



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

**PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE  
*Quercus rugosa* EN UN BOSQUE DE ENCINO  
EN ACAMBAY, ESTADO DE MEXICO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I Ó L O G O**

P R E S E N T A:

**ROSALIANO EVARISTO RUBÉN**



Director de tesis M en C. Ezequiel Carlos Rojas Zenteno.  
Los Reyes Iztacala, Tlanepantla de Baz México, Junio 2009.



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.

***El fruto de un trabajo de amor  
se recoge en la cosecha y  
esta siempre llega en la estación adecuada.***

***Anónimo.***

## **DEDICATORIA**

*A mis viejos con mucho amor y mucho cariño, Martha Evaristo y Valentín Rosaliano. Gracias mamá por querer tanto a este muñeco.*

*A mis hermanos Ángela, Luis, Andrés, Alejandro hasta el cielo, si mi hermano hasta allá también llega, a Rogelio y Eleazar. Gracias por todo el amor que me han dado aun con todo y la distancia. “Aunque no estemos juntos estarán los recuerdos que con solo quererlo volveremos a vivirlos.”*

*Dedicado muy en especialmente a ti mi hermano Alejandro Rosaliano hasta allá, hasta el cielo.*

*A mis tíos Justino y su esposa Adela, Andrés Evaristo, Antolín y Magdalena Rosaliano, por que siempre han estado presentes en etapas importantes de mi vida los quiero mucho.*

*A mis grandes amigos de toda la vida.*

*Aarón González, Francisco Barrios, Rafael Rosaliano, Edgar Evaristo, Miguel Gómez, Efraín y Mario Hernández, Jaime y Rubén Sánchez, Aristeo y Ángel Flores, Abraham y Gerardo Isaac y Gervasio Martínez. Por todo lo lindo que he vivido y aprendido con ustedes desde chiquito.*

*A mis amigos y compañeros de la FESI.*

*Angélica Rex, Betsabé Suárez, Ivete Jiménez, Magdiel Hernández, Juana Rivera, Fernanda; ¡Padre Dios que hermosas damas! Fernando Piña, Carlos Sánchez, Alejandro de Olarte, Omar Castillo, Jorge Mujica, Verónica Duarte, Lucero Pereira, los bodrios Armando, Cuauhtémoc y sus respectivas esposas; Miguelucho, Sergio, Víctor y Vladimir que tipazos!!*

*A mis amigos del polideportivo y cultural Calentosaurios.*

*Martín González, Jorge Osorio, Armando Rocha, Mario Ayala, Fabián González, Luis Guevara, Jesús Bazán, Mauricio de la Garza, Amaury, Benjamin, David Romero. Gracias por permitirme formar durante cinco años en sus codiciadas filas, que chido es comprender que lo más importante en un juego es divertirme... ¡pues la ultima y nos vamos!*

*A los compañeros del laboratorio árboles y arbustos Liliana, Julio, Marisol, Ximena, Iliana, por la amistad entablada con ustedes durante mi estancia en el laboratorio.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A ti Dios por este bonito regalo, “mi vida”; por darme las herramientas para ser lo que soy.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México.*

*A mis asesor Carlos Rojas Zenteno por aceptar ser mi director de tesis por ser tan alivianado conmigo, que bonito sentido del humor viejo!!*

*A la Dra. Silvia Romero Rangel, que siempre ha estado al pendiente de este trabajo.*

*A los sinodales, Mtro. Ángel Durán, Dr. Ernesto Aguirre y al Biol. Marcial García.*

*A la Biol. Gaby por su asesoría en la identificación de mis plantitas.*

*A la Biol. Liliana Rubio, por estar siempre en el momento y en la mejor disposición de ayudar cuando surgían dudas.*

*A los Geógs. Pedro Ramírez y Raúl Becerril por su ayuda en la elaboración de los mapas.*

*Al personal de Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y RETC por las facilidades otorgadas para escribir la tesis y por sus consejos: Ing. Hugo Landa, M en C. Ramiro Barrios, Ing. Rosa M. Bernabé, Ing. Roberto Martínez y al Geog. Pedro Ramírez.*

*A los maestros que me dieron clase durante toda la carrera.*

# Índice

<b>Resumen</b> .....	1
<b>1. Introducción</b> .....	2
<b>2. Marco teórico</b> .....	4
2.1. Ubicación taxonómica <i>Quercus rugosa</i> .....	4
2.2. Nombres comunes .....	5
2.3. Descripción morfológica.....	6
2.4. Fenología .....	6
2.5. Distribución y hábitat.....	7
2.6. Usos .....	8
2.7. Semillas y Frutos .....	8
2.7.1. Producción de bellotas .....	9
2.7.2. Recalcitrancia .....	10
2.7.3. Almacenamiento .....	11
<b>3. Antecedentes</b> .....	13
3.1. Producción de bellotas.....	13
3.2. Estudios en México sobre bellotas de <i>Quercus rugosa</i> .....	15
3.3. Algunos estudios relevantes sobre el género <i>Quercus</i> en México ...	17
<b>4. Objetivos</b> .....	18
4.1. Objetivos .....	18
<b>5. Zona de estudio</b> .....	19
5.1. Clima .....	19
5.2. Flora .....	20
5.3. Geología .....	21
5.4. Edafología .....	22
<b>6. Material y métodos</b> .....	23
6.1. Trabajo de campo .....	23
6.2. Trabajo de laboratorio .....	24
<b>7. Resultados</b> .....	26
7.1. Caracterización florística.....	26
7.2. Producción de bellotas.....	30
<b>8. Análisis y discusión</b> .....	35
8.1. Caracterización florística.....	35
8.2. Producción de bellotas.....	36
<b>9. Conclusiones</b> .....	40
<b>10. Literatura citada</b> .....	41

## Índice de figuras y tablas

Figura 1 Morfología de <i>Quercus rugosa</i> .....	5
Figura 2 Árbol de <i>Quercus rugosa</i> y hojas.....	6
Figura 3 Distribución de <i>Quercus rugosa</i> en la República Mexicana .....	7
Figura 4 Bellotas de <i>Quercus rugosa</i> .....	9
Figura 5 Sitio de estudio .....	19
Figura 6 Climas de la zona de estudio .....	20
Figura 7 Bosque de encino en la zona de estudio .....	21
Figura 8 Trampas de bellotas .....	24
Figura 9 Número de especies por género.....	28
Figura 10 Número de especies por familia .....	29
Figura 11 Producción de bellotas en porcentajes .....	31
Figura 12 Comportamiento de la fructificación en las semanas de muestreo de cada árbol .....	32
Figura 13. Comportamiento total de la producción .....	33
Figura 14. Correlación entre producción de frutos vs factores ambientales ..	34
Tabla 1. Familias, nombre científico y estrato.....	26
Tabla 2. Ubicación geográfica de los árboles seleccionados .....	30
Tabla 3. Datos de árbol y su producción.....	30
Tabla 4. Coeficientes de correlación y valores de p .....	33

## RESUMEN

En México los reportes de investigación sobre semillas de *Quercus* aun son escasos; esto contrasta con la diversidad de especies que cuenta nuestro país y los hábitats en los que se presentan. Este trabajo tuvo como finalidad evaluar la producción de bellotas de *Quercus rugosa*. Además de caracterizar y ubicar los árboles seleccionados en el sitio de estudio (Acambay Estado de México); para contribuir en el conocimiento de las semillas de encinos.

Se midió la producción de frutos de individuos de *Quercus rugosa* en un bosque de encino en el municipio de Acambay, Estado de México. El árbol 2 tuvo mayor cobertura de copa y de DAP fue el que produjo más cantidad bellotas, 68.8 kg seguido de los ejemplares 3 y 1 con 27.09 y 18.06 kg. Los meses de octubre y noviembre hay una mayor caída de frutos, 73% de toda la producción, por lo tanto se sugiere que en estos meses se realice la colecta de bellotas de *Quercus rugosa*. El peso promedio de frutos colectados es de 2.87 g, y de 348 frutos por kg. El listado florístico consta de 51 especies, 42 géneros y 28 familias, estos números no muestran el grado de perturbación del bosque.

Los árboles que se estudiaron fueron seleccionados por presentar características de árboles semilleros, los cuales producen grandes cantidades de semilla, sin embargo; para establecerlos como tales es necesario darle seguimiento a su producción de frutos por algunos años. Los factores ambientales (precipitación pluvial, humedad relativa y temperatura) no tuvieron correlación con la producción de bellotas; aunque es necesario realizar el muestreo durante varios años.

# 1. INTRODUCCIÓN

Existe una falta de cultura sobre el uso de árboles mexicanos para la formación de viveros con fines de propagación de especies útiles que debe ser revertida a través de un programa de investigación y utilización de estas especies que incluya un estudio de sus potencialidades (Vázquez y Cervantes, 1992). Dada la gran diversidad de condiciones ambientales que presenta el territorio mexicano, muchas comunidades ecológicas ocupan superficies relativamente pequeñas, que en la mayoría de los casos ya se ha alterado en diversos grados (Vázquez, 1987).

Los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México; junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo (Rzedowski, 1978). En México se presentan 161 especies del género *Quercus* esto representa entre el 32.2 y 40.2% de las especies del género en el mundo, esto implica que la diversidad específica para *Quercus* en México equivale a una tercera parte respecto a la mundial, existen 109 especies endémicas de encinos mexicanos lo que representa un 67.7 % de las especies del género en México (Valencia, 2004)

Una de las causas que impiden la regeneración natural de encinos es la rápida deshidratación de sus frutos, esto sucede cuando son diseminados y caen en un suelo desnudo, sin hojarasca ni vegetación herbácea, en espacio abierto desprovisto de bosque (Zavala, 1996). Las semillas de los encinos se caracterizan, entre otras cosas, por ser típicamente recalcitrantes (no ortodoxas), las cuales necesitan retener un alto contenido de humedad para continuar siendo viables (Zavala, 1996).

Algunos árboles dentro de una localidad tienen la capacidad de producir grandes cantidades de semilla; mientras que otros del mismo tamaño y que crecen sobre la misma localidad; no son tan productivos (Bilan, 1960) parece que hay dos razones importantes por las cuales se obtienen estos resultados 1) para producir grandes cantidades de semilla un árbol debe tener primero un gran número de ápices de crecimiento sobre los cuales puedan formarse las

yemas florales, y 2) en algunas individuos las flores femeninas se desarrollan en la parte superior de la corona, mientras que las flores masculinas se encuentran confinadas en la porción inferior. Los árboles de la clase dominante muestran mejor desarrollo de la copa, tallo más fuerte y raíces mas resistentes, estos suelen producir más semillas buenas que los árboles de copas inferiores (Hawley, 1972).

Muchas especies de encinos tienen buena producción bellotas en uno, tres o en cuatro años, (Olson, 1974 citado por Johnson *et al*, 2002), la variación en la producción de bellotas, es controlada principalmente por factores ambientales, como las temperaturas extremas altas y bajas, humedad relativa y precipitación (Sork *et al*, 1993).

Los árboles semilleros se caracterizan por producir cantidades considerables de semillas, estos constituyen la fuente de abastecimiento, que en muchos casos es limitado (Hawley, 1972). La importancia de identificación de un árbol semillero radica en que se puede conocer el origen de la semilla, permite conservar una fuente permanente de las mismas, además se esta garantizando con la selección del árbol semillero y la calidad de semillas para la producción de plántulas (Galiussi, 2005).

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Ubicación taxonómica de *Quercus rugosa* (Cronquist, 1981)

Su posición taxonómica es la siguiente.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Hemarmelidae.

Orden: Fagales.

Familia: Fagaceae.

Subfamilia: Quercoideae.

Género: *Quercus*.

Subgénero: *Lepidobalanus* (Encino blanco).

Especie: *Quercus rugosa* Née.

Sinonimias: *Quercus conglomeraba* Trel., *Q. decipiens* Martens y Galeotti, *Q. diversicolor* Trel., *Q. duranguensis* Trel., *Q. purpusii* Trel., *Q. reticulata* Gumbo & Bonpl., *Q. rhodophelebia* Trel, *Q. suchiensis* Warb.

El género *Quercus* comprende árboles o arbustos, las flores masculinas tiene un cáliz formado por cinco lóbulos fusionados en un perianto más o menos en forma de cúpula, que envuelve de cinco a diez 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 ovario posee tres carpelos que forman un ovario trilocular, cada lóculo tiene 2 óvulos y contiene tres estilos libres. El fruto es unilocular con una semilla y los otros 5 óvulos son abortivos, la semilla esta envuelta en una cubierta rígida formando la bellota que esta protegida parcialmente en su base por la cúpula que, generalmente, esta cubierta por escamas (McVaugh, 1974).

---

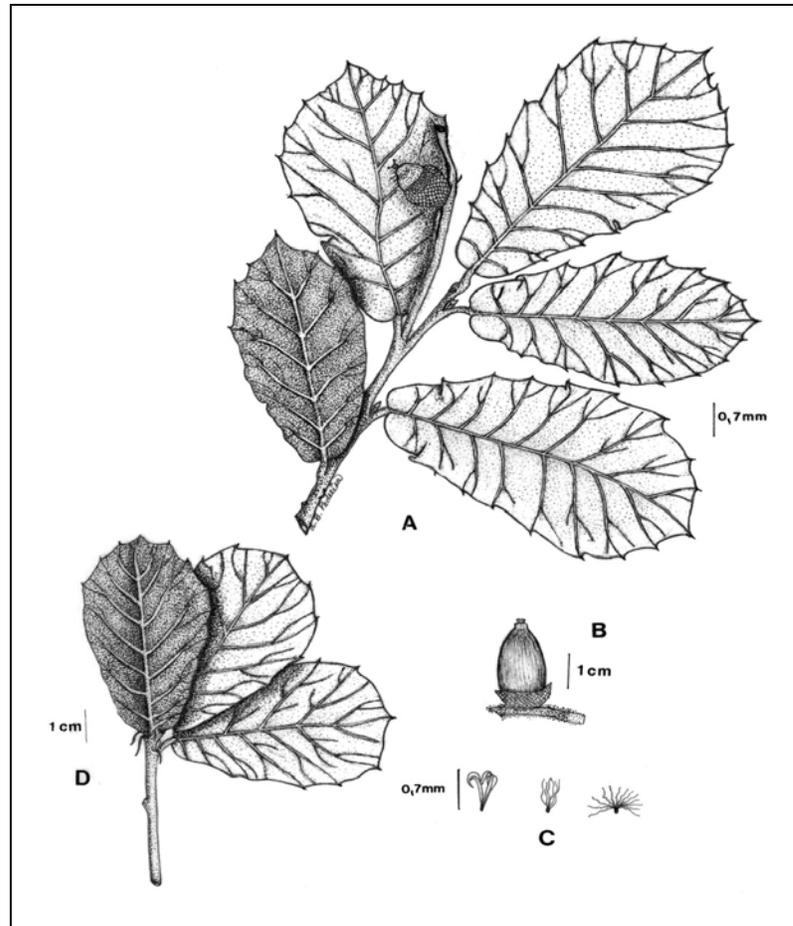


Figura. 1. Morfología de *Quercus rugosa*: a, rama con hojas; b, bellota; c, tricomas. Tomado de Romero *et al.*, 2002.

## 2.2 Nombres comunes

Encino de asta en Colima; encino blanco en Baja California; encino cuero en Chihuahua; tulán roble en Chiapas; encino blanco liso en Durango; encino quiebra hacha en Hidalgo; encino roble en Guerrero; palo colorado en San Luis Potosí; Cu-hó (chinanteco), T-nuyá (zapoteco) en Oaxaca; Encino avellano, Tocuz en Michoacán; encino de miel, encino roble, encino prieto, encino negro, sharari en otras localidades (CONABIO-PRONARE 2001).

## 2.3 Descripción morfológica

Árbol de (5)10- 30 m de alto, con el tronco de hasta un metro o más de diámetro; ramillas de 3-6 mm de grueso, tomentoso al principio, después glabras de color café grisáceo; estipulas lineares o lanceoladas, de 6 a 7 mm de largo y pilosas; hojas muy gruesas, rígidas y coriáceas, frecuentemente cóncavas por el envés, muy rugosa, ovadas, de elíptico ovadas a casi suborbiculares, de 4-17 cm de largo y de 1,8-10 cm de ancho, ápice estrechamente obtuso o redondeado (Romero, *et al.*, 2002).



Figura. 2. Árbol de *Quercus rugosa* y hojas

#### **2.4 Fenología**

Follaje: hojas deciduas muy tardíamente, floración: de marzo a junio, fructificación, de septiembre a noviembre, polinización: anemócora (viento).

#### **2.5 Distribución y hábitat**

Se encuentra en las regiones montañosas de Tamaulipas, Tlaxcala, Oaxaca, Morelos, Colima, Guerrero (Flores, 2007), Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de

---

México, Michoacán, Puebla, Veracruz, Zacatecas, (Romero, *et al.*, 1993), Además de Sonora, Chiapas, Querétaro, San Luis Potosí, Baja California, (Figura 3), siendo particularmente abundante en el centro del país, también se extiende desde el oeste de Texas y sur de Arizona en Estados Unidos, (CONABIO-PRONARE 2001).

Habita en bosques de *Pinus-Quercus*, de *Pinus*, de *Quercus*, de *Abies*, matorral xerófilo, en encinares perturbados y cultivos agrícolas; se asocia con *Pinus leiophylla*, *P. oocarpa*, *P. teocote* y *P. pseudostrobus*; *Quercus crassipes*, *Q. Laurina*, *Q. obtusata* y *Q. castanea*, en altitudes de 1700 a 3500; se localiza en una amplia variedad de sitios aunque es más común en suelos profundos que someros y pedregosos (Romero, *et al.*, 2002).

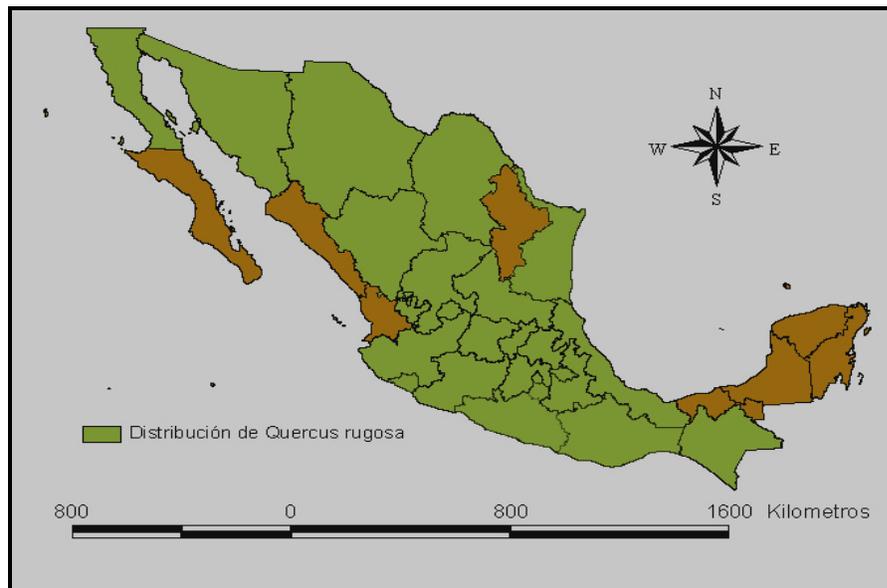


Figura. 3. Distribución de Árbol de *Quercus rugosa* en la República Mexicana, basado en Flores, 2007.

## 2.6 Usos

La madera se usa como combustible, leña y carbón, también se utiliza en la elaboración de pulpa para papel y para fabricar pilotes, durmientes y postes para cercas. Las hojas y la corteza contienen una gran cantidad de taninos, los cuales se utilizan para curtir pieles (Martínez y Chacalo, 1994); las hojas y los frutos son consumidos por el ganado bovino, porcino y caprino (Batis, *et al.*, 1999). El fruto se usa en la elaboración de café, se menciona que

esta infusión ayuda a atenuar la embriaguez (Martínez y Chacalo, 1994). La corteza tiene propiedades astringentes y es auxiliar para detener pequeñas hemorragias y reducir inflamaciones de la piel, producidas por ortigas y picaduras de insectos; la corteza también se utiliza para apretar los dientes y tratar úlceras (Batis, *et al.*, 1999).

## **2.7 Semillas y Frutos**

Los encinos son árboles y arbustos que presentan un fruto desarrollado característicamente en una nuez, esta se encuentra asociada a un involucreo en forma de copa (cúpula) al rededor de la base de la nuez madura y conectada a ella. El termino bellota se utiliza para hacer referencia a la nuez, esta contiene una semilla carente de endospermo, con un embrión recto y con dos cotiledones. La bellota sin la cúpula es el fruto en nuez en sentido estricto. El ovario de las flores femeninas tiene originalmente de seis a siete óvulos, debido a que es tricarpelar y cada carpelo tiene dos o tres óvulos. Sin embargo, sólo uno de los óvulos se desarrolla hasta llegar a semilla madura en una bellota, en tanto que todos los demás se abortan por distintas causas tales como la falta de fertilización, fracaso en el desarrollo del cigoto o del embrión, ausencia del saco embrionario la presencia de un saco embrionario vacío (Zavala, 1996).

### **2.7.1 Producción de bellotas**

Las frutos de *Quercus* maduran y caen durante otoño e invierno proporcionando un importante recurso alimenticio a la fauna silvestre y domestica (Vázquez *et al.*, 1999). La bibliografía existente demuestra que es muy difícil indicar una cifra media de producción de bellota. El principal factor que determina la producción de bellota por hectárea y por árbol es la densidad de la arboleda (Martín *et al.*, 1998). Una de las influencias positivas que ejerce la densidad de árboles es sobre la fecundación, dado que la polinización es

---

anemófila y los árboles son autoincompatibles (Ducouso *et al.*, 1993; Boavida *et al.*, 1999).



Figura 4. Bellotas de *Quercus rugosa*

La literatura menciona que hay ejemplares que producen todos los años y otros que no lo hacen nunca (Johnson *et al.*, 2002; Koenig *et al.*, 1994; Cecich y Sullivan, 1999), otros investigadores mencionan que han encontrado que, independientemente de la especie, los buenos productores son siempre menos de la mitad de la población, esta tendencia ha sido frecuentemente atribuida al potencial genético de los árboles (Greenberg, 2000). Dentro de un encinar el 20 % de los árboles suele presentar el 60 % de la cosecha, existiendo ejemplares que producen más de 50 kg y otros que apenas dan 1 kg (Vázquez *et al.*, 2000, citado por Rodríguez-Eztevez, 2007).

Abrahamson y Layne (2004) encuentran que las condiciones medioambientales durante el año como las heladas tardías dañan la floración y el grado de producción de polen depende de las lluvias registradas durante la polinización; sin embargo, Cecich y Sullivan (1999) indican que algunas especies de *Quercus* se ven favorecidas por las lluvias durante la polinización; las temperaturas extremas, (altas y bajas), el granizo y la niebla tienen efectos negativos en la polinización (Sharp y Sprague, 1967; Sork *et al.*, 1993). Se ha

---

encontrado que la producción de polen de *Q. ilex* esta correlacionada con la humedad relativa y la lluvia de enero y con la lluvia de marzo y negativamente con la humedad relativa de abril (García-Mozo *et al.*, 2000).

Las sequías, especialmente en primavera provocan la caída de las flores y los frutos pequeños, pues la disponibilidad de agua es el factor limitante en la producción de bellotas (Johson, 1994 citado por Rodríguez-Estévez, 2007). Normalmente este aborto temprano de parte de las bellotas se da en el mes de julio y es la primera causa de pérdida de bellotas (Pulido *et al.*, 2004; Sork, 1999). Las lluvias intensas y las heladas (<-2°C) de septiembre y octubre producen la caída de bellotas inmaduras (Vázquez, 1998).

### **2.7.2 Recalcitrancia**

Las semillas de los encinos se caracterizan entre otras cosas por ser típicamente recalcitrantes; estas también llamadas no ortodoxas son las que necesitan retener un alto contenido de humedad para continuar siendo viables (Zavala, 1996). Las semillas recalcitrantes son intolerantes a la desecación y pierden su viabilidad, cuando su rango de humedad desciende por debajo del 40 al 50% de su peso fresco (Black y Derek, 2000).

La gran mayoría de las semillas ortodoxas siguen cronológicamente el siguiente desarrollo; a) crecimiento del embrión y diferenciación de los tejidos; b) expansión de la semilla, deposición de reservas y relleno vacuolar; desecación interna, diferenciación de organelos y estabilización de las membranas; d) metabolismo quiescente; e) imbibición, movilización de las reservas y reanulación del metabolismo en respuesta a señales del ambiente y f) germinación; por lo tanto los pasos de maduración y secado y consecuentemente el metabolismo quiescente son omitidos procediendo directamente a la fase de germinación (Farnsworth, 2000).

La recalcitrancia en las semillas de los encinos es una característica inherente, esta es una dificultad para almacenar este tipo de semillas durante largos periodos de tiempo; por lo que es necesario buscar alternativas de planeación en el manejo de bellotas para la reproducción de plántulas.

---

### **2.7.3 Almacenamiento**

Generalmente el almacenamiento de las semillas de *Quercus* es importante para su protección y debe ser considerado en los tratamientos para la repoblación de encinos. Aun cuando estas semillas sean almacenadas en condiciones de humedad, su periodo de vida es frecuentemente breve y sólo excede ocasionalmente pocos meses (Zavala 1996).

El objetivo general del almacenamiento es mantener una cantidad de semillas viables, desde que son recolectadas hasta el momento en que serán requeridas para la siembra. La duración del almacenamiento dependerá de las características propias de la semilla; así como de las condiciones ambientales. La viabilidad de la semilla se ve afectada principalmente, por el contenido de humedad, la temperatura y la atmósfera de almacenamiento, el contenido de humedad determinará la duración del almacenamiento (Hartman y Kester 1991).

Los bancos de semillas son un recurso natural muy apreciado, sin embargo la regeneración de las especies no depende solamente de la persistencia de las semillas en el suelo, sino del almacenamiento de estas para un uso posterior (Black y Derek, 2000).

---

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 Producción de bellotas.

En los siguientes párrafos se hace mención de seis estudios reportados en la literatura sobre producción de bellotas, el primero y más reciente de estos se llevó a cabo en nuestro país, los dos siguientes se realizaron en España, mientras que los tres subsiguientes son reportes de los Estados Unidos de América; por último se mencionan algunos trabajos importantes sobre encinos mexicanos que se realizaron en México.

Luna (2008), realizó un estudio titulado aspectos ecológicos del encino *Quercus frutex* Trel. En tres localidades del Estado de México, en el cual aborda cuestiones de producción de frutos de esta especie, menciona que la edad aproximada de los ejemplares es de 9 años y concluye que los meses de mejor aprovechamiento de los frutos es de junio a agosto.

Rodríguez-Estévez *et al.*, (2007), revisaron el conocimiento sobre la producción de bellotas en las dehesas del SW en la península ibérica de los principales árboles del género *Quercus* (*Q. ilex*, *Q. suber* y *Q. faginea*). La producción de bellotas presentan valores medios de 300 a 700 kg/ha y producciones de 8 a 14 kg/árbol para *Q. ilex*, 5 a 10 kg/ha para *Q. suber* y 1-11 para *Q. faginea* resultando producciones muy variables entre individuos, tanto intra como interanualmente. También revisan los factores que afectan la producción de bellotas; y entre estos se describen la densidad de los árboles (estimada en 20-50 pies adultos/ha), el fenómeno de la vecería (con ciclos de 2-5, 5 años y asincronía entre los árboles), las características individuales de los árboles (potencial genético, edad, superficie de la copa, etc.), el manejo de la arboleda, las condiciones meteorológicas y el estado sanitario.

Martín *et al.*, (1998), estudiaron la producción media anual de bellotas y su variación entre años en las dehesas (superficie con árboles más o menos disperso y un estrato herbáceo, en la que ha sido eliminado en gran parte el arbustivo, y su producción principal es la ganadería) y montes de Andalucía occidental. Como resultados muestran que la producción media anual osciló

---

entre 11.6 y 285.8 g de materia seca por metro cuadrado de superficie cubierta por las copas. La producción varió entre años con magnitudes que fueron del 68 al 176% de la media.

Abrahamson y Layne (2003), reportan los patrones de producción de bellotas a largo plazo en cinco especies de encino, *Quercus chapmanii* y *Q. germinata* (encinos blancos), *Q. inopina*, *Q. laevis* y *Q. martifolia* (encinos rojos) en Florida. Los ciclos de fructificación en relación con la precipitación y temperatura fueron observados anualmente de 1969 a 1996, mencionan que las heladas durante la floración y el desarrollo inicial del fruto reducen considerablemente la producción. Determinaron que los acontecimientos reproductivos de encinos rojos y blancos eran diferentes y tenían respuestas individuales a las variables climáticas. Las especies que se encontraban en vegetación adentro tuvieron una producción menor de bellotas que las que se encontraban en áreas abiertas.

Koenig *et al*, (1994), midieron la producción de bellotas de cinco diferentes especies de encinos (*Quercus lobata*, *Q. douglasii*, *Q. crysolepis*, *Q. kelloggii* y *Q. agrifolia*) en la costa central de California entre 1980 y 1991. Determinaron que la variación fue considerable tanto intra como interanualmente y no hubo correlación de producción entre las diferentes especies. Con excepción de *Quercus lobata*, *Q. douglasii*, son especies que están estrechamente relacionadas en algunos subgéneros, ambas son deciduas y requieren de un año para la maduración de sus semillas.

Sork y Bramble (1993), reportaron la floración y producción de bellotas tras ocho años de estudio de tres especies de encinos (encino blanco: *Quercus alba*, encino rojo *Q. rubra* y un encino prieto *Q. vetunia*) en el este central de Missouri. Encontraron que las especies de encino blanco y rojo tuvieron mayor producción de frutos que la especie de encino prieto. También determinaron que las sequías en verano tienen efectos negativos en la producción mientras que la temperatura de primavera tiene efectos positivos y que los ciclos de reproducción son modificados por el impacto de las condiciones ambientales.

---

### **3.2 Estudios en México sobre bellotas de *Quercus rugosa***

En México se han realizado diversos estudios sobre el género *Quercus*; florísticos, ecológicos, aprovechamiento, taxonómicos y también sobre semillas.

Castro (2007), evaluó el efecto del endurecimiento hídrico en semillas y plántulas de *Quercus rugosa*. Estimó el contenido de humedad, la tasa de hidratación y deshidratación de las bellotas. Con base en estos resultados estableció los tratamientos pre-germinativos; concluyendo que las bellotas que se sometieron a un ciclo de hidratación-deshidratación a 21° C fueron las que alcanzaron la mayor capacidad de germinación (100%). El crecimiento en altura, diámetro basal, cobertura, área foliar, número de hojas fue mayor en las plantas derivadas de los tratamientos pre-germinativos regadas a capacidad de campo. Por otra parte la sobrevivencia de las plántulas control y las plántulas derivadas de las semillas endurecidas y preacondicionadas hídricamente en la casa de sombra, no fue significativamente distinta; sin embargo, después de las heladas del invierno, las únicas plantas que sobrevivieron provenían de semillas con endurecimiento.

Flores, (2007), describió la arquitectura foliar de individuos jóvenes y adultos de *Quercus rugosa* de diferentes estados de la República Mexicana y EUA, así como el comportamiento germinativo de semillas con distinta morfología. Concluyendo que esta especie no forma grupos definidos teniendo una amplia distribución geográfica amplia en México ocupando hábitats muy diversos; esta especie se mantiene como un grupo uniforme morfológicamente. La capacidad germinativa en los distintos grupos en los cuales consideró peso y color fue de 100%.

Olvera (2004), evaluó cinco tratamientos de almacenamiento bajo impermeabilización con barniz y cera (0, 50,90, y 100 %), en las especies de *Quercus rugosa* y *Quercus crassipes*, además analizó y describió la estructura

---

del pericarpio de ambas especies con microscopio electrónico de barrido, también cuantificó el contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos presentes en las semillas de ambas especies. Las semillas de *Quercus crassipes* presentaron una menor capacidad de ser almacenadas al perder entre 36 y 39 % de su peso fresco; no así *Quercus rugosa* que tuvo una pérdida de entre 6 a 16 % de su peso fresco en semillas impermeabilizadas con cera y de 12 a 17 % con barniz. *Q. crassipes* presentó el pericarpio más ancho que *Q. rugosa*, además las capas que forman el pericarpio de *Q. crassipes* son más anchas que sus semejantes de *Q. rugosa*, y sin embargo encontró que esta última presentó una menor pérdida de agua.

Zavala (2004), determinó y comparó la dinámica, la pérdida de humedad y su relación con la germinación de bellotas de nueve especies de encinos del centro del país. Estableció que hay variación en el peso medio de las bellotas húmedas en la mayoría de las especies, así como en germinación. El contenido de humedad disminuyó en más del 50 % durante las dos a tres primeras semanas; destacaron las de *Q. crassifolia* con una mayor pérdida de humedad. Al disminuir esta, la germinación decreció de manera diferencial en tres grupos de especies. El tiempo de almacenamiento de frutos *Q. rugosa* redujo la viabilidad hasta cero a los 19 meses, pero a los 11 meses aun registro 34 % de viabilidad. Esto sugiere alguna dificultad para almacenar bellotas de *Q. rugosa*.

### **3.3 Algunos estudios relevantes en México sobre el género *Quercus***

En particular para el de México se menciona un estudio florístico, y un ecológico, referente a encinos.

Rubio (2006), presenta un estudio ecológico de estructura, diversidad y composición florística de dos comunidades de *Quercus crassifolia* y *Quercus candicans* Neé (Fagácea) en bosques de encino en el Estado de México, también evalúa la germinación y propagación por semilla de dichas especies.

---

Respecto a la germinación de las semillas de *Quercus crassifolia*, lograron su máxima capacidad germinativa al día 18 (98.66%) y *Quercus candicans* registro al mismo tiempo un porcentaje de germinación del 72 %. En condiciones de vivero las dos especies de encino difieren en el porcentaje de sobrevivencia, características de crecimiento y morfología de las plantas en vivero.

Romero *et al.* (2002), reconocen 23 especies de *Quercus* para el Estado de México, diez pertenecen a la sección *Quercus* y 13 a la sección *Lobatae*. 15 de las especies son endémicas de México, siete están distribuidas hasta Centroamérica y solo *Quercus rugosa* se encuentra en el norte de la frontera mexicana, en los Estados Unidos. En este reporte presentan también clave dicotómica y descripciones morfológicas de cada uno de los taxa, además, proporcionan información sobre datos etnobotánicos, fenológicos y ecológicos.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general.**

Evaluar la producción de semillas de *Quercus rugosa* en un bosque de encino en Acambay, Estado de México.

### **4.2 Objetivos particulares**

1. Caracterizar el sitio de estudio, con un listado florístico.
2. Ubicar árboles con abundantes yemas florales para pronosticar producción de bellotas.

## 5. ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Acambay se localiza en la parte norooccidental del estado de México a 86 km de su capital, Toluca. Su cabecera municipal esta situada entre los paralelos 19°50' latitud norte y a 99°50'47" de longitud oeste a una altura de 2552 msnm, colindando al norte con el de Querétaro y el municipio de Aculco; al oeste con los municipios de Aculco y Timilpan; al sur con los municipios de Timilpan, Atlacomulco y Temascalcingo; al oeste con los municipios de Temascalcingo y Amealco de Bonfil de Querétaro. Acambay tiene una extensión de 492.13 km<sup>2</sup>, lo que representa 2.21 % del territorio estatal (González, 1973).

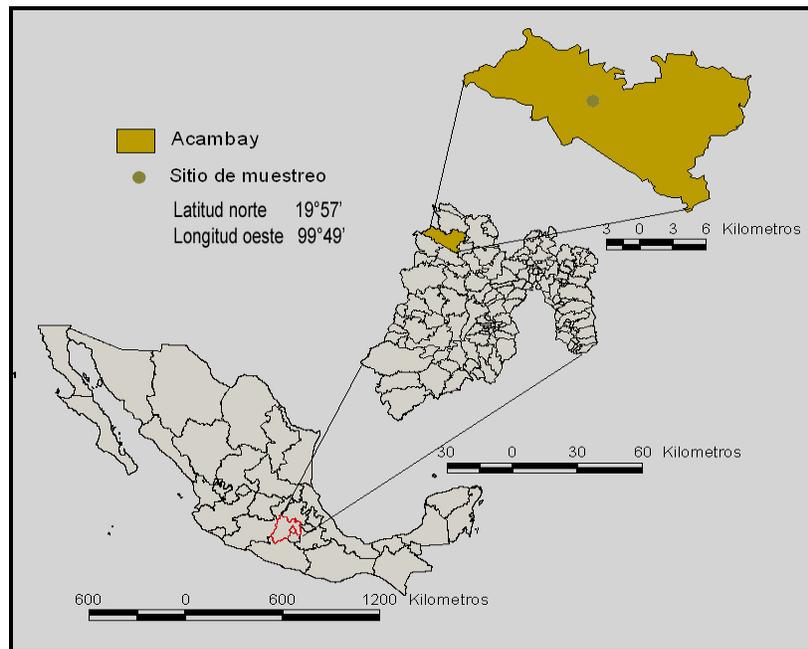


Figura 5. Sitio de estudio.

### 5.1 Clima

Dentro del municipio de Acambay existen tres tipos de climas como se observa en la Figura 6, el que predomina es el clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(w2)(w)a; además existe en la zona este del municipio, correspondiente a las localidades de San Francisco Shaxni, Juando y los

Sauces, el clima templado semifrío con verano fresco, Cb(w2)(w) y el clima templado subhúmedo con verano calido C(w1)(w)a.

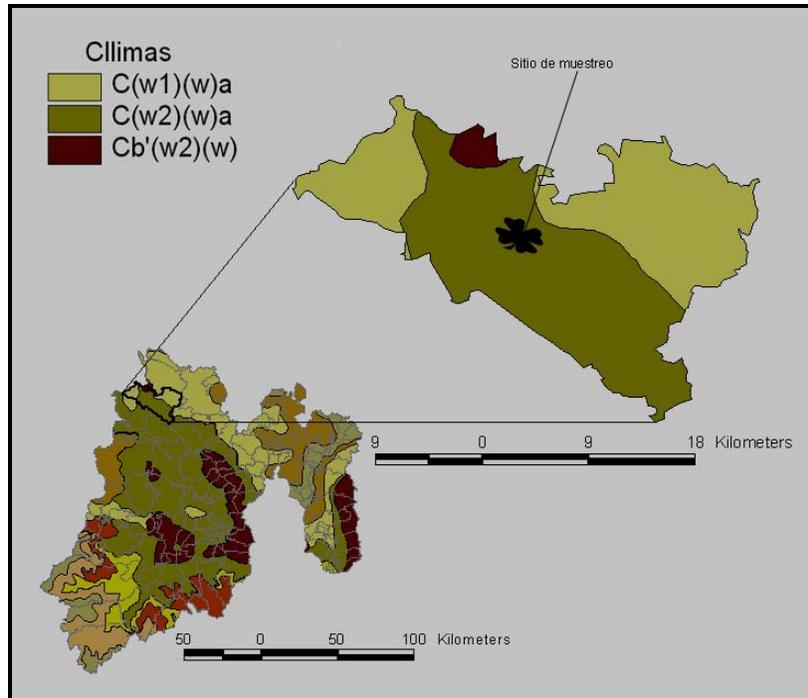


Figura 6. Climas de la zona de estudio.

## 5.2 Flora

La vegetación natural de esta zona esta representada por bosques de *Quercus*, *Quercus-Pinus*, *Pinus-Quercus*. Además se encuentra vegetación secundaria formada por nopaleras, matorrales y en menor proporción por chaparrales; en los llanos y valles predominan los pastizales inducidos.

Las especies de árboles mas abundantes son los de encino (*Quercus* spp.), madroño (*Arbutus* spp.) ocote (*Pinus* spp.), fresno (*Fraxinus* spp.), eucalipto (*Eucalyptus* sp.), aile (*Alnus* sp), sauce llorón (*Salix* sp). Las hierbas, suculentas y arbustos más comunes son agaves diversos (*Agave* spp.), alfirelillo, altamisa, árnica (*Heterocerca* sp.), cactáceas diversas (*Opuntia* spp.), cardo (*Cirsium* sp.), capulín (*Prunus capuli*), escobilla, helechos (*Adiatum* sp), huisache, (*Acacia* sp.), malva, mesquite (*Prosopis juliflora*), mirasol (*Colchlospermum vitifolium*), nabo (*Brassica rapa*), retama (*Casia* sp.), romero (*Rosmarinus officinalis*), ruda (*Ruta graveolens*), toloache (*Datura* sp.), trébol

(*trifolium spp.*), tule y verdolaga (*Portulaca oleracea*), entre otros (González, 1973)



Figura 7. Bosque encino de la zona de estudio

### **5.3 Geología**

La región esta constituida por altos relieves, lomeríos y valles. La geología de municipio comprende desde rocas volcánicas de la era terciaria con doscientos millones de años de antigüedad, hasta rocas clásticas y vulcanoclásticas del plioceno-cuaternario, representativas de esas eras son la riolita y el basaltito, la textura variadas de la porfírica holocristalina hasta la vítrea. Aspecto de importancia es la línea de fracturamiento Chapala-Acambay que cruza el territorio municipal en dirección este-oeste, lo que provoca un latente desgarramiento y hundimiento en la zona conocida como cordillera Ñado-Agostadero, situación que se refleja en los acantilados y barrancas que se han producido.

### **5.4 Edafología**

El territorio de Acambay comprende los siguientes tipos de suelos: Feozem: se distribuye en el 55% del territorio y se caracteriza por tener una capa superficial suave, lo que los hace muy aptos para las actividades

---

agropecuarias y forestales. Planosol: se caracteriza por presentar una capa delgada de textura arcillosa, que los hace infértiles y muy propensos a la erosión, comprende el 23% del territorio. Vertisol: suelos profundos de textura y contenido arcilloso en no menos del 30%, que presentan agrietamientos durante las sequías representan el 22% de la superficie municipal.

## 6. MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología para la realización de este trabajo se detalla en los siguientes párrafos, en donde se encuentran toda la serie de actividades realizadas en campo y laboratorio.

### 6.1 Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó en un bosque de encino en el municipio de Acambay estado de México (Figura 6). Se ubicaron los sitios de estudio con el empleo de cartas topográficas y visitas a campo; finalmente se seleccionó una zona donde se observo menor disturbio humano.

Se observaron árboles que contaran con buenas características desde el punto de vista fitosanitario, forma de la copa, además que tuvieran una buena cantidad de ápices de crecimiento sobre los cuales puedan formarse las yemas florales. Estas actividades se realizaron en los meses de febrero y marzo previos a la floración.

Una vez que se determinó el área de trabajo: se georeferenció y registró la altitud utilizando un GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Se seleccionaron cinco árboles de *Quercus rugosa*, los cuales se les tomaron las siguientes medidas con un flexómetro: cobertura de la copa y diámetro a la altura del pecho (DAP); y con la brújula y el flexómetro se determinó la altura total de los individuos.

Se realizó un muestro florístico de los estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo alrededor de los árboles seleccionados, 100 m aproximadamente y abarcando las temporadas de lluvias y secas.

Las trampas para los frutos se construyeron de un aro de acero (alambón) con un área de 0.5 m<sup>2</sup>, dos patas de varilla y un cono de tul que permitiera retener las bellotas como se observa en la Figura 5.

---

La colecta de semillas abarcó los meses de fructificación, que dio inicio en septiembre de 2007 y finalizando en enero de 2008. Para la colecta de los frutos se utilizaron cuatro trampas por árbol, colocadas en cada uno de los puntos cardinales, debajo de la copa; las bellotas de las trampas se recogían semanalmente. Durante este periodo en total hubo 17 muestreos.



Figura 8. Trampas de bellotas

## 6.2 Trabajo de laboratorio

Las bellotas obtenidas se transportaron al Laboratorio de Ecología y Taxonomía Árboles y Arbustos de la (FES-I). Se seleccionaron los frutos viables por medio de la técnica de flotación; las bellotas flotaban fueron desechadas.

Posteriormente se midieron a lo largo y ancho con un vernier y se pesaron con una balanza granataria digital.

Se lavaron y desinfectaron con agua corriente e hipoclorito de sodio al 10% durante 15 minutos posteriormente se almacenaron a una temperatura de

---

4° a 6° para su conservación en laboratorio. Se utilizó la siguiente fórmula para obtener los kg de bellotas por árbol.

$$G = \frac{\text{número de semillas que contiene la muestra} * 1000 \text{ g}}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

Los ejemplares botánicos colectados en el sitio de estudio, se colocaron en una secadora, para eliminar el contenido de agua, posteriormente se realizó su determinación taxonómica, para lo cual fue necesario consultar literatura y comparar con ejemplares del herbario (IZTA) de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-I).

Se utilizaron datos de precipitación pluvial, humedad relativa, y temperatura, de la Estación Meteorológica Automática Atlacomulco que se encuentra ubicada en el municipio de Atlacomulco Estado de México, entre las coordenadas: 19°47'30" latitud norte, 99°52'11" longitud oeste, a una altura de 2600 msnm, esta estación es la más próxima al zona de estudio, a una distancia de 20 km aproximadamente.

Los datos se analizaron semanalmente en los meses en que se llevó a cabo el muestreo, se realizó un análisis de correlación entre las variables ambientales contra la producción de frutos con Microsoft Excel Minitab versión 15.

---

## 7. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este trabajo se detallan en los siguientes párrafos.

### 7.1 Caracterización florística

En el muestreo de vegetación se registra una riqueza específica de 51 especies pertenecientes a 42 géneros y 28 familias como se observa en la Tabla 1. la familia con el mayor número de especies fue la Asteraceae con seis generos y ocho especies, le siguen Fagaceae con un género y cinco especies, las familias Leguminoseae, Labiatae, Poaceae, Pteridaceae con tres especies registradas cada una; Geraniaceae, Onagraceae, Solanaceae con dos especies y las familias restantes solo presentan una especie como se observa en la Tabla 1 y Figura 9.

Familia	Especie	Estrato
1 Asteraceae	<i>Bacharis conferta</i> H.B.K.	Arbustivo
2 Asteraceae	<i>Aster subulatus</i> Michx.	Herbáceo
3 Asteraceae	<i>Aster moranensis</i> H.B.K.	Herbáceo
4 Asteraceae	<i>Gnaphalium luteo-album</i> L.	Herbáceo
5 Asteraceae	<i>Gnaphalium</i> sp	Herbáceo
6 Asteraceae	<i>Dyssodia pinnata</i> (Cav) Rob.	Herbáceo
7 Asteraceae	<i>Eupatorium glabratum</i> H.B.K.	Herbáceo
8 Asteraceae	<i>Tridax</i> sp	Herbáceo
9 Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i> H.B.K.	Árboreo
10 Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.	Herbáceo
11 Buddliiaceae	<i>Buddleja cordata</i> H.B.K.	Árboreo
12 Caryophyllaceae	<i>Drymaria glandulosa</i> Bartling.	Herbáceo
13 Commelinaceae	<i>Gibasis pulchella</i> H.B.K.	Herbáceo
14 Cupressaeae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill	Árboreo
15 Cyperaceae	<i>Cyperus manimae</i> var. Kunt	Herbáceo
16 Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.	Árboreo
17 Fagaceae	<i>Quercus crassipes</i> Humb & Bonpl.	Árboreo
18 Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i> Humb & Bonpl.	Árboreo
19 Fagaceae	<i>Quercus laurina</i> Humb & Bonpl.	Árboreo
20 Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i> Née.	Árboreo
21 Fagaceae	<i>Quercus obtusata</i> Humb & Bonpl.	Árboreo
22 Garriaceae	<i>Garrya longifolia</i> Rose.	Arbustivo
23 Geraniaceae	<i>Geranium</i> sp	Herbáceo
24 Geraniaceae	<i>Geranium seemannii</i> Peyr.	Herbáceo
25 Guttiferae	<i>Hypericum formosum</i> H.B.K.	Herbáceo

Tabla 1. Familias, nombre científico y estrato

Familia	Especie	Estrato
26 Hydrofilaceae	<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng	Herbáceo
27 Labiatae	<i>Stachys agraria</i> Cham. & Schelecht.	Arbustivo
28 Labiatae	<i>Salvia laevis</i> Benth.	Herbáceo
29 Labiatae	<i>Scutellaria caerulea</i> Sessé & Moc.	Herbáceo
30 Leguminosae	<i>Trifolium gonocarpum</i> Lojac.	Herbáceo
31 Leguminosae	<i>Lupinus</i> sp.	Herbáceo
32 Leguminosae	<i>Desmodium</i> sp.	Herbáceo
33 Lentibulariaceae	<i>Pinguicula moranensis</i> Zamudio	Herbáceo
34 Myrtaceae	<i>Eucalyptus cinerea</i> F. Mull.	Árboreo
35 Onagraceae	<i>Oenothera purpusii</i> Munz.	Herbáceo
36 Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> L'Her.	Herbáceo
37 Orchidaceae	<i>Govenia liliacea</i> (Lex) Lindl.	Herbáceo
38 Papaveraceae	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	Herbáceo
39 Poaceae	<i>Bromus dolichocarpus</i> Wagnon.	Herbáceo
40 Poaceae	<i>Stipa clandestina</i> Hack	Herbáceo
41 Poaceae	<i>Stipa</i> sp	Herbáceo
42 Polygonaceae	<i>Polygonum argyrocoleon</i> Steud	Herbáceo
43 Pteridaceae	<i>Pleopeltis polylepis</i> (Roem ex Kunze) More.	Herbáceo
44 Pteridaceae	<i>Adiantum andicola</i> Liebm	Herbáceo
45 Pteridaceae	<i>Polypodium</i> sp	Herbáceo
46 Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.	Arbustivo
47 Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav) Schlecht.	Herbáceo y Arbustivo
48 Scrophulariaceae	<i>Penstemon roseus</i> (Sweet) G. Don	Herbáceo
49 Solanaceae	<i>Solanum cervantesii</i> Lag.	Herbáceo
50 Solanaceae	<i>Physalis chenopodifolia</i> Lam.	Herbáceo
51 Verbenaceae	<i>Verbena recta</i> H.B.K.	Herbáceo

Tabla 1. (Continuación). Familias, nombre científico y estrato

En el sitio de estudio se identificaron especies que crecen en lugares perturbados y se consideran como malezas ruderales y arvenses, entre las que destacan: *Aster subulatus*, *Gnaphalium luteo-album*, *Gnaphalium* sp, *Buddleja cordata*, *Hypericum formosum*, *Stachis agraria*, *Stipa clandestina*, *Polygonum argyrocoleon*, además de especies que son arvenses y ruderales pero que son acompañantes de los encinares como: *Verbena recta*, *Physalis chenopodifolia*, *Solanum cervantesii*, *Bouvardia ternifolia*, *Bromus dolichocarpus*, *Argemone ochroleuca*, *Oenothera rosea*, *Drymaria glandulosa*, *Dyssodia pinnata*, *Bacharis conferta*.

Sin embargo; también se encontraron ejemplares exclusivas de bosques templados y mesófilos de montaña como es el caso *Pinguicula moranensis* y

*Govenia liliacea*, además de especies introducidas como *Eucalyptus cinerea* y *Cupressus lusitanica*.

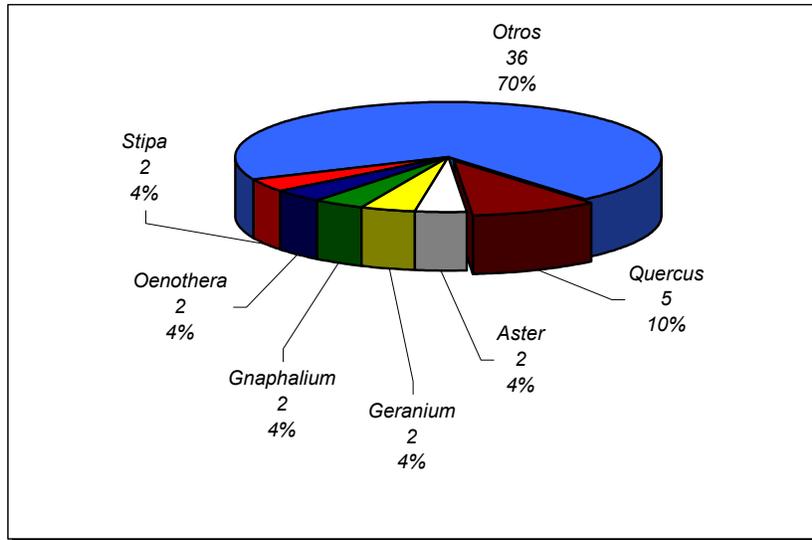


Figura 9. Número de especies por género

En la Figura 9 se observan los géneros con más especies registradas en listado florístico, en cuanto a géneros se refiere; *Quercus*, con cinco especies representa el 10 % de la diversidad específica, *Stipa*, *Oenothera*, *Gnaphalium*, *Geranium*, *Aster* con dos especies cada uno y el 4%, el resto de los géneros que son 36 con una especie cada uno, en conjunto representan el 70 % de la diversidad específica.

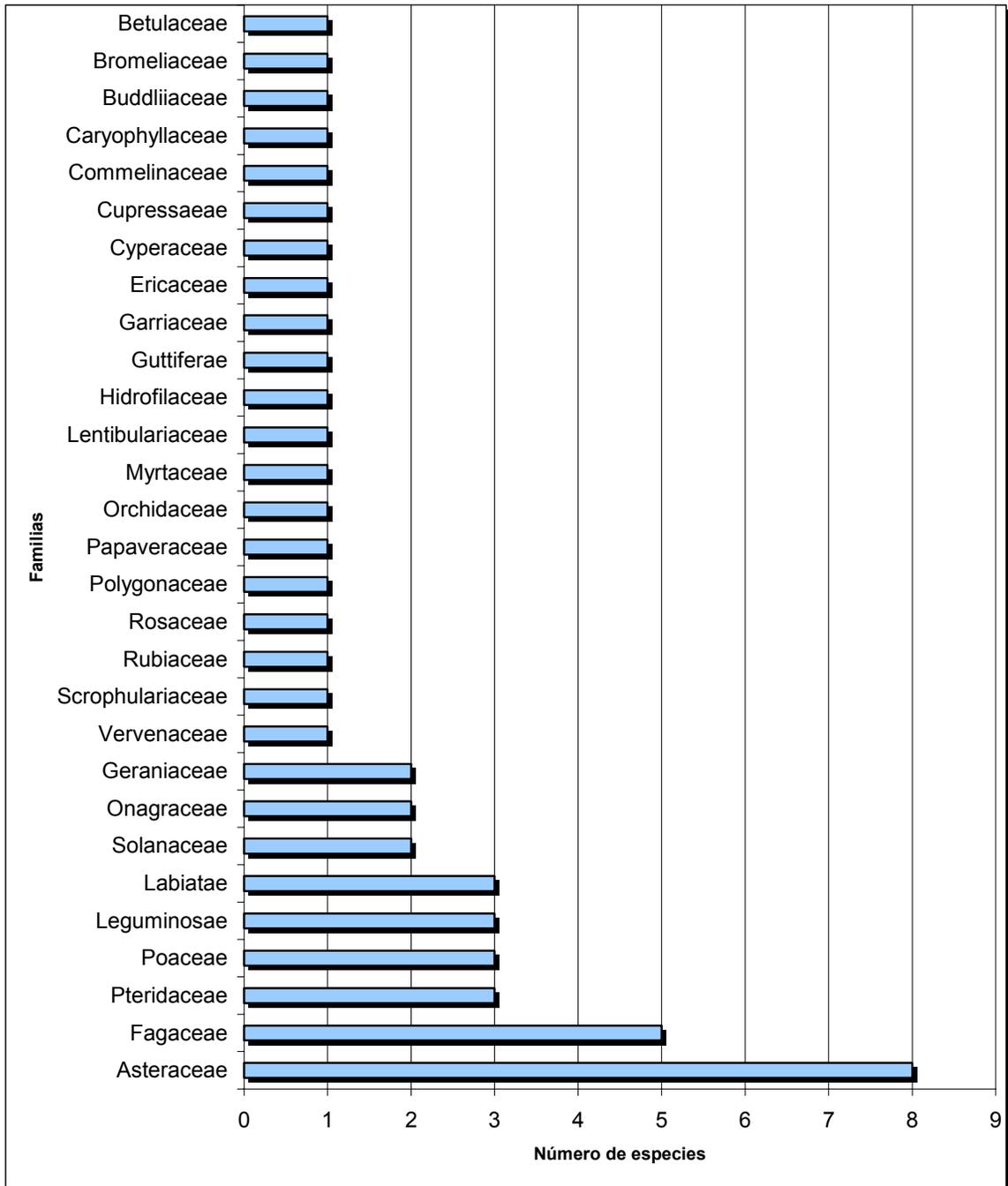


Figura 10. Número de especies por familia

## 7.2 Producción de bellotas

Se seleccionaron cinco árboles (Tabla 2), en los cuales se colocaron las trampas ya descritas, sin embargo, en la primer semana de muestreo desaparecieron las trampas de dos árboles, por lo tanto solo se trabajó con tres de ellos, estos están ubicados, el 1 y el 2 aproximadamente 30 metros al interior del bosque; el árbol 3 se encuentran en el borde del mismo, cercano a áreas de cultivo junto a un camino.

	L. NORTE	L. OESTE	ALTITUD msnm
Árbol 1	19°57'57"	99°49'47"	2746
Árbol 2	19°57'59"	99°49'47"	2726
Árbol 3	19°57'59"	99°49'54"	2701
Árbol 4	19°57'55"	99°49'44"	2762
Árbol 5	19°57'54"	99°49'49"	2754

Tabla 2. Ubicación geográfica de los árboles seleccionados

Se obtuvieron un total de 872 bellotas el peso promedio de los frutos colectados fue de 2.87 g esto equivale a 349 frutos por Kg. La fórmula para determinar el peso por kilogramo de bellotas fue la siguiente:

$$G = \frac{\text{número de semillas que contiene la muestra} * 1000 \text{ g}}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

La producción de bellotas de *Quercus rugosa* fue de 18.06, 68.30, 27.09 kg por árbol respectivamente.

<i>Quercus rugosa</i>	Altura m	DAP cm	Cobertura m <sup>2</sup>	Bellotas /m <sup>2</sup>	Peso promedio bellotas g	Kg. bellotas/árbol
Árbol 1	9.80	65	64.00	32.00	2.87	18.06
Árbol 2	10.50	90	116.00	58.00	2.87	68.30
Árbol 3	12.40	65	80.80	40.40	2.87	27.09

Tabla 3. Datos de árbol y su producción

En la Tabla 3 están registrados los datos de los árboles: altura, DAP, cobertura, los kilogramos obtenidos de bellotas por árbol y por m<sup>2</sup> de cobertura de la copa. Los datos obtenidos fueron diferentes en cada uno de estos.

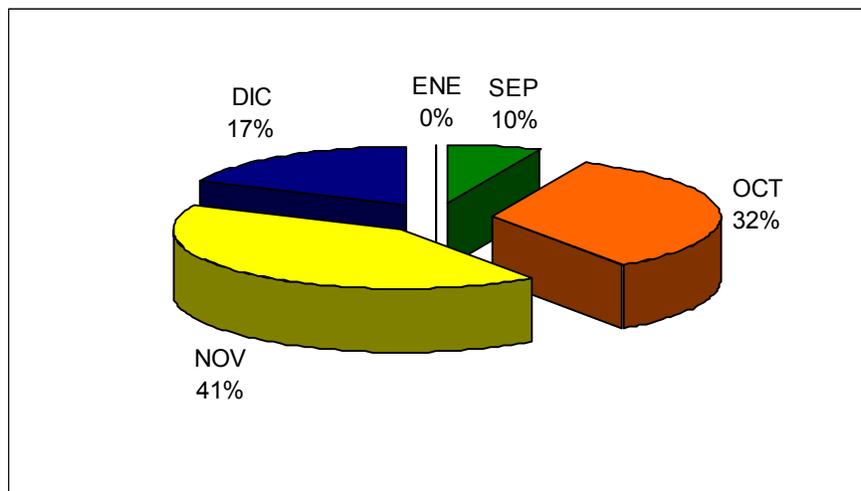


Figura 11. Producción de bellotas en porcentajes.

Como se observa en la Figura 11 en el mes de noviembre se obtuvo la mayor cantidad de frutos con el 41% de las bellotas colectadas, le siguen octubre y diciembre con el 32 y 17% respectivamente, mientras que en el mes de septiembre se colectó solo el 10%, en este mes la mayoría de los frutos recogidos de las trampas presentaban inmadurez ya que caían al suelo con todo y cúpula y muchos tenían infestación de larvas de insectos.

La observación de los frutos que caían en las trampas se realizó hasta el mes de enero aun cuando ya no se registró caída de frutos durante este mes.

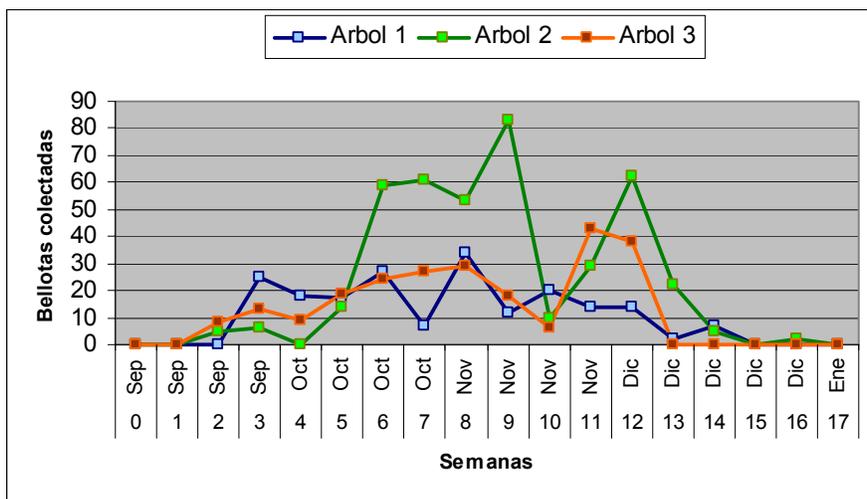


Figura 12. Comportamiento de la fructificación en las semanas de muestreo de cada árbol.

Como se observa en la Figura 12 el árbol 2 es el que mayor producción registra en el transcurso del tiempo del muestreo, teniendo cinco semanas en los meses de octubre noviembre y diciembre, en las que se registran más de 50 frutos en las trampas, presentando su máxima producción en el mes de noviembre semana nueve con 83 frutos, promediando 22.8 frutos por semana. Este ejemplar tuvo mayor cobertura y DAP que los otros dos árboles.

El árbol 3 es el que presenta una producción intermedia con un promedio de 10.94 bellotas por semana y con una máxima de 34 en la semana nueve en el mes de noviembre. En el árbol 1 se registra un promedio de 10 bellotas colectadas por semana con un total de 197 durante todo el muestreo y su máxima de 34 también ocurre en el mes de noviembre, semana ocho del muestreo.

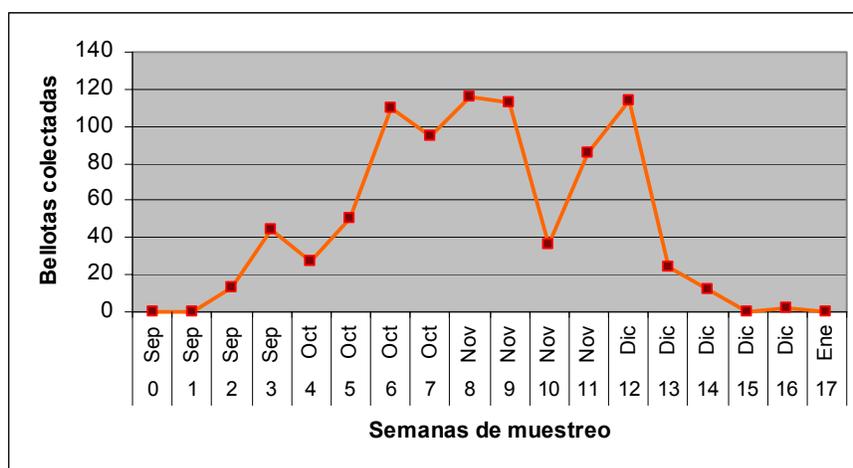


Figura 13. Comportamiento total de la producción

En la Figura 13 se observa que la fructificación inicia en septiembre y finaliza en diciembre; como se puede observar en las dos primeras semanas de muestreo en el mes de septiembre la obtención de frutos de las trampas fue nulo, a partir de la tercer semana inicia el registro de frutos en las trampas, en el mes de octubre aumenta la caída de las bellotas manteniéndose hasta la

segunda semana de diciembre, a partir de aquí comienza el descenso de la producción, en la ultima semana de diciembre solo se registran dos bellota en todas las trampas. Finalmente en la semana 17 que fue la última ya no se encontraron bellotas en las trampas.

		Temp.	Hum. Rel.	Prec. Pluv.
árbol 1	<i>r</i>	0.202	-0.068	-0.030
	<i>p</i>	0.421	0.788	0.905
árbol 2	<i>r</i>	-0.334	-0.305	0.062
	<i>p</i>	0.175	0.218	0.807
árbol 3	<i>r</i>	-0.159	0.100	0.046
	<i>p</i>	0.528	0.694	0.086
total	<i>r</i>	-0.204	-0.170	0.044
	<i>p</i>	0.417	0.500	0.861

Tabla 4. Coeficientes de correlación y valores de *p* de factores ambientales

La correlación de valores totales de producción de bellotas contra las variables ambientales: (Tabla. 4) temperatura ( $r = -0.0204$  y  $p = 0.0417$ ), humedad relativa ( $r = -0.170$ ,  $p = 0.500$ ) y precipitación pluvial ( $r = 0.044$ ,  $p = 0.861$ ). Todos los valores del coeficiente de correlación (*r*) tienen tendencia a 0; mientras que el valor de *p* es mayor que 0.05, por lo tanto esto indica que no existe relación entre las variables ambientales con la producción de frutos.

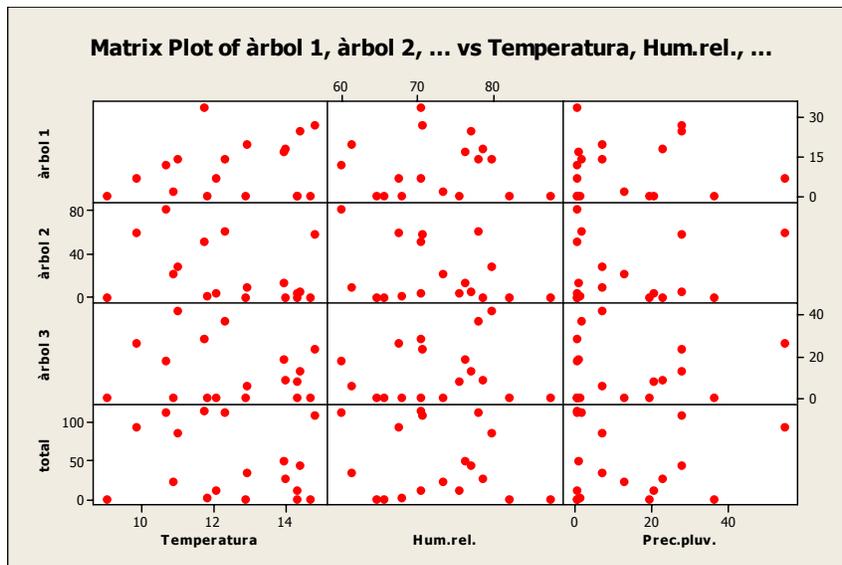


Figura 14. Correlación entre producción de frutos vs factores ambientales

El análisis de correlación (Figura 14) muestra que los datos de las variables ambientales (precipitación pluvial, temperatura, y humedad relativa) no tienen influencia con la producción de bellotas. Sin embargo es necesario un estudio más detallado durante varios años, para afirmar que efectivamente no hay relación entre factores ambientales y la producción de bellotas.

## 8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Caracterización florística

El bosque de encino de Acambay Estado de México, sitio donde se realizó este trabajo, presenta tanto plantas típicas del bosque de encino, pero también la presencia de plantas consideradas malezas: *Aster subulatus*, *Gnaphalium luteo-album*, *Gnaphalium sp*, *Buddleja cordata*, *Hypericum formosum*, *Stachis agraria*, *Stipa clandestina*, *Polygonum argyrocoleon*; incluso especies arbóreas introducidas como *Eucalyptus cinerea* y *Cupressus lusitanica*, sin embargo aún se registran especies exclusivas de bosque de encino como el caso de *Pinguicula moranensis*, *Govenia liliacea* y cinco especies de *Quercus*. Las especies encontradas indican que el bosque presenta perturbación humana.

Rodríguez-Estevez *et al.*, 2007, revisó el conocimiento que se tiene en las dehesas en España las cuales son terrenos con árboles mas o menos dispersos y un estrato herbáceo bien desarrollado en la que ha sido eliminado, en gran parte, el arbustivo; es de origen agrícola y ganadero, donde se aprovecha el pasto, y los frutos del arbolado, (Ferrer *et al.*, 2001 citado por Rodríguez-Estévez, 2007). Señala que la producción de bellotas depende fundamentalmente de la densidad de los árboles, la vecería propia del género, las características de cada árbol tales como la edad, porte, variabilidad genética; el manejo de la arboleda; la climatología del año principalmente pluviometría y temperatura; las características del suelo; las plagas. No hace mención sobre trabajos en bosques por ello es difícil hacer comparaciones con los resultados obtenidos en este trabajo, las dehesas en tienen un fin económico y cuidados especiales a diferencia de un bosque natural.

El bosque ha dejado de ser explotado por los pobladores de las comunidades cercanas a este, anteriormente, obtenían principalmente leña que usaban como combustible. Actualmente existen parcelas de cultivo, y un parque recreativo y se está tratando de conservarlo, con actividades anuales de reforestación, aunque no precisamente con plantas nativas del lugar, sino con otras especies, incluso exóticas como *Eucalyptus cinerea*.

---

## 8.2 Producción de bellotas

Los valores en kg que se obtuvieron de bellotas en este trabajo difieren con lo reportado para otras especies, ya que autores como Rodríguez *et al.*, en 2007, presentan valores medios de 8 a 14 kg/árbol para *Q. ilex*, 5 a 10 kg para *Q. suber* y 1-11 para *Q. faginea* con producciones muy variables entre individuos. El autor mencionado, trabajó en España en superficies llamadas dehesas. Por el contrario esta evaluación se obtuvo en un bosque natural de encino, además de que son otras especies y otras condiciones climáticas y uso de suelo diferente. Como era de esperarse producciones diferentes a las ya reportadas.

El árbol 2 tuvo mayor producción de bellotas, 68.8 kg seguido de los ejemplares 3 y 1 con 27.09 y 18.06 kg respectivamente asimismo el ejemplar 2 es el que registra una mayor cobertura de la copa (116 m<sup>2</sup>) y un DAP de (90 cm), Martín *et al.*, (1998) mencionan que existe alta correlación entre la superficie de la copa y la producción por árbol. Drake (1991) citado por Rodríguez-Estévez y Johnson *et al* (2002) mencionan que la exposición a la luz, o por el contrario, el sombreado y la situación de dominancia frente a otros árboles también es muy importante. Se ha reportado que la producción de bellotas de los encinos depende de las características individuales de los árboles como: el potencial genético, edad, superficie de la copa DAP, el manejo de la arboleda, las condiciones meteorológicas, y el estado fitosanitario.

En cuanto al DAP se refiere, Montoya indica que las mayores producciones se producen a partir de los 75-80 cm de DAP y hasta 1.3 m; dos de los árboles del muestreo tienen un DAP de 65 cm, estos tuvieron una producción de 29.09 y 18.06 kg y el árbol 2 con un DAP de 90 cm se obtuvo 68.8 kg. Sin embargo Greenberg (2000) indica que el diámetro del tronco no puede utilizarse para predecir la producción debido a la alta variabilidad entre individuos.

En los meses de octubre y noviembre en conjunto se registra el 73 % de la producción de bellotas de *Quercus rugosa*, esto puede indicar que en estos meses pueden realizarse colectas de bellotas de esta especie, coincidiendo

---

con lo reportado en SIRE: CONABIO-PRONARE (2001), en el cual se menciona que la mejor época de colecta de bellotas para esta especie es de octubre a noviembre, sin embargo en las dos primeras semanas de diciembre también hay buena caída de frutos 17 % de la producción.

El peso promedio de las bellotas colectadas fue de 2.87 g con una máxima de 5.23 g y una mínima de 0.9 g, esto equivale a 348 frutos por kg; Zavala en 2004 colectó bellotas en los alrededores de Texcoco Estado de México y registró un peso de 439 frutos por Kg. Las bellotas fueron cortadas con todo y cúpula directamente del árbol y el peso inicial el cual es reportado; mientras que en este trabajo se tomaron los pesos una vez que los frutos cayeron del árbol a las trampas, por lo tanto, el contenido de humedad de estos, es menor que las bellotas que permanecen en el árbol. Por otro lado Batis *et al.*, (1999), mencionan que el número de bellotas por kg para esta especie varía de 190 a 1300.

Romero *et al.*, (2002), señalan que la fenología de *Q. rugosa* inicia con la floración en el mes de marzo y la fructificación ocurre de septiembre a noviembre, esto se corroboró con las visitas a campo, en donde se observó los árboles que presentaran floración abundante en el mes de marzo y que se seleccionaron para darle seguimiento hasta la maduración de los frutos, confirmando que efectivamente inicia en el mes de septiembre lo cual coincide con lo que reportan estos investigadores, sin embargo; en el bosque de encino donde se realizó este trabajo se encontró que la fructificación concluye hasta el mes de diciembre. En CONABIO-PRONARE en (2001) se menciona que la fructificación ocurre de octubre a febrero; las diferencias fonológicas que difieren con lo ya reportado, puede deberse a las características individuales de los árboles como el potencial genético, edad, superficie de la copa, etc.; el manejo de la arboleda, las condiciones meteorológicas y el estado sanitario (Rodríguez *et al.*, 2007).

Por otro lado Luna (2008), concluye que los meses de mejor aprovechamiento de los frutos de *Quercus frutex* son de junio a agosto; esta especie tiene diferencias morfológicas a *Q. rugosa*; aunque crecen en

---

condiciones similares pero presentan meses de fructificación distintos, ya que la primera es un arbusto, y se le encuentra en bosques de *Quercus*, pastizal y formando manchones densos en matorral xerófilo, se asocia con *Pinus*, *Juniperus*, *Cupressus* y *Alnus*; también se le encuentra en vegetación perturbada, en altitudes de 2360-3000 m (Romero *et al.*, 2002).

Con los datos analizados de las variables ambientales (precipitación pluvial, humedad relativa y temperatura) se concluye que no existe relación entre estos con la producción de frutos, aunque solo se trabajaron con datos semanales en que se llevó a cabo el muestreo. Abrahamson y Layne (2003), encuentran en *Quercus spp* de Florida, que las heladas durante la floración y el desarrollo inicial del fruto reducen considerablemente la producción; Sork y Bramble (1993), mencionan que las sequías en verano tienen efectos negativos en la producción mientras que la temperatura de primavera tiene efectos positivos y que los ciclos de reproducción son modificados por el impacto de las condiciones ambientales. Las lluvias intensas y las heladas (<-2° C) de septiembre a octubre producen la caída de bellotas inmaduras (Vázquez, 1998). Es importante darle un seguimiento más detallado a la producción de bellotas, durante el año de fenología y relacionando con las variables ambientales.

El estudio de país, presentado en la Primera Comunicación de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1997 (INE-SEMARNAP 1997), considera supuestos de un incremento de 2°C en temperatura y una disminución de 10% en la precipitación anual para generar distintos escenarios de cambio climático (INE-SEMARNAP 1997). Con base en estas diferencias en los valores de temperatura y precipitación, se estima que los tipos de vegetación más afectados en México serán los bosques templados, los bosques tropicales y los bosques mesófilos de montaña (Villers y Trejo 1998). Por lo anterior es importante darle seguimiento al comportamiento de especies como *Q. rugosa* ya que Arriaga y Gómez, (2007) mencionan que esta especie es de distribución restringida y que requiere mayor humedad porque habita en bosques de coníferas y de coníferas- encinos en climas templados

---

subhúmedos y semifríos subhúmedos, disminuirá su área de distribución en - 25.7%.

Zavala en 2004, enfatiza que es imposible mantener almacenadas bellotas de *Quercus rugosa*, por ello la importancia de tener ubicados los árboles semilleros para que en un breve periodo de tiempo posterior a la colecta se realice la germinación para así obtener plántulas.

Existen dificultades para llevar a cabo trabajos sobre producción de bellotas, estas se presentan en campo. En este trabajo se presentaron algunos; como la falta de recursos económicos, el traslado y acceso a las zonas de trabajo en campo, la inseguridad en el sitio de muestreo, sobre todo por el saqueo de las trampas utilizadas.

## 9. CONCLUSIONES

En este trabajo se concluye lo siguiente:

- ✓ El listado florístico muestra que el bosque presenta perturbación humana, pero también hay plantas que se encuentran solo en comunidades conservadas.
  - ✓ Los árboles que se estudiaron fueron seleccionados por presentar características de árboles semilleros, sin embargo para establecerlos como tales es necesario darle seguimiento a su producción de frutos por algunos años.
  - ✓ Octubre y noviembre son los meses en que hay una mayor caída de frutos 73% de toda la producción, por lo tanto se sugiere que en estos meses se realice la colecta de bellotas de *Quercus rugosa*.
  - ✓ El árbol con mayor cobertura de copa y de DAP fue el que produjo más cantidad de frutos, esto parece indicar que hay relación entre la cobertura y el DAP y la producción de bellotas.
  - ✓ Los factores ambientales (precipitación pluvial, humedad relativa y temperatura) no tuvieron correlación con la producción de bellotas.
  - ✓ Este trabajo establece bases para futuros estudios en nuestro país sobre la producción de bellotas, especies de *Quercus*, y poder dar seguimiento durante varios años, como se realiza en otros países.
  - ✓ Realizar este tipo de estudios a largo plazo tomando en cuenta las variables climáticas y la gran diversidad de comunidades en los que están presentes las especies de *Quercus*, es fundamental para un manejo apropiado de des estos.
-

## 10. LITERATURA CITADA

- Abrahamson, W. G. y Layne, N. J. 2003. Long- term patterns of acorn production for five oak species in xeric Florida uplands. *Ecology*. 48(9) 2476-2492.
- Arriaga, L. y Gómez L. 2008. Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México. Cambio climático una visión desde México. INE.
- Batis, A., M. Alcocer, M. Gual, C. Sánchez y Vázquez-Yanez, C. 1999. Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosas para la Restauración Ecológica y la Reforestación. Instituto de Ecología, UNAM - Conabio.
- Bilan, M. V. 1960. Simulation of cone and seed production in pole-size loblolly pine. *For. Sci.* 6: 207-220.
- Black, M. y Derek, B.J. 2000. Seed technology and its biological basis. CRC Press. England. 419 pp.
- Boavida, L.C., Varela, M.C. y Feijo, J.A. 1999. Sexual reproduction in the cork oak (*Quercus suber* L.). I. The progamic phase. *Sex. Plant Reprod.*, 11: 347-353.
- Cecich, R.A. y Sullivan, N.H. 1999. Influence of weather at time of pollination on acorn production of *Quercus alba* and *Quercus velutina*. *Can. J. For. Res./Rev. Can. Rech. For.*, 29: 1817-1823.
- CONABIO-PRONARE 2001. Fichas técnicas de las especies vegetales utilizadas en el Programa Nacional de Reforestación..
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of clasification of flowering plants. Columbia University Press. New York. 1262 p.
- Ducousso, A. y Lumaret, H. R. 1993. Reproduction and gene flow in the genus *Quercus* L. *Ann. Sci. Forests.*, 50 (Suppl 1): 91-106.
- Farnsworth, E. 2000. The ecology and phisiology of viviparous and recalcitrant seeds. *Annual Review of ecology and systematic*. 31: 107-138
- Flores, S. A. P. 2007. Variación morfológica del encino *Quercus rugosa* Née. Tesis de licenciatura. UNAM. FES Iztacala.
- Galiussi E. 2005. Árboles Semilleros. Boletín de divulgación técnica no. 2 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP. Argentina.
- González, C. H. 1973. Acambay. Monografía de la dirección de prensa y relaciones publicas del gobierno del de México. 54 p.
- Greenberg, C.H. 2000. Individual variation in acorn production by five species of southern Appalachian oaks. *Forest Ecol. Manag.* 132: 199-210.
-

- Hawley, R. C. y Smith D, M. 1972. *Silvicultura Practica*. Omega. España.
- INE-SEMARNAP (Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1997. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México.
- Johnson, S. P., Shifley, R. S. y Royers, R. 2002. *The ecology and Silviculture of Oaks*. CABI publishing pp. 503.
- Luna, C. M. 2008. Aspectos Ecológicos de *Quercus Frutex* Trel. (Fagaceae) en tres localidades del Estado de México. Tesis Lic. UNAM FES-Iztacala.
- Koenig, W. D., Mumme, R. L., Carmen, W. J. y Stanbak, M. T. 1994. Acorn production by oaks in central coastal California: variation within and among years. *Ecology* 75, 99-109.
- Martín V, A., Infante, J.M. García Gordo, J. Merino, J. y Fernández A. R.1998. Producción de bellotas en montes y dehesas del suroeste español. *Pastos* 28: 237-248.
- Martínez, L. y A. Chacalo. 1994. *Los Árboles de la Ciudad de México*. UAM-Azcapotzalco. México D.F.
- Mc Vaugh, R. 1974. Fagácea in: *Flora Novo Galiciana*. Contrib. Univ. Mich. Herb. 12 (3):1-93.
- Olvera, L. Ma. G. 2004. Factores que participan en la viabilidad de semillas de *Quercus rugosa* y *Quercus crassipes*. Tesis Lic. UNAM FES- Iztacala.
- Rodríguez-Estévez, V. A. García Martínez, J.M. Perea Muñoz, C. Mata Moreno y Gómez Castro, A.G.. 2007. Producción de bellota en la dehesa: factores influyentes. *Arch. Zootec.*, 56 (R): 25-43
- Rodríguez-Estévez, V., Garcia, M. A., Mata, M. C., Perea, M. J. M., Gomes, C. A. G. 2008. Fundamentos de los procedimientos para la estimación de la producción de bellotas en la dehesa. *Arch. Zootec.* 57:29-38
- Romero, R. S. 1993. El género *Quercus* (Fagácea) en el Estado de México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias Biológicas. 158 p.
- Romero, S., C; Rojas y M. L. 2002. El género *Quercus* (Fagácea) en el Estado de México. *Annals. Missouri Botanical Garden.* 89:551-593
- Rubio, L. L. 2006. Estudio ecológico de *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl. Y *Quercus candicans* Neé (Fagácea) en bosques de encino en el Estado de México. Tesis de licenciatura. UNAM. FES Iztacala.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 478 pp.
-

- Sharp, W. M. y Sprague, V. G. 1967. Flowering and fruiting in the white oaks, pistillate flowering, acorn development, wheather, and yields. *Ecology*, 48: 243-251.
- Sork, V. L., Bramble, J. y Sexton O. 1993. Ecology of mast-fruiting in three species of north American deciduos oak. *Ecology* 74: 528 – 541
- Valencia, A. S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagácea) en México. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 75: 33-55
- Vázquez, Y. C. 1987. Los bancos de almacenamientos de semillas en la conservación de especies vegetales. *Ciencia* 38, 239-246
- Vázquez, Y. C y Cervantes, V. 1992. Estrategias para la reforestación con árboles nativos de México. *Ciencia y Desarrollo*
- Vázquez, F.M. Doncel, E. Martín D. y Ramos S. 1999. Estimación de la producción de bellotas de los encinares de la provincia de Badajoz en 1999. *Sólo Cerdo Ibérico*, 3: 67-75.
- Villers, L. y I. Trejo. 1998. El impacto del cambio climático en los bosques y áreas naturales protegidas de México. *Interciencia* 23: 10-19.
- Zavala, Ch. F. 2004. Deseccación de bellotas y su relación con la viabilidad. *Ciencia Ergo Sum.* 11(002): 177-185
- Zavala, Ch. F. 1996. Frutos y semillas de encinos. Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp 51.
-