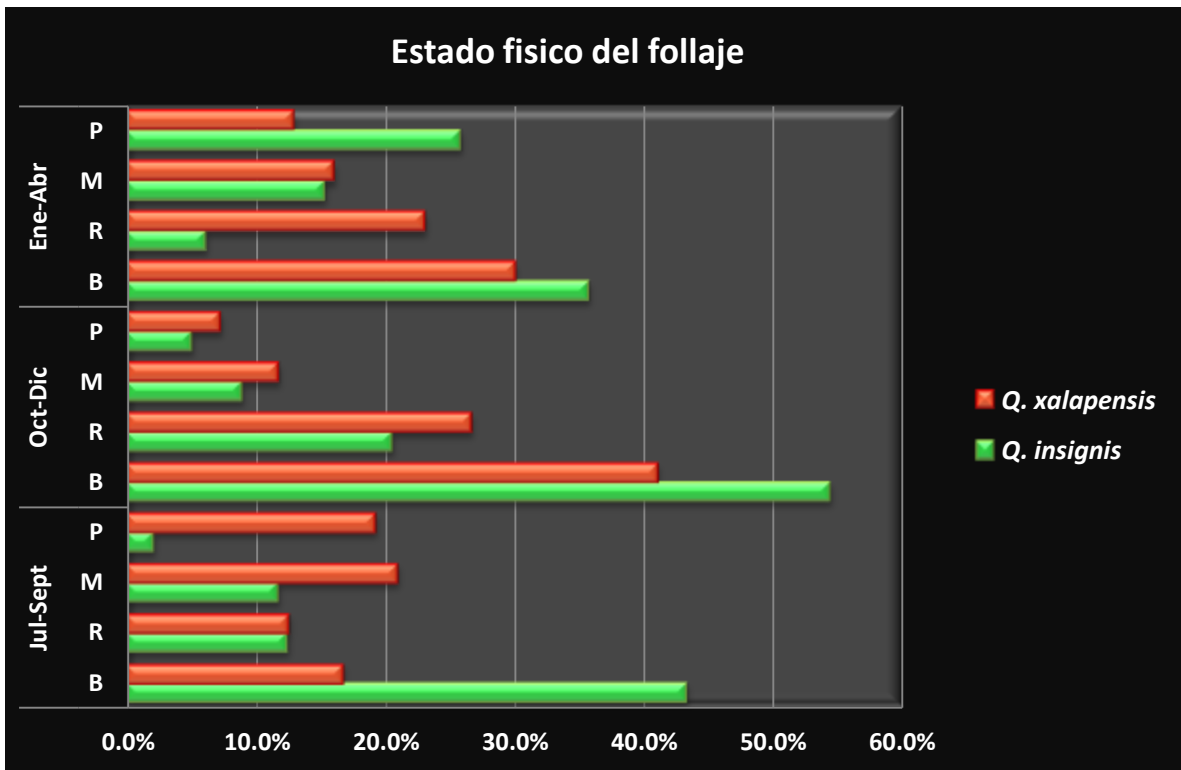
El estado físico y sanitario para tronco, ramas y follaje de los encinos se evaluó bajo los parámetros: bueno, regular, malo y pésimo. En la grafica 2 se observa que en los tres periodos (julio-septiembre, octubre- diciembre y enero- abril) el tronco y ramas de la mayoría de los encinos de las dos especies estudiadas tuvieron un buen estado físico con porcentajes entre 83 y 66% y del 13 a 0% de los encinos se valoraron en un estado de regular a pésimo, es decir que algunos encinos en el tronco y ramas presentaron algún daño como heridas por desmalezadora, ramas rotas o secas, mordidas de tuzas en la base del tronco o tronco ladeado por falta de tutor.



**Grafica 2. Porcentaje de encinos según el estado físico y sanitario del tronco y ramas. B= bueno, R= regular, M= malo y P= pesimo**

En cuanto al follaje, se valoraron en buen estado del 54 al 16% el follaje de los individuos para las dos especies, en los tres periodos de estudio, aunque en el primer periodo (julio- septiembre) se observa (grafica 3) que la especie *Q. xalapensis* se valoro solo un 16% de los individuos con el follaje en buen estado. Del 26 al 2% de los individuos se valoró en un estado de regular a pésimo en los

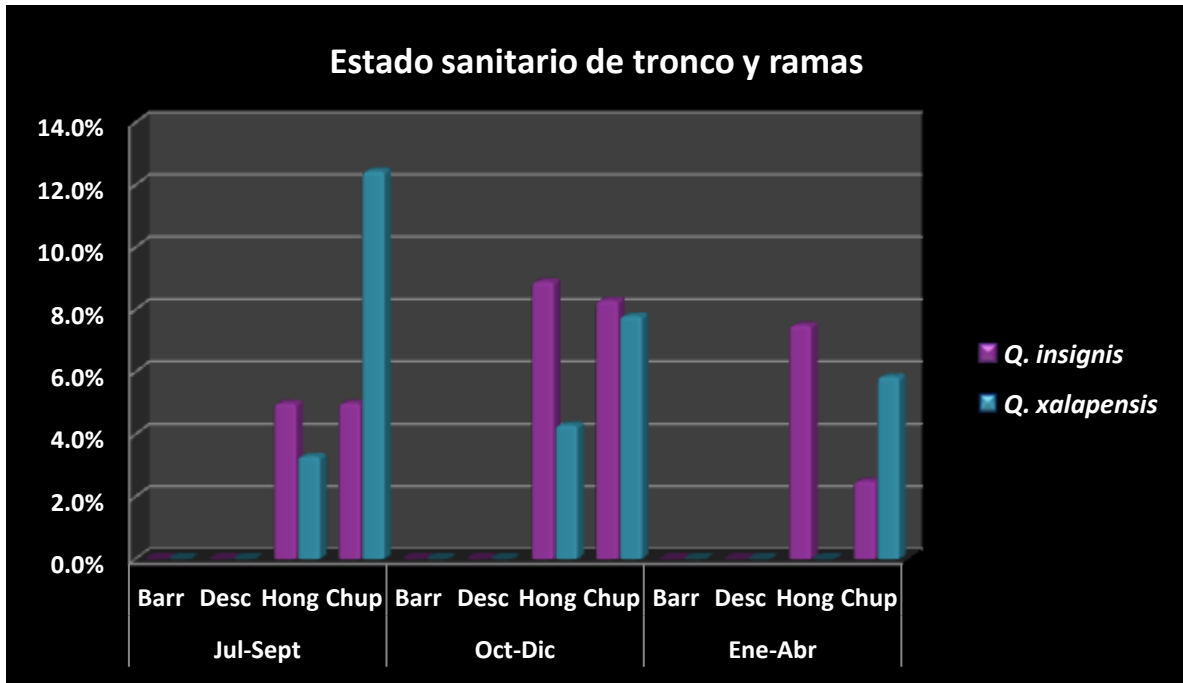
tres periodos ya que las hojas de los encinos presentaron algún daño como muestras del ataque de alguna plaga, cambio de color o en los meses del periodo invernal hojas con quemaduras por bajas temperaturas.



Gráfica 3. Porcentaje de encinos según el estado físico y sanitario en el follaje. B= bueno, R= regular, M= malo, P= pésimo.

Para el estado sanitario se valoró la presencia o la muestra de la presencia de alguna plaga en tronco ramas y follaje. En la gráfica 4 se muestra que en el periodo de julio a septiembre ambas especies no fueron atacadas por insectos descortezadores y barrenadores, sin embargo sí fueron atacados por hongos, el 5% para *Q. insignis* y el 3.3 % para *Q. xalapensis*; y también fueron atacados por insectos chupadores el 5% para *Q. insignis* y el 12.5% para *Q. xalapensis*. En el periodo de octubre a diciembre, se observó la presencia de hongos y chupadores en el tronco y ramas de ambas especies, en *Q. insignis* se observó la presencia de hongo en el 8.9% y de chupadores en el 8.3% de los encinos, para *Q. xalapensis* se observó la presencia de hongos y chupadores en el 4.3 y 7.8% respectivamente. Para el periodo de enero a abril, al igual que en los periodos anteriores no se observó la presencia de barrenadores y descortezadores, en la

especie *Q. insignis* en el 7.5% de los encinos se observó la presencia de hongo y en el 2.5% de chupadores, y en la especie *Q. xalapensis* no se observó la presencia de hongo, pero sí el 5.9% de los encinos con chupadores.

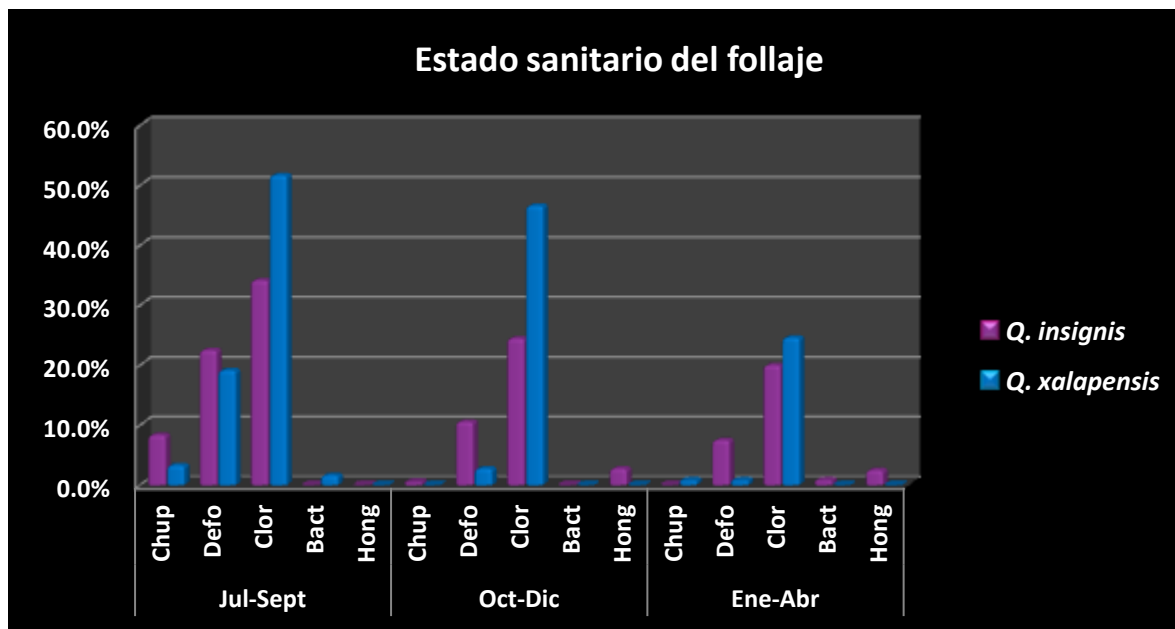


Grafica 4. Porcentaje de encinos según el estado sanitario de tronco y ramas. Barr= barrenadores, Desc= descortezadores, Hong= hongos, Chup= chupadores.

En cuanto al estado sanitario en el follaje se observa en la grafica 5 que en el periodo de julio a septiembre en la especie *Q. insignis* el 8.4% se observaron chupadores, 22.5% con defoliadores y el 34.2% con clorosis; en la especie *Q. xalapensis* se observaron chupadores en el 3.3%, defoliadores en el 19.2%, clorosis en el 51.7% y daño por bacterias en el 1.7% de los encinos. En el periodo de octubre a diciembre no se observó daño por bacterias en ninguna de las dos especies, en *Q. insignis* el 0.6% se observó con chupadores, el 10.6 con defoliadores el 24.5% con clorosis y el 2.8% con hongo; en la especie *Q. xalapensis* el 2.8% tuvo defoliadores y el 46.6 con clorosis. En los meses de enero a abril en la especie *Q. insignis* se observaron defoliadores en el 7.5% de los encinos, clorosis en el 20%, daño por bacterias en el 0.9% y hongos en el 2.5%; en la especie *Q. xalapensis* la mayor parte de los encinos fue afectada por clorosis



con un porcentaje de 24.6% y en menor cantidad por chupadores (0.9%) y defoliadores (0.9%).



Grafica 5. Porcentaje de encinos según el estado sanitario de tronco y ramas. Barr= barrenadores, Desc= descortezadores, Hong= hongos, Chup= chupadores.

- **Evaluación de sobrevivencia**

Como se muestra en la tabla 3, la especie *Q. insignis* obtuvo altos valores de sobrevivencia, aunque a lo largo de 10 meses de estudio hubo 10 árboles muertos a partir del mes de enero hasta abril del 2011, con una sobrevivencia de 83.3%.

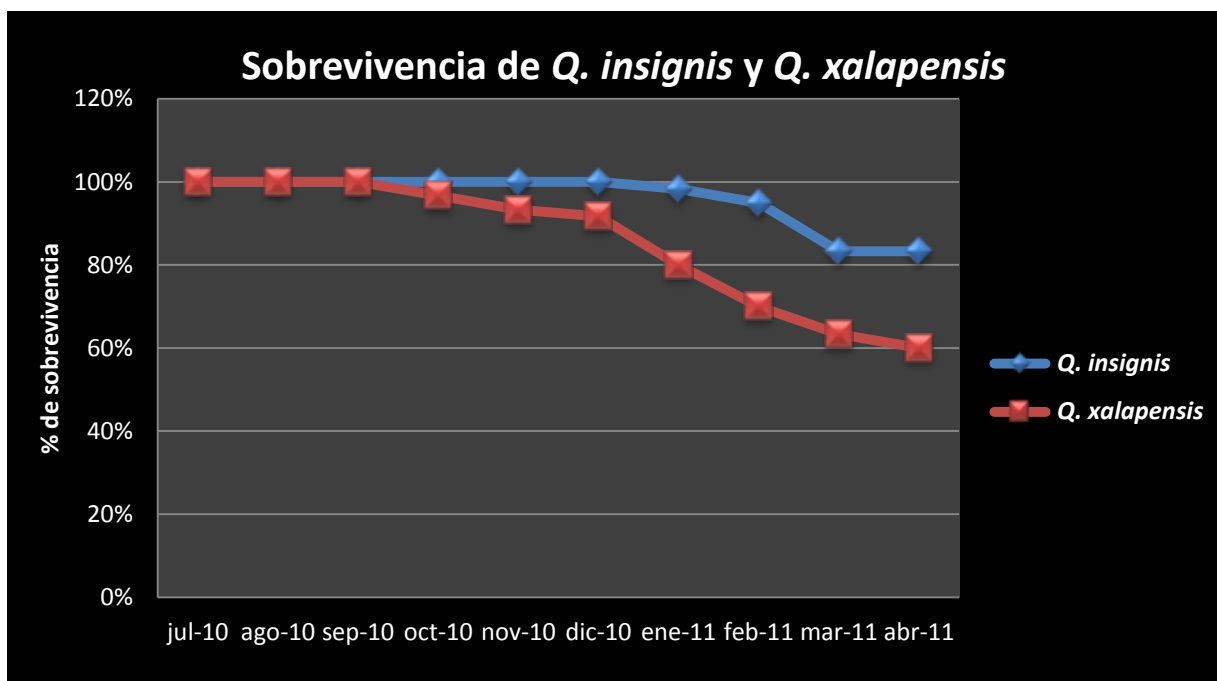
Mes	No. de muertes	Sobrevivencia (Kaplan-Meier)	Porcentaje de sobrevivencia
Julio-2010	0	0.000	100
Agosto-2010	0	0.000	100
Septiembre- 2010	0	0.000	100
Octubre-2010	0	0.000	100
Noviembre- 2010	0	0.000	100
Diciembre- 2010	0	0.000	100
Enero-2011	1	0.983	98.3
Febrero-2011	2	0.949	94.9
Marzo-2011	7	0.833	83.3
Abril-2011	0	0.833	83.3

Tabla 3. Valores de sobrevivencia de *Q. insignis*.

En la tabla 4 se observan los valores de sobrevivencia de la especie *Q. xalapensis*, en donde al final de 10 meses de estudio hubo 24 árboles muertos a partir de octubre del 2010 a abril del 2011 y el porcentaje final de sobrevivencia fue de 60%.

Mes	No. de muertes	Sobrevivencia (Kaplan-Meier)	Porcentaje de sobrevivencia
Julio-2010	0	0.000	100
Agosto-2010	0	0.000	100
Septiembre- 2010	0	0.000	100
Octubre-2010	2	0.967	96.7
Noviembre- 2010	2	0.933	93.3
Diciembre- 2010	1	0.917	91.7
Enero-2011	7	0.800	80
Febrero-2011	6	0.700	70
Marzo-2011	4	0.633	63.3
Abril-2011	2	0.600	60

Tabla 4. Valores de sobrevivencia de *Q. xalapensis*



Grafica 6. Sobrevivencia de *Q. insignis* y *Q. xalapensis*.

En la grafica 6 se observa el porcentaje de sobrevivencia de *Q. insignis* y *Q. xalapensis*, en la primera especie se observa que de julio a diciembre del 2010, no hubo ningún árbol muerto ya que en los primeros seis meses hay 100% de sobrevivencia, sin embargo, en la segunda especie solo los primeros tres meses se registro el 100% de sobrevivencia, ya que a de octubre a diciembre del 2011 en el porcentaje de sobrevivencia fue de 96.7 a 91.7% y de enero a abril del 2011 la sobrevivencia fue decayendo de 80 a 60%. En *Q. insignis* a partir del mes de enero a abril del 2011 la sobrevivencia fue de 98.3 a 83.3%.

## DISCUSIÓN.

- **Crecimiento de *Q. insignis* y *Q. xalapensis***

A lo largo de 10 meses los individuos de la especie *Q. insignis* tuvieron un mayor tamaño y crecimiento en comparación a *Q. xalapensis*. Villar y colaboradores (2004) mencionan que en las primeras fases de crecimiento, bajo condiciones favorables y cercanas al óptimo para su crecimiento, se pueden observar grandes diferencias de crecimiento entre especies leñosas.

Además, se puede decir que la especie más competitiva es *Q. insignis*, ya que es la especie que tuvo un mayor crecimiento en comparación a *Q. xalapensis*; ya que de acuerdo con Marañón y colaboradores (2004) el crecimiento rápido en algunas especies de *Quercus* se atribuye a la luz como el principal factor determinante de crecimiento y señalan que la especie que tenga mayor crecimiento, es capaz de aprovechar las oportunidades que ofrece un ambiente con abundancia de recursos. Por lo tanto, la especie *Q. insignis* fue la especie que aprovechó los recursos a su alcance y por consiguiente tuvo mayor crecimiento.

En cuanto al crecimiento por especie, en *Q. insignis* para diámetro hubo un crecimiento de 2 a 4 mm y en *Q. xalapensis*, en diámetro hubo un crecimiento de 2 a 3 mm: De acuerdo al estudio de Williams (1996), la especie *Q. xalapensis* fue una especie con mayor tasa de crecimiento (6 a 2 mm) y la especie *Q. insignis* tuvo un crecimiento de 0.3 mm; sin embargo en los resultados obtenidos en este trabajo la especie que tuvo un mayor crecimiento fue *Q. insignis*. Williams (1996) también menciona que las especies con altas tasas de crecimiento sirven para restauración ecológica, recreación de bosques o planes innovadores para plantar árboles.

Chaverri (1996) menciona que el género *Quercus* muestra los menores incrementos de crecimiento e incrementos más bajos en altura, esto se relaciona con el crecimiento de *Q. xalapensis* el cual fue más lento y menor a comparación de *Q. insignis*. Sin embargo, hay variables que son importantes en el género

*Quercus* para el crecimiento como menciona Villar y colaboradores (2004), que dice que para algunas especies de este género el tamaño de las hojas y de la semilla es un factor que determina el crecimiento del árbol. Esto se puede relacionar con lo anteriormente dicho sobre el crecimiento de *Q. insignis* y *Q. xalapensis*, ya que el tamaño del fruto de la primera especie es de 4-4.5cm de diámetro por 3-4 cm de largo y tiene hojas de 14.5 a 33 cm de largo por 6- 14 cm de ancho, en comparación a la segunda especie que tiene hojas de 7 a 18 cm de largo por 2 a 6 cm de ancho y frutos de 0.6 a 2 cm de largo por 0.6 a 1.5 cm de diámetro.

En el análisis de varianza se mostro que en todas las variables estudiadas (diámetro, altura, hojas nuevas, cobertura 1 y 2, rebrotes, y hojas totales), hay diferencias significativas entre las especies, excepto en el número de yemas en donde no hubo diferencias significativas entre las especies.

En las variables en donde hubo interacción entre la especie y el tiempo fue en número de hojas nuevas, cobertura 2, rebrotes, yemas y hojas totales. Las especies de arquitectura variable pueden modificar no sólo el ángulo foliar en unas pocas horas o días, si no también reducir el área foliar total hasta en un 50% o más, mediante la perdida facultativa de hojas durante la estación desfavorable, evitando el estrés de una forma eficaz (Villar *et al.* 2004).

- **Fenología de *Quercus insignis* y *Q. xalapensis***

Como se muestra en los resultados en ambas especies se observó la presencia de hojas en la copa durante todo el año, sin embargo la caída de hojas comenzó de octubre a enero; de acuerdo a Marroquín (1997), en los encinos, durante el mes de noviembre se puede observar en el follaje un ligero cambio de matiz a un ligero tono amarillo y que a partir de este mes algunos árboles inician un lento proceso de desprendimiento de hojas. Aunque de acuerdo a lo anterior la caída de hojas se dio un mes antes de lo mencionado por Marroquín (1997), pero Villasana (1997) menciona que durante los meses de octubre a diciembre son meses que coinciden con el final de la época seca y principio de la época de lluvias, también

menciona que la mayor cantidad de hojas caídas corresponde con el periodo seco, igualmente Céspedes (1991) menciona, que la caída del follaje ocurre durante todo el año, pero normalmente se alcanzan valores máximos de diciembre a abril.

En la especie *Q. xalapensis* se observó que hubo foliación durante los 10 meses de estudio a diferencia de *Q. insignis* la cual no tuvo hojas nuevas en los meses de diciembre y enero. Según Villasana (1997) hay especies que brotan las hojas nuevas antes de que caigan las viejas, no presentando sus copas desprovistas de hojas.

La brotación de rebrotes y yemas en *Q. insignis* se dio en los meses de septiembre a octubre y en *Q. xalapensis* se dio de julio a noviembre y en enero; De acuerdo a Céspedes (1991), en relación al contenido de humedad de las partes vegetativas (yemas, brotes, hojas), los valores menores se presentan en enero, febrero y marzo, cuando ocurre la menor precipitación, y los valores más altos normalmente se observan de junio a noviembre cuando hay un aumento en la precipitación. La brotación está estrechamente correlacionada, de manera positiva con altos niveles de precipitación y humedad del suelo, pero en los meses en los que se observa mayor brotación, no coinciden con los meses de mayor precipitación y humedad del suelo. Con lo anterior se puede decir que la brotación de yemas y rebrotes en ambas especies estudiadas está relacionada con la época de lluvias. Según Camacho (1997) la actividad foliar sugiere una cierta estacionalidad a nivel de la comunidad, con picos de brotación en el follaje a final de la época de lluvia para el género *Quercus*.

Como se explicó en los resultados la brotación de yemas y rebrotes, en *Q. insignis* se presentó de septiembre a marzo y en *Q. xalapensis* se dio de agosto a abril (excepto de diciembre a febrero) y la caída de hojas en ambas especies se presentó de octubre a enero; de acuerdo a Madrigal (1997), la brotación alcanza valores máximos durante la época seca, presentando menor intensidad durante julio y septiembre. Y que la caída de follaje, tiene su pico máximo cuando el contenido de humedad del suelo disminuye y el del tejido vegetal se encuentra en sus porcentajes menores. Sin embargo, los resultados obtenidos en cuanto a

brotadura no coinciden con lo que dice Madrigal ya que la brotación de yemas y rebrotes se presentó durante todo el periodo de estudio, aunque si coincide con la caída de hojas ya que está se dio durante la época seca.

La brotación de yemas se presentó durante todo el año en ambas especies, pero en *Q. insignis* tuvo mayor incidencia de septiembre a febrero y en *Q. xalapensis* de julio a noviembre y en enero. Conforme a Viveros (2007), el patrón general de las especies de clima templado establece que en otoño las yemas entran en predormancia, debido a factores ambientales, en invierno se acentúa la dormancia de yemas, entrando en receso debido al ambiente interno de la yema, en este periodo se da una baja actividad mitótica y es cuando la planta presenta una mayor resistencia a las bajas temperaturas y las yemas esperan condiciones favorables.

Las fenofases son en última instancia resultado de ritmos internos en la planta, establecidos genéticamente durante la selección natural del individuo que busca de esta forma, adaptarse al ambiente y sus continuas variaciones (Madrigal, 1997).

- **Evaluación sanitaria**

La mayoría de los individuos de las dos especies tuvieron un buen estado físico (entre 66 al 83 %) y los que se valoraron en un estado de malo, regular y pésimo, mostraron algún daño físico, como son ramas rotas provocado por la desmalezadora que utilizan los jardineros, secas, mordidas de tuzas en la base del tronco o tronco ladeado por falta de tutor. En el follaje, los mayores valores correspondieron a un buen estado físico, sin embargo, los valorados de regular a pésimo fue por que las hojas presentaron daños como ataque de algún insecto, cambio de color en las hojas, quemaduras severas en la época invernal, debido a las heladas.

En la evaluación fitosanitaria del tronco no se observaron insectos barrenadores ni descortezadores, pero si fueron atacados por hongo (fumagina), en cuanto a

insectos chupadores (conchuela) también fueron atacadas ambas especies, aunque en mayor cantidad *Q. xalapensis*; en el follaje la enfermedad con mayor incidencia en ambas especies fue clorosis, seguida de la presencia de defoliadores y en muy baja cantidad chupadores y hongo (fumagina y antracnosis).

Romo y colaboradores (2007), mencionan que un síntoma de declinamiento lento en arboles se presentan cuando se observan hojas necróticas, defoliación y señalan que la infección inicial de encinos se manifiesta con marchitamiento-amarillamiento (clorosis) y retención de follaje seco, esto mismo fue observado en esta investigación, al igual que en la antracnosis, esta es una enfermedad de transición entre el follaje y el tallo debido a que con frecuencia involucra la muerte de hojas, brotes, yemas y ramillas (Rosales *et al.* 2007).

La clorosis que fue la que tuvo mayor incidencia y esta no es un factor de declinamiento, algo que ocurre en especies caducifolias ya que De Anda (1991) menciona que el amarillamiento del follaje ocurre principalmente a finales de otoño y a principios de invierno, en noviembre y diciembre, llegando en algunos casos hasta marzo, dependiendo de las condiciones microclimáticas durante el invierno.

- **Evaluación de sobrevivencia**

En la especie *Q. insignis* hubo un total de 10 individuos muertos, con una sobrevivencia hasta el mes de abril del 83.3%, los decesos comenzaron en el mes de enero, aunque el mes con mayor cantidad de pérdidas fue en marzo con siete individuos muertos. En la especie *Q. xalapensis* hubo un total de 24 decesos, los cuales comenzaron de octubre hasta abril, los meses con mayor cantidad de pérdidas fueron enero (7 árboles), febrero (6 árboles) y marzo (4 árboles); el porcentaje total de sobrevivencia hasta el mes de abril fue de 60%.

Romo y colaboradores (2004) mencionan que las bajas temperaturas y la falta de agua están participando como agentes causantes de estrés y muertes en encinos.



Entre las causas principales de muerte en los encinos fueron las bajas temperaturas, ya que Xochitla es una zona con importantes heladas, esto fue demostrado con las temperaturas registradas en invierno; diciembre (-2.6°C), enero (-3.3°C), febrero (-4.2°C) y marzo (-2.7°C). El daño por bajas temperaturas se puede presentar en cualquier época del año cuando la temperatura cae debajo de los 0°C, el mayor daño es causado por las heladas tardías, debido a que los árboles están más activos y tienen mayor cantidad de tejido en primavera y a principios de verano, los síntomas que se presentan por las bajas temperaturas son decoloración, marchitamiento, muerte de tejidos rajaduras de madera, quemaduras de invierno y quemadura de brotes inmaduros (Alvarado *et al.* 2007). Otra de las causas de muerte observadas fue el ataque severo por tuzas principalmente en la especie *Q. xalapensis*. En el estudio de Montes (2011) se menciona la mayor causa de muerte en *Q. insignis* fue el daño ocasionado por las tuzas, también menciona que otra de las causas fue la época seca, las cuales no presentaron brotes al final del monitoreo, sin embargo, en este estudio el mayor daño por tuzas fue encontrado en la especie *Q. xalapensis* y en la especie *Q. insignis* el daño principal fue el causado por las bajas temperaturas.

Rubio (2006), menciona que en los sitios con mayor incidencia de luz habrá también un incremento en la temperatura, transpiración y deshidratación de las plantas y si las plantas introducidas provienen de viveros y no pasaron por un periodo de aclimatación anterior a la plantación es de esperarse que sobrevivan mejor en condiciones de dosel cerrado. En el caso *Q. insignis* y *Q. xalapensis*, los individuos establecidos de ambas especies provinieron de vivero y también estuvieron un periodo de aclimatación en el vivero de fundación Xochitla, por lo que sobrevivieron en las zonas en donde fueron establecidos, ya que son zonas abiertas con incidencia de luz.

Una ventaja ecológica puede ser que el organismo que obtiene mayor tamaño en menos tiempo, que le permite a su vez captar más recursos (luz, agua y nutrientes) y en deficiente le confiere una mayor capacidad competitiva, aunque lo importante es tener tolerancia al estrés (sequía, altas o bajas temperaturas,

escasez de nutrientes, salinidad, etc.), en general las especies competitivas tienen una baja tolerancia al estrés y las especies tolerantes al estrés tienen un crecimiento lento o bajo (Villar *et al.* 2004). Se podría decir que la especie *Q. insignis* es una especie competitiva respecto a lo escrito anteriormente aunque difiere en lo que respecta a no ser tolerante al estrés ya que a pesar de las diferentes causas registradas esta especie fue más tolerante a las bajas temperaturas del invierno y tuvo una sobrevivencia de 83.3%.

Además el diámetro del tallo, puede reflejar el tamaño del sistema radical y la resistencia del árbol. Los árboles brinzales que presentan mayor diámetro, usualmente tienen un abundante sistema radical, por lo que hay una fuerte correlación entre el tamaño del diámetro y la supervivencia (Contreras, 2004). De acuerdo a Benavides (1996) los encinos estudiados son brinzales ya que en esta etapa de desarrollo el diámetro es menor a 5 cm y la altura es menor a 1.5 m. Como se menciona en el crecimiento de especies hay diferencias significativas en diámetro para ambas especies (*Q. insignis* 1.77 cm y *Q. xalapensis* 0.83 cm), por lo que, si puede haber relación con la sobrevivencia ya que en las dos especies fue de 83.3% (*Q. insignis*) y 60% (*Q. xalapensis*).

Resendiz (2008) menciona que a partir de un valor de 60% de sobrevivencia puede ser muy apropiado para una plantación con objetivos de restauración, pero no así para una plantación cuyo objetivo es comercial. Debido a los porcentajes de sobrevivencia obtenidos para ambas especies se puede decir que son apropiadas para plantaciones con fines de restauración. Además Montes (2011) señala que los encinos muestran un amplio intervalo de respuesta ante la cantidad de luz y sombra, y que tienen una supervivencia alta dentro y fuera de un bosque y pueden encontrarse en áreas degradadas o muy perturbadas.

## CONCLUSIONES.

- ❖ Los encinos de la especie *Q. insignis* tuvieron un mayor tamaño y crecimiento, en comparación a la especie *Q. xalapensis*.
- ❖ Debido al crecimiento mostrado en la especie *Q. insignis*, esta especie es más competitiva, ya que es capaz de aprovechar los recursos del ambiente en donde se encuentra y además es tolerante a efectos de estrés (en este caso bajas temperaturas).
- ❖ El análisis estadístico mostró que hay diferencias significativas entre especies para casi todas las variables estudiadas (diámetro, altura, hojas nuevas, cobertura 1 y 2, rebrotes y hojas totales) excepto en el número de yemas en donde no se encontraron diferencias significativas; en cuanto al crecimiento por mes no se encontraron diferencias significativas en las variables hojas nuevas, yemas, cobertura 1 y 2, y diámetro. Y en las variables: hojas nuevas, cobertura 2, rebrotes, yemas y hojas totales, hay una interacción entre la especie y el tiempo.
- ❖ Respecto a fenología ambas especies tuvieron hojas en las copas del árbol durante todo el año, sin embargo, la caída de hojas se dio durante el otoño y el invierno.
- ❖ La foliación se dio durante todo el periodo de estudio en *Q. xalapensis* y en *Q. insignis* se observó que no hubo foliación en los meses de la época invernal.
- ❖ La brotación de yemas y rebrotes o ramillas se dio durante todo el periodo de estudio, sin embargo hubo mayor incidencia en los meses de septiembre a febrero en *Q. insignis* y en *Q. xalapensis* la menor incidencia fue en los meses de la época invernal.
- ❖ El clima y la estacionalidad están relacionadas con la fenología ya que en este estudio se observó que la caída de hojas se dio principalmente en otoño e invierno que es la época seca y la brotación y foliación se dieron principalmente en la época de lluvia, ya que si bien si hubo brotación y foliación en la época seca, esta tuvo mayor incidencia en la época de lluvia.

- ❖ La valoración del estado físico para tronco y follaje mostro que la mayoría de los encinos en las dos especies tuvieron un buen estado físico, sin embargo los principales daños observados fueron por el uso de la desmalezadora, mordidas de tuza en la base del tallo, cambio de color en hojas y que maduras severas por bajas temperaturas.
- ❖ En la evaluación sanitaria en tronco no se observaron porcentajes altos de la presencia de plagas, sin embargo, las que se presentaron en mayor cantidad (del 4 al 20%) fueron hongos como fumagina e insectos chupadores (conchuela). En el follaje del 20 al 50% de los encinos presentaron clorosis (principalmente de julio a septiembre), seguido de defoliadores (18 al 20%) y chupadores (menos de 10%).
- ❖ Después de 10 meses de estudio la sobrevivencia de *Q. insignis* fue de 83.3% y de *Q. xalapensis* fue de 60%.
- ❖ Las principales causas de muerte de los encinos fueron las bajas temperaturas presentes de los meses diciembre a marzo, además del ataque de tuzas al tronco principalmente en *Q. xalapensis*.
- ❖ Debido a los altos valores de sobrevivencia en las dos especies estudiadas, se puede decir que ambas especies se aclimataron en Xochitla, el cual es un sitio totalmente diferente al de origen. Además de que pueden ser especies apropiadas para ser utilizadas en plantaciones con fines de restauración.

## RECOMENDACIONES.

- ❖ Es necesario mencionar que es importante realizar más estudios sobre crecimiento y fenología en arboles en etapas jóvenes, ya que estos estudios son escasos.
- ❖ Si bien este trabajo contribuye al conocimiento de ambas especies se invita a complementar este tipo de estudios con la realización de investigaciones sobre fenología de estas especies pero en árboles en etapa adulta o la realización de los mismos en su hábitat natural.
- ❖ También como complemento a este tipo de estudios se recomienda la realización de análisis de suelo, para distinguir el efecto que tenga este en el crecimiento. Valladares (2004) menciona que en los estudios de crecimiento de árboles se puede estudiar el área específica foliar (relación entre el área y peso foliar), ya que esta está estrechamente asociada con el crecimiento los árboles, también menciona que se pueden complementar estos estudios con análisis para saber la concentración de compuestos químicos de la hoja, ya que estos también se relacionan con el crecimiento.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Alía R., Agúndez D., Alba N., González M. S. C. y Soto A. 2003.** *Variabilidad genética y gestión forestal*. Asociación Española de Ecología Terrestre. Ecosistemas: Vol. XII, No. 003. 8 pp.
- Alvarado R. D., Saaverdra R. L. de L. Almaraz S. A., Tlapal B. B., Trejo R. O., Davidson M. J., Kliejunas T. J., Oak S., O' Brien G. J., Orozco T. R. y Quiroz R. D. 2007.** *Agentes asociados y su papel en la declinación y muerte de encinos (Quercus, Fagaceae) en el Centro- Oeste de México*. Polibotánica Num. 023. 1- 23 pp.
- Arizaga J, Martínez C. J., Salcedo C. M. y Bello G. M. A. 2009.** *Manual de la Biodiversidad de Encinos Michoacanos*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Instituto Nacional de Ecología (INE). Primera edición. México. 149 pp.
- Arteaga L. L. 2007.** *Fenología y producción de semillas de especies arbóreas maderables en un bosque húmedo montano de Bolivia (PN ANMI Cotapata)*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Rev. Bol. Ecol. y Cons. Amb. 21: 57-68 pp.
- Benavides M. M. H. y Segura B. C. 1996.** *Situación del arbolado de alineación de la ciudad de México: Delegaciones Iztacalco e Iztapalapa, Distrito Federal*. Revista Ciencia Forestal en México. Vol. 21. Num. 79. 121-164 pp.
- Camacho M. y Oozco L. 1997.** *Patrones fenológicos de doce especies arbóreas del bosque montano de la cordillera Talamanca, Costa Rica*. Revista de Biología Tropical. 46(3): 533- 542 pp.
- Céspedes P. R. 1991.** *Fenología de Quercus semannii Lieb. (Fagaceae), en Catargo, Costa Rica*. Revista de Biología Tropical. 39 (2): 243-248 pp.
- Céspedes P. R. 1991.** *Fenología de Quercus semannii Liebb. (Fagaceae), en Carcatgo, Costa Rica*. Revista de Biología Tropical. 39 (2): 243-248 pp.
- Chacalo, H. A. y Corona N. E. V. 2009.** *Árboles y Arbustos para las Ciudades*. Universidad Autónoma Metropolitana. 599 pp.

- Chaverri A., Zúñiga E. y Fuentes A. 1996.** *Crecimiento inicial de una plantación mixta de Quercus, Cornus, Alnus y Cupressus en Costa Rica.* Revista de Biología Tropical 45(2):777- 782.
- Contreras R. A. y Rodriguez T. D. A. 2004.** *Efecto de la calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de Quercus rugosa.* Revista Chapingo Serie Ciencia Forestales y del Ambiente 10(1): 5- 11.
- Cooperativa Las Cañadas. 2012.** *Plantas útiles para el establecimiento de sistemas agroecológicos.* Catalogo 2012- 2013. Centro de Agroecología y vida sostenible. Veracruz. México. 43 pp.
- De Anda R. Q., y Villa S. A. B. 1991.** *Evaluación dasométrica, fenológica y sanitaria del ahuejote, Salix bonplandiana H. B. K., en el área chinampera de Xochimilco, D. F.* Revista Ciencia Forestal en México. Vol.6. Num. 70. 29 pp.
- De Cara G. J. A. 2006.** *La observación fenológica en agrometeorología.* Reportaje. Servicio de Aplicaciones Meteorológicas, I. N. M. 64-70 pp.
- De la Paz Pérez O. C. y Quintanar A. I. 1998.** *Importancia de la madera de encino en la artesanía popular michoacana.* Contactos: 25: 29-34pp.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2010.** *Anuario FAO de productos forestales.* Colección FAO N°45. 344 pp.
- Flores S. P. A. 2007.** *Variación morfológica del encino Quercus rugosa Neé (Fagaceae).* Tesis de Licenciatura. UNAM. Fes Iztacala. 92 pp.
- Gutiérrez R. P. y Barcenás R. 2008.** *Catálogo de encinos (Quercus spp.) del herbario de la UAQ, en el Estado de Querétaro. México.* Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. 5 pp.
- Ibarra, G. M. P. y Stanford C. S. 2004.** *Inventario de lepidópteros diurnos de Fundación Xochitla A. C., Estado de México, con propuestas para promover la Educación Ambiental.* Documento interno, Fundación Xochitla A. C. 40 pp.

- Kaplan, E. L. y Meier P. 1958.** *Nonparametric estimation for incomplete observations.* *Journal of the American Statistical Association.* 53 (282): 457- 481.
- Lara R. R. 2009.** *Productos maderables certificados.* Catalogo 2009. Reforestamos México A. C., Rainforest Alliance y Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A. C. (CCMSS). México. 44 pp.
- Luna C. M. 2008.** *Aspectos ecológicos del encino Quercus frutex Trel. (Fagaceae) en tres localidades del Estado de México.* Tesis de Licenciatura. UNAM-Fes Iztacala. 136 pp.
- Luna J. A. de L., Montalvo E. L. y Rendon A. B. 2003.** *Los usos no leñosos de los encinos en México.* Boletín de la Sociedad Botánica de México. Sociedad Botánica de México A. C. México, D. F. No. 72:107- 117.
- Machuca V. R., Fuentes S. M. y Borja de la R. A. 2006.** *Absorción de soluciones preservantes de nueve especies de maderas, mediante procesos de impregnación vacío- presión e inmersión.* Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 12 (001):71- 78 pp.
- Madrigal J. T. A. 1997.** *Fenología y ecofisiología de Quercus oocarpa (Fagaceae), Cartago, Costa Rica.* Revista de Biología Tropical. 44(3)/45(1): 117-123 pp.
- Manual técnico para el establecimiento y manejo integral de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal.** Folleto práctico. Secretaria del Medio Ambiente. 26 pp.
- Marañón T, Villar R., Quero J. L. y Pérez- Ramos M. I. 2004.** *Análisis de crecimiento de plántulas de Quercus suber y Q. canariensis: experimentos de campo y de invernadero.* Sociedad Española de Ciencias Forestales. 20: 87- 92.
- Marino C. H. 2004.** *Fisiología Ecológica en Plantas.* Mecanismos y respuestas a estrés en los ecosistemas. EUV. Valparaíso, Chile. 13-25 pp.
- Márquez R. J., Alba L. J., Mendizábal H. L. del C., Ramírez G. E. O. y Curz J. H. 2010.** *La fenología reproductiva y el manejo de los recursos forestales.* Foresta Veracruzana. 12 (2):35-38.



- Marroquín R. A. F. 1997.** *Algunos aspectos sobre la fenología, producción de bellota y propagación de seis especies de encino Quercus L. en el estado de Nuevo León.* Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. 162 pp.
- Martínez C. D., Terrazas T. y Zavala C. F. 2003.** *Arquitectura foliar y anatomía de la corteza y la madera de Quercus sartorii y Q. xalapensis (Fagaceae).* Boletín de la Sociedad Botánica de México No. 073. Sociedad Botánica de México A. C. Distrito Federal, México. Págs, 73- 72.
- Martínez, G. L. 2008.** *Árboles y áreas verdes urbanas de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Fundación Xochitla A. C. México. 549 pp.
- Miranda C. R. y Chaverri P. A. 1986.** *Manejo de rebrotes de encino (Quercus ef. Semannii L.) en la región de los Frailes Desamparados, Costa Rica.* Actas de simposios sobre "Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas. Universidad Nacional de Costa Rica. 219-226 pp.
- Mittermeier R. A. y Goettsch M. C. 1995.** *La importancia de la diversidad biológica en México.* Medio Ambiente. Biodiversidad. Año VII No.52: 36 pp.
- Montes H. B. 2011.** *Evaluación de una plantación de Quercus insignis con fines de restauración de bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz, México.* Tesis de licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Escuela de Biología. 52 pp.
- Morales, J. F. 2006.** *Quercus insignis M. Marntens & Gal.* Especies de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Recuperado en septiembre de 2012, del sitio web del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) especies de Costa Rica: <http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?-DB=ubipub.fp3&-lay=WebAll&-Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=6112-Find>
- Ochoa- Gaona S., Pérez H. I. y de Jong H. J. B. 2007.** *Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México.* El Colegio de la Frontera Sur. Agroecología. Villa Hermosa, Tabasco, México. 17 pp.

- Olfield S. y Eastwood A. 2007.** *The red list of oaks.* The IUCN/SSC Global Tree Specialist Group. Fauna & Flora International, Cambridge, UK. 35 pp.
- Olvera V. M. y Figueroa R. B. L. 2012.** *Caracterización estructural de bosques montanos dominados por encino en el centro- occidente de México.* Ecosistemas. 21(1-2): 74-84 pp.
- Pérez C. de la P., Davalos R. y Guerrero E. 2000.** *Aprovechamiento de la madera de encino en México.* Madera y Bosques. 6 (1): 3- 13.
- Pérez Q. C. de la P., Campos R. A., Quintanar I. A. y Dávalos S. R. 1998.** *Estudio anatómico de la madera de cinco especies del género Quercus (Fagaceae) del Estado de Veracruz.* Madera y Bosques. Instituto de Ecología A. C. 4(002):45- 65.
- Plan municipal de desarrollo urbano de Tepetzotlán, Estado de México. 2003.** INEGI. 344 pp.
- Ponce V. A., Luna V. I., Alcántara A. O. y Ruiz J. A. C. 2006.** *Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México.* Revista Mexicana de Biodiversidad. 77: 177- 190 pp.
- Portales B. G., Eivin S. R. J., Benítez D. H., Cruz A. A. y Fernandez D. R. 2009.** *La Biodiversidad en el mundo y en México.* En: Ceballos G., List R., Garduño G., López C. R., Muñozcano Q. M. J., Collado E. y Eivin S. R. J. 2009. La diversidad biológica del Estado de México, Estudio de estado. Gobierno del Estado de México. CONABIO-INECOL-FES-Iztacala. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. 530 pp.
- Resendiz P. S. 2008.** *Evaluación de la supervivencia y el desempeño de las plantas de Quercus castanea Neé, en una plantación con fines de restauración en el cerro de Punhuato, Michoacán.* Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. Morelia, Michoacán. 51 pp.
- Rodríguez- Barbero M. de M. C. I. 2009.** *Fenología de Quercus ilex L. y Quercus suber L. en una dehesa del Centro Peninsular.* Proyecto de fin de carrera. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid, España. 100 pp.

- Rojas Z. E. C., Romero R. S., Rodríguez C. M. A. y Castro G. M. R. 2000.** *Flora silvestre y naturalizada de la Reserva Natural "Xochitla" Tepotzotlán, Estado de México.* *Amaranto* 13(2):1-12.
- Romero R. S. 2006.** *Revisión del complejo Acutifoliae de Quercus (Fagaceae) con énfasis en su representación en México.* *Acta Botánica Mexicana.* 76: 1-45.
- Romero R. S., L. Rojas Z. E. C y Aguilar E. M. de. 2002.** *Estudio taxonómico del género Quercus (Fagaceae) en el Estado de México.* *Annals of the Missouri Botanical Garden.* 89: 551-593.
- Romo D. B. Velázquez V. R., Siqueiros D. M. E., Sanchez M. G., de la Cerda L. M., Moreno R. O. y Pérez M. B. E. 2007.** *Organismos con efecto potencial en el declinamiento de encinos de la Sierra Fria, Aguascalientes, México.* *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.* 039 (15): 11- 19.
- Rubio L. L. E. 2006.** *Estudio Ecológico de Quercus crassifolia Humb. & Bonpl. Y Quercus candicans Neé (Fagaceae) en Bosques de Encino del Estado de México.* Tesis de Licenciatura. UNAM- Fes Iztacala. 163 pp.
- Rzedowski J. 2006.** *Vegetación de México.* 1ra. Edición Digital, Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 504 pp.
- Rzedowsky J. 1996.** *Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México.* *Acta Botánica Mexicana.* 35: 25- 44 pp.
- Serrada R. 2008.** Capítulo IV: *Influencia de los factores ecológicos en la vegetación.* Apuntes de Selvicultura. EUIT Forestal, Madrid, España. 50 pp.
- Soberón M. G. y Sarukhan K. J. 1994.** *La Biodiversidad de México.* Boletín de la ARIFF. 1: 10- 11.
- Valencia A. S. 2004.** *Diversidad del género Quercus (Fagaceae) en México.* Sociedad Botánica de México A. C. Boletín de la Sociedad Botánica de México D. F. 33-53 pp.
- Villar R., Ruiz- Robleto J., Quero J. L., Poorter H., Valladares F. y Marañón T. 2004.** *Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e*

*implicaciones ecológicas*. En: Valladares F. 2004. Ecología del Bosque del Mediterraneo en un Mundo Cambiante. Ministerio del Medio Ambiente. Madrid, España. Páginas 191- 227.

**Villasana A. A. R. y Suárez de G. A. 1997.** *Estudio fenológico de dieciséis especies forestales presentes en la Reserva Forestal Imataca, Estado Bolívar- Venezuela*. Revista Forestal Venezolana. 41(1): 13-21 pp.

**Viveros V. H y Vargas H. J. J. 2007.** *Dormancia en yemas de especies forestales*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 13(2): 131-135 pp.

**Williams L. G. 1996.** *Crecimiento diamétrico de árboles caducifolios y perennifolios del bosque mesófilo de montaña en los alrededores de Xalapa, Veracruz*. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México. Madera y Bosques Vol. 2 No. 002. 14 pp.

**Zavala C. F. 1990.** *Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado*. Ciencia y desarrollo 18: 43- 51 pp.

**Zavala C. F. 2000.** *El fuego y la presencia de encinos*. Ciencia Ergo Sum. 7 (3): 269-176.

# APENDICE I

Galería fotográfica.



Individuo de la especie *Quercus insignis*



Individuo de la especie *Quercus xalapensis*



Hojas de *Q. insignis*



Hojas de *Q. xalapensis*



Hojas nuevas de *Q. xalapensis*



Hojas nuevas de *Q. insignis*



**Rebrote de *Q. insignis***



**Rebrotos de *Q. xalapensis***



**Yema de *Q. insignis***



**Yemas de *Q. xalapensis***





Daños observados en hojas de individuos de *Q. insignis* y *Q. xalapensis*



**Daños observados en el tronco de los individuos de *Q. insignis* y *Q. xalapensis***