



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA.

TÍTULO

REGENERACIÓN NATURAL DE PLÁNTULAS DE ENCINO (*Quercus* spp.)  
EN UN ÁREA CONSERVADA DE LA BARRANCA TARANGO

T E S I S

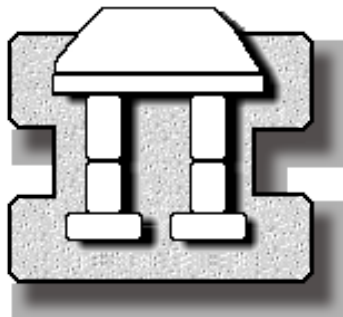
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

**BIÓLOGO**

P R E S E N T A :

**ALEJANDRA ELISA LUÉVANO ARROYO**

DIRECTORA DE TESIS: DRA. ANA MENDOZA OCHOA



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO

ABRIL 2012



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.

## AGRADECIMIENTOS

A mi tutora de tesis, la Dra. Ana Mendoza por la oportunidad que me dio al trabajar en su laboratorio, por brindarme su amistad y tolerancia durante todo este tiempo.

A la Biól. Rocío Esteban por su apoyo técnico en campo, por sus consejos y su amistad.

A Dra. Silvia Aguilar, Dra. Silvia Romero, Dr. Daniel Tejero y el M. en C. Carlos Zenteno por su atención, por el tiempo y sus valiosas aportaciones a este trabajo.

A la Dra. Susana Valencia y Dra. Silvia Romero por la identificación de algunos especímenes de encino.

A la Biól. Naybí Muñoz por la ayuda en la identificación de algunas plantas.

Al Biól. Aslam Narvaez por su tiempo para dibujar el perfil de vegetación.

A la M. en C. Laura Fernández por ofrecerme algunos de sus datos de campo.

A mis compañeros de laboratorio Nadya, Luz, Paco, Noemí, Elí, Gaby y Emilio, que tuvieron una contribución en el trabajo de campo y en este escrito, les agradezco su amistad y compañerismo, hicieron más ameno mi estancia en el laboratorio.

A mis amigos y compañeros de toda la carrera Tania, Amyntia, Alanis, Leo y Aldana, por apoyarme tanto en lo académico como en lo personal y agradecerles por su ayuda en el campo cuando más lo necesité, los quiero mucho.

Por supuesto, agradezco a mis padres Elisa y Andrés por su apoyo y esfuerzo para que yo obtuviera una formación profesional, los quiero y admiro mucho.

Por último quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de estudiar una carrera, y al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) por la beca de Licenciatura otorgada.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>7</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
4.1 Zona de Estudio.....	10
4.2 Trabajo de Campo.....	12
4.3 Trabajo de Gabinete.....	16
4.4 Análisis de Datos.....	17
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
5.1 Análisis de Suelo.....	18
5.2 Caracterización de la Vegetación.....	19
5.3 Supervivencia de plántulas.....	22
5.4 Causas de Mortalidad.....	25
5.4 Crecimiento de plántulas.....	26
<b>6. DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>8. BIBLOGRAFÍA.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO 1. Listado florístico .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO 2 Perfil semirealista .....</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La regeneración en un sentido ecológico, se refiere a la incorporación de nuevos individuos a la comunidad, en que se encuentren, por ejemplo un bosque o una selva. (Johnson *et al.*, 2002). Se debe comprender como el proceso que implica una serie de estadios sucesivos, por ejemplo: la floración, producción de semilla, germinación y crecimiento, cada uno de estos estadios influirá en la dinámica poblacional (Pérez, 2006). Cuando existe algún disturbio en un bosque, las plantas pueden reincorporarse utilizando diferentes estrategias ya sea por un banco de semilla, plántulas o rebrotes vegetativos (Martínez, 2008; Zavala, 2001); esto dependerá de la especie que requiera regenerarse y del tipo e intensidad del disturbio (Harper, 1977). El comprender este tipo de mecanismos por los cuales las plantas se regeneran, podría sugerir hipótesis sobre la historia de la comunidad y sobre el manejo de la vegetación para su conservación ante un disturbio. (Sosa y Puig, 1987).

En el caso muy particular de especies leñosas como el encino (*Quercus* spp.), todas las fases de la regeneración desde la floración hasta el establecimiento de adultos son importantes para el éxito de la especie. Sin embargo, las fases más críticas se encuentran en la producción de semillas, la presencia de herbívoros y los micrositios más seguros para la germinación de las semilla y el establecimiento de la plántula. (Johnson, *op. cit.*; Bonfil, 2006; Pulido, 2002). Existen ciertos factores bióticos y abióticos que intervendrán durante el ciclo reproductivo y de establecimiento. Por ejemplo, dentro de los factores bióticos se encuentra: los polinizadores, dispersores y consumidores de semilla. En el caso de los factores abióticos se considera la humedad, temperatura, entre otros (Pulido 2002). Un aspecto importante dentro de estas especies es que los encinos, al igual que otras especies, pueden regenerarse por semilla (sexual) y/o producir rebrotes (asexual). La producción de rebrotes se genera en el tallo principal, ramas y raíces tanto en árboles como en plántulas (Terradas, 2002; Zavala, 2001)

El género *Quercus* (Fagaceae), tiene una amplia distribución en el mundo, sobre todo en climas templados del Hemisferio Norte, así como en zonas tropicales y semitropicales del mismo. El número de especies en México se calcula entre 150 a 200 aproximadamente, de las cuales 125 se consideran como endémicas (Valencia, 2004; Bonfil, 1993). Los bosques de encino se distribuyen en casi todo el país; estas comunidades son características de zonas montañosas y en algunos casos están asociadas con pinos. Se encuentran desde el nivel del mar hasta 3100 m s.n.m., (Zavala, 1990), aunque la mayor parte se encuentra en altitudes entre 1200 y 2800 m (Rzedowski, 1978). Actualmente se estima que los bosques de encino junto con los bosques de coníferas cubren el 16.45% de la superficie del país, para el bosque de encino se estima 10 millones de hectáreas (aproximadamente el 4% de la superficie del país), un tercio de ella en condiciones de vegetación secundaria (Challenger, 2008). Esta pérdida de bosques se atribuye a diversas actividades antrópicas, como son la introducción de ganado, agricultura, silvicultura, quema y tala de vegetación (Ramírez, 2003; Peña, 2000).

En el valle de México los encinares arbóreos prosperan en altitudes entre 2350 y 3100 m, sobre suelos profundos y someros, son más bien bajos, pues miden de 5 a 12 m, y moderadamente densos. (Rzedowski, 2001). En el caso de la Ciudad de México, estas comunidades vegetales han sido sustituidas por la urbanización. Sin embargo, aún quedan sitios en los cuales, escasamente, se sigue conservando la vegetación original. Uno de estos sitios es la barranca de Tarango, ubicada al suroeste de la Ciudad de México. La barranca de Tarango pertenece un sistema de barrancas del poniente de la Ciudad de México y constituye un biotipo entre el Desierto de los Leones y las cañadas bajas de la cuenca del Distrito Federal (Ezcurra, 1990). Aunque no formaba parte del suelo de conservación del D.F, se ha convertido en uno de tantos ejemplos donde el mal uso de los recursos ha propiciado el deterioro ambiental. La importancia de la Barranca de Tarango radica en que conserva algunas áreas de vegetación natural con bosque de encino, es un sistema hidrológico que permite la infiltración del agua para la recarga de los mantos acuíferos. (Mendoza, 2010). Desde julio del 2009, mediante un decreto publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal

(GODF), la barranca de Tarango se considera como área de valor ambiental, esta área se define como: “área verde cuyo ambiente original ha sido modificado por actividades antropogénicas, razón por la que requiere ser restaurado y preservado para mantener ciertas características biofísicas y escénicas que le permitan contribuir a mantener la calidad ambiental de la ciudad” (GODF, 2009)

## 2. ANTECEDENTES.

Algunos trabajos enfocados en la regeneración natural de especies leñosas, evalúan como acontece el establecimiento de manera natural de los encinos en distintos ecosistemas:

Ramírez (2003) Evaluó en los Altos de Chiapas, la supervivencia y el crecimiento de las plántulas arbóreas establecidas naturalmente y experimentalmente, en sitios de bosque donde el disturbio humano varía en intensidad y frecuencia. En el caso de las plántulas establecidas naturalmente, la densidad decrece con el incremento en la intensidad del disturbio. Solo las plántulas de *Quercus* y *Pinus* fueron registradas en condiciones de alto disturbio. Sus resultados sugieren que los disturbios humanos negativos afectan el establecimiento natural y reduce la riqueza de las plántulas arbóreas en favor de un pequeño número de especies arbóreas.

Zavala y García (1998) Realizaron un estudio donde evaluaron la incorporación, mortalidad y sobrevivencia de plántulas de encinos en la vegetación de la sierra de Pachuca, Hidalgo. Se encontró 6 especies de las cuales *Quercus rugosa* y *Quercus laurina* fueron las más abundantes. La mortalidad fue mayor en las plántulas de dos a tres años de edad, a causa de herbívoros (mamíferos y larvas de insectos) y escasez de agua. La presencia de *Quercus* en la Sierra Pachuca se debió principalmente supervivencia de las plántulas, las cuales son favorecidas por las condiciones del sitio.

Los trabajos realizados dentro de la Barranca de Tarango se han enfocado al conocimiento de la flora, la estructura y composición de la vegetación; se han realizado estudios de reforestación en los cuales se evalúan diferentes aspectos para el establecimiento de especies nativas.

Hernández (2011), reintroduce plántulas de *Quercus rugosa* Née, evaluando el efecto del sitio (perturbado y no perturbado), micrositio (arbusto o pasto), la edad (1y 3 años de edad) y la interacción de estas variables sobre la supervivencia y el crecimiento. En sus resultados se concluyó que la edad es la variable con mayor significancia para



el crecimiento, las plantas de un año de edad crecieron más en comparación que las plantas de 3 años de edad. En el sitio no perturbado se observó un crecimiento mayor en comparación al sitio perturbado. La alta supervivencia de las plántulas (90%) en los dos sitios indica un favorable establecimiento de las plantas en estos sitios.

Corona (2011), evaluó el crecimiento y supervivencia de *Quercus mexicana* Bonpl. y *Quercus rugosa* Née, introducidas en dos terrazas con diferentes tipos de suelo dentro de la Barranca de Tarango. En cuanto al crecimiento se presentó un decremento sin embargo, la alta supervivencia (70%) de las plántulas en las dos terrazas indica que es factible integrar estas especies en programas futuros de restauración.

Guerra (en preparación), elabora una propuesta de restauración ecológica sustentada en la caracterización edáfica, estructura y composición del ecosistema de referencia y en el manejo de información geográfica. En sus resultados se obtuvo un listado de las plantas potenciales para la restauración de la Barranca. Dentro de estas plantas se encuentra la especie *Quercus castanea* Née.

En la Barranca de Tarango existen estudios donde la reintroducción de especies nativas de encino (*Quercus* spp.) son exitosos sin embargo, no se han realizado trabajos donde se observe el establecimiento y supervivencia de estas especies de manera natural o *in situ*. Es por ello que el objetivo del presente trabajo es estudiar la regeneración de estas plántulas, con el propósito de generar información que ayude a futuros trabajos en la restauración, recuperación, el manejo y conservación del sitio.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Evaluar la regeneración natural de un bosque de encino en un área conservada de la Barranca de Tarango.

#### **Objetivo Particular**

- Evaluar el establecimiento natural de las plántulas de encino (*Quercus* spp.).
- Determinar la supervivencia y crecimiento de las plántulas de encino durante un año, dos sitios con diferente apertura del dosel.

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS.

### 4.1 Descripción de la zona de Estudio

La Barranca de Tarango se localiza en la delegación Álvaro Obregón al poniente del Distrito Federal, con coordenadas 19° 20'53" N y 99° 14' 36" O. Se ubica a una altitud de 2,570 metros y presenta una extensión de más de 290 hectáreas. (Figura 1), en las que se encuentran una loma de aproximadamente 150 hectáreas con dos barrancas adyacentes –Puerta Grande y Puente Colorado. La región es de origen volcánico, pertenece Cenozoica periodo Terciario Superior. En la localidad predomina tres tipos de suelos: Pheozem, Litosoles y Regosoles. (INEGI, 2007a). Presenta un clima Templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 15.5°C y la máxima de 17°C para los meses de abril a junio; las temperaturas mínimas se presentan de diciembre a febrero y alcanzan los 13.2°. (INEGI, 2007b). Existen dos cauces paralelos Puerta Grande y Puente Colorado, que confluyen en la presa Tarango, estos drenan sus aguas en una dirección Sur Oeste-Norte Este. El agua es de origen pluvial así como residual doméstica (GODF, 2009).

La vegetación nativa original correspondía a un bosque de encino como consecuencia de distintos impactos humanos se fue modificando; sin embargo, se llegan a localizar partes en donde el bosque de encino conserva del 60 a 100% de cobertura vegetal. (Hernández, 2011). Dentro de la superficie que se designo como Área de Valor Ambiental, el 13% de la vegetación está conformada por bosque de encino. Además existen ciertas zonas con vegetación de pastizal, matorral, vegetación de reforestación y vegetación secundaria (Guerra, datos no publicados). Algunas especies que se encuentran en la localidad son: *Loeselia mexicana* (Lam.) Brand (espinosilla), *Phytolacca icosandra* L. (jaboncillo), *Anagallis arvensis* L. (hierba del pájaro), *Pithecellobium leptophyllum* (Cav.) Deveau, *Acacia schaffneri* (S. Watson) F.J. Herm, *Dodonea viscosa* Jacq. (guayabillo), *Eynsenhardtia polystachya* (Ort.) Sarg (palo dulce), *Schinus molle* L. (pirúl); *Cupressus lindleyi* Klotzsch ex Endl. (cedro blanco), *Pinus pringlei* Shaw (pino), *Buddleia cordata* Kunth (tepozán), *Garrya laurifolia* ex Benth., *Prosopis laevigata*. (mezquite), *Eucalyptus* ssp., *Quercus rugosa* Née

(encino roble), *Quercus obtusata* Humbl & Bonpl., *Quercus mexicana* Humbl & Bonpl., *Quercus castanea* Née, *Quercus crassipes* Humbl & Bonpl, *Erythrina coralloides* DC (colorín) especie considerada como amenazada y *Cupressus lusitánica* Mill esta especie reportada como planta en protección especial (Corona 2011; GODF, 2009).

En cuanto a la fauna según la GODF se encuentran algunas familias de aves como Columbidae (palomas), Vireonidae (vireos), Emberizidae (gorriones), Trichilidae (colibríes), Hirundinidae (golondrinas). Existen algunas especies amenazadas y endémicas como el pájaro mulato (*Melanostis caurelecens*) y otras clasificadas como protegidas el caso de la aguililla ratonera (*Buteo jamaicensis*) reportada en la NOM-059-ECOL-2010. Además existen algunas especies de pájaros carpinteros y aves de rapiña, que representan el fin de la cadena alimenticia y que prácticamente han desaparecido de las zonas urbanas de la ciudad de México. Se han registrado especies de mamíferos, entre los que se encuentra el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), zorra (*Urocyon cinereo argenteus*), ardilla (*Spermophilus mexicanus*), una especie de tuza (*Cratogeomys merriami*), especies de familias como Soricidae (musarañas) y Leporidae (conejos). En menor cantidad solo se han registrado 4 especies de reptiles y 2 especies de anfibios. (GODF, *op. cit*)



Figura 1. Ubicación de la Barranca Tarango.

## 4.2 Trabajo de Campo

Mediante fotografías aéreas y corroboración en campo, se eligió un área, dentro de esta área se escogieron dos sitios esperando observar diferencias en cuanto al reclutamiento y crecimiento de las plántulas de encino (López-Barrera, 2006). Uno de estos sitios representaba un bosque de encino (sitio cerrado), con una ubicación de  $19^{\circ}20'49.1''$  Latitud N y  $99^{\circ}14'36.6''$  Longitud O, a una altura de 2523 m s.n.m. y una orientación Sur-Oeste. Otro sitio se ubicó dentro una zona de “borde” entre el bosque de encino y el matorral (sitio de borde). Este sitio se ubica dentro de las coordenadas  $19^{\circ}20'52.3''$  Latitud N y  $99^{\circ}14'34.2''$  Longitud O a una altitud de 2512 m s.n.m. y una orientación Sur-Este (Figura 2)

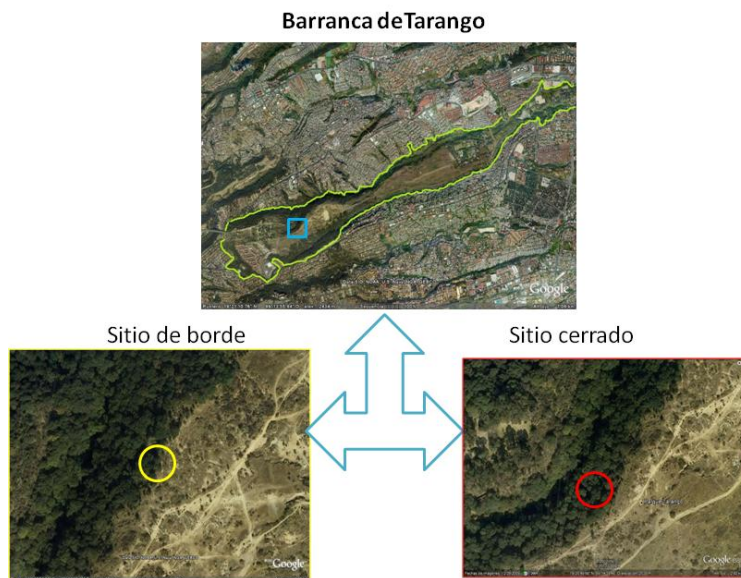


Figura 2. Localización de los sitios en la Barranca de Tarango .

### *Muestreo del suelo*

En el área donde se encontraban los dos sitios, se recolectaron muestras de suelo, en los meses de septiembre y octubre del 2008. Se trazaron 3 cuadros de 30 x 30, los cuadros se colocaron de forma descendente en la pendiente dentro de una ladera, y en la cual se encontraban nuestros sitios de trabajo. En cada uno de los cuadros se tomaron 12 muestras con diferentes profundidades, la primera profundidad de 0 a 5 cm y la segunda profundidad de 5 cm a 10 cm.

### *Muestreo de Vegetación*

Con el propósito de tener una mayor caracterización de la zona de estudio se realizaron muestreos de vegetación. limitaron parcelas en los dos sitios, se trazó un cuadro por sitio de 30 x 30 m (900 m<sup>2</sup>). Cada parcela se dividió en cuadros de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup>), obteniendo un total de 30 cuadros.

En el caso de los árboles con ayuda de una cinta métrica se les midió la circunferencia o PAP (perímetro a la altura del pecho) del tronco del árbol. (Mostacedo, 2000).

Para convertir el PAP del árbol en Área basal se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB = (P^2 / \pi) / 4$$

Donde:

A.B.=área basal

$\pi$ = 3.1416

P= Perímetro o PAP

A los arbustos se les midió el diámetro basal el cual se transformó en área basal considerándose como el área de un círculo:

$$AB. = \pi(D^2/4)$$

Donde:

A.B.=área basal

$\pi$ =3.1416

D= Diámetro basal

Para la elaboración de un perfil semirealista se midió la altura de los árboles por medio de un clisímetro, para lo cual se obtuvo el ángulo comprendido entre la ramificación más alta del árbol con el suelo y la distancia que nos alejamos de la base del mismo, posteriormente se calculó la altura por medio del teorema de Pitágoras:

$$a = b \tan \Delta$$

Donde:

a= cateto opuesto

b= cateto adyacente

$\Delta$ = ángulo comprendido el entre cateto adyacente y la hipotenusa

#### *Muestro de Plántulas.*

En los dos sitios se trazaron tres transectos paralelos entre sí, tres de 50 m de largo x 3 m de ancho, siguiendo la pendiente de la barranca, se obtuvo una superficie total de 450 m<sup>2</sup>. Para el sitio borde los transectos alcanzaron 30 m de largo x 3 m de ancho. (Figura 3). En cada uno de transectos se trazaron cuadros de 2 x 3 metros (6 m<sup>2</sup>), en el sitio cerrado se obtuvo un total de 75 cuadros y en el sitio borde trazaron 45 cuadros. Dentro de éstos, se enumeraron y etiquetaron las plántulas de encino que se encontraron dentro del área de estudio. Se realizaron mediciones de altura (la distancia en centímetros desde la base del tallo hasta el ápice) y del área basal del tallo. Se consideró como plántula, aquellos individuos  $\leq 50$  cm de altura, incluyendo tanto a las plantas provenientes de semillas que se les observó un tallo, como a plantas de mayor edad que no habían rebasado esta altura. (Peña, 2000). La supervivencia y crecimiento se registraron mensual y trimestralmente, durante todo un año, desde el mes de septiembre del 2008 hasta septiembre del 2009. Las plántulas nuevas que se establecieron durante cada registro, se marcaron y se le dio seguimiento a su supervivencia. Las plántulas fueron consideradas muertas cuando no se les encontró en el área o cuando se observó el tallo seco y éste permaneció así

durante 3 meses, ya que los encinos por ejemplo, tienen la capacidad de rebrotar (Zavala, 1998).

Se clasificó las posibles causas de muerte de las plántulas (Mascarúa, 2000; Zavala, 1998), de manera general en:

- a) Desección- Cuando el follaje y tallo se encontró sin turgencia
- b) Herbivoría- Aquellas que los tallos se encontraron sin hojas o se encontraron las hojas completamente mordidas o trozadas.
- c) Desenterramiento- Cuando el tallo etiquetado aparentemente se encontró intacto en el sitio, pero fue desenterrado.
- d) Desaparición- Aquellas plántulas desaparecidas, que no se encontraron evidencias de su muerte.

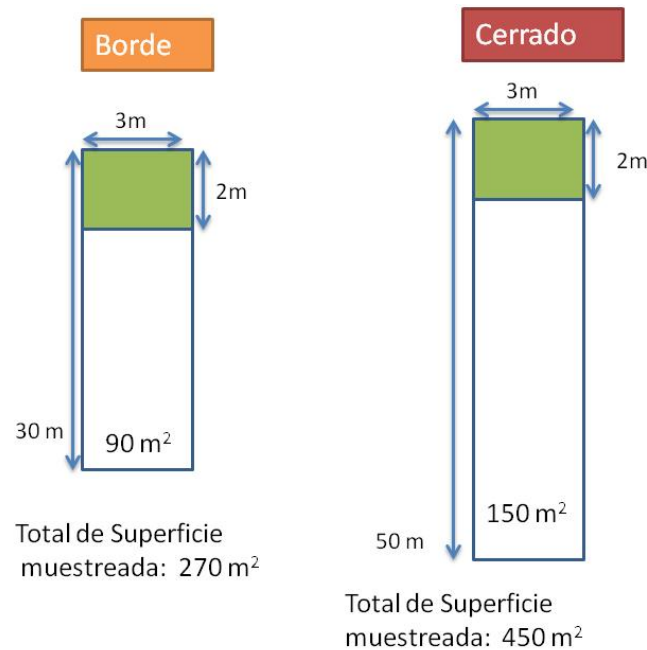


Figura 3. Esquema de las unidades de muestreo para plántulas en los dos sitios.



### 4.3 Trabajo de Gabinete

Para la identificación de las plantas arbustivas y arbóreas se consultó bibliografía sobre listados florísticos de la zona Sur Poniente de la Ciudad de México (Rivera y Espinoza, 2007), flora del Pedregal de San Ángel (Rojo y colaboradores, 2003) y utilizando claves de identificación (Rzedowski, 2001). Las especies de la familia Fagaceae fueron determinados por la Dra. Silvia Romero y la Dra. Susana Valencia. Las plántulas de la familia Fagaceae fueron identificadas por la Dra. Susana Valencia.

En la vegetación arbustiva y arbórea se calculó el índice de importancia relativa (Mostacedo, 2000; Müller-Dombois, 1974), para lo cual se realizaron los siguientes cálculos:

*Índice de importancia relativa* = (Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa) / 3

$$Densidad = \frac{\text{Número de individuos de especie } X}{\text{Área muestreada}}$$

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ la\ de\ especie\ X}{\sum\ de\ densidades\ de\ las\ especies} \times 100$$

$$Frecuencia = \frac{\text{Número de muestras donde aparece la especie } X}{\text{Total de unidades muestreadas}} \times 100$$

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ X}{\sum\ de\ las\ frecuencias\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

$$Dominancia = \frac{\text{Área basal de la especie } X}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Área basal de la especie } X}{\sum \text{área basal de todas las especies}} \times 100$$

Por otro lado, se determinaron las propiedades químicas de las muestras de suelo por el porcentaje de pH y Materia Orgánica, contenido de Fósforo total (pmm) y Nitrógeno total (pmm). Los análisis de suelo fueron realizados en el Laboratorio de Edafología del Instituto de Ecología.

#### 4.4 Análisis de Datos.

- La supervivencia se analizó mediante porcentaje de plántulas vivas.
- Los datos de porcentaje de materia orgánica y supervivencia fueron transformados mediante la ecuación:  $\text{Aro seno}\left(\sqrt{(x/100)}\right)$  para ajustarlos a distribución normal (Gottelli, 2004).
- Los parámetros edáficos y de supervivencia se analizaron mediante un Anova, considerándose como factor la profundidad.
- Se realizó un análisis de varianza Ancova, para conocer si existían diferencias significativas entre los sitios, utilizando las variables de crecimiento (altura y área basal finales)
- Todas las pruebas estadísticas se realizaron mediante el programa de software Statistica Version 8.3. Las gráficas fueron realizadas con herramientas de Microsoft Excel.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Análisis de Suelo.

Al los a 5 cm y 20 cm de profundidad. del suelo, el pH se mantuvo moderadamente ácido (5.9-6.1). Solo los niveles de materia orgánica mostraron diferencias significativas entre profundidades (F 6.7928, g.l. 1,34,  $p < 0.05$ ). El porcentaje de materia orgánica a los 5cm (15%), es significativamente mayor que el porcentaje encontrado a los 20 cm (12%). Los niveles de Nitrógeno total, Fósforo total y pH no presentaron diferencias significativas entre las dos profundidades (Fig. 5).

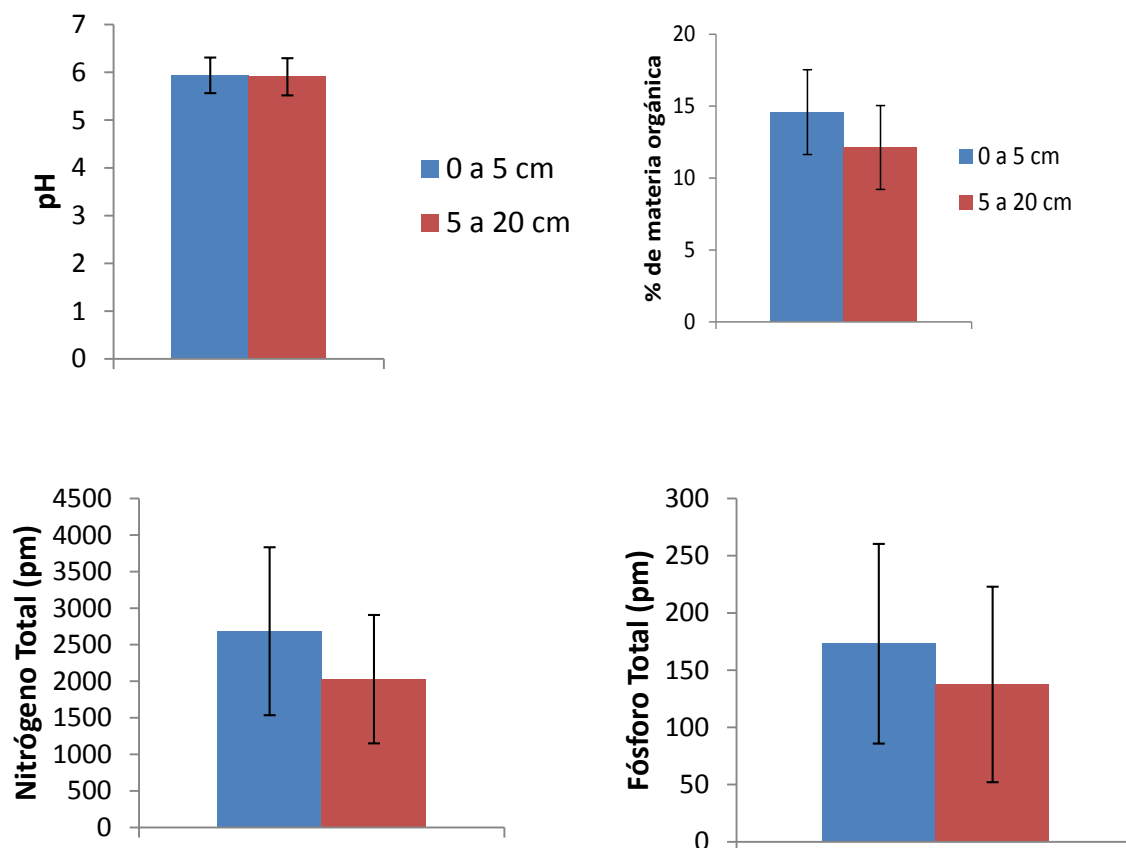


Figura 5. Propiedades del suelo en dos profundidades. ( $X \pm 1 d.e$ )

## 5.2 Caracterización de la Vegetación

En la superficie muestreada se registró en total 13 familias, 19 géneros y 23 especies. La familia Rosaceae es la única que está representada en el estrato arbustivo con dos especies y en el arbóreo con una (ANEXO 1). En el estrato arbustivo se encontró el mayor número de géneros y especies (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición florística de árboles y arbustos en los dos sitios de la Barranca Tarango, Delegación Álvaro Obregón.

	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Arbustivo	8	11	13
Arbóreo	6	6	10

En el estrato arbóreo, *Quercus castanea* fue la especie con el mayor porcentaje de importancia relativa, (44% sitio cerrado, % 39 sitio de borde). *Quercus desertícola* y *Quercus obtusata* obtuvieron un porcentaje alto en el sitio de borde y sitio cerrado respectivamente. Se observaron especies de menor DAP como *Fraxinus udhei*, *Abutus xalapensis*, *Garrya laurifolia* y *Prunus seriotina ssp capuli* (Figura 4).

En el estrato arbustivo, *Verbesina virgata* es la especie de mayor importancia relativa (I.R) para el sitio de borde (46%), mientras que en el sitio cerrado *Archibaccharis hirtella* es la especie con el mayor I.R. (23%), esta especie no se observó en el sitio cerrado (Figura 3).

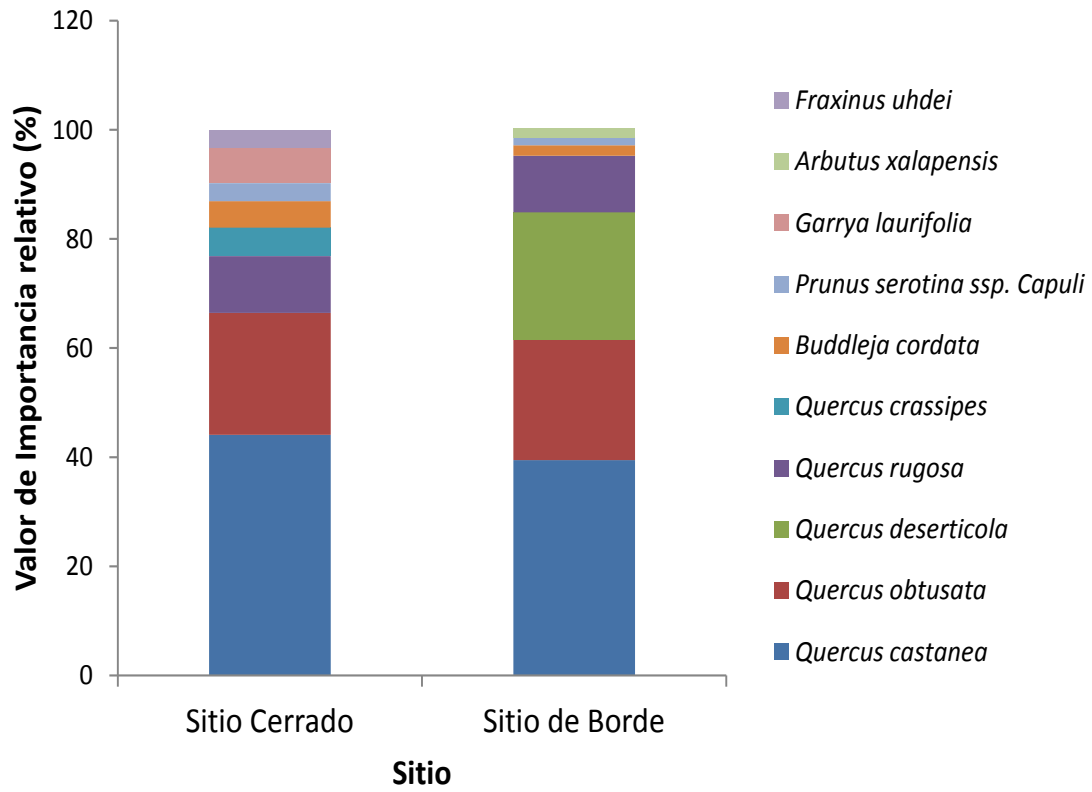


Figura 4. Valores de importancia relativa de las especies del estrato arbóreo en los dos sitios de la Barranca de Tarango, Delegación Álvaro Obregón.

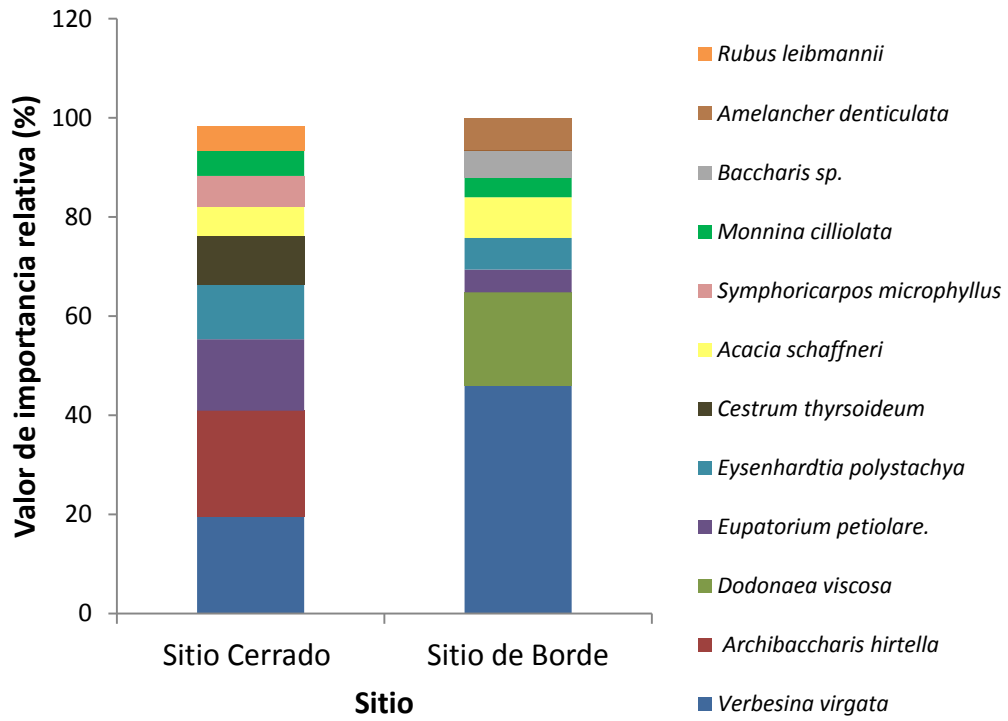


Figura 3. Valores de importancia relativa de las especies del estrato arbustivo en los dos sitios de la Barranca de Tarango, Delegación Álvaro Obregón.

### 5.3 Supervivencia de plántulas.

Del total de las plántulas registradas (N=128), el 66% se encontró en el sitio borde, mientras que el 34% se encontraron en el sitio cerrado. Las plántulas que se registraron en los dos sitios pertenecen a las especies: *Quercus castanea*, *Q. obtusata* y *Q. crassipes*.

La supervivencia en el sitio cerrado se observó en cuatro cohortes. Después de un año de evaluación la supervivencia total de las plántulas se mostró baja, más del 50% de las plántulas murieron. En la primera cohorte (septiembre, 2008) se obtuvieron 23 plántulas de las cuales sobrevivió el 45% (N=11). En las siguientes cohortes, pertenecientes a los meses de noviembre y diciembre de 2008 y enero de 2009, se presentó una alta mortalidad, por lo que al final del muestreo sobrevivieron entre 30% y 20% de las plántulas. En general, la mortalidad aumentó entre febrero y junio.

Para el caso del sitio borde se registraron tres cohortes (Fig. 6B). En la primera se encontraron 74 plántulas, de las cuales 80% (N=60) se mantuvieron vivas en un año. En la segunda y tercera cohortes registradas (octubre y diciembre de 2008) se obtuvo una mortalidad del 70% al final del año. Entre los meses de junio y julio de 2009 el porcentaje de plántulas vivas disminuyó. Al evaluar la supervivencia de los dos sitios después de un año de observación para los individuos observados al inicio del muestreo (Cuadro 2), no se encontró un efecto significativo del sitio sobre la supervivencia ( $F_{(1,3)}=0.066$ ,  $p= 0.475$ ).

#### *Supervivencia por especie*

La supervivencia de las 3 especies encontradas en los dos sitios, se presentan las plántulas de la primera cohorte donde se encontró el mayor número de plántulas. Se puede observar que en los ambos sitios ningún individuo de la especie *Q. crassipes* murió. El 40% de los individuos de *Q. castanea* sobrevivió en el sitio cerrado (Fig. 7A), mientras que en el sitio de borde sobrevivió el 80% (Fig. 7B). Los individuos de *Q.*

*obtusata* del sitio cerrado murieron 7 meses después de haber sido registrados, pero los del sitio de borde sobrevivieron más del 80%.

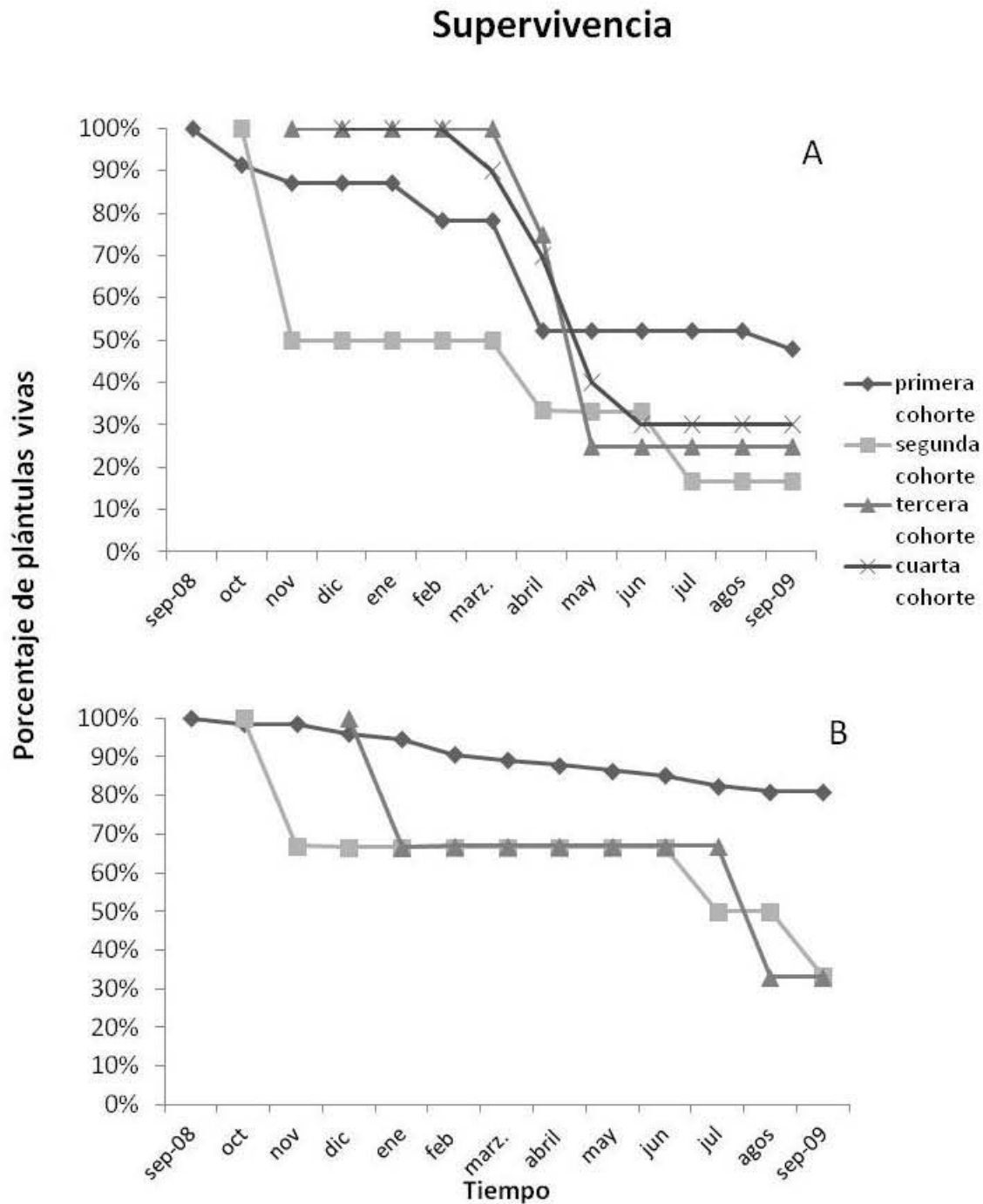


Figura 6 --. Supervivencia de diferentes cohortes de plántulas durante un año de observación. A) Sitio Cerrado B) Sitio de Borde.



## Supervivencia

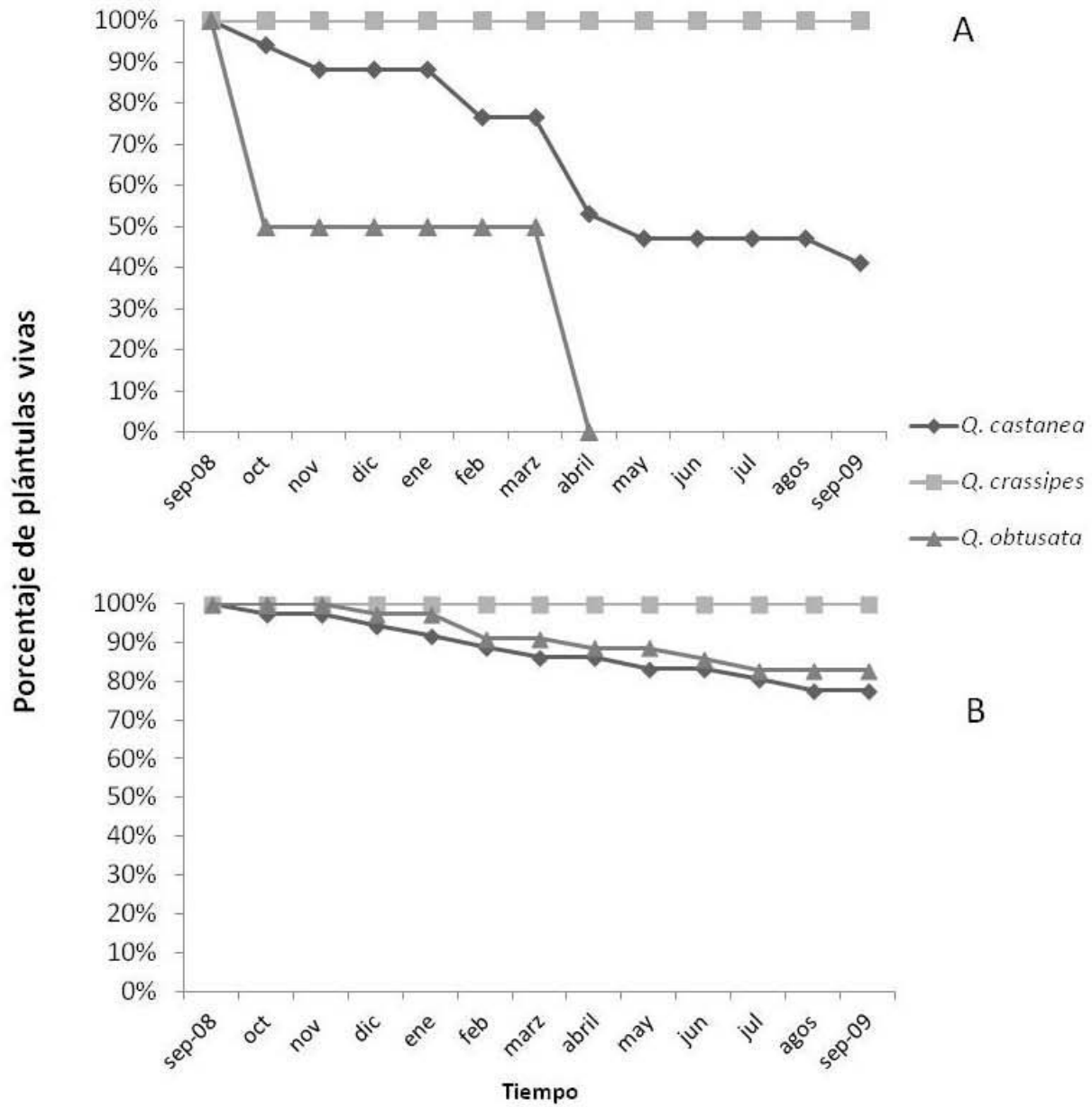


Figura 7. Supervivencia de las especies observadas durante un año de muestreo  
 A) Sitio Cerrado B) Sitio de Borde

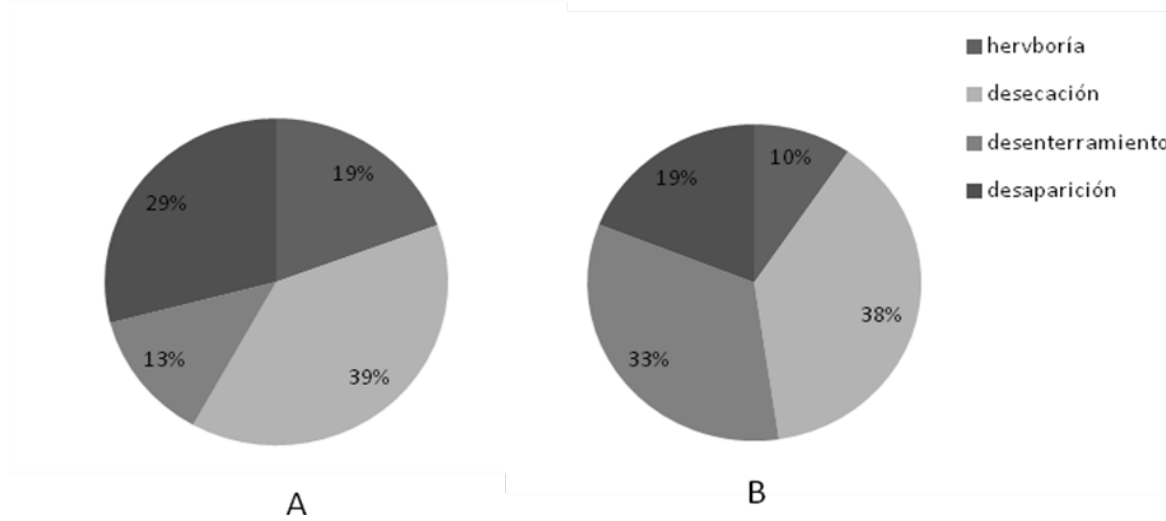
Cuadro 2. Resultados de la prueba de Anova para evaluar el efecto del sitio sobre la supervivencia de las plántulas.

	S.S.	g.l.	MS	F	P
<b>Sitios</b>	0.5148	1	0.5148	0.6607	0.475
<b>Error</b>	2.378	3	0.779		

#### 5. 4 Causas de Mortalidad

La desecación fue la principal causa de mortalidad registrada durante todo el año en ambos sitios, 39% en el sitio cerrado y 38% en el borde (Figura 8). En el sitio cerrado el 29% de las plántulas desaparecieron, es decir, fueron aquellas plántulas a las que no se les encontró evidencia ni del tallo ni la etiqueta; en el caso del sitio de borde desapareció el 19% de las plántulas, 10% menos que en el sitio cerrado. El 13% de las plántulas del sitio cerrado fueron desenterradas, en estos casos se encontró el tallo muerto y fuera de su sitio de origen; en el sitio de borde el 33% de las plántulas se encontraron desenterradas, siendo en este sitio, la segunda causa de muerte. La mortalidad por herbivoría, fue del 19% y 10% para el sitio cerrado y de borde respectivamente.

#### Causas de Muerte



## 6.6 Crecimiento de plántulas

El crecimiento se analizó sólo para las plántulas que se registraron al principio del muestreo y que se mantuvieron vivas hasta el final del estudio. Al igual que la supervivencia, se presenta los resultados para las todas las plántulas de *Quercus* ssp. encontradas en cada sitio, y también por especie y sitio.

A continuación se presentan los resultados del muestro para los sitios, al inicio del muestro (septiembre de 2008) en el sitio cerrado la altura promedio de los individuos fue de  $18.084 \pm 9.14$  cm y en el sitio de borde la altura promedio fue de  $35.50 \pm 10.8$  cm. Después de un año (septiembre de 2009) la altura promedio en el sitio cerrado fue de  $46.52 \pm 17.46$  y en el sitio de borde de  $21.62 \pm 13.2$  cm. El área basal de las plántulas del sitio cerrado fue de  $0.17 \pm 0.27$  cm<sup>2</sup> al inicio y de  $0.27 \pm 0.21$  cm<sup>2</sup> al final del estudio; las del sitio de borde tuvieron promedios de  $0.25 \pm 0.34$  al inicio y  $0.34 \pm 0.27$  cm<sup>2</sup> al final del estudio, siendo mayores las mediciones en el sitio de borde (Figura 9).

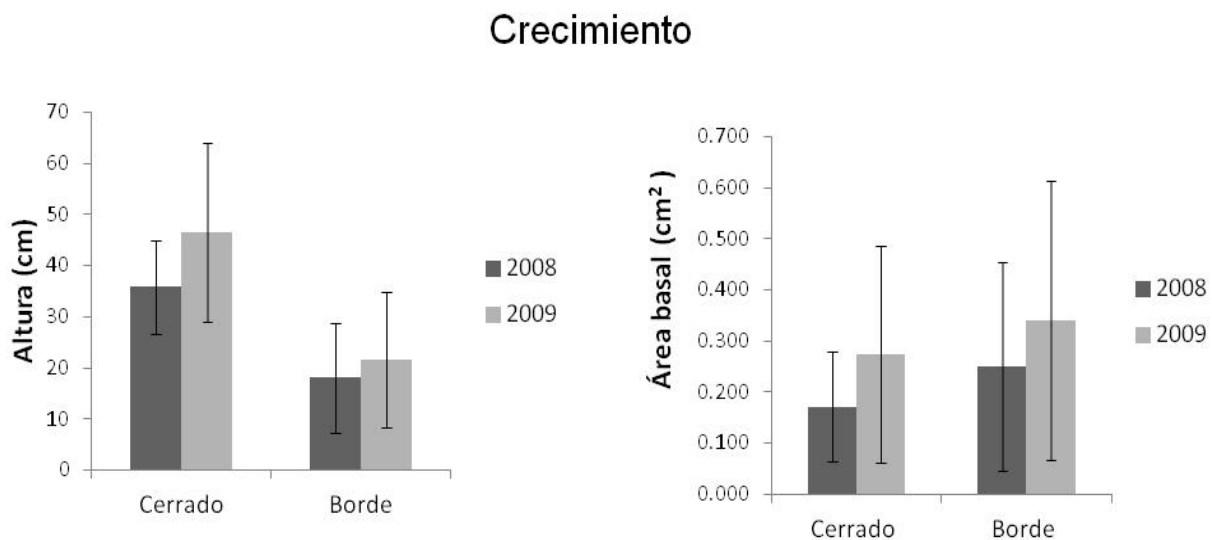


Figura 9. Altura y área basal promedio de los todos los individuos, al principio y al final del muestreo, en los dos sitios(  $\bar{x} \pm 1$  d.v.)

En el resultado de la prueba de Ancova se encontró un efecto significativo tanto de la altura ( $F= 25.51$ ,  $p < 0.05$ ) como del área basal ( $F= 49.39$ ,  $p < 0.05$ ) iniciales, sobre la talla final de las plántulas. Sin embargo, el sitio no tuvo un efecto sobre la altura y área basal finales.

Cuadro3. Prueba de Ancova para evaluar el efecto del sitio y la altura inicial sobre la altura final de las plántulas sobrevivientes después de un año de observación.

	<b>S.S.</b>	<b>g.l.</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Altura inicial</b>	12189.99	1	12189.99	257.51	<b>0.000</b>
<b>Sitio</b>	134.65	1	134.65	2.84	0.096
<b>Error</b>	3218.96	68	47.34		

Cuadro 4. Prueba de Ancova para evaluar el efecto del sitio y del área basal inicial sobre el área basal final de las plántulas sobrevivientes después de un año de observación.

	<b>S.S.</b>	<b>g.l.</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Área basal inicial</b>	2.73	1	2.73	49.39	<b>0.000</b>
<b>Sitio</b>	0.08	1	0.08	1.438	0.234
<b>Error</b>	3.76	68	0.05		

### Crecimiento de las especies

El crecimiento como se mencionó antes fue evaluado por especie, en la figura 10 se presentan las alturas y área basales promedio de cada una de las especies, en los dos sitios, al inicio y final del estudio. Al inicio del muestreo, en el sitio cerrado *Q. crassipes* fue la especie con mayor altura ( $38.15 \pm 7.98$  cm, N=4) y un área basal de  $0.2 \pm 0.16$ ; en comparación con *Q. castanea* que presentó una altura promedio inicial de  $34.44 \pm 10.8$  cm y un área basal de  $0.154 \pm 0.08$  cm<sup>2</sup> (N=7). Como ya se mencionó los individuos de *Q. obtusata* no sobrevivieron. En el sitio borde las especie *Q. obtusata* (N=29), *Q. castanea* (N=28) y *Q. crassipes* (N=3) registraron alturas iniciales menores a las del sitio cerrado. Al cabo de un año se presentó un incremento en las alturas y área basales.

### Crecimiento

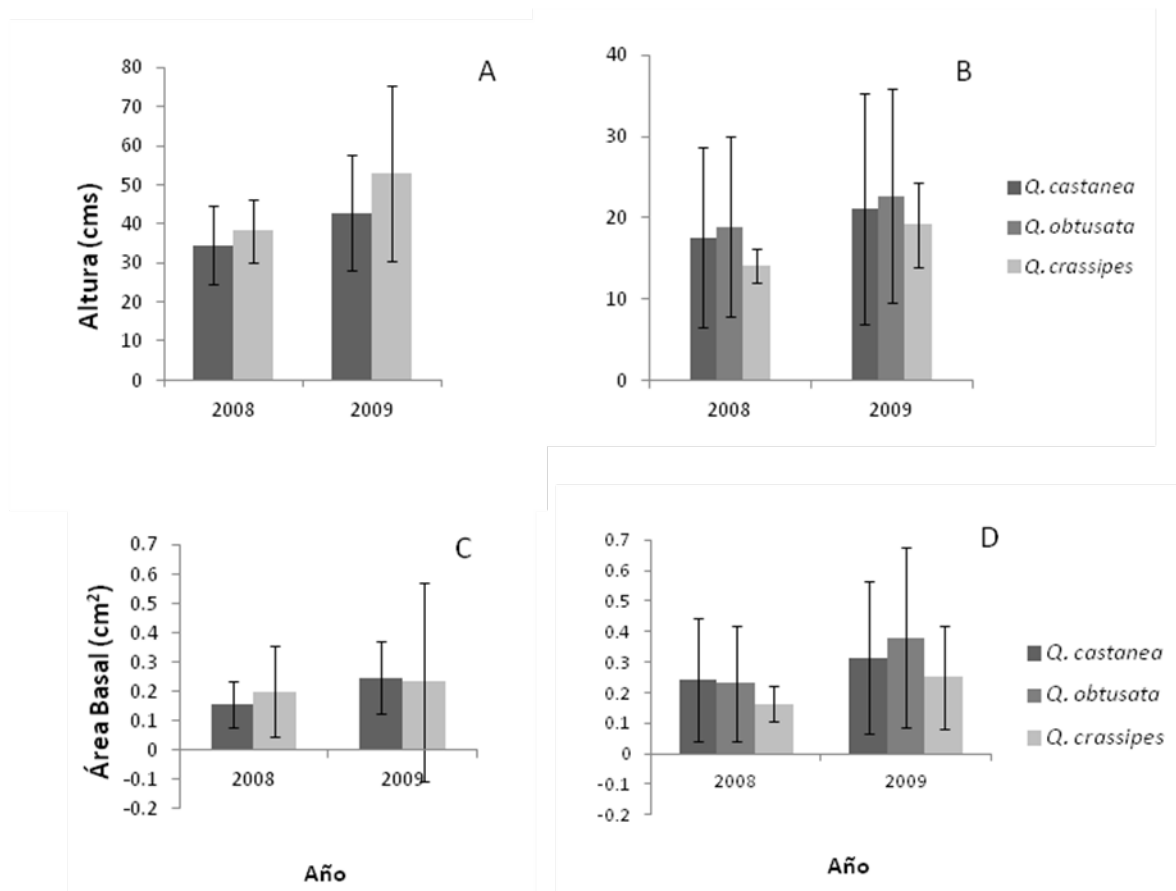


Figura 10. Altura y Área basal promedio de los individuos de las especies, al principio y al final del estudio. ( $\bar{x} \pm 1$  d.v.). A y C) Sitio Cerrado B y D) Sitio de Borde.

## 6. DISCUSIÓN

### *Caracterización del suelo*

Se analizó el suelo con parámetros muy generales, se evaluó la ladera en que se encontraban nuestros sitios a diferentes profundidades. En el caso pH del suelo resultó ser moderadamente ácido (5.9-6.1), donde normalmente crecen los encinos (Rzedowski, 1987). Solo en la materia orgánica se encontraron diferencias significativas entre las dos profundidades, encontrándose un porcentaje mayor de materia orgánica en los primeros 5 cm de profundidad (15%) comparado con lo encontrado a los 20 cm de profundidad (12%). En general, dentro de la ladera donde se encontraban los sitios, el porcentaje de materia orgánica se mantuvo entre los 10-15%, lo que se considera alto (Siebe, 2006; Fassbender, 1987). Los valores de Nitrógeno y Fósforo se mantuvieron similares para las dos profundidades; generalmente, el aumento o disminución del pH repercute en los niveles de estos nutrientes (Kimmins, 2004), como no se presentaron cambios de pH en las dos profundidades del suelo, se predice que no hubo cambios en los valores de Nitrógeno y Fósforo. Corona (2011) al realizar una evaluación edafológica que los suelos de la barranca de Tarango se caracterizaban por ser profundos y presentan una gran porosidad lo que confiere a un buen drenaje, el suelo no fue un factor limitante para la supervivencia de las plántulas de encino reintroducidas. Del mismo modo, los parámetros evaluados en los sitios no fueron un factor determinante para el establecimiento de las plántulas.

### *Caracterización de vegetación*

En el estrato arbóreo dominan especies del género *Quercus*, de éstas *Q. castanea* obtuvo el valor más alto de importancia coincidiendo con otros estudios realizados en la Barranca de Tarango. (Guerra, en preparación.) En los sitios se encuentran otras especies del mismo género como *Q. desertícola*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa* y muy pocos individuos de *Q. crassipes*, especies reportadas dentro de la zona (Ventura, en preparación; Guerra, *op. cit.*) La mayoría de estos árboles presentan alturas entre los 5 a 8 metros (Anexo 2). Aunque el estrato arbóreo está dominado por especies de *Quercus*, los bosques de encino se encuentran asociados con otras especies arbóreas (Rivera, 2007). En la Barranca de Tarango en encuentran árboles como: *Prunus serotina* var *capulí*, *Garrya laurifolia*, *Arbutus xalapensis*, *Fraxinus udehi* y *Buddleja cordata* (Ventura, *op. cit.*). Estas especies presentan alturas entre los 2 a 3 metros.

Los resultados de valor de importancia muestran que en el estrato arbustivo *Archibaccharis hirtella* fue la especie con el mayor valor en el sitio cerrado, esta especie es una planta trepadora que habita preferentemente en cañadas de encinar húmedo (Rzedowski, *et. al.* 2001). En el sitio de borde, *Verbesina virgata* y *Dononea viscosa* obtuvieron los valores de importancia más altos, la presencia de estas plantas es favorecida por algún tipo de perturbación (Cabrera, 1998; Rzedowski *op.cit.*). Como se mencionó anteriormente, el sitio de borde representa una barrera entre el bosque y el matorral, éste puede ser más susceptible a varios tipos de disturbio como los provocados por el ramoneo de mamíferos, como se observó; o por disturbios naturales como son los incendios que se producen dentro de la Barranca de Tarango durante la temporada de sequía (Corona, 2011). En el caso de perturbación provocada por fuego, las plantas como *Verbesina Virgata* pueden recuperarse rápidamente (Martínez, 2001).

### *Supervivencia y Causas de muerte en plántulas*

La regeneración natural de los encinos, específicamente el reclutamiento de plántulas se encuentra limitada por ciertos factores bióticos como el estrés a la sombra, la depredación de animales herbívoros (invertebrados y mamíferos ramoneadores) y la competencia de especies herbáceas anuales y arbustivas. (Pulido, 2002; Figueroa, 2000; Zavala, 2001; Callaway, 1992).

En el sitio cerrado, a pesar del poco reclutamiento de individuos la supervivencia fue favorable, cerca del 45% sobrevivió. Normalmente el reclutamiento de plántulas de encino bajo su propio dosel es limitado debido a la competencia que pueda existir con otras especies arbustivas o herbáceas que son más tolerantes a la sombra (Martinez, 2000; Figueroa, *op. cit.*). En el sitio de borde, donde se observó el mayor número de individuos, éstos presentaron una mortalidad baja, por lo que se esperaría que las condiciones en este sitio fueran más favorables para las plantas por estar más expuestas a la luz solar. No obstante, este factor puede tener una repercusión en la supervivencia, debido a que las plantas pueden ser vulnerables a la desecación (Crow, 1992). En este sitio también se obtuvo el porcentaje más alto de supervivencia; sin embargo, los análisis estadísticos muestran que el tipo de sitio (borde o cerrado) no tuvo efecto sobre la supervivencia de las plántulas. Resultados similares a éstos fueron reportados por Álvarez (2004) quien encontró que plántulas de distintos géneros entre ellos *Quercus*, dentro y fuera de un bosque, presentaron una supervivencia buena en ambos sitios.

Por otro lado, las siguientes cohortes que se registraron en los meses subsecuentes, representaron aquellas bellotas que germinaron en este periodo, y en los cuales se les observó un tallo. La supervivencia de estos individuos fue baja para los dos sitios. En el sitio cerrado se obtuvo el mayor número de individuos, sin embargo, algunos desaparecieron y muy pocos murieron a causa de la presencia de hongos provocando la pudrición de la bellota y raíces. Por lo que en sitios cerrados es más difícil mantener plántulas que recientemente emergieron, debido a que éstas necesitan de sitios seguros para su supervivencia (Bonfil, 2006).



*Q. castanea* fue la especie con mayor número de individuos en el sitio cerrado y es la de mayor densidad en el estrato arbóreo, asimismo el porcentaje de ésta en los dos sitios es alta (80%). *Q. obtusata* fue la segunda especie con mayor número de plántulas en el sitio de borde; y en el cerrado el número fue menor; el mismo patrón se observa con la supervivencia. Por su parte, el número de individuos de *Q. crassipes* al principio del muestreo fue baja aunque al año de observación todos sobrevivieron.

Las causas de muerte en la mayoría de las plántulas de los dos sitios fue la desecación total de las hojas y el tallo, esto se debió al estrés hídrico que presentan las plantas, sobre todo en los meses de estío que van de febrero a mayo (Ramirez, 2003; Zavala, 1998), época en que la mayoría de las plántulas perdió sus hojas. En el sitio de borde la segunda causa de muerte fue el desenterramiento de las plántulas, esto se debió a la presencia de mamíferos como perros, vacas y humanos quienes visitaban el lugar y pisoteaban las plántulas. Quintana-Ascencio (1992) reporta que la regeneración de *Q. crispipilis* se da mejor en áreas abiertas y moderadamente perturbadas por pisoteo y ramoneo de mamíferos, en nuestros sitios se demostró que este factor afectó a la supervivencia. Otra causa de muerte de las plántulas es la presencia de herbívoros (Pérez, 2006; Crow, 1992; Zavala, *op. cit.*). Los resultados muestran que la defoliación provocada por herbívoros aparentemente por larvas de insectos, fue mayor en el interior del bosque que en el borde de éste, está documentado que las plántulas de encino son más susceptibles a estos daños en zonas que presentan dosel cerrado (Humphrey, 1997). En el sitio cerrado se registraron muchas plántulas como desaparecidas, posiblemente porque la mayoría se encontraba en un transecto que sufrió una remoción en el suelo provocando la posible desaparición de las plántulas.

### *Crecimiento de las plántulas*

La altura y área basal aumentaron durante el año de observación. El crecimiento de los encinos comparado con otras especies es bajo, esto se podría atribuir a que los encinos tienen estrategias de crecimiento para su conservación ante eventos desfavorables para su supervivencia (Asbjornsen, 2004). Por ejemplo, al encontrarse las plantas expuestas a completa luz solar, la reducción en el crecimiento del tallo favorece la asignación de biomasa a las raíces de manera que pueda competir con otras plantas, además de incrementar la absorción de agua y de nutrientes contenidos en el suelo (López, 2006).

El tipo de sitio o ambiente no tuvo un efecto significativo sobre la altura y área basal, por lo que los dos sitios (borde y cerrado) tienen un crecimiento similar. En diversos trabajos donde se compara el establecimiento de plántulas introducidas en diferentes ambientes se reporta un mayor crecimiento de éstas con mayor exposición a luminosidad en comparación con plantas en zonas sombreadas (Rubio, 2009; Álvarez, 2004; Quintana, 1992; López, *op. cit.*). En el barranca de Tarango, Hernández (2011) encontró un mayor crecimiento del área basal en plantas de un año de edad, las cuales se plantaron en un sitio no perturbado. Este sitio se caracterizó por una cubierta vegetal proporcionada por árboles que brindaron sombra. De manera similar, en los sitios cerrados, aunque no se tenga una cantidad alta de plántulas, las pocas que se tienen se mantienen vivas, ya que la mayoría de los encinos son tolerantes a la sombra y pueden permanecer bajo el dosel por un tiempo largo (Johnson, 2002). Su crecimiento es estacional dependiendo de las condiciones ambientales.

En el sitio de borde el alto reclutamiento y supervivencia de las plántulas, puede favorecer la regeneración por medio de un banco de plántulas; cuando las condiciones ambientales sean desfavorables se asegura el mantenimiento de las especies. (Pérez, 2006; Zavala, 2001) Cabe mencionar que este tipo de regeneración se encuentra ligado a la biología de los árboles que producen las plántulas; por ejemplo algunos encinos como *Quercus sartori* y *Quercus germana*, al producir bellotas de manera irregular, o al menos no cada año, se llega a observar un banco persistente de plántulas. Los estadíos de plántulas, de estas especies son de mayor densidad en comparación con los juveniles y adultos (Sosa 1987).

Finalmente existe la posibilidad de que algunos arbustos también intervengan en el establecimiento de plántulas de encino, como se observó en campo con algunos individuos que se encontraban cerca de arbustos como *Baccharis sp.* (Asteraceae) y *Eysenhardtia polystachya* (Fabaceae), y algunas herbáceas como gramíneas. Estos arbustos o herbáceas pueden ayudar a la supervivencia y crecimiento de especies arbóreas, proporcionándoles sombra a las plántulas, como se ha documentado con otras especies (Bonfil, 2006; Cabrera, 1994; Callaway, 1992; Ramírez, 1996). Asimismo, es importante destacar que *Eysenhardtia polystachya* es una planta leguminosa que tiene relación con bacterias nitrificantes, las cuales fijan nitrógeno al suelo, mejorando las condiciones de éste y por otro lado se favorece la absorción de este nutriente en las plantas (Kimminis, 2004).

## Conclusiones

En este trabajo se evaluó la regeneración natural de encinos en la etapa de plántulas, siendo ésta favorable para un sitio al interior del bosque y en el borde del mismo.

Las variables evaluadas en las plántulas mostraron que la supervivencia es alta, más del 50% de éstas sobrevivieron, mientras que el crecimiento presentó un incremento en todas las plántulas sobrevivientes, para los dos sitios. La desecación que sufrieron la mayoría de las plantas a causa del estrés hídrico, es un factor limitante para la supervivencia y el reclutamiento de las plántulas de encino en los sitios, a diferencia del suelo el cual no es una limitante para la supervivencia de las mismas.

Comparando los sitios podemos concluir que en los dos ambientes la cubierta arbórea es dominada por especies de encino, específicamente por *Quercus castanea*. Del mismo modo, las plántulas de esta especie representaron 80% del total de las plántulas registradas. Por otro lado, las especies arbustivas dominantes fueron diferentes para cada sitio, siendo *Archibaccharis Hirtella* para el sitio cerrado y *Verbesina virgata* para el borde, respectivamente.

Por último, no hay que olvidar ciertos factores que podrían ser evaluados como la producción, germinación, depredación y dispersión de semillas (Pulido, 2002). Factores que nos ayudaría a comprender por qué observamos más plántulas en un sitio que en otro y cómo es que algunas especies tuvieron más éxito en una zona.

## BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, A. C., Williams, L.G. & Newton C. A. 2004. Experimental native tree seedling establishment for the restoration of a Mexican Cloud Forest. *Restoration Ecology*. 12(3): 412-418.

Asbjornsen, H., Vogt, A.K., & Ashton, S.M. 2004. Synergistic responses of oak, pine and shrub seedlings to edge environments and drought in a fragmented tropical highland oak forest, Oaxaca, Mexico. *Forest Ecology and Management* 192:313-334

Bonfil, C. 1993. La riqueza de los encinos. *Ciencias Revista de Divulgación Científica* . No. 29. págs.13-15.

Bonfil, C. 2006. Regeneration and Population Dynamics of *Quercus rugosa* at the Ajusco Volcano, México. *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forest: Ecological Studies*, Editorial M. Kappelle Vol. 185 154-163 pp.

Cabrera, G.L., Mendoza, H. P.E. y colaboradores. 1998. Evaluación de una Plantación de encinos (*Quercus rugosa* Neé) en el Ajusco Medio, Distrito Federal. *Agrociencia* 32:149-156.

Callaway, R. M. 1992. Effect of shrubs on recruitment of *Quercus douglasii* and *Quercus lobata* in California. *Ecology*. 73(6):2118-2128.

Corona, A.G. 2011. Reintroducción de *Quercus mexicana* Bonpl. y *Quercus rugosa* Neé en la Barranca de Tarango, México, D.F. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (con orientación en Restauración Ecológica). Instituto de Ecología, UNAM, México, D.F.

Crow, R.T. 1992. Population dynamics and growth patterns for a cohort of northern red oak (*Quercus rubra*) seedlings. *Oecologia*. 91:192-200.

Challenger, A., y Soberón, J. 2008. Los ecosistemas terrestres, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, pp. 87-108.

Ezcurra, E y Sarukhán, J. 1990 Costos ecológicos del mantenimiento y del crecimiento de la Ciudad de Mexico En M Shteingart (2000) Aspectos conceptuales y metodológicos en estudios urbano-ambientales. *Estudios Demográficos Urbanos* 44: 233-252.

Fassbender-Hans, W. y Bornemisza, E. 1987. *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. Segunda Edición. Editorial Rev. y Aum. San José, Costa Rica. 420 pp.

Figueroa, B.L. y Olvera, V.M.. 2000. Dinámica de la Composición de especies en Bosques de *Quercus Crassipes* H. et B. en Cerro Grande, Sierra de Manantlán México. *Agrociencia*. 34(1): 91-97.

GODF (Gaceta Oficial del Distrito Federal) 2009 Decreto por el que se declara como área de valor ambiental del Distrito Federal, con la categoría de "Barranca", a la Barranca Tarango. No. 634. Fecha: 22 de julio de 2009. Distrito Federal, México. Págs. 4-33.

Guerra, F. (en preparación). Caracterización ecológica de la Barranca de Tarango, México, D. F: propuesta para su restauración ecológica. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (con orientación en Restauración Ecológica). Instituto de Ecología, UNAM.

Harper, J,L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press. Londres, Inglaterra.

Hernández, G.C.I. 2011. Restauración Ecológica de la Barranca Tarango, D.F, mediante la reintroducción de la especie nativa *Quercus rugosa* Neé. Tesis de

Maestría en Ciencias Biológicas (con orientación en Restauración Ecológica). Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Humphrey J.W. & Swaine M.D. 1997. Factors affecting the natural regeneration of *Quercus* in Scottish oakwoods. II. Insect defoliation of trees and seedlings. *Journal of Applied Ecology* 34:585-593

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) . 2007. Carta Edafológica, Ciudad de México. Escala 1:50,000.

INEGI b. 2007. Sistema de Consulta de Cuadernos Estadísticos Delegacionales, Distrito Federal. Edición 2007 En:  
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem07/estatal/df/ced/index.htm>.

Johnson, P.S., Shifley, R. S. & Rogers, R. 2002. *The ecology and silviculture of oaks*. CABI Publishing. New York, Estados Unidos. 505 pp.

Kimminis, J.P. 2004. *A foundation for Forest Ecology*. Macmillan. Tercera Edición. Estados Unidos. 531pp.

López, B.F., Manson, H.R., González E.M. & Newton C.A. 2006. Effects of the type of montane forest edge on oak seedling establishment along forest-edge-exterior gradients. *Forest Ecology and Management*. 225: 234-244.

Martinez, E.J., Camarero, J.J., & Gil, P.E. 2006. Competitive effects of herbs on *Quercus faginea* seedlings inferred from vulnerability curves and spatial-pattern analyses in a Mediterranean stand (Iberian System, northeast Spain). *Ecoscience*. 13(3): 378-387.

Martínez, R.M. y García, X.O. 2008. Demografía de plantas y regeneración de selvas en campos degradados. En: Sánchez, V.R., Galindo, G.J. & F. Díaz. (eds) *Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña de México*. Mundi Prensa. México. 393 pp.

Martínez, M.A.E. 2001. Regeneración natural después de un disturbio por fuego en dos microambientes contrastantes de la Reserva Ecológica "El Pedregal de San Ángel". Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.

Mascarúa, L.E.L. 2000. Reintroducción en plántulas de dos especies arbóreas en sitios degradados del Bosque Mesófilo en el norte de Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. Facultad de Ciencias. México D.F.

Mendoza O., A. 2010. *Recuperación de la vegetación de la Barranca Tarango*. Oikos. Publicación del Instituto de Ecología, UNAM. No.3 Diciembre-Febrero. México, D.F. págs. 6-8

Mostacedo, B. y Fredericksen, S.T. 2000. *Manual de métodos básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Editorial El País. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 92pp.

Müeller, D.D. & Ellenberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons Inc. New York. 547pp.

Peña, R.V.M. 2000. Efecto del fuego en la estructura poblacional y la regeneración de dos especies de encinos (*Quercus liebmanii* Oerst. y *Quercus magnilifolia* Neé) en la region de la Montaña (Guerrero), México. Tesis de Licenciatura (Biólogo), Facultad de Ciencias, UNAM. 84p.

Pérez, R.I.M. 2006. Factores que condicionan la regeneración natural de especies leñosas en un bosque mediterráneo del Sur de la Península Ibérica. Tesis de Doctorado. Universidad de Sevilla. España.



Pulido, F. J. 2002. Biología reproductiva y conservación: el caso de la regeneración de bosques templados y subtropicales de robles (*Quercus* spp.). *Revista Chilena de Historia Natural*. 75:5-15.

Quintana, A.P.F., González, M. E.M. and Ramírez, R.N..1992. Acorn removal, seedling survivorship, and seedling growth of *Quercus crispilis* in sucesional forests of the highlands of Chiapas, México. *Bull. Torrey Bot. Club* 119:6-18.

Ramírez, M.N. 2003. Survival and growth of tree seedling in anthropogenically disturbed Mexican rain forests. *Journal of Vegetation Science* 14:881-890.

Ramírez, M.N., González, E.M. y García, M.E. 1996. Establecimiento de *Pinus* spp. y *Quercus* spp. en Matorrales y Pastizales de los Altos de Chiapas, México. *Agrociencia*. 30(2): 249-257.

Rivera, H.J.E. y Espinoza, Á. 2007. Flora y Vegetación del Distrito Federal. En: Luna, I., Morrone J.J & D, Espinoza. (eds). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*.. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. pág. 231-253.

Rojo, A. y Rodríguez, J. 2003. *La flora del Pedregal de San Angel*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. INE-SE. México, D.F. 95 pp.

Rubio, L.E. 2009. Reintroducción experimental de *Quercus candicans* Neé (Fagaceae) en Chapa de Mota, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México, Estado de México.

Rzedowski G.C. y Rzedowski, J. 2001 *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad. 2ª. Edición. Pátzcuaro Michoacán. 1406 pp.

Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México D.F. pp.

Siebe, C., Reinhold, J. y Stahr, K. 2006. *Manual de para la descripción y evaluación ecológica de suelos en campo*. Publicación especial No. 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. D.F., México. 71 pp.

Sosa, V.J. y Puig, H. 1987. Regeneración del estrato arbóreo en el Bosque mesófilo de montaña. En: Puig, H. y Brachi, D. (eds.). *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología, A.C. México, D.F. p.p. 107-131.

Terradas, J. 2001 *Ecología de la Vegetación. De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 703 pp.

Valencia, S.A. 2004. Diversidad del genero Quercus (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. Número 075. pp. 33-53

Ventura, G.N.L. (en preparación). Fenología de una zona conservada de bosque de la Barranca de Tarango, Distrito Federal, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México, Estado de México.

Zavala Ch. F. 2001. *Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos*. Dirección General de Difusión Cultural y Servicio, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 94 pp.

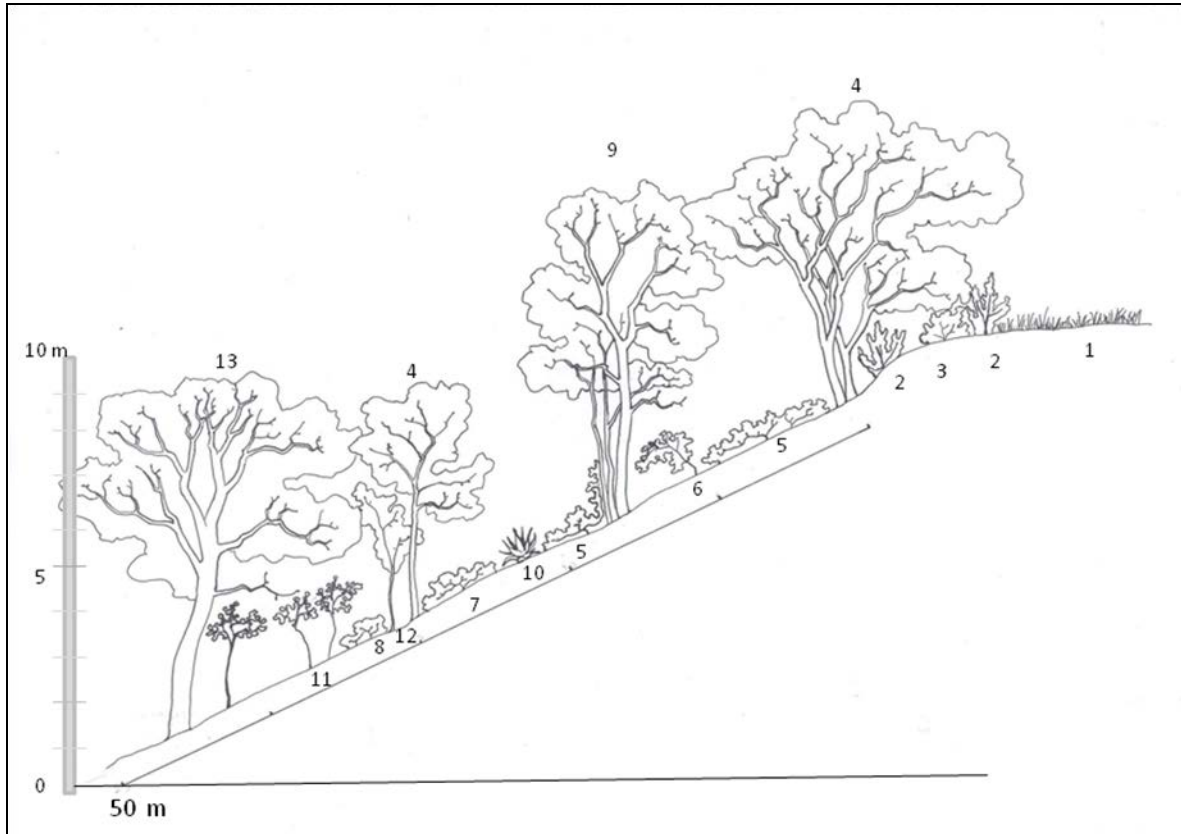
Zavala, Ch. F. 1990. Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo XVI (95): 43-51*.

Zavala, Ch. F. y García, E. 1998. Consideraciones sobre la Dinámica de Plántulas de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 4(1): 207-21

## Anexo 1.. Listado Florístico

Familia	Especie	Descriptor	Forma de vida	Observaciones
ASTERACEAE	<i>Archibaccharis hirtella</i>	(DC.) Heering	Arbusto	Cerrado
ASTERACEAE	<i>Baccharis</i> sp.		Arbusto	Borde
ASTERACEAE	<i>Eupatorium petiolare</i>	Moc	Arbusto	Borde, Cerrado
ASTERACEAE	<i>Verbesina virgata</i>	Cav.	Arbusto	Borde, Cerrado
CAPRIFOLIACEAE	<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	Kunth	Arbusto	Cerrado
ERICACEAE	<i>Arbutus xalapensis</i>	Kunth	Árbol	Borde
FABACEAE	<i>Acacia schaffneri</i>	(S. Watson) F.J. Herm	Arbusto	Borde
FABACEAE	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	(Ort.) Sarg	Arbusto	Borde, Cerrado
FAGACEAE	<i>Quercus castanea</i>	Née	Árbol	Borde, Cerrado
FAGACEAE	<i>Quercus crassipes</i>	Humb. & Bonpl.	Árbol	Cerrado
FAGACEAE	<i>Quercus desertícola</i>	Trel.	Árbol	Borde
FAGACEAE	<i>Quercus obtusata</i>	Humb. & Bonpl.	Árbol	Borde, Cerrado
FAGACEAE	<i>Quercus rugosa</i>	Neé	Árbol	Borde, Cerrado
GARRYACEAE	<i>Garrya laurifolia</i>	Hartw. ex Benth.	Árbol	Cerrado
LOGANIACEAE	<i>Buddleia cordata</i>	H.B.K	Árbol	Borde, Cerrado
SAPINDACEAE	<i>Dodonaea viscosa</i>	Jacq.	Arbusto	Borde
SOLANACEAE	<i>Cestrum thyrsoides</i>	H.B.K	Árbusto	Cerrado
ROSACEAE	<i>Amelanchier denticulata</i>	(Kunth) K. Koch	Arbusto	Borde
ROSACEAE	<i>Rubus leibmanni</i>	Focke	Arbusto	Cerrado
ROSACEAE	<i>Prunus serotina</i> ssp. <i>Capuli</i>	(Cav.) McVaugh	Árbol	Borde, Cerrado
OLEACEAE	<i>Fraxinus uhdei</i>	(Wenz.) Lingelsh.	Árbol	Cerrado
POLEMONIACEAE	<i>Loeselia mexicana</i>	Brand	Arbusto	Cerrado
POLYGALACEAE	<i>Monnina ciliolata</i>	Sessé & Moc. ex DC	Arbusto	Borde, Cerrado

**ANEXO 2 . Perfil semirealista y danserograma de la vegetación del sitio de muestreo.**



Perfil de la Vegetación del Bosque de encino. Especies: 1. *Muhlenbergia virletti* (Fourn) Soderst, 2 *Verbesina virgata* Cav., 3 *Monnina ciliolata* Sessé & Moc. ex DC, 4 *Quercus castanea* Neé, 5 *Archibaccharis hirtella* (DC.) Heering , 6 *Eupatorium petiolarie* Moc., 7. *Symphoricarpos microphyllus* Kunt., 8 *Rubus leibmanni*, 9 *Quercus obtusata* Humb. & Bonpl, 10 *Agave spp*, 11 *Cestrum thyrsoidem* Kunth , 12 *Buddleja cordata* H.B.K, 13 *Quercus rugosa* Neé.