



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE ECOLOGÍA**

**“Reintroducción de *Quercus mexicana*
Bonpl. y *Quercus rugosa* Neé en la Barranca
de Tarango, México, D.F.”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
**MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
BIOLOGÍA AMBIENTAL
(CON ORIENTACIÓN EN RESTAURACIÓN ECOLÓGICA)**

P R E S E N T A

GUMERCINDA CORONA ÁLVAREZ

DIRECTORA DE TESIS: Dra. ANA ELENA MENDOZA OCHOA

COMITÉ TUTOR: Dra. SILKE CRAM HEIDRYCH
Dra. ALICIA CASTILLO ÁLVAREZ

MÉXICO, D. F.

ABRIL, 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 11 de Febrero de 2008, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)** de la alumna **GUMERCINDA CORONA ALVAREZ** con número de cuenta **505017648** con la tesis titulada "**Reintroducción de *Quercus mexicana* Bonpl. y *Quercus rugosa* Neé en la Barranca de Tarango, México, D.F.**", realizada bajo la dirección de la **DRA. ANA ELENA MENDOZA OCHOA:**

Presidente: DRA. SILKE CRAM HEYDRICH
Vocal: DR. EFRAÍN TOVAR SÁNCHEZ
Secretario: DRA. ANA ELENA MENDOZA OCHOA
Suplente: DR. ARTURO FLORES MARTÍNEZ
Suplente: DRA. ALICIA CASTILLO ÁLVAREZ

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 27 de febrero de 2011.

M. del Coro Arizmendi
Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Coordinadora del Programa

c.c.p. Expediente de la interesada.

Agradecimientos

Al posgrado en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental con Orientación en Restauración Ecológica) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la Fundación Packard, por el apoyo económico para la realización del trabajo de campo.

A CONACyT, por su apoyo económico para financiar mis.

A la Dra. Ana Mendoza Ochoa por su apoyo en la realización de la presente investigación y por permitirme aprender cada día más.

A los integrantes del jurado Dra. Silke Cram Heydrich, Dra. Alicia Castillo Álvarez, Dr. Efraín Tovar Sánchez y Dr. Arturo Flores Martínez, por su apoyo y valiosas aportaciones para el desarrollo y culminación de ésta investigación, gracias.

Agradecimientos personales

Dr. Lorenzo Vázquez Selem, por su apoyo en campo para determinar la geomorfología de la zona de estudio.

Al Ing. Alejandro Loera y Héctor Peñaloza por todas las facilidades y apoyo para la realización del trabajo y muestreo en campo.

A todo el personal de apoyo que labora en la planta de composta del predio 5 de Mayo de la delegación Álvaro Obregón, y en especial a Doña Rufi y Don Ene, por su apoyo, ejemplo y cariño durante mi trabajo en la zona de estudio.

A Rocío Esteva por el apoyo logístico durante el trabajo en campo, y por las enseñanzas y aprendizajes que me permitieron desarrollarme profesionalmente, gracias.

A mi familia por estar siempre a mi lado y apoyarme en las labores de muestreo en campo: Araceli Ramos Zavala, Melissa Ramos Corona, José Antonio y Arely Rivera Corona, Miguel Bustos Corona y Sergio González Medina.

A Vicente Ramos, por su apoyo en campo, su amor y gracias por haber sido parte de este proyecto y de mi vida.

A mi madre Yolanda Álvarez Gutiérrez por su cariño y apoyo continuo.

A mis hermanas y hermanos por su amor y acompañamiento en cada momento.

A Blanca González Méndez por su colaboración en la descripción de perfiles de suelo, muestreo en campo, sugerencias de trabajo, por su gran amistad y apoyo incondicional, gracias querida amiga.

A Claudia Hernández García, por su apoyo en el desarrollo del proyecto y muestreo en campo, por estar en mi preparación académica y crecimiento personal, después de 18 años de maravillosa amistad, gracias mi querida y gran compañera.

A Arturo Aguilar por su apoyo infinito en campo y su gran amistad.

A mis grandes compañeros de aventuras y aprendizaje durante la maestría: Sara Bonilla, Juana García y Felix Ayala, gracias por su amistad.

A la memoria de mi gran ejemplo de vida:

Mi querido padre Hilario Corona Hernández
Gracias por enseñarme a levantarme cada vez...

Dedicada a los motores de mi vida,
A los que motivan mi andar,
A los que no me dejan desistir,
A los que creen en mí,
A los amores de mi vida...

Gracias mi querida Melissa y mi pequeño Dalí

Por su infinito amor, por su paciencia, su comprensión, pero sobretodo,
por ayudarme a ser mejor ser humano cada día:
Los amo

ÍNDICE

	Página
1. RESUMEN	11
2. ABSTRACT	12
3. INTRODUCCIÓN	14
4. OBJETIVOS	35
5. HIPÓTESIS	36
6. MATERIAL Y MÉTODOS	37
6.1 Descripción de la zona	37
6.2 Aspectos generales de las especies de estudio	48
6.3 Trabajo experimental	51
6.3.1 Elección y caracterización de los sitios	51
6.3.2 Reintroducción de plántulas	52
6.3.3 Evaluación del crecimiento y la supervivencia	53
6.3.4 Análisis de datos	55
6.3.5 Aspectos sociales	55
7. RESULTADOS	59
7.1 Caracterización de los sitio de estudio	59
7.1. Crecimiento	69
7.2. Supervivencia	78
7.3. Aspectos sociales	80
8. DISCUSIÓN	97
9. CONCLUSIONES	115
10. RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA BARRANCA DE TARANGO.	117
11. BIBLIOGRAFÍA	121
12. ANEXOS	134

Índice de Figuras

	Página
1. Modelo de Bradshaw que muestra el proceso de restauración ecológica de un ecosistema degradado.	27
2. Esquema de propuesta en las intervenciones técnicas y comunicativas en la restauración ecológica.	31
3. Vista panorámica satelital y de desarrollo urbano de la Barranca de Tarango.	38
4. Diagrama de la tenencia de la tierra de la Barranca de Tarango y la ubicación del Predio 5 de Mayo, según el Registro Público de la Propiedad del 2005.	39
5. Imagen topográfica que ubica a los ríos que corren a lo largo de la Barranca Tarango.	40
6. Ejemplar sembrado de <i>Q. mexicana</i> Bonpl. en la Barranca de Tarango.	49
7. Ejemplar sembrado de <i>Q. rugosa</i> Neé en Barranca de Tarango.	50
8. Forma de etiquetado de plantas y señalamiento para medir la altura de la planta.	53
9. Medición de la altura, diámetro basal y cobertura de las plantas reintroducidas en la Barranca de Tarango.	54
10. Geomorfología de la ladera indicado los sitios de trabajo en el Predio 5 de Mayo de la Barranca de Tarango.	60
11. Terraza alta indicando parcelas (1-3).	63
12. Vista del perfil 2 correspondiente a la terraza alta, indicando los horizontes en una profundidad de 1.27 m.	64
13. Terraza baja indicando parcelas (4-6).	65
14. Vista del perfil 1 correspondiente a la terraza baja indicando los horizontes en una profundidad de 1.0 m.	66
15. Promedios mensuales de temperatura (°C) y humedad relativa (%) en la terraza alta y la terraza baja, de julio de 2005 a mayo de 2006 en la Barranca de Tarango.	68
16. Decremento promedio en altura de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> en dos terrazas después de un año de su reintroducción en la Barranca de Tarango.	69
17. Altura total promedio de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> en dos terrazas, un año después (2006) de haber sido plantados en la Barranca de Tarango	70
18. Decremento promedio en cobertura de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> en dos terrazas, después de un año de su reintroducción en la Barranca de Tarango.	71
19. Cobertura total promedio de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> dos terrazas, un año después (2006) de haber sido plantados en la Barranca de Tarango.	72
20. Incremento en área basal de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> sembrados en dos terrazas después de un año de su reintroducción en la Barranca de Tarango.	73
21. Área basal total (cm ²) de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> en dos terrazas un año después (2006) de haber sido plantados en la Barranca de Tarango.	74
22. Área basal de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> al inicio y un año después de su plantación en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	75

	Página
23. Incremento promedio en el número de rebrotes de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> en dos terrazas después de un año de su reintroducción en la Barranca de Tarango.	76
24. Número de rebrotes total por planta de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> en dos terrazas un año después (2006) de haber sido plantados en la Barranca de Tarango.	77
25. Porcentaje de la supervivencia de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> un año después de la plantación de individuos en la terraza alta y baja de la Barranca de Tarango.	78
26. Supervivencia porcentual de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> a lo largo de un año en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	79
27. Características de la población entrevistada.	88

Índice de Cuadros

1. Tipos de vegetación y usos de suelo de la Barranca de Tarango.	41
2. Análisis de varianza de dos factores (terrazza y especie) sobre el incremento en altura de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> , un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	69
3. Análisis de varianza de dos factores (terrazza y especie) sobre el valor total en altura de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> , un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	70
4. Análisis de varianza de dos factores (terrazza y especie) sobre el decremento promedio de la cobertura de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> , un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	71
5. Análisis de varianza de dos factores (terrazza y especie) sobre el valor total en cobertura de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> , un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	72
6. Análisis de varianza de dos factores (terrazza y especie) del incremento en área basal de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> , un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	73
7. Análisis de varianza de dos factores (terrazza y especie) para el valor total en área basal de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> , un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	74
8. Análisis de varianza de dos factores (terrazza y especie) sobre el incremento en el número de rebrotes de individuos de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> , un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	76
9. Análisis de varianza de dos factores (terrazza y especie) para número de rebrotes por planta de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> , un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	77
10. Resultado del análisis de varianza de tres factores aplicado a la supervivencia de <i>Q. rugosa</i> y <i>Q. mexicana</i> de junio de 2005 a mayo de 2006, en dos terrazas de la Barranca de Tarango.	79

	Página
11. Actores sociales identificados en la Barranca de Tarango	81
12. Síntesis de las entrevistas realizadas a 3 funcionarios públicos de la Delegación Álvaro Obregón.	85
13. Porcentaje de las respuestas realizadas en el cuestionario por grupo de personas que viven a las orillas de la Barranca de Tarango (* % mayor respecto a las demás opciones).	91
14. Actividades realizadas en el taller de Educación Ambiental en la Planta de composta del Predio 5 de Mayo en la Brranca Tarango.	94

Índice de Anexos

1. Lista de barrancas en la Cd. De México	134
2. Edafología	135
3. Social	141

1. RESUMEN

La población de la Ciudad de México se ha incrementado en un 400% durante los últimos 40 años, lo que ha provocado una fuerte presión sobre las áreas verdes circundantes debido a los desarrollos urbanos y ha traído como consecuencia la reducción y deterioro de las áreas naturales de bosque y también de las zonas destinadas a la agricultura y ganadería. La Barranca de Tarango como área natural inmersa en la delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México presenta también esta problemática. La vegetación original de la barranca consistía principalmente de bosque de encino, actualmente el bosque está reducido a pequeños manchones en las partes superiores de las cañadas de Arroyo Puente Colorado y Puerta Grande (70.34 ha). La zona de estudio ya no tiene vegetación natural y predomina el matorral, pastizal, bosque de galería de tepozán, vegetación de reforestación y vegetación secundaria, con una cobertura total de 20%. El objetivo del presente trabajo fue hacer propuestas orientadas a la restauración ecológica de la Barranca de Tarango, considerando tanto el ámbito biológico como el social, evaluando el crecimiento y supervivencia de *Quercus mexicana* Bonpl. y *Q. rugosa* Neé en dos terrazas con suelos diferentes y la percepción de los habitantes aledaños a la barranca y de las autoridades delegacionales en cuanto a la situación y problemática ambiental de la barranca, a través de entrevistas y observación participante. La zona de estudio se localiza al norte de la barranca conocida como Predio 5 de Mayo (con uso de suelo de Espacio Abierto). Se escogieron dos sitios para establecer dos tratamientos (dos niveles de terraza con dos especies). En cada sitio se introdujeron 120 plántulas de cada especie (junio del 2005) distribuidas en 3 parcelas de 500 m². Se evaluó la supervivencia de plántulas y su crecimiento a través de la altura, área basal, cobertura y el número de brotes, tomando registros cada dos meses (junio/2005 a mayo/2006) considerando la temporada seca y la de lluvias. La supervivencia de plántulas en ambas especies y terrazas fue mayor del 70 %, con diferencias significativas entre los tratamientos. En crecimiento se registró un decremento en altura en ambas especies, siendo mayor en la terraza alta. En cobertura se registró una pérdida significativa del follaje en ambas terrazas y especies, siendo la terraza alta la que presentó mayor pérdida promedio en *Q. mexicana*. En área basal, se observó un ligero crecimiento de ambas especies en las dos terrazas que no fue significativo para ninguno de los dos tratamientos. El número de rebrotes por planta al final del experimento en ambas especies presentaron fue en promedio de 7 rebrotes por planta en la terraza alta y 5 en la terraza baja. La alta sobrevivencia de las plántulas observada, indica la factibilidad de integrar especies nativas como *Quercus mexicana* y *Q. rugosa* en programas futuros de restauración ecológica en la zona. En el aspecto social, se identificó que los actores

considerados manifiestan una necesidad y preocupación por recuperar y mejorar las condiciones ambientales de la Barranca de Tarango, sin embargo, se requiere mejorar la comunicación entre ellos para resolver la complejidad de la situación actual de la Barranca causada en gran medida por el establecimiento de asentamientos humanos ilegales.

2. ABSTRACT

The population of Mexico City has increased by 400% over the past 40 years, which results in a strong pressure over the surrounding green areas due to urban development and has also resulted in the reduction and deterioration of natural forests, agriculture and livestock land. The Barranca de Tarango (Tarango Ravin) as a natural area immersed in Mexico City faces this problem too. The original vegetation of the ravine consisted primarily of oak forest, that is now reduced to small patches in the tops of the glens Arroyo Puente Colorado and Puerta Grande (70.34 ha). The study area has no longer natural vegetation, it is totally disturbed and has predominantly scrub, grassland, gallery Tepozan forest and reforestation and secondary vegetation, covering a total of 20% of the area. The aim of this study was to make some recommendations for ecological restoration programs of the Barranca de Tarango, considering biological and social aspects, through the assessment of growth and survival of *Quercus mexicana* Bonpl. y *Q. rugosa* Neé in two terraces with different soils and the evaluation of the adjacent residents and authorities perception about the situation and environmental problems of the ravine, through interviews and participant observation. The study area is located north of the ravine known as Predio 5 de Mayo (with "Open Space" land use). We chose two sites to establish two treatments (two levels of terrace with two species). At each site, we introduced 120 seedlings of each species (June 2005) distributed in three plots of 500 m². We assessed seedling survival and growth through height, basal area, coverage and number of shoots, taking records every two months (June/2005 to May/2006), considering the dry and rainy season. Seedling survival for both species and terraces was greater than 70%, with significant differences between treatments. For growth there was a decrease in height in both species, being higher in the upper terrace. There was a significant loss in coverage (foliage loss) on both terraces and species, the upper terrace had a higher average loss in *Q. mexicana*. There was a slight growth in basal area of both species in the two terraces which was not significant for either of the two treatments. The number of shoots per plant at the end of the experiment in both species presented an average of 7 shoots per plant in the upper terrace and 5 on the lower terrace. The high survival of seedlings

observed, demonstrates the feasibility of using native species such as *Quercus mexicana* and *Q. rugosa* in future ecological restoration programs in the area. On the social side, it was found that the considered stakeholders, do perceive and are concerned about the necessity for restoring and improving environmental conditions in the Barranca de Tarango, however, there is a need to improve communication among the actors involved to resolve the complex current situation in the ravine caused largely by the establishment of illegal settlements.

3. INTRODUCCIÓN

El deterioro ambiental al cual el mundo se ha enfrentado en los últimos años, ha creado conciencia de las dimensiones y repercusiones ambientales que esto tiene en las sociedades humanas y demás seres vivos; ya que, por ejemplo, en las zonas urbanas como la Ciudad de México, la deforestación implica no solo la pérdida de cobertura vegetal, sino que afecta negativamente el funcionamiento del ciclo del agua en la recarga del acuífero (Cotler, 2003; Escobar y Jiménez, 2009; Martinet, 1995). De tal manera que los problemas ambientales en las ciudades del mundo moderno se incrementan cada vez más afectando al medio ambiente y la calidad de vida, debido a que el desarrollo urbano ha excedido los límites de capacidad de carga del ecosistema (Escobar y Jiménez, 2009)

Lo anterior lleva a diferentes niveles de la sociedad (i. e., científicos, gobierno y comunidad en general) a la búsqueda de respuestas o soluciones para frenar y, en el mejor de los casos, revertir la pérdida de las áreas naturales. De las principales causas que generan presiones sobre el uso de los recursos naturales, están el crecimiento poblacional y la falta de educación y conciencia ambiental (Cotler, 2003).

La población mundial está creciendo rápidamente, según Bertoni (2000), durante la primera mitad del siglo XX la población total mundial se incrementó en 49% y la población urbana en 240%; pero para la segunda mitad se aceleró y la población urbana pasó de 1,520 millones de habitantes en 1974 a 1,970 en 1982 (Escobar y Jiménez, 2009). Para el año 2005 la población rebasaba los 6,300 millones, con una proyección para el 2025 de 7,900 millones (Urquidi, 2005). Esta tendencia de crecimiento también se ha observado en México, para el 2006 se tenía una población de 104.9 millones de personas con una proyección de 108.4 en 2010, 120.9 en 2030 y 121.9 millones en 2050 (Partida, 2006); como resultado de este crecimiento poblacional, México es hoy uno de los seis países más poblados de los que están en vías de desarrollo (Urquidi, 2005). A partir de la concentración poblacional y de la urbanización a gran escala, se genera un crecimiento urbano desordenado, y la tendencia de crecimiento en las ciudades del mundo ha sido sobre los medios naturales, mismos que son destruidos mediante deforestación, desecamiento de pantanos, etc.; consecuencia de ello, la pérdida de la sustentabilidad de dichos

ecosistemas por el acelerado deteriorado, el medio ambiente urbano va perdiendo su carácter natural (Escobar y Jiménez, 2009). Consecuencia en México y el mundo, se estima que en los próximos 50 años se agravarán aún más problemas como la búsqueda de espacios o territorios para el establecimiento de la gente, la disponibilidad de agua, la calidad de vida urbana y rural, etc. (Urquidi, 2005).

La urbanización representa, hoy día, uno de los procesos de mayor transformación que viven las sociedades contemporáneas y aunque los procesos de urbanización pueden aumentar las oportunidades por un mayor acceso a servicios y mejora en la situación socioeconómica de los habitantes (principalmente rurales), también pueden surgir problemas como cambios de uso de suelo (por el crecimiento urbano y industrial), cambios en los usos de los recursos naturales (causados por una degradación y contaminación del entorno natural), así como la producción de basura que pueden afectar de manera negativa a la población (Ortiz-Arrona *et al.*, 2000). De ahí que el acelerado crecimiento urbano es uno de los fenómenos sociales y demográficos más sobresalientes de la segunda mitad del siglo XX. Se considera que en la actualidad la mitad de la población mundial es urbana y que tanto en regiones ricas como pobres, el crecimiento humano acelerado y desordenado genera un fuerte impacto socio ambiental en la mayoría de los casos como desaparición y degradación de los ecosistemas naturales, contaminación ambiental (i. e. depósitos de residuos sólidos) y en consecuencia riesgo de adquirir enfermedades o infecciones, entre otros (Alberto, 2005); incluso, la conservación de la biodiversidad de algunas zonas se torna difícil y complicada (Cordeiro *et al.*, 2007).

Conocer las tendencias anteriores de crecimiento poblacional es esencial para comprender los procesos de urbanización, en los que se va creando la ocupación del espacio. El proceso de urbanización implica, desde un punto de vista ecológico, la ocupación de un territorio y la modificación de las relaciones bióticas que tienen entre sí los diferentes componentes de los paisajes involucrados (Ezcurra y Sarukhán, 1990). Es decir, las poblaciones urbanas generan cambios constantes y paulatinos de todas las variables ecológicas relacionadas con las unidades de paisaje, además de que los sistemas modificados por la urbanización, resultan ser altamente dependientes de la intervención humana para salvaguardar su reproducción y mantenimiento (*op.*

cit.). Otro factor de gran relevancia es que las ciudades han crecido de forma irregular y con un escaso control urbanístico (Ruíz-Gómez, 2006).

Las ciudades, por ser espacios reducidos con una alta concentración de población, son sitios muy vulnerables al deterioro ambiental. Cabe recordar que, en gran cantidad de casos (i. e., la Ciudad de México), las urbes y sus ambientes naturales consciente o inconscientemente, son causa-efecto, autores y víctimas de los desastres, ya que al crecer las ciudades, ocupan espacios no apropiados para el desarrollo urbano y generando la degradación ambiental de áreas de una gran riqueza biológica, y paisajística, lo que conlleva a tener áreas con alta vulnerabilidad ambiental y social (Alberto, 2005).

En las áreas naturales de las ciudades, generalmente hay una profunda alteración sobre la flora y fauna nativas (Moreno y Díaz-Betancourt, 1989); de ahí que Rapoport (1983), considera estos ambientes y paisajes urbanos como más artificiales, y razón por la cual supone han sido poco atendidos por los estudiosos de la ecología. Sin embargo, otros autores consideran estos espacios como laboratorios *in situ* con un gran potencial experimental para llevar a cabo investigaciones sobre fauna, flora, ecosistemas amenazados, etc., (Gómez-Pompa y Dirzo, 1994). Además resultan ser áreas naturales importantes para realizar la investigación social a través de las percepciones ambientales¹, ya que en ellas se dan distintas problemáticas de la relación entre seres humanos y recursos naturales, como el deterioro ambiental por la ocupación humana para vivienda (Fernández, 2008). Esto ha generado gran interés alrededor de las zonas urbanas que cuentan con áreas naturales por la importancia de los servicios ecosistémicos² que proporcionan.

¹ La forma en que cada individuo aprecia y valora su entorno (Fernández, 2008).

² Se refiere a los servicios que proporciona la naturaleza o aquellos beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, también se les conoce como servicios ambientales; éstos son proporcionados gracias a la interacción de los componentes del ecosistema y a sus funciones (Martínez, 2003). Una definición de servicios ecosistémicos sería que son las condiciones y procesos que genera la naturaleza y que son indispensables para el soporte de la vida humana; estos servicios funcionan como limpiadores, recicladores y productores, y pueden ser perceptibles o imperceptibles (que pueden o no percibirse a través de los sentidos) y tangibles o intangibles (Daily, 1997 citado en Martínez, 2003). Los beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos y el agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, las sequías, la degradación del suelo y las enfermedades; servicios de base, como la formación del suelo y los ciclos de los nutrientes; y servicios culturales, como los beneficios recreacionales, espirituales, religiosos y otros beneficios intangibles (EEM, 2003).

En los años ochenta, en estudios urbano-ambientales, se propuso integrar la relación entre urbe (o ciudad) y medio ambiente. En este sentido se consideró que el desarrollo urbano generaba un deterioro sobre las áreas naturales en las que se establecía la población; sin embargo, esta visión integral (ciudad y medio ambiente) se fue perdiendo (Schteingart, 2000), por lo que hoy es importante retomarla para la pronta solución de los problemas ambientales en ciudades como la de México.

La mayor parte de la mancha urbana de la ciudad de México se ha desarrollado con escaso control urbanístico, se considera que esta expansión inicia desde 1930 cuando tenía solo un millón de habitantes (Mas, 1991). Para 1990, Ezcurra reportó que la zona metropolitana de la Ciudad de México había crecido más del 400% en los últimos 40 años, aumentando de 3.5 a más de 15 millones de habitantes y como consecuencia sus áreas verdes (terrenos agrícolas, ganaderos y boscosos) se habían visto reducidas alarmantemente por el crecimiento rápido y desordenado; según algunos reportes, de 1970 a 1995 se perdieron poco más de 10 mil hectáreas de tierras que incluían zonas forestales y de riego (Aguilar, 2008).

Para inicios del siglo XXI la Zona Metropolitana había concentrado una población del orden de 19 millones de habitantes y urbanizado casi dos mil kilómetros cuadrados (Iracheta, 2000). Actualmente, de acuerdo con el CONAPO (Consejo Nacional de Población), se proyecta una población de más de 22 millones de personas para el año 2020, sólo tres millones más que en el 2000; el efecto de este crecimiento sobre la expansión urbana es, sin embargo, incierto (Suárez y Delgado, 2007).

El crecimiento de la Ciudad de México en un principio estuvo limitado por la posición del lago³ de Texcoco que la rodeaba y de las montañas más cercanas a la ciudad, pero al paso del tiempo se sobrepasaron estos límites a pesar de los inconvenientes que presentan los sitios para ser habitados (i. e. problemas con el drenaje), ocupando primero las montañas más cercanas, los valles fluviales que cortaban las corrientes de lava, las denominadas barrancas, las montañas aisladas en el llano como la Sierra de Guadalupe, y los pedregales. En este sentido, la Ciudad de

³ Para 1990, la cuenca de México en 1.100 kilómetros cuadrados se integraba por los lagos: Texcoco, Chalco, Xochimilco, San Cristóbal, Xaltocan y Zumpango, equivalentes a la superficie urbanizada de la Zona Metropolitana del Valle de México (Iracheta, 2000).

México representa uno de los ejemplos más dramáticos de la lucha del hombre por dominar a la naturaleza, al grado de transformarla de manera profunda, sin tener claro los efectos de estas transformaciones (Iracheta, 2000).

Aunque en los últimos 20 años en la Ciudad de México se ha registrado una disminución en el crecimiento⁴ de la población, su área urbana sigue creciendo y es consecuencia de una forma extensiva de organización del espacio que ha generado la ocupación de amplios territorios, principalmente hacia la periferia donde se establecen, en su mayoría, como asentamientos irregulares (particularmente en el Suelo de Conservación⁵, hacia el sur del D.F.), comúnmente en zonas no aptas para ser pobladas, y donde los planes urbanos no permiten la ocupación habitacional. Esto genera problemas de deterioro ambiental y como resultado, se tiene la destrucción de recursos naturales que las políticas urbanas y ambientales no han podido evitar, a pesar de los nuevos intentos legislativos e institucionales que se han dado tanto a nivel nacional como local (Schteingart, 2002, 2006; Aguilar, 2008).

Algunas de las formas del deterioro ambiental en la Ciudad de México como resultado de la expansión de la metrópoli son: deforestación y degradación de bosques (anualmente se pierden 500 ha), erosión, compactación y extracción del suelo (se estima que el 62% de la parte sudoeste de la ciudad está amenazada por la erosión), menor retención y filtración de aguas de lluvia (el acuífero de la zona es recargado anualmente con unos 224 millones de m³ de precipitación) y pérdida de biodiversidad (Torres-Lima *et al.*, 2000)

Por todo lo anterior, la Cd. De México se ha convertido en uno de los ejemplos de urbanismo que, bajo una presión social fuerte por el espacio, ha provocado una pérdida enorme de la cobertura vegetal en sus distintas áreas naturales; los espacios abiertos han disminuido (entre 1950 y 2005) a diferentes tasas, los parques, jardines y espacios públicos que cubrían 13% en 1950 se

⁴ Datos de INEGI de 1995 a 2005 muestran que la tasa anual media de crecimiento en la zona metropolitana ha disminuido de 1.5 a 0.8 % respectivamente, y alberga una población de 19, 239,910 millones de habitantes (para el D. F. se reporta una disminución de 0.5 a 0.2 con una población de 8,720,916).

⁵ El D. F. tiene una extensión territorial de 1,485 Km² y de los cuales el 59 % corresponden al llamado Suelo de Conservación (87,310 ha) (INEGI, 2005; Vela y López-Blanco, 2009)

redujeron a 9.5% en 1995; y aunque en la actualidad el 59% del territorio del D. F es rural su estado es delicado ya que se encuentra muy deteriorado (Ezcurra et. al., 2006; Torres, 2008). Aunado a esto, Schteingart (2000) señala también que una gran parte del crecimiento (sobre todo al sur de la Ciudad de México) ha generado una pérdida del suelo agrícola con alto valor (50,000 ha en los últimos 20 años). Bajo esta perspectiva, los ambientes naturales inmersos en la urbe, deben tener gran atención debido a los importantes servicios ambientales que brindan a los habitantes, que van desde la recarga de acuíferos hasta contar con zonas de recreación y educación que aumentan la calidad de vida en las ciudades (Fernández, 2008). De ahí que sistemas como las barrancas⁶ cobran gran relevancia para esta urbe y no se puede hablar de ellas como algo aislado ya que forman parte de un subsistema integrado de múltiples relieves que conforman la Cuenca de México. No obstante, las barrancas no han sido conservadas ni manejadas de forma adecuada, de hecho, muchas se encuentran fuera de la zona del suelo de conservación del D. F., (i. e. la Barranca de Tarango), y hay coincidencia entre la sociedad civil y diferentes instancias de gobierno sobre la urgencia de recuperar las barrancas de la Ciudad de México (Canedo, 2007).

Problemática ambiental de la Barranca de Tarango

La Cd. de México cuenta con 99 sistemas de barrancas que se han integrado en 15 subsistemas (microcuencas, ver anexo I), ubicadas en 8 delegaciones y principalmente en el sur-poniente de la Ciudad. Por tal razón y debido a la importancia ambiental y social de las barrancas, el gobierno local creó el Sistema de Información de Barrancas (SIB)⁷ con el propósito de llevar a cabo acciones y proyectos encaminados a la conservación, restauración o el rescate ambiental y urbano de las barrancas, y cuya prioridad actual se centra en las delegaciones Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Cuajimalpa y Álvaro Obregón; esta última presenta 16 barrancas de

⁶ De acuerdo con el Artículo 5° de la Ley Ambiental del Distrito Federal y el Programa de Desarrollo Urbano (Norma 21), una barranca es una depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas se presenta como hendiduras, originadas por erosión y/o por cualquier otro proceso geológico y forma parte de un sistema hidrológico y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales, que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico (DGBUDF, 2008).

⁷ Éste sistema permite realizar acciones de mejoramiento ambiental en las barrancas, a través de sistemas de información geográfica generando datos que ayuden a ubicar sitios con alto riesgo hidrológico, ver el grado de consolidación urbana, la cobertura vegetal existente, e identificar los sitios más vulnerables en el poniente del Distrito Federal (SMA-DFb, 2010).

gran importancia con 85 kilómetros lineales de cauce (PAOT, 2004; Domínguez, 2007; SMA-DFb, 2011).

Estas barrancas son parte del complejo sistema hidrológico que sostiene y abastece de agua a la capital del país. Ellas albergan ecosistemas que proveen diversos servicios ambientales como: albergar diversidad biológica, captura de carbono, servicios paisajísticos y la regulación de flujos pluviales, la regulación del clima y la prevención de inundaciones (INECOL, 2007; SMA-DFA, 2010). Sin embargo, la ocupación humana ha provocado una grave perturbación de estas zonas naturales. Estas barrancas se localizan en la Sierra de las Cruces⁸, son de origen natural producto de un gran intemperismo y erosión, y son determinantes en la supervivencia de esta ciudad (Canedo, 2007).

La problemática que rodea a las barrancas no es diferente de otros sistemas naturales inmersos en las ciudades. Enfrentan una fuerte presión demográfica, problemas de contaminación ambiental, extracción de suelo y vegetación, incendios, drenajes a cielo abierto, mezcla de aguas pluviales con aguas negras domiciliarias, depósito de residuos sólidos (como cascajo y basura) y por una fuerte presión de cambio de uso de suelo, creando así espacios con grandes problemas ecológicos y sociales (DGEIIP, 1999; INECOL, 2007; SMA-DFa, 2010). Por lo tanto, la limpieza y regeneración de las barrancas es un tema importante tanto en el aspecto ambiental como en el social; ya que su estado influyen directamente sobre el funcionamiento y desarrollo social de la ciudad, así como evitar riesgos de salud (i. e., enfermedades intestinales y respiratorias consecuencia de la contaminación) y seguridad a los que están expuestas las miles de familias de bajos recursos que viven en las barrancas (INECOL, 2007).

⁸ Estas montañas volcánicas se formaron durante el pliocuaternario debido al emplazamiento de magma en fracturas corticales con dirección NW-SE (noroeste- sureste); los materiales arrojados, posiblemente desde los volcanes de La Palma y El San Miguel, ubicados en la parte más alta del Desierto de Los Leones, fueron flujos de lava y de piroclásticos, acompañados de cenizas de caída libre, también conocidos como “tepetate” y pumicitas. También se presentaron lahares que son flujos de lodo que arrastran materiales volcánicos y que afloran en las laderas de las barrancas, sin cubierta vegetal o de concreto y que continúan erosionándose; además no se descarta, en el origen de las barrancas una relación con la tectónica regional (Canedo, 2007).

Por lo anterior la SMA-DF ha iniciado la tarea de identificar y realizar los estudios necesarios para poder recuperar a mediano plazo la mayoría de las barrancas ubicadas el poniente de la Ciudad. Un primer paso ha sido iniciar el rescate de las barrancas buscando una protección a través de una figura legal conocida como Áreas de Valor Ambiental⁹ (AVA) que permita tener un mayor rigor en la intervención en ellas (Domínguez, 2007). La Ley determina que estas áreas contribuyen a que haya mejores condiciones habitacionales para la ciudad y el cuidado de su ecosistema; así se pretende atender de mejor manera estas áreas con un mayor rigor en la intervención en ellas. Todo esto contribuirá a que se logre la restauración y conservación para obtener el rescate ambiental que permita mejorar la calidad de vida de la zona urbana (*op. cit.*).

De acuerdo con el SIB, existen 99 sistemas de barrancas distribuidas en 15 microcuencas en el D. F. y localizadas en 8 delegaciones, principalmente en la Delegación Álvaro Obregón (con 16 barrancas y donde se localiza la Barranca de Tarango), Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo y Cuajimalpa de Morelos (PATO, 2004; SMA-DFb, 2010). Para el 2007 se tenían decretadas cuatro barrancas como AVA cuya poligonal sumaban 80 hectáreas (La Diferencia, la de El Zapote, la de Vista Hermosa y una parte de la de Río Becerra Tepecuache), para los años 2007 y 2008 se tenía programado impulsar el decreto de 12 barrancas (789 hectáreas), y de las cuales la Barranca de Tarango ya fue declarada AVA en el 2009¹⁰. El programa se extiende hasta el 2012, y la finalidad es lograr que se decreten 33 sistemas de barrancas con lo que se llegarían a tener 3,500 hectáreas protegidas de barrancas urbanas (Domínguez, 2007).

La delegación Álvaro Obregón no sólo es la que presenta el mayor número de barrancas, sino que también agrupa al mayor número de colonias o zonas ubicadas dentro de dichas barrancas, con 79; además de las 3,862 viviendas que presenta, 900 están en situación de alto riesgo (el mayor número de viviendas de todas las delegaciones) (PATO, 2007).

⁹ El termino de Área de Valor Ambiental (AVA) se refiere a áreas verdes en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que requieren ser restauradas y/o preservadas, en función de que aún mantienen características ambientales y escénicas de gran relevancia para la Ciudad, las cuales permiten contribuir a mantener la calidad de vida de la población. Las barrancas entran en esta categoría de AVA y son de competencia del Distrito Federal (GO-DFGO-DF, 2003; LADF, 1997). Esto se realiza a través de un decreto firmado por el jefe de gobierno y avalado por los estudios y el marco legal y jurídico de la Ciudad (Domínguez, 2007).

¹⁰ El decreto fue publicado el 22 de julio del 2009 en la Gaceta Oficial del D. F. No. 637.

La Barranca de Tarango es una de las más grandes dentro de la delegación, ocupando una superficie 280.34 ha. y presenta deterioro ambiental consecuencia del uso histórico que se ha ejercido sobre ella (DGBU-EA, 2005). Se cree que ha sido utilizada desde tiempos prehispánicos; en general las porciones de las lomas de la Barranca, fueron utilizadas de forma agrícola (i.e., cultivo de maguey pulquero) y pecuaria; en cambio, las porciones correspondientes a zonas de barrancos y principalmente con fuertes pendientes, han podido conservar porciones con vegetación natural de bosque de encino hasta el día de hoy (*op. cit.*).

Durante la Colonia muchas zonas de la Barranca eran boscosas (principalmente de bosque de encino), y las cuales fueron deforestadas por sobreexplotación de la madera e introducción de actividades pecuarias, siendo después utilizadas o dedicadas a la agricultura. Sin embargo, la degradación de la Barranca por la explotación de sus recursos (flora y suelo) ha sido más notorio desde finales del siglo XIX hasta 1970; para los años 50's, el deterioro de los bosques fue el resultado de la deforestación por extracción de madera (generando fuertes procesos de erosión), y hacia los 70's por explotación de bancos de material¹¹. Aunque estas actividades económicas en la Barranca fueron desplazadas por el desarrollo urbano¹² (DGEIIP 1999; DGBU-EA, 2005), y ha resultado tener mayores impactos ambientales. Hacia la década de los 70's es más evidente este crecimiento habitacional volviéndose más drásticos hacia las décadas de los 80s y 90s, lo que ha incrementado más la transformación de la zona (*op. cit.*) por la eliminación de cobertura vegetal, cambio de uso de suelo, incendios provocados, acumulación de basura, etc.

Con toda esta transformación del paisaje de la Barranca de Tarango, en 1997 se detectó que los principales riesgos en la zona eran los asentamientos humanos que generalmente se han establecido en laderas inestables o vive sobre el terreno de alguna posible mina de material de construcción que fue explotada, además que esto tiene una repercusión importante en el ambiente (i. e., por contaminación de basura) (DGEIIP, 1999; Canedo, 2007).

¹¹ Actualmente es una actividad que se encuentra cancelada, sin embargo los efectos que dejó a la barranca son notablemente visibles, por ejemplo, taludes inestables, zonas de erosión y zonas desprovistas de vegetación (DGBU-EA, 2005; observación en campo).

¹² Gobierno de la Ciudad de México, Secretaría del Medio Ambiente (1999): Cien Imágenes de la Ciudad de México, Retrospectiva Histórico Ambiental (citado en DGBU-EA, 2005).

Actualmente se encuentran diversas formaciones vegetales (i.e., pastizales, matorrales, etc.) que han desplazado al encinar en el mejor de los casos, y es resultado de la alteración de su vegetación, por lo que el paisaje natural de la Barranca de Tarango solamente se puede observar a lo largo de porciones de cañadas con fuerte pendiente (mayores de 60%), ya que en los alrededores del área se extienden zonas habitacionales de distinto nivel, que van desde asentamientos irregulares, colonias populares consolidadas, hasta zonas residenciales de alto nivel. Estos impactos y los antes mencionados, ha reducido la vegetación original de bosque de encino reportado para la barranca, a menos del 25% (70.34 ha.) de su extensión total (DGBU-EA, 2005).

De ahí que se requieren convenios entre diferentes actores: interinstitucionales, investigadores y sociedad civil para lograr que las barrancas cuenten con un manejo adecuado de sus recursos naturales (Canedo, 2007). Por lo tanto el estudio de alternativas enfocadas a la restauración ecológica de la zona resulta relevante y prioritario.

La restauración ecológica como alternativa del deterioro ambiental

Las dramáticas consecuencias de las acciones humanas hacia el medio ambiente requieren de otras respuestas con las que ha contribuido la práctica conservacionista, como la restauración ecológica, disciplina creciente que intenta minimizar el impacto humano y recrear el ecosistema natural anterior al disturbio (Kwiatwoska y López-Vilchis, 2003), y considerada como una de las estrategias que se han propuesto con la finalidad de controlar, mitigar o revertir los efectos de la degradación en los ecosistemas (Márquez-Huitzil, 2008). La restauración ecológica es una forma de manejo que está aún en construcción (SER, 2004; Bocco, 2005) más que una disciplina plenamente consolidada, y ha generado gran controversia y debate a todos niveles, por ejemplo, desde establecer una definición que pueda conciliar la visión de ecólogos, conservacionistas, filósofos, empresarios, gobiernos y sociedades, etc., hasta establecer lineamientos éticos que aseguren la integridad de las especies y de la vida misma (Sánchez, 2005).

La restauración ecológica es una opción que busca recuperar tanto componentes como funciones en un ambiente "... la restauración busca no sólo poblar con especies vegetales y

animales una zona, sino restablecer las poblaciones nativas y sus interacciones para permitir, hasta donde sea posible, la recuperación de los procesos ecológicos" (Bonfil *et al.*, 1997). Con la restauración también se busca revertir la pérdida de biodiversidad y la degradación de ecosistemas que se ha generado a lo largo del tiempo en el que los humanos han afectado el paisaje (Geist y Galatowitsch, 1999), aunque la pérdida de los ecosistemas es más rápida que la propia recuperación de ellos.

Sin embargo, la restauración ecológica resulta polémica ya que se encuentra ante muchos retos y limitaciones técnicas, académicas y éticas. Desde sus orígenes, muchos académicos la creen una rama muy aplicada, y que al ser una simple disciplina de aplicación tecnológica, no puede ser considerada como científica (Kwiatwoska y López-Vilchis, 2003). Para otros, esta disciplina es difícil de lograr o simplemente ya no es un proceso natural, sino una manipulación total y absolutamente humana; por ejemplo, Katz ha expresado que la práctica de la restauración ecológica puede representar únicamente una desorientada fe del poder humano para controlar la naturaleza, y ha rechazado la idea de que la restauración sea una práctica ambiental aceptable, así como muchos filósofos ambientalistas han cuestionada a ésta por tratarse de una invención humana en los procesos naturales (Light, 2003).

Incluso la restauración puede ser considerada como una forma de minar los esfuerzos de conservación por parte de las grandes empresas, así como una forma racional de justificar la destrucción de la naturaleza (Katz, 2003) y cualquier daño ocasionado por los humanos al ambiente natural es, en última instancia, reparable a través de la restauración, de manera que el daño puede quedar nulificado.

Katz (2003) considera que el entorno natural re-creado como resultado final de un proyecto de restauración, no es otra cosa que un artefacto creado para el uso humano, por lo que la restauración es la manipulación y dominio de áreas naturales, y hay en estos proyectos la imposición de intereses antropocéntricos sobre los proceso y objetos de valor, no se le permite a la naturaleza ser libre y perseguir su propio curso independiente del desarrollo (Katz, 2003; Light, 2003). La restauración ecológica tiene cierta subjetividad al determinar lo que debería restaurarse en un sitio particular e incertidumbre en cuanto a cómo deberíamos de hacerlo (limitaciones de

los expertos científicos y técnicos) (Katz, 2003). Sin embargo, podemos restaurar un paisaje de cualquier modo que queramos y seguir teniendo una buena restauración en términos científicos, y sucede con frecuencia que lo que debemos restaurar no es el paisaje preferido de la mayoría de la gente (Light, 2003).

La restauración ecológica surge a partir del reconocimiento del deterioro de los sistemas naturales (Castillo, 2005); y pretende ser una posibilidad de devolver a la naturaleza las áreas degradadas por el humano (Kwiatwoska y López-Vilchis, 2003).

Comín (2002) considera que hay una desconexión preocupante entre la teoría y la práctica de la restauración, ya que en la práctica, las estrategias o medidas para la restauración ambiental tienen que ser rápidas, lo que puede implicar que no se hagan con criterios y de forma aceptable para la repercusión del medio ambiente. Sin embargo, la teoría se desarrolla de una manera más lenta, por ser un área científica relativamente joven, además que, para la restauración de los ambientes degradados, se requiere de la aplicación de conocimientos de varias disciplinas científicas. Esta disparidad es, sin duda, un reto que se tiene que resolver conforme el desarrollo teórico vaya teniendo más peso para establecer programas de restauración.

La restauración debe entenderse como un proceso de toma de decisiones de manejo, que a la vez, permita la satisfacción de las necesidades de las sociedades humanas, permitiendo también el mantenimiento de la estructura y funciones de los ecosistemas en el largo plazo (Castillo, 2005).

Se han propuestos varios modelos para organizar la investigación y la implementación de las acciones de restauración ecológica en ambientes degradados; en el modelo de Hobbs y Mooney¹³ se establece que hay un efecto del tiempo en los resultados de la restauración (Lindig-Cisneros *et al.*, 2007); en otra propuesta realizada por Hobbs y Norton,(1996) se considera el efecto del nivel del disturbio sobre la naturaleza e intensidad del esfuerzo requerido para lograr la

¹³ Hobbs R. J. y Mooney H. A. 1993. "*Restoración ecology and invasions*". En: Saunders D. A., Hobbs R. J. y Eklrich P. R. Eds. *Nature Conservation: Reconstruction of Fragmented Ecosystems, Global and Regional Perspectives*, pp. 127-133.

restauración (Lindig-Cisneros *et al.*, 2007), lo que implica llevar al ecosistema a otro estado pero con mayor esfuerzo y proponen niveles (umbrales) de degradación en los cuales, si se excede, no se volverá a recuperar el sitio a su condición anterior, y al pasar de cierto umbral se puede ocasionar no sólo la nula restauración sino la extinción de especies (Hobbs y Norton; 1996). Sin embargo, una de las primeras propuestas y más referidas de cómo se puede dirigir un proceso de restauración ecológica, en la propuesta por Bradshaw en 1984, la cual establece llevar un ecosistema degradado hasta una meta que restablezca el sistema que existía antes de la perturbación o a uno comparable a un sistema no perturbado y que sea utilizado como ecosistema de referencia (Lindig-Cisneros *et al.*, 2007).

Esta propuesta (Bradshaw, 1984) establece las diferentes alternativas que puede seguir un ecosistema cuando se ha dañado y es enfocado a la restauración; visto desde la perspectiva del manejo de ecosistemas, representa una forma de establecer las diferentes opciones o estrategias de recuperación de la estructura-función del ambiente alterado (Fig. 1).

En dicho proceso se establece que los atributos o componentes principales del ecosistema -como estructura y función- deben ser considerados de manera importante, y establece una relación donde se ven representadas gráficamente las diferentes vías de restaurar (Bradshaw, 1996), y en consecuencia, metas a las que se puede llegar en la búsqueda de la restauración ecológica (Fig. 1).

El primer camino busca la restauración ecológica de un ecosistema dañado (recuperar la estructura, composición de especies, funcionamiento y autosuficiencia del ecosistema semejantes a las originales), (1) (Bradshaw, 1984; Márquez-Huitzil, 1999, 2008).

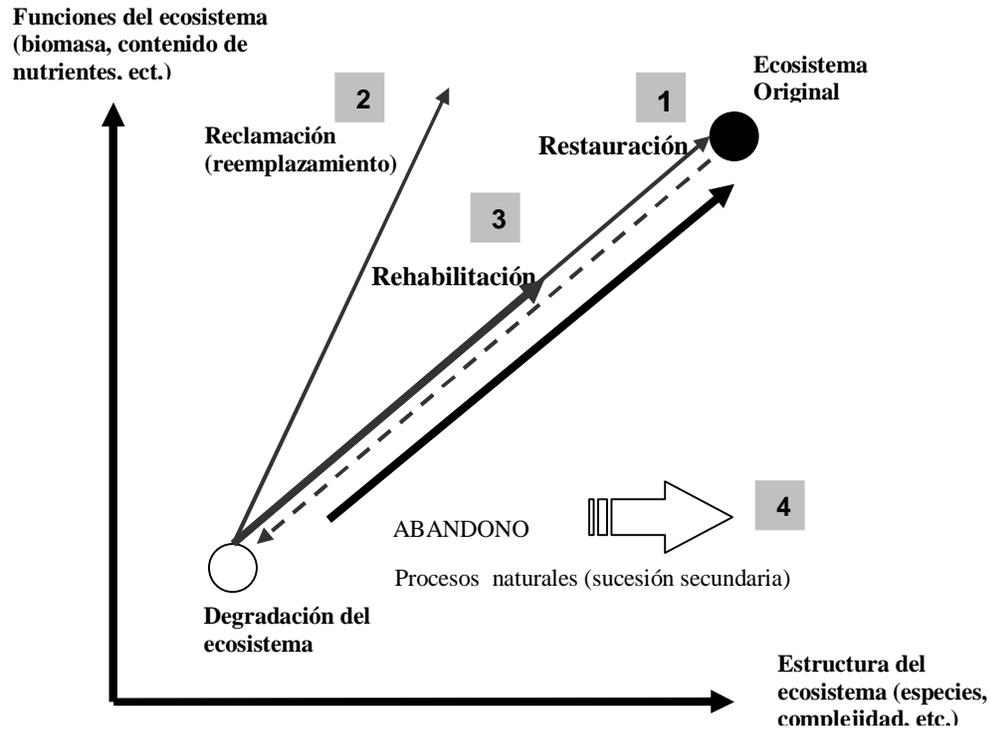


Figura 1. Modelo de Bradshaw que muestra el proceso de restauración ecológica de un ecosistema degradado (modificado de Bradshaw 1984 y 1997).

La segunda opción, puede llevar al ecosistema a una reclamación¹⁴ o reemplazamiento (2), es decir, a una sustitución del ecosistema original por otro. Esta opción puede suceder cuando no se llega propiamente a una meta de restauración y se considera entonces que hay una recuperación o un reemplazo del ecosistema (Lindig-Cisneros *et al.*, 2007). La reclamación se puede aplicar como alternativa en sitios severamente degradados por actividades agresivas (i. e. minas a cielo abierto), a los cuales se pretende dar un uso diferente al original. Sin embargo, en algunos casos puede tomarse como un primer paso en un proyecto de restauración.

¹⁴ Según la SER (2004b), el término reclamación se utiliza en el contexto de áreas de minería en Norteamérica y en el Reino Unido. La reclamación por lo general, se asume como el retorno de las tierras a lo que se consideraría un propósito útil dentro del contexto regional. La revegetación normalmente es un componente de la reclamación y podría significar el establecimiento de sólo una o unas pocas especies. Los proyectos más fundamentados en la ecología pueden considerarse una restauración. Bradshaw (1996) hace referencia que la reclamación es a traer de vuelta un ecosistema a un estado adecuado, en donde no hay implicación de volver a un estado original, sino más bien útil; por lo tanto el reemplazo es una alternativa posible, la cuál ofrece un sustituto o equivalente, por lo que puede ser un significado alternativo de restauración.

Una tercera alternativa es la rehabilitación¹⁵ (3) donde las medidas que se toman también son consideradas artificiales (Bradshaw, 1984; Urbanska *et al*, 1997), aunque la rehabilitación se puede referir a cualquier intento para recuperar elementos estructurales o funcionales dentro de un ecosistema, sin que esto implique necesariamente llegar a una restauración ecológica o condición específica previa. Se puede decir que se trata de una estrategia dirigida a la recuperación parcial del ecosistema, i. e., la replantación para prevenir la erosión es una estrategia que no llega precisamente a recuperar los atributos originales (Meffé y Carroll 1994, citado en Márquez-Huitzil, 2008). También se puede decir que la rehabilitación es el reestablecimiento de la productividad de un sitio, aunque con una biodiversidad menor a la original, (Lamb y Gilmour, 2003). En esta vía es en la que el presente estudio pretende incidir con la reintroducción de especies nativas.

Finalmente, la última alternativa, implica el abandono (4) del sitio para que éste siga un proceso de desarrollo natural a través de la sucesión ecológica¹⁶ (primaria o secundaria) (Bradshaw, 1984; Urbanska y Edwards 1997) y que supone una relación muy simple entre el proceso de restauración y la recuperación de atributos estructurales y funcionales (Lindig-Cisneros *et al*, 2007). Esto implica que prácticamente no se realice ningún manejo al ambiente, sin embargo, lo que se busca en la restauración ecológica es saltar etapas sucesionales para alcanzar la meta.

Un aspecto importante en la restauración ecológica, es determinar aquellos elementos que nos indiquen que la restauración está siendo conducida adecuadamente. Organismos como la SER (Society for Ecological Restoration International), han establecido que el éxito de un proyecto de restauración debe cumplir con nueve atributos básicos: 1) diversidad y estructura de la

¹⁵ La rehabilitación no implica llegar a un estado original y se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento de un ecosistema degradado (Bradshaw, 1996 y 2002). La SER (2004b) considera a la rehabilitación y la restauración como actividades que difieren en sus metas y estrategias, pero comparten un enfoque fundamental en los ecosistemas históricos o preexistentes como modelos o referencias. La rehabilitación enfatiza la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema, mientras que las metas de la restauración también incluyen el restablecimiento de la integridad biótica preexistente en términos de composición de especies y estructura de la comunidad. Aunque la restauración, en el aspecto amplio, probablemente abarca una gran parte del trabajo de proyectos que se han identificado previamente como rehabilitaciones.

¹⁶ La sucesión ecológica es a la evolución que de manera natural se produce en un ecosistema por su propia dinámica interna y según Clements y Odum (citados en Walker, 2005), la explican como una variación en la transferencia de energía (información) desde estadios menos maduros y presumiblemente con pérdidas, hasta estadios más maduros y eficientes en el almacenaje de energía.....

comunidad similares a las del ecosistema de referencia, 2) presencia de especies nativas, 3) presencia de los grupos funcionales necesarios para la estabilidad a largo plazo, 4) capacidad para sostener poblaciones reproductivas, 5) funcionamiento normal, 6) integración con el paisaje, 7) eliminación de amenazas potenciales, 8) resiliencia a los disturbios naturales y 9) autosustentabilidad (SER, 2004). De esta manera, el fin último de la restauración es, restablecer la integridad y la salud de los ecosistemas que fueron degradados por actividades humanas (Castillo, 2005).

Higgs (1997) plantea que la restauración ecológica es un asunto tanto ético como técnico, en donde una buena restauración requiere no sólo de lograr la recuperación de los atributos ecológicos del ecosistema, sino una visión más amplia, que incluya aspectos históricos, sociales, culturales, políticos, estéticos y morales. Es importante no perder de vista que restaurar es un proceso largo, donde el tiempo es un factor determinante en los proyectos dirigidos a la restauración ecológica.

Por tanto, en este proceso de restauración ecológica, es importante considerar aspectos sociales, ya que hay un vínculo entre la sociedad y el medio ambiente, lo que implica que ambas esferas se influyan mutuamente, generando algunas consecuencias como la degradación ambiental; además de que la toma de decisiones en el manejo de ecosistema, existe como proceso social, lo que implica necesariamente reconocer la intervención de los diversos actores sociales. De tal manera que resulta importante hacer un reconocimiento de los actores y su nivel de intervención en el manejo o alteración de los ambientes.

No sólo se deben analizar los intereses económicos de los actores involucrados, sino también las percepciones que tienen sobre los recursos, los sistemas que los proveen y las prácticas para utilizar éstos, pues la visión que tengan sobre la problemática ambiental, puede ser diferente entre un empleado federal, un habitante de una comunidad, un investigador o un miembro de una organización local. Por tal razón, es que sectores tales como el gubernamental y el científico, deben considerar la participación social como un elemento fundamental que permite fortalecer los procesos de manejo sustentable de los ecosistemas (Castillo, 2005; Zorrilla, 2005).

Bajo la perspectiva de considerar el factor social en los proyectos de restauración, Castillo (2005) hace una propuesta de trabajo que sirve como guía para llevar a cabo este tipo de investigaciones. La propuesta considera el diseño e implementación de intervenciones tanto técnicas (i.e., actividades prácticas o recomendaciones dirigidas a manipular los elementos de los ecosistemas) como comunicativas (actividades concebidas para trabajar con la gente y por medio de las personas) donde el objetivo principal es mantener procesos de comunicación continua entre los actores sociales.

El primer paso es tener una identificación y un diagnóstico general del ecosistema de referencia y de las perspectivas de los actores sociales para así poder formular el objetivo del proceso o proyecto de restauración ecológica. Esto llevará a construir un proceso de comunicación entre la parte técnica y la comunidad (o actores sociales involucrados en la utilización o explotación de los recursos), de tal manera que en las estrategias implementadas generen que los actores sociales se involucren y por consiguiente, se pueda retirar la intervención técnica (de biólogos, agrónomos, manejadores de fauna silvestre, etc.), para que al final, el ecosistema a restaurar siga su curso evolutivo (Fig. 2). Bajo esta perspectiva es que se requiere no sólo generar información biológica sino también social que, en conjunto, permita promover la restauración ecológica de ambientes naturales presentes en la mancha urbana.

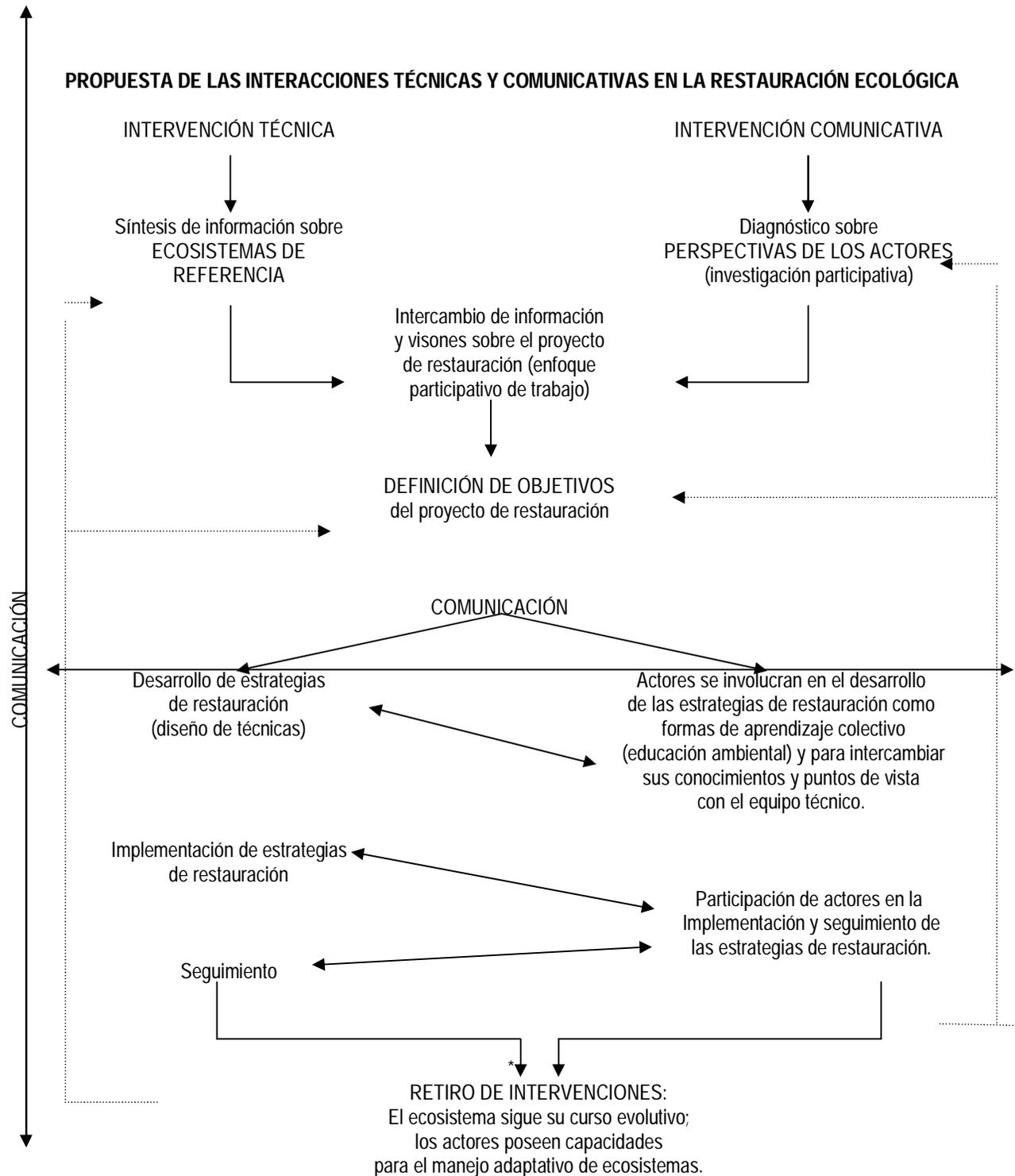


Figura 2. Esquema de propuesta en las intervenciones técnicas y comunicativas en la restauración ecológica (tomado y modificado de Castillo, 2005).

(→) Secuencia de la propuesta.

(.....→) Procesos de retroalimentación de información indispensable en un enfoque de manejo adaptativo.

* Indica la finalización de las intervenciones aunque no necesariamente el retiro de la participación de investigadores y técnicos.

Las zonas destinadas a la restauración ambiental, se caracterizan por un alto grado de disturbio (e.g., presencia de vegetación secundaria y gran cantidad especies indicadoras de disturbio), y en algunas propuestas se ha planteado generar un programa de reforestación con vegetación endémica, buscando se aumente la cobertura y diversidad de la comunidad vegetal, eliminando la vegetación secundaria característica de la perturbación (SMA-DFa, 2008). Por lo que una de las estrategias o acciones utilizadas en el proceso de restauración ecológica es la reintroducción de especies nativas. Esta estrategia es recomendada cuando la vegetación natural por factores diversos (i. e. incendios frecuentes) no presenta un proceso de sucesión natural (*op. cit.*). En muchos casos la plantación de árboles nativos o de especies pioneras dominantes y de importancia ecológica puede iniciar una rehabilitación (Vargas, 2007), la cual pueda ser encaminada al proceso de restauración ecológica.

Cada estrategia que se establezca debe ser específica para determinado sitio, y dependerá de las características y/o procesos que se busquen recuperar dentro de un ecosistema, por lo que cada caso debe analizarse en lo particular, dado que no hay dos ecosistemas que sean iguales (Márquez-Huitzil, 2008). Aunque muchos programas de restauración se reducen a una visión simplista de reverdecimiento de un sitio, y no consideran que las complejas interacciones entre múltiples especies nativas son lo que da a los ecosistemas sus características (i. e. de composición y estructura, resistencia y resiliencia ante cambios ambientales, etc.) (Sánchez, 2005).

Para la restauración y conservación de las barrancas del D. F., se ha propuesto la reforestación con especies de encino (i. e. *Quercus mexicana*); incluso en sitios de condiciones muy secas como las de la Barranca de Tarango, se considera la reforestación con *Q. rugosa* y *Q. mexicana* (ambas nativas de la Barranca y precisamente son estas especies las que se eligieron para reintroducir en la presente investigación) en proporción 1:1; en zonas húmedas se recomienda utilizar *Q. obtusata* y *Q. castanea*. y, para zonas más secas con *Q. rugosa* y *Q. mexicana*; hay que considerar que la reforestación de las zonas limítrofes con el núcleo de encinar natural existente generará un área de amortiguamiento hacia la comunidad vegetal (SMA-DF, 2008 y 2010).

Existen pocos estudios sobre la reintroducción de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*. Uno es el de Ramírez y Hernández (1992), quienes realizaron un ensayo de propagación de *Quercus mexicana* por semilla en la Sierra de Álvarez en San Luis Potosí. El objetivo del trabajo fue generar la información mínima necesaria para el establecimiento de la especie a través de plantaciones. El principal resultado fue que la remoción de rocas y materia orgánica del suelo (10 cm de profundidad), generan una mayor sobrevivencia de las plántulas, por lo tanto, recomiendan esta práctica a suelos en muy compactados; también sugieren la plantación directa de bellotas más que la reintroducción de plántulas.

Otro estudio relevante es el de Bonfil (1998), sobre la dinámica poblacional y regeneración de *Q. rugosa* orientado a la restauración de bosques de encinos. La investigación reveló que el tamaño de la semilla influye significativamente en la sobrevivencia y en la biomasa final de las plántula; que a pesar de la herbivoría de bellotas por roedores, hay semillas que pueden permanecer el tiempo suficiente para germinar; que las plantas sembradas o establecidas en microambientes formados por sombreados parciales muestran una mayor sobrevivencia en temporada de secas. Según Bonfil (1998) si se hacen de manera conjunta aclareos o eliminación de ramas de árboles y arbustos así como introducción artificial de plántulas se puede lograr un crecimiento poblacional superior al 4 % anual. La autora sugiere que en la reinvasión de encinos en matorral perturbado es necesario realizar prácticas de manejo que favorezcan la regeneración, establecimiento y crecimiento de plántulas, dado que en condiciones naturales este proceso se lleva a cabo en tiempos sucesionales muy largos, indica que una vez establecida las plántulas, su tasa de crecimiento inicial (primeras 6 semanas) es de 0.0034 cm/día y que en general la especie presenta tasas bajas de crecimiento. También recomienda la introducción de plántulas más que la siembra directa de semillas en los sitios, cuidando que no estén muy sombreadas.

Cabe mencionar que la información biológica disponible de las especies es mayor para el caso de *Q. rugosa*, incluso Vázquez-Yanes y colaboradores, (1999) mencionan a esta especie como una alternativa de uso común para la restauración ecológica y la reforestación.

Es importante mencionar que en la zona de la barranca se han llevado cabo varios intentos de reforestación, sin embargo, no se ha logrado éxito, pues las reintroducciones se han basado más

en introducir especies exóticas que nativas, y aunado a los disturbios humanos, el resultado ha provocado más una alteración considerable del ecosistema de la Barranca, que una recuperación de la misma. La reforestación se ha realizado en pocos sitios considerando las características de accesibilidad a los lugares, son sitios aislados y no se estableció ningún plan de monitoreo. En estas reforestaciones se han utilizado principalmente: eucaliptos (*Eucalyptus globulus* y *E. macrocarpa*), acacia (*Acacia retinoide*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), cedro (*Cupressus lindleyi*), pinos (*Pinus teocote* y *P. pringlei*) y encino (*Quercus rugosa*) (DGEClIP, 1999).

En la presente investigación se buscó generar información biológica y social que diera pauta a proyectos de restauración ecológica de zonas naturales alteradas inmersas en la mancha urbana de la Ciudad de México y específicamente de la Barranca de Tarango¹⁷, con el fin de recuperar su cobertura vegetal. Por ello, se inició este proyecto de investigación, en el que se puedan aportar elementos que incidan en la restauración ecológica de la zona a largo plazo, mediante estudios enfocados a la rehabilitación de dos de cinco especies nativas del género *Quercus*: *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, tomando en cuenta también la obtención de información exploratoria sobre los actores sociales presentes en la barranca bajo estudio.

¹⁷ De acuerdo a SMA-DF (2008) la Barranca de Tarango cumple con los indicadores para considerarla una zona de restauración ambiental; los indicadores que caracterizan una zona de restauración son: alteración de cobertura vegetal entre el 40 y 70%, urbanización menor del 50% de las laderas del cauce, invasiones localizadas no consolidadas, el agua que escurre en el cauce está contaminada y lo hace principalmente a cielo abierto, la infraestructura hidráulica se encuentra dañada o en riesgo, las descargas domiciliarias abarcan entre el 40 y 60 % del cauce, y la ubicación de viviendas de alto riesgo es controlable.

4. OBJETIVOS

Objetivo General

Proponer estrategias orientadas a la restauración ecológica de la Barranca de Tarango, considerando tanto el ámbito biológico como el social.

Objetivos Particulares

- Evaluar el crecimiento y supervivencia de *Quercus mexicana* Bonpl. y *Q. rugosa* Neé en dos terrazas con suelos diferentes.
- Caracterizar las terrazas mediante la descripción de perfiles de suelo y la evaluación edafo-ecológica.
- Evaluar la percepción de los habitantes aledaños a la barranca y de las autoridades delegacionales en cuanto a la situación y problemática ambiental de la barranca, a través de entrevistas y observación participante.

5. HIPÓTESIS

La respuesta de plántulas reintroducidas de *Quercus mexicana* Bonpl. y *Q. rugosa* Neé en crecimiento y supervivencia, es diferente en cada terraza correspondiendo a sus características edafo-ecológicas.

Las autoridades y los habitantes perciben la problemática ambiental de la Barranca de Tarango, y las entrevistas y observación participante permiten identificar elementos o factores que pueden tener una influencia determinante en el desarrollo de proyectos de restauración.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Descripción de la zona

El trabajo de investigación se realizó en la Barranca de Tarango¹⁸, en la Delegación Álvaro Obregón al poniente del Distrito Federal (Fig. 3). La barranca cuenta con una extensión aproximada de 280 ha, 13 ha la integran las zonas denominadas como Espacios Abiertos en la que se incluye el Predio 5 de Mayo donde se realizó el estudio, y 267 ha corresponden al Área de Valor Ambiental (2,671.893.18 m²) (GO-DF, 2009). La barranca se ubica al centro norte de la delegación, a una altitud de 2,570 metros con coordenadas 19° 21'0" N y 99° 14' 20" O. Se localiza entre la avenida Centenario, la avenida 5 de Mayo y la calzada de Las Águilas. El Predio 5 de Mayo se ubica entre la Av. Las Águilas y Av. 5 de Mayo. Colinda al norte con la Col. Lomas de Tarango, al sur con la Col. Las Águilas, al este con Barranca del Muerto y al oeste con la Presa Tarango.

Según el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de 1997 (PPDU, 1997), la Barranca de Tarango tiene dos categorías de uso de suelo; por un lado los extremos están considerados como Espacios Abiertos (deportivos, parques, plazas y jardines) bajo la administración del D. F. y el resto, en su mayoría, se ha decretado oficialmente en el 2009 como área de Valor Ambiental (AVA) (Fig. 3) (GO-DF, 2009). No obstante, en el mapa de la Tenencia de la Tierra (Fig. 4) esta última categoría se observa como propiedad privada pero que no está definida por tener vicios de origen¹⁹ (Claudia Hernández comunicación personal).

¹⁸ El nombre hace referencia a la formación geológica del mismo nombre y en la cual queda comprendida el área en cuestión (DGBU-EA, 2005).

¹⁹ Los vicios de origen se refieren a la falta de certeza jurídica en la tenencia de la tierra, por lo que hay indefinición de áreas de dominio público federal y del D. F. No se sabe con certeza a quién pertenece el terreno o propiedad, puesto que no hay manera de comprobarlo, ya que en el Registro Público de la Propiedad no hay una escritura que acredite legalmente al dueño.

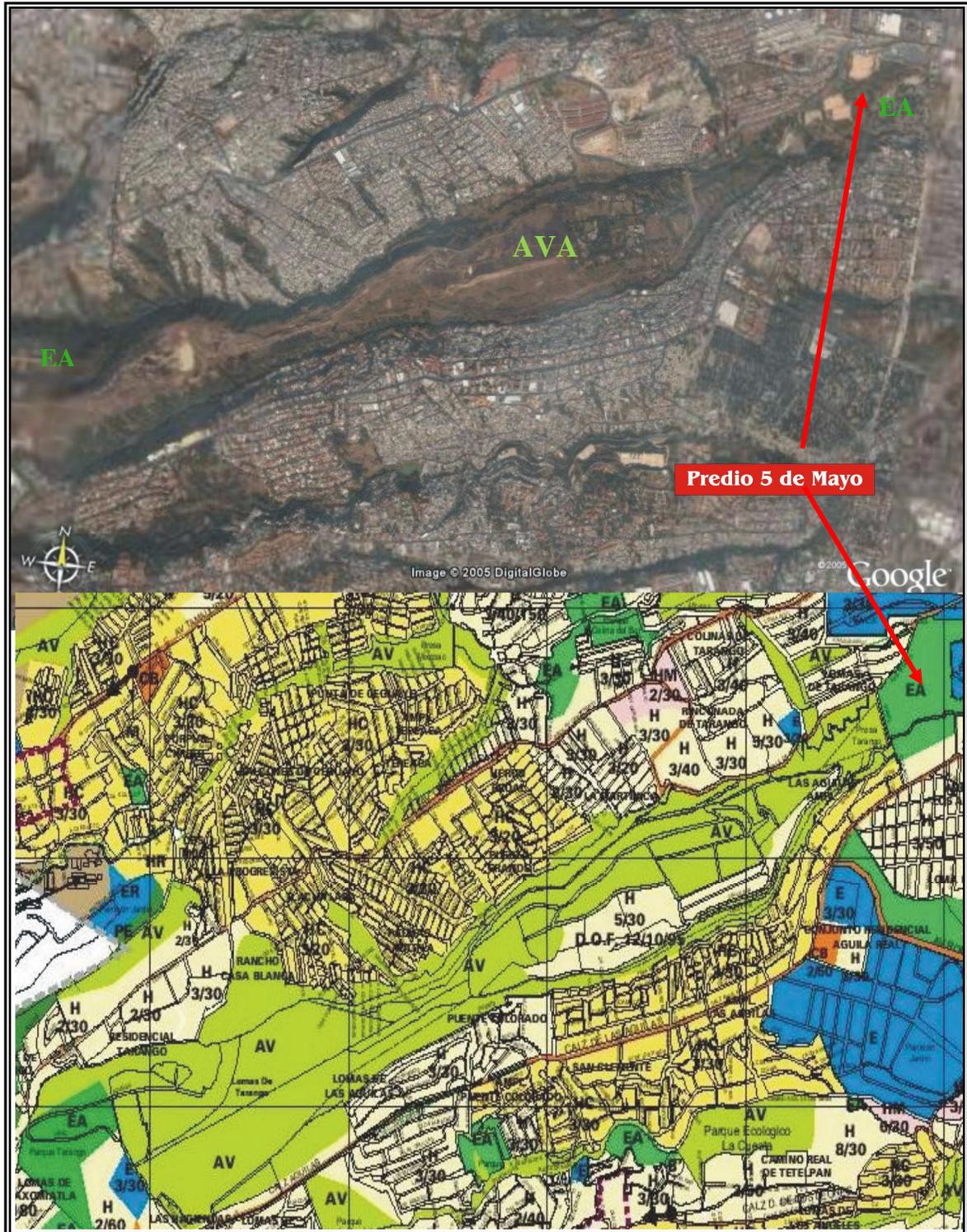


Figura 3. Vista panorámica satelital (arriba) y de desarrollo urbano (abajo) de la Barranca de Tarango en donde se señala: Espacios Abiertos. (E. A), Área de Valor Ambiental (AV) y la zona de estudio correspondiente al Predio 5 de Mayo (tomado de GE, 2005 y PPDU, 1997).



Figura 4.- Diagrama de la tenencia de la tierra de la Barranca de Tarango y la ubicación del Predio 5 de Mayo, según el Registro Público de la Propiedad del 2005 (tomado de DGBU-EA; 2005).

La Barranca de Tarango pertenece al grupo de barrancas del poniente de la Ciudad de México las cuales se localizan en la Sierra de las Cruces. Estas montañas volcánicas se formaron durante el pliocuaternario debido al emplazamiento de magma en fracturas corticales con dirección NW-SE (noroeste- sureste). Los materiales arrojados, posiblemente desde los volcanes de La Palma y del San Miguel, ubicados en la parte más alta del Desierto de Los Leones, fueron flujos de lava y de piroclásticos, acompañados de cenizas de caída libre, también conocidos como "tepetate" y pumicitas (Canedo, 2007).

Estas barrancas presentan lahares que son flujos de lodo que arrastran materiales volcánicos y que afloran en las laderas de las barrancas, sin cubierta vegetal y que continúan erosionándose. No se descarta en el origen de las barrancas una relación con la tectónica regional. Sin embargo, la explicación lógica indica que de la Sierra de Las Cruces bajan corrientes fluviales en sentido hacia el NE (noreste), es decir, perpendicular a dicho eje (Canedo, 2007).

La Barranca de Tarango presenta un clima de tipo templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad ($C(w_2)$). La temperatura media anual es de 16°C con precipitación promedio anual de 865.6 mm, siendo de 563.7 mm la del año más seco y de 1240.2 mm la del más lluvioso (DGECIIP, 1999). Para la delegación se reportan cuatro tipos de suelos dominantes: feozem háplico y lúvico (53.8%), litosoles háplicos (28.8%), andosoles (21.5%) y regosol éutrico (1.9%); en el caso particular de la barranca se reporta un solo tipo de suelo de tipo feozem de texturas medias (INEGI, 2006; PEDAO, 2007).

Tarango es una de las subcuencas pluviales de la Delegación Álvaro Obregón. El río Tarango nace a los 2,670 m s n. m., corre en dos cauces paralelos, Puente Colorado y Puerta Grande, y convergen en la Presa de Tarango (el tipo de aguas es de origen pluvial y residual doméstico) (Fig. 5), de donde sale el colector Barranca del Muerto que se une al colector del río Churubusco. La subcuenca del río Tarango tiene una topografía accidentada, lo que propicia que la velocidad del escurrimiento sea muy fuerte y con una longitud aproximada de 2 km (DGECIIP, 1999; CEVIA, 2008).

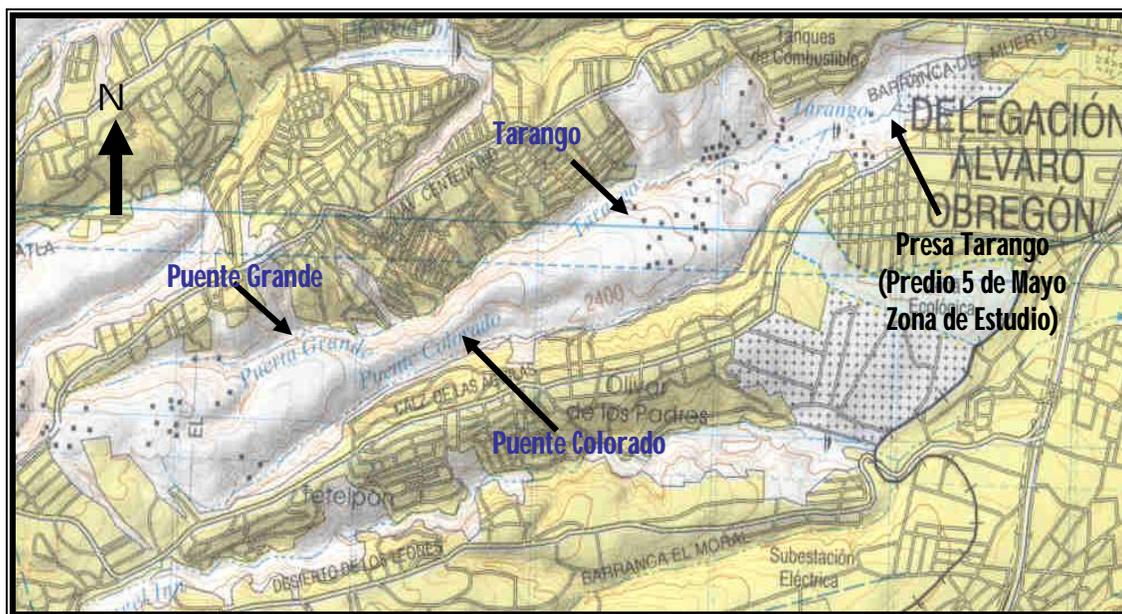


Figura 5.- Imagen topográfica que ubica a los ríos que corren a lo largo de la Barranca de Tarango (INEGI 1:50000, 2003).

La vegetación original de la Barranca de Tarango correspondía, en casi toda su extensión, a bosque de encino (DGBU-EA, 2005). Se reporta que en ella existen aproximadamente 185 especies de plantas distribuidas en 132 géneros y 63 familias. La familia Asteraceae es la mejor representada con 21 géneros y 38 especies. Incluso cuatro especies se encuentran dentro de la NOM-059-ECOL-2001 (*Erythrina coralloides*, Amenazada, *Fraxinus uhdei*, Protección especial, *Cupressus lusitanica*, Protección Especial y *Cupressus benthamii*, Protección Especial) y una considerada por Rzedowski (1990, citado en DGBU-EA, 2005) como endémica de México (*Smilax moranensis*). De las 185 especies presentes en la zona, el 80 % son nativas, dentro de las cuales se encuentran *Rhamnus mucronata*, *Quercus rugosa* y *Eynsenhardtia polystachya*; el 8 % se consideran naturalizadas e incluyen a *Phytolacca icosandra*, *Anagallis arvensis* y *Schinus molle*; el 4 % son introducidas, como es el caso de *Cupressus spp.*, *Pinus pringlei* y *Crataegus pubescens*; y por último, dentro del 8 % restante, se tiene a *Eucalyptus camaldulensis*, *Casuarina equisetifolia*, *Acacia retinodes* y *Ligustrum lucidum* como especies exóticas (*op. cit.*).

En el caso de los encinares, de las 24 especies que se reportan para el D. F. (González-Rivera, 1993), cinco se localizan en la zona de estudio de la Barranca de Tarango (*Q. rugosa*, *Q. mexicana*, *Q. obtusata*, *Q. castanea*, y *Q. crassipes*).

Actualmente el área se encuentra albergando importantes extensiones de matorrales y pastizales, y restringiendo en la actualidad el bosque de encino a las partes superiores de las cañadas del Arroyo Puente Colorado y Puerta Grande; por lo que solo el encinar ocupa el 25% de la superficie total (70.34 has) (DGECIIP, 1999; DGBU-EA, 2005). Otros tipos de vegetación que se reportan son matorral subinorme, pastizal, bosque de galería de tepozán, vegetación de reforestación y vegetación secundaria de perturbación que se describen a continuación (Cuadro 1) (*op. cit.*).

Cuadro 1. Tipos de vegetación y usos de suelo de la Barranca de Tarango (tomado de DGECIIP, 1999 y DGBU-EA, 2005).

Tipo de vegetación o uso del suelo	Superficie aproximada (has)	% de la superficie de la Barranca
Bosque de Encino	70.34	25.09
Matorral subinorme	65.06	23.21

Pastizal	47.55	16.96
Bosque de galería de tepozán	15.91	5.68
Reforestación	18.20	6.49
Vegetación secundaria	35.1	12.49
Construcción	13.21	4.71
Cuerpos de agua	1.92	0.68
Desprovisto de vegetación	13.14	4.69
Total:	280.34	100

Bosque de encino: Constituye la vegetación primaria que hasta antes de la Colonia dominaba casi en toda la barranca. Actualmente se localiza principalmente en la porción oeste de la barranca, conformando bosques densos con coberturas que van del 60% al 100%. Las especies dominantes en la zona de influencia del Arroyo Puerta Grande son: *Quercus obtusata*, *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Arbutus glandulosa*, en la zona de influencia del Arroyo Puente Colorado se presentan frecuentemente *Quercus mexicana*, *Q. rugosa*, *Arbutus xalapensis* y además de *Q. obtusata* y *A. glandulosa*. En el estrato arbustivo se presentan elementos de los géneros *Buddleja*, *Berberis*, *Senecio* y *Eupatorium*, entre otros. En esta zona resalta la presencia de especies propias de regiones muy húmedas del género *Garrya*, *Cornus*, *Rubus* y diversas especies de epífitas y helechos, lo que podría indicar que en estos sitios es probable que existiera el bosque mesófilo de montaña.

Matorral subinermé. Este tipo de vegetación se sitúa en los márgenes del encinar, conformando franjas que pueden ir desde los cinco hasta los 60 m de ancho. Las especies predominantes que integran el matorral son por un lado, especies propias del matorral xerófilo, como el huizache (*Acacia shaffneri*), el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), el huizache (*Pithecellobium leptophyllum*) y el mezquite (*Prosopis laevigata*), y por otro, especies características de los bordes y claros del encinar, como la espinosilla (*Loeselia mexicana*), el membrillo cimarrón (*Amelanchier denticulata*), el gordolobo (*Gnaphalium sarmentosum*), el limpia tunas (*Senecio angustifolius*), el teclacote (*Verbesina virgata*), así como diversas especies del género *Eupatorium*, entre otras.

Pastizal. Este tipo de vegetación constituye comunidades secundarias que corresponden en su mayoría a una fase de sucesión del encinar. Actualmente este tipo de vegetación se ubica en las partes más expuestas de la barranca, esto es, en la Loma de Tarango. Las especies de gramíneas que integran el pastizal son los pastos amacollados del género *Mühlenbergia* (*M. virletii* y *M. robusta*) y pastos menores como *Aegopogon tenellus* y *Bromus carinatus*

Bosque de galería de tepozán. Se presentan en los afluentes secundarios de los Arroyos Puente Colorado y Puerta Grande, así como en la porción oriente de estos. Esta comunidad al igual que el matorral y el pastizal forman parte del proceso de sucesión natural del encinar. Las especies de tepozán que dominan son la *Buddleja cordata* y *B. parviflora*, y en las áreas que colindan con la zona urbana se presenta además, la *B. sessiliflora*. Otros elementos que acompañan al tepozán son el fresno (*Fraxinus uhdei*), el pirul (*Schinus molle*) y el eucalipto (*Eucaliptus globulus* y *E. macrocarpa*), entre otros.

Reforestaciones. Se localizan principalmente en tres zonas de la barranca; al oeste, en la zona del Parque Tarango (área de estudio de Hernández-García, 2009 y Razo, 2003); en el suroeste de predio "Los Alamos" y, al oeste, a la altura de la Presa Tarango y del predio 5 de Mayo (área de estudio de la presente investigación). Las especies que integran este tipo de comunidad son el eucalipto (*Eucaliptus globulus* y *E. macrocarpa*), la acacia (*Acacia retinoides*), la casuarina (*Casuarina equisetifolia*), el cedro (*Cupressus lindleyi*), el pino (*Pinus teocote* y *P. pringlei*) y el encino (*Quercus rugosa*).

Vegetación secundaria. Este tipo de vegetación se localiza en la porción este de la barranca, en las zonas con menor pendiente y por lo tanto más accesibles y propensas a las actividades de disturbio realizadas por el hombre (asentamientos habitacionales). Por esta razón las especies que predominan como la gualda (*Reseda luteola*), el acahual (*Tithonia tubiformis*), el tabaquillo (*Wigandia urens*), la higuierilla (*Ricinus communis*), el duraznillo (*Solanum rostratum*) y el pasto quicuyo (*Pennisetum clandestinum*), son especies indicadoras de perturbación.

Con este tipo de vegetación en la Barranca de Tarango, se reporta que la zona alberga fauna diversa de gran importancia que se describe de acuerdo al DGBU-EA (2005).

Mamíferos. Están mejor representados con las familias: Muridae y Vespertilionidae (los géneros más dominantes *Peromyscus* y *Reithrodontomys*, y *Myotis* respectivamente), aunque también se encuentran representantes de las familias Soricidae (musarañas), Canidae (zorras grises), Procyonidae (cacomixtle), Mustelidae (zorritos), Sciuridae (ardillas y ardillones), Geomyidae (tuza) y Leporidae (conejos); sobresaliendo, especies endémicas como la tuza *Cratogeomys merriami*.

Aves. Se hallan representadas las familias Columbidae (palomas), Trochilidae (colibris), Vireonidae (vireos), Hirundinidae (golondrinas), Emberizidae (gorriones), etc., de éstas, entre las más conspicuas encontramos a *Hirundo rustica*, *Columbina inca*, *Colibri thalassinus* y *Vireo belli*.

Reptiles. Se encuentran las familias Phrynosomatidae (tachín), Colubridae (culebra rayada), y Viperidae (cascabel de montaña), de las cuales, las dos primeras cuentan con mayor número de especies y sólo tres especies de la familia Reptilia se encuentran en algún estatus de protección según la NOM-059-ECOL-2000: Culebras de varios géneros entre ellos *Pituophis deppei*, Amenazada y Endémica; *Salvadora bairdii*, Sujeta a Protección Especial y *Tamnophis eques*, Amenazada, lagartijas del género *Sceloporus*.

Anfibios. Es el grupo con menor número de especies, sólo se han registrado tres especies, con una para cada familia, Hylidae con una especie de *Hyla* y Leptodactylidae con *Eleutherodactylus dilatatus*; cabe resaltar que éste grupo es uno de los más amenazados debido a la contaminación por aguas negras que se presenta en los arroyos de la zona (DGBU-EA, 2005).

Dentro del grupo de invertebrados relevantes que se presentan en la barranca, algunos géneros del grupo de las Mariposas diurnas destacan: *Eucheira socialis* (mariposa de Humboldt), *Cyanophrys agricolor* (mariposa agricolor), *Anetia thirza* (mariposa *Anetia*) (*op cit.*)

4.1 Especies reintroducidas en la Barranca de Tarango

Para el estudio se eligieron dos especies del género *Quercus*, *Q. mexicana* Bonpl. y *Q. rugosa* Neé. El criterio principal de elección es que son especies nativas de la Barranca de Tarango. Estas especies se les encuentra coexistiendo de forma natural (Rzedowski, 1981) y son recomendadas para reforestar sitios de condiciones ambientales secas (SMA-DF, 2008 y 2010).

Generalidades de los encinos

Quercus (encinos, robles) es el género de la Familia Fagaceae más ampliamente distribuido en el mundo, localizándose en casi todos los bosques templados del hemisferio norte y en algunas regiones tropicales y subtropicales del mismo. El número de especies es difícil de precisar ya que presenta una gran variación morfológica específica, pero una aproximación es de 500 especies (Romero *et al.*, 2002; Rogers y Johnson, 1998). México es el principal centro de diversificación de *Quercus*, -el otro está en el Sur de Asia, (Valencia, 2004)- por lo que presenta un gran número de especies, 161 especie (Valencia, 2004) y de las cuales 115 son endémicas de México.

El género *Quercus* se encuentra desde el nivel del mar hasta 3500 m s.n.m., aunque la mayoría de las especies se localizan entre los 1500 y 3000 m s.n.m.; forman bosques puros (comunidades muy características de las zonas montañosas de México) o mixtos (con *Abies* y *Pinus*), pueden ser totalmente caducifolios o perennifolios (Romero, 1993). Se desarrollan sobre diversos tipos de roca madre, en suelos profundos de terrenos aluviales planos, poco tolerantes a las deficiencias de drenaje, aunque pueden crecer en suelos permanentemente húmedos y rocosos. Los suelos donde suelen desarrollarse los encinares son de reacción ácida moderada (pH de 5.5 a 6.5), de textura variada, de arcillosa a arenosa, de coloración roja, amarilla, negra café o gris (Reyes y Gama-Castro, 1995).

En nuestro país se conocen comunidades de encinos de todos los estados, excepción hecha de Yucatán y Quintana Roo. Constituyen el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental, pero también son muy comunes en la Occidental, en el Eje Transmexicano, en la Sierra Madre del Sur, en las Sierras del norte de Oaxaca y en las de Chiapas y de Baja California, no faltando en muchos otros macizos montañosos del altiplano y de otras partes de la República (Rzedowski, 1978).

Rzedowski y Rzedowski (1981) en la flora del Valle de México mencionan que los bosques de encinos se establecen en la zona montañosa del valle, miden de 5 a 12 m de altura y son moderadamente densos prosperando en altitudes entre 2,350 y 3,100 m, sobre suelos profundos o someros; con una precipitación promedio anual de 700 a 1 200 mm. También se llega a observar matorral de *Quercus*, que es una comunidad arbustiva en altitudes de 2,350 y 3,100 m, en suelos poco profundos, con precipitación media anual entre los 700-900 mm; este tipo de matorral en el Valle de México parece que es inducido y mantenido por el fuego. Entre los 2,500 y 2,800 m s.n.m., generalmente se desarrolla el bosque de *Quercus rugosa*. En algunos lugares los bosques de *Q. rugosa* alcanzan la altura de 25 m, en cambio en otras (i. e., Pedregal de San Ángel) y en ciertas localidades del Valle, son más pequeños.

Los encinos son un grupo muy importante por razones tanto ecológicas como económicas. Constituyen el elemento característico de los encinares en los bosques templados, y están presentes en bosques de pino, de pino-encino, mesófilo de montaña, matorral xerófilo, tropical caducifólio y pastizales, presentándose en toda una gama de condiciones climáticas y edáficas (González-Rivas, 1993; Romero *et al.*, 2002; Zavala, 2000); son hospederos de epifitas, desde líquenes y musgos hasta orquídeas; alimentan a numerosas especies de mamíferos, aves e insectos (Romero, 1993, 2002; Suárez, 1998). Los encinos presentan relaciones ectomicorrízicas con hongos como *Amanita*, *Russula*, *Lactarius*, etc. (Rzedowski, 1978), en algunos sitios se han encontrado 70 especies de hongos del suelo y de hojarasca, de los cuales, 43 son micorrízicos y 19 se encuentran asociadas con los encinos (Chacón *et al.*, 1995 en Suárez, 1998). También son considerados biomejoradores del suelo, ya que propician su desarrollo y rejuvenecimiento, permitiendo un control natural y eficiente contra la erosión del suelo (Reyes y Gama-Castro, 1995).

En México el aprovechamiento adecuado como recurso forestal es deficiente (aunque su madera ocupa el segundo lugar de explotación a nivel nacional después del pino); han sido mal explotados y sub-aprovechados, la mayoría de las especies sólo son utilizadas para la producción de carbón, leña y raja para combustible (González, 1986). Las especies son consideradas forestalmente de poco potencial económico y posiblemente sea por las

características de su madera que es difícil de aprovechar (Zavala, 1990). En la década de los 70's la madera de encino tenía bastante aceptación en la manufactura de muy variados tipos de productos terminados industrialmente (Romero, 1993; Pérez Olvera *et al*, 2000).

En nuestro país *Quercus* se utiliza de diversas formas como fuente de carbón, leña y raja para combustible o para la elaboración de celulosa, madera para muebles, pisos y mangos de herramientas. Como uso medicinal se utilizan todas las partes del árbol, i. e. la flor de *Q. crassipes* se emplea como antiespasmódicos, contra los vértigos y la epilepsia. También se les utiliza como alimento para animales (la bellota para cerdos, gallinas y conejos) y alimento humano (bellota para elaborar harina para tortillas, pan, atole) y en el curtido de pieles por la cantidad de taninos que presenta (González-Rivas, 1993; Romero, 1993;)

6.2. Aspectos generales de las especies de estudio

Las especies reintroducidas de *Quercus mexicana* y *Q. rugosa*, generalmente se encuentran asociadas en las diferentes zonas en las que se distribuyen, se consideran especies codominantes (Rzedowski *et al.*, 1981).

Quercus mexicana es conocida como encino colorado, fue descrito en 1809 por Humboldt y Bonpland; pertenece al grupo de encinos rojos denominados *Erhythrobalanus*²⁰, (Fig. 6). Es una especie que se reconoce porque sus hojas tienen bordes enteros, ápice mucronado y envés con pelos a manera de punteaduras (Romero, 1993). Los árboles presentan una altura de 3-15 m, aunque pueden alcanzar los 30 m, su corteza es gris; las hojas jóvenes son del mismo color que las adultas, las hojas maduras son deciduas de 3-9 cm de largo; las flores son desconocidas; su fruto es anual y las bellotas son ovoides de 1-1.5 cm de largo (Romero, 1993; Valencia, 1995; OW, 2010). Esta especie fructifica de julio a enero (Romero *et al.*, 2007), en general requiere de dos años para que maduren sus bellotas (bellotas bianuales, ciclo reproductivo de tres años) y en muchos casos se presenta un reposo breve de dos a tres meses (Zavala y García (1996). Se puede hibridar con *Q. acutifolia* (WO, 2010).

En México se distribuye en Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Chiapas, Estado de México y Distrito Federal (Romero, 1993); a una altura de 2230 a 3050 m, en bosques de encino y encino-pino, en suelos erosionados y a orillas de arroyos, se le asocia con *Pinus montezumae*, *P. leiophylla*, *P. teocote* y *P. rudis* (Valencia, 2004; Romero *et al.*, 2007); se pueden localizar tanto en zonas con temperaturas de 7 °C (soportan -15 ° C) como ambientes secos (OW, 2010).

²⁰ Pertenece a la sección *Lobatae* de acuerdo a la clasificación propuesta por Nixon (Romero *et al.*, 2007)

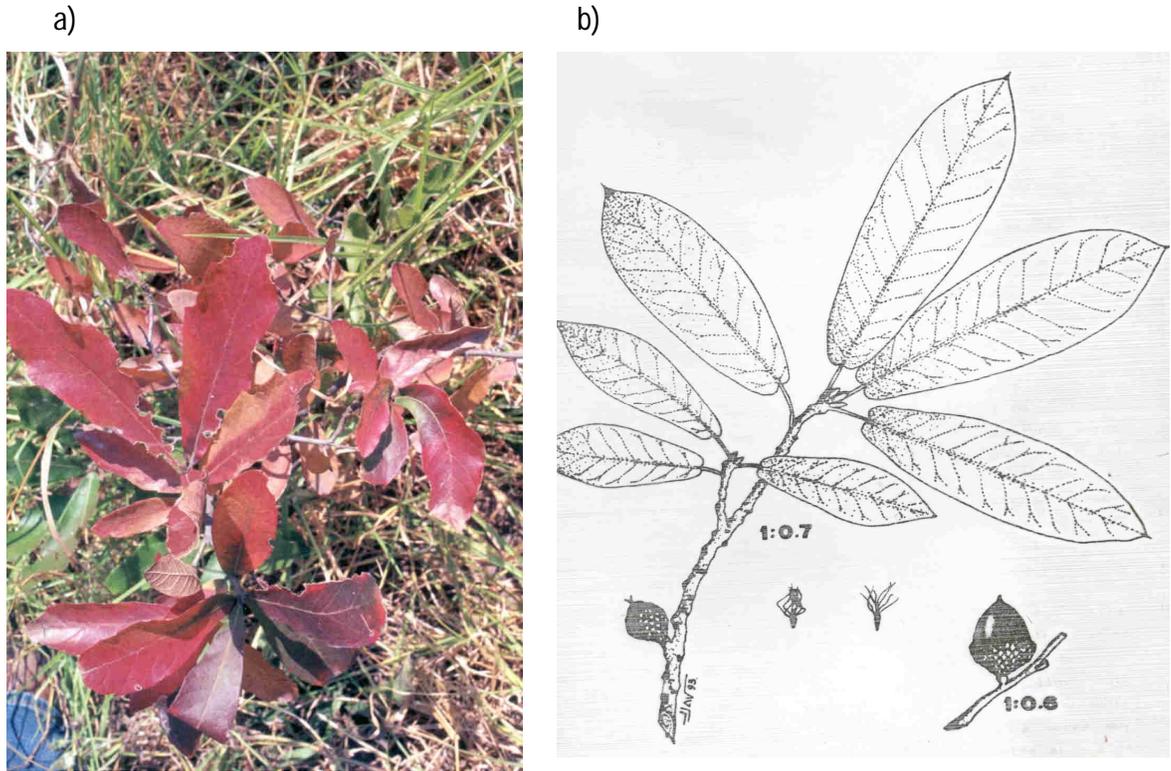


Figura 6.- Ejemplar sembrado de *Q. mexicana* Bonpl. en la Barranca de Tarango (a) y dibujo (b), tomado de Romero (1993).

Quercus rugosa es conocida por varios nombres comunes como: roble, doza, encino, encino roble, encino quebracho, encino hojarasco, encino negro, encino cuero, encino blanco, encino de asta, encino avellano, encino de miel, encino blanco liso y encino quiebra hacha (Romero, 1993); fue descrita por Née en 1801; pertenece al grupo de encinos blancos denominados *Leucobalanus*²¹ (Fig. 7).

Es una especie que se reconoce por sus hojas coriáceas y cóncavas, los mucrones largos y envés con pelos glandulares y depósitos de mucílago (Romero, 1993). Los árboles presentan una altura de (5-) 10-30 m de alto, con el tronco de hasta 1 m o más de diámetro; las hoja jóvenes con el haz rojizo y abundantes pelos glandulare, vena principal muy pubescente y envés con un denso tomento pálido, las hojas maduras son deciduas, coriáceas, rígidas, con frecuencia cóncavas, muy rugosas y en el envés muy tomentoso o con pelos esparcidos, en las flores los

²¹ Pertenece a la sección *Quercus* de acuerdo a la clasificación propuesta por Nixon (Romero *et al.*, 2007)

amentos femeninos de 15-20 flores en pedúnculos pubescentes; fruto anual, solitario o en grupos de 2-5 (-8), y bellotas de color café rojizo de 2-2.5 cm de largo que maduran en 1 año (Romero, 1993; Valencia, 1995; OW, 2010). La mayor parte de los árboles produce flores de abril a agosto, y fructifica de septiembre a noviembre, puede presentar flores hermafroditas (Romero *et al.*, 2007; WO, 2010). No hay híbridos conocidos (WO, 2010).

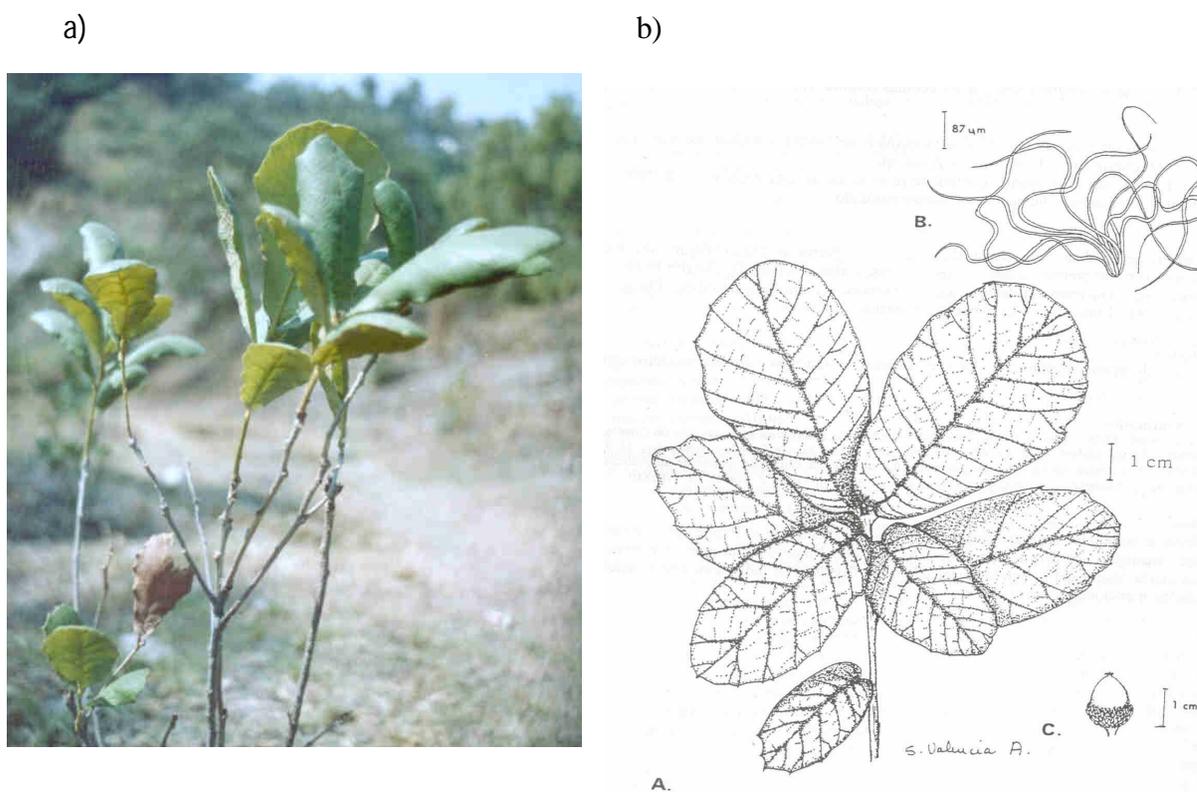


Figura 7.- Ejemplar sembrado de *Q. rugosa* Neé en Barranca de Tarango (a) y dibujo (b) (tomado de Valencia, 1995).

Se distribuye ampliamente en México en los estados de Aguascalientes, Colima, Chiapas, Coahuila, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Zacatecas y en el Distrito Federal (Valencia, 1995); en climas templados fríos y semifríos (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999); en altitudes de 1200 a 3500 m; en bosques de pino-encino, de pino, de encino, de oyamel, en matorral xerófilo, en encinares perturbados y cultivos agrícolas; se asocia con *Pinus leiophylla*, *P. oocarpa*,

P. teocote, *P. pseudostrobus*, *Quercus catanea*, *Q. candicans*, *Q. laurina* y *Q. crassipes* (Romero *et al.*, 2007; OW, 2010).

Es una especie de fácil adaptación que puede vivir de 100 a 150 años, su tasa de crecimiento inicial (primeras 6 semanas) es de 0.0034 cm/día y en general presenta tasas bajas de crecimiento (Bonfil, 1998). Se reporta que pueden prosperar en laderas de cerros, barrancas y cañadas húmedas, en terrenos planos y en lugares secos o muy húmedos; pueden establecerse en todos los tipos de suelos con preferencia en suelos húmedos, en suelos someros o profundos, en pocas ocasiones rocosos y pedregosos, en suelos con características como rojizo-arenoso, blanco calizo, somero pardo y profundo, roca basáltica, migajón arenoso, rocas volcánicas, delgados, ácidos, secos o húmedos (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; OW, 2010).

6.3. Trabajo experimental

6.3.1. Elección y caracterización de los sitios

Para la elección de los sitios, primero se realizó el reconocimiento de la geomorfología del paisaje en la zona de estudio a partir de recorridos en campo. En el sitio se determinó un sistema de terrazas fluviales pareadas discontinuas (Selby, 1985) con tres niveles (alto, medio y bajo). La discontinuidad se refiere a que no siempre podemos observar los tres niveles de terrazas, de tal manera que se eligieron dos niveles, el de la terraza alta y el de la baja. Ambas terrazas son contrastantes tanto en características edáficas como ambientales (diferente de lo que se ha reportado), ya que la terraza baja tiene la influencia del río.

Cada terraza se caracterizó de acuerdo con la metodología de Siebe *et al.*, (1998), que plantean una descripción *in situ* de perfiles de suelo así como una evaluación edafo-ecológica. En cada perfil se identificaron los horizontes para determinar en cada uno textura, porcentaje de volumen de piedras, color (en húmedo), pH, porcentaje de materia orgánica, porcentaje de carbonatos de calcio (en el caso de que se presente), humedad, estructura (tipo, tamaño y grado), estabilidad de agregados, poros (abundancia, forma, tamaño y distribución), densidad aparente, densidad de

raíces, límite y nombre del horizonte. Con estos datos se realizó la evaluación edafo-ecológica general que consideró: profundidad de desarrollo, profundidad fisiológica, penetrabilidad de raíces, espacio poroso total (VPT), capacidad de aireación (CA), capacidad de agua disponible (dCC), capacidad de campo (CC), conductividad hidráulica (Kf), capacidad de intercambio catiónico (CIC), bases intercambiables, erodabilidad, tipo de humus y abastecimiento de nitrógeno. Otros rasgos ecológicos a considerar fueron la presencia de: cutanes, concreciones, manchas y motas, slicken-sides, reacción al aluminio activo y actividad biológica.

Con los parámetros anteriores se determinó el tipo de suelo para cada terraza con base en la clasificación de la FAO (1999) que es la base referencial mundial del recurso suelo (WRB). Para determinar el comportamiento de la humedad relativa (%) y temperatura (°C) en cada terraza, se colocaron sensores (data loggers), mismos que fueron programados para realizar los registros cada 2½ horas (durante las 24 horas del día). Los registros tuvieron una interrupción en la terraza baja por la invasión de chinches dentro del sensor); con los datos registrados se obtuvieron promedios mensuales.

En cada terraza se establecieron 3 parcelas de 500 m², en donde se reintrodujeron 480 plantas de ambas especies (240 de cada especie). El diseño de muestreo fue sistemático²², y en cada parcela se plantaron (seleccionándolas de forma aleatoria) 80 individuos, 40 de *Q. mexicana* y 40 de *Q. rugosa*. El sistema de siembra fue en formación tresbolillo (en forma de zig-zag) a una equidistancia de 3 metros aproximadamente entre cada plántula y en proporción 1:1 (SMA-DFa, 2008).

6.3.2. Reintroducción de plantas

En el periodo de abril a mayo del 2005 se eligieron 480 plantas de 3 años de edad provenientes del Vivero Netzahualcóyotl²³, seleccionando solo aquellas plantas que no presentaran ningún rasgo de plagas o enfermedades (clorosis, hojas mordidas, etc.). Posteriormente se transportaron a las instalaciones de la planta de composta de la delegación situada en la Barranca de Tarango

²² Este diseño consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales en un patrón regular en toda la zona de estudio (Mostacedo y Fredericksen, 2000)

²³ Las bellotas son recolectadas en zonas naturales dentro de la Cd. de México.

para su aclimatación regándolas cada tercer día y disminuyendo gradualmente el riego cada semana, desde abril hasta el día de su reintroducción (junio del 2005) en las parcelas experimentales en el Predio 5 de Mayo. Cada individuo fue etiquetado y marcado en la base con barniz rojo como referencia para realizar las mediciones correspondientes (Fig. 8).



Figura 8.- Tallos de plantas introducidas que muestran la etiqueta con el número del individuo y la marca de referencia para medir la altura de la planta.

6.3.3. Evaluación del crecimiento y la supervivencia

Para evaluar el desempeño de cada plántula se estimó el crecimiento y la supervivencia en ambas terrazas a lo largo de 11 meses (junio 2005 – mayo 2006). El crecimiento se evaluó aproximadamente en intervalos de 2 meses, utilizando como variables de respuesta el incremento en altura (cm), área basal (cm²), cobertura (cm²) y número de rebrotes por plántula.

La altura se midió con un flexómetro desde la marca basal (de la rama principal en el caso que tuviera rebrotes) hasta la yema apical más alta de la plántula, de forma recta (Fig. 9). El área basal se obtuvo midiendo el diámetro basal, el cual se midió siempre a la misma altura de la marca basal con un vernier digital (Fig. 9). A las plantas que produjeron rebrotes en el transcurso del experimento se les midió también el diámetro basal de los rebrotes; a cada uno se le estimó el área basal y posteriormente un promedio por individuo.

La estimación del área basal se realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$AB = \pi r^2,$$

donde, AB es el área basal, π es igual a 3.1416 y r es el radio de la circunferencia (la mitad del diámetro) del tallo de cada planta.

La cobertura se estimó a partir de la medición del diámetro mayor y diámetro menor suponiendo que la copa de la planta tendría forma de elipse (Fig. 9). El cálculo se realizó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Cobertura (C)} = \pi \left[\frac{1}{4}(d_1 + d_2) \right]^2,$$

donde, π es 3.1416, y, d_1 y d_2 son los diámetros mayor y menor perpendiculares entre sí de la proyección vertical de la copa de la plántula (Fig. 9).



Figura 9. Medición de la a) altura, b) diámetro basal y c) cobertura de las plantas reintroducidas en la Barranca de Tarango.

Para la supervivencia se registraron las plantas como vivas (V) o muertas (M); se consideraron como plántulas muertas aquellas que después de 3 meses no tenían follaje, se observaron totalmente secas (toda la planta) y sin ningún rebrote o yemas de crecimiento. Otros datos adicionales que se tomaron durante cada muestreo fueron observaciones cualitativas como: hojas mordidas, hojas cloróticas y hojas secas, esto con el fin de obtener información de una manera muy general de algunas variables que pudieran ser importante a considerar en futuros estudios.

6.3.4. Análisis de los datos

Los datos de las variables de respuesta de crecimiento a analizar fueron altura, cobertura, área basal y número de rebrotes; y en supervivencia fueron los porcentajes de los individuos vivos. La prueba estadística que se aplicó para crecimiento y supervivencia fue un análisis de varianza (con intervalo de confianza del 95%) de dos (analizando el efecto de sitio y especie así como su interacción) y tres (sitio, especie y tiempo) vías (factores), respectivamente; para el crecimiento se utilizó los incrementos después de un año de la reintroducción de los individuos y en la supervivencia los porcentajes en periodos de aproximado de 2 a 3 meses durante un año. En caso de encontrar diferencias estadísticamente significativas se realizaron comparaciones múltiples de medias utilizando la prueba de Tukey (Zar, 1996).

Para el crecimiento, primero se verificó que los datos de crecimiento mostraron una distribución normal. Para el caso de la altura, cobertura si cumplían el supuesto de normalidad que requiere el análisis de varianza, no así el área basal, por lo que estos últimos fueron transformados a logaritmo natural para que cumplieran este requisito. En el caso del número de rebrotes por planta, se aplicó la transformación de la raíz cuadrada (Zar, 1996) con la fórmula $\sqrt{x+0.5}$ para que cumplieran el requisito de normalidad.

En supervivencia se obtuvieron las frecuencias de plántulas vivas en cada periodo de muestreo, después, se convirtieron en porcentajes y estos se transformaron al arcoseno de la raíz de la proporción para poder analizarlos mediante un pruebas de ANOVA (Zar, 1996).

6.3.5. Aspectos sociales

Para abordar los aspectos sociales y permitir obtener una primera aproximación social respecto a la problemática que surge en el entorno de la Barranca de Tarango, la metodología se utilizó considerando el tipo de muestreo, que fue no probabilístico, ya que solamente buscamos explorar el fenómeno sobre la perspectiva que tienen dos actores sociales de la Barranca Trango con respecto a la problemática ambiental de la zona. Algunas características del estudio fueron: el levantamiento u obtención de datos fue registrando la información de manera personal

a cada entrevistado; los temas abordados fueron el conocimiento, la opinión, las intenciones, las conductas, los usos y hábitos respecto a la Barranca de Tarango; y el destino de la información fue de difusión pública, con fines académicos (Galindo, 1998). A continuación se describe la metodología empleada:

1). *Identificar y seleccionar actores sociales.*

Se realizó una revisión documental de los diferentes actores sociales que intervienen o tienen algún interés en la Barranca, así como de observaciones realizadas en campo. Después de identificar los actores sociales, se procedió a conocer las perspectivas de éstos, eligiendo a dos actores que tuvieran una incidencia directa o indirecta en el proceso de restauración ecológica (Castillo, 2005). Para esto, se analizó las diferentes visiones de actores gubernamentales y habitantes locales, utilizando diferentes herramientas de la sociología como son la entrevista y la observación participativa, ya que, de acuerdo con Schwartz y Jacobs (1999), es recomendable usar dos técnicas para tratar de reconstruir la realidad y que la entrevista no sea la única herramienta.

2). *Condición de entrevistas a los actores sociales.*

Para las autoridades de la delegación Álvaro Obregón, se condujeron inicialmente entrevistas semi-estructuradas²⁴ (Robser, 1994) de carácter exploratorio, conformadas de 14 preguntas (anexo III.1), y el criterio de selección fue elegir a 3 funcionarios que hayan tenido una intervención directa en la zona de estudio. Las entrevistas se realizaron en distintos tiempos del 2005. Para los habitantes locales de la Barranca de Tarango, se aplicó una encuesta²⁵ con preguntas cerradas y abiertas, la cual consistió de un cuestionario de 18 preguntas (anexo III.2)

²⁴ Este tipo de entrevistas permite tener un primer acercamiento al fenómeno o tema estudiado, para identificar las características generales o dimensiones del problema (Galindo, 1998), generalmente son de preguntas abiertas donde las personas responden de manera abierta y son utilizadas cuando el interés versa sobre cómo piensan y que sienten las personas respecto a algún tema específico.

²⁵ La encuesta permite describir con precisión las características del fenómeno observado y para esto se pueden realizar preguntas abiertas (Galindo, 1998), generalmente son de preguntas cerradas y son utilizadas cuando se quiere cuantificar las respuestas de la gente respecto a algún tema, o para conocer algo específico.

para obtener información cuantificable y de opinión de 45 personas. El fin fue tener un primer acercamiento a la percepción de la comunidad que vive a las orillas, ya que son habitantes que se consideran ilegales, puesto que han invadido el terreno que es de competencia federal a lo largo de los años, aunque muchos de ellos, estén actualmente como viviendas legales por el tiempo que llevan en la zona (más de 50 años).

El primer criterio de selección de los habitantes, fue que fueran hombres o mujeres mayores de edad que viviera en las orillas de la Barranca. Un segundo criterio fue que los habitantes pertenecieran a alguno de los tres grupos representados de acuerdo con las características de la vivienda (lo cual reflejaría en algún sentido el estatus económico). Así se determinaron 3 grupos: 1) el material de construcción era de baja calidad (i. e. techo de lámina) por lo que se le considera que tiene un estatus social bajo; 2) el material de construcción era de buena calidad (i. e. techo con loza) y con un estatus social medio; y 3) el material de construcción es de alta calidad (i. e. construcciones lujosas) con un estatus social alto. Esto se estableció mediante las observaciones en campo y los comentarios de las autoridades, ya que las personas que se han establecido de manera irregular en la Barranca, no sólo son las de bajos recursos, por lo que consideramos importante obtener la percepción de los 3 estratos económicos y que se vea reflejado en el tipo de construcción. Los cuestionarios se realizaron de noviembre del 2005 a febrero del 2006.

3) Observación participativa.

Esta técnica de investigación permite utilizar información a través de la observación y cuando el investigador participa en la acción de la vida cotidiana de los sujetos bajo estudio (Taylor y Bodgan, 1984). La observación participante se desarrolló de dos formas. Una fue asistiendo a un taller de educación ambiental impartido en agosto del 2005 en las instalaciones del Predio 5 de Mayo, dirigido a personas de entre 5 y 15 años, y otra, conversando y escuchando comentarios de los trabajadores de la planta de composta y con los habitantes locales entrevistadas.

4) Organización y análisis de la información.

Los datos obtenidos se analizaron de acuerdo con el tipo de información como se explica a continuación:

1. En las entrevistas a las autoridades, se extrajeron y analizaron los puntos más relevantes que se plantearon de acuerdo con cada pregunta realizada, con el propósito general de conocer la visión de ellos respecto a la problemática ambiental planteada.
2. En el caso de los cuestionarios se obtuvieron porcentajes por respuesta de los distintos grupos, así como información de preguntas abiertas.
3. En la observación participante, se hizo una breve reseña y análisis de la información observada. Con las diferentes fuentes de información recabada, se construyó una primera aproximación de la percepción de la comunidad sobre el ambiente y problemática de la Barranca de Tarango y la relevancia que esto implica en un proyecto de restauración ecológica.

7. RESULTADOS

7.1 Caracterización de los sitio de estudio

7.1.1. Geomorfología

La Barranca de Tarango presenta un sistema de barrancos que forman terrazas fluviales por donde corre el río Tarango. Según el modelo de terrazas de Selvy (1985), el sitio presenta terrazas de incisión y relleno pareadas discontinuas (paired cut and fill terraces), lo cual se refiere a terrazas que se han formado por la excavación del cauce del río en las que se va depositando el material a ambos lados de río pero de forma discontinua, es decir, que podemos ver porciones de terrazas una enfrente de la otra y porciones donde sólo se aprecia la terraza en un lado.

En la barranca se observaron 3 niveles de terrazas: alta, media y baja (Fig. 10). La terraza alta presenta suelos más antiguos, es decir, son suelos que tienen más tiempo de haberse formando ya que conforme el cauce del río va excavando, las nuevas terrazas presentan suelos de más reciente formación respecto al nivel inmediato anterior; por lo tanto, la terraza baja en la Barranca de Tarango tiene los suelos más recientes.

Los suelos de la terraza alta son los que muestran una clara alteración antrópica, resultado de la depositación de diversos materiales de construcción (cascajo, grabas y ladrillos), basura e incendios provocados.

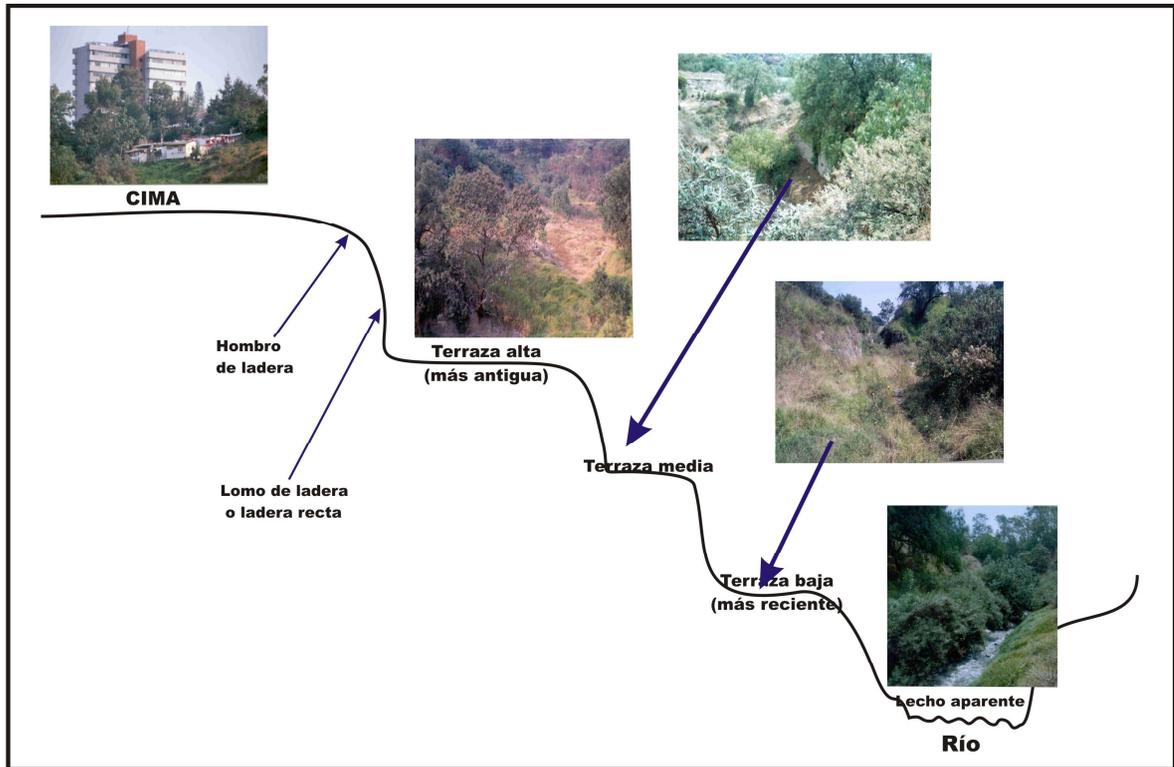


Figura 10. Geomorfología de la ladera indicado los sitios de trabajo en el Predio 5 de Mayo de la Barranca de Tarango.

7.1.2 Evaluación edafo-ecológica de los perfiles

a) Terraza alta (anexo II.1 y II.2)

La terraza alta se localiza a $19^{\circ} 21' 41''$ N y $99^{\circ} 12' 35''$ O, a una altitud de 2331 m (Fig. 11) con clima templado; el tipo de suelo según la clasificación de la FAO (1999) corresponde a un Antrosol úrbico (Fig. 12). El terreno tiene forma irregular con más de 50 m de ancho con pendiente de $<10^{\circ}$; el suelo presenta una dominancia de pastos y ruderales de disturbio como compuestas (*Videns odorata*), pero encontramos algunos elementos dispersos como encinos, pinos y tejocotes, los cuales han sido reintroducidos en reforestaciones anteriores. En el sitio se pueden observar texturas dominantes de tipo franco arcillosas (CR) y franco limosas (CL) con una estabilidad de agregados de baja a moderada y de alta (sólo en horizonte superficial) a baja; se observa disturbio por incendios y el paso de transeúntes. Esta terraza presenta un drenaje

natural bueno con condiciones en el perfil de humedad; no se observaron evidencias o rasgos de erosión.

El perfil contiene un suelo sepultado (suelo original de la zona) a partir de los 23 cm, cuyo material parental corresponde a piroclastos volcánicos. El material superficial es cascajo derivado de escombros generados durante el temblor de 1985 así como de material remanente de una ladrillera que operaba en la barranca ya hace mas de 80 años (comunicación personal de habitantes locales y trabajadores de la delegación). Los procesos pedogenéticos que se identificaron en el perfil son la neoformación de arcillas y acumulación de materia orgánica.

Características edafo-ecológicas de la terraza alta: Suelo profundo, bien aireado y drenado con pedregosidad de 50% de los 13-23 cm que puede limitar el desarrollo de algunas plantas, pH neutro, con alto contenido de materia orgánica en ambos horizontes superficiales tanto del suelo sepultado como del material agregado, con desarrollo de estructura subangular en bloques y pocos poros finos. Alta capacidad de retención de agua disponible para las plantas, conductividad hidráulica alta en los horizontes superficiales que disminuye con la profundidad y vuelve a aumentar en los horizontes superficiales del suelo enterrado. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es regular a media por el origen del material adicionado y un contenido de bases intercambiables alto; es un suelo con erosionabilidad muy baja debido al desarrollo de estructura, a la alta estabilidad de agregados y por pertenecer a la terraza alta (suelen ser menos erosionables al estar lejos del caudal). El suelo posee un alto contenido de N y una buena disponibilidad; sus principales límites son el alto contenido de piedras hacia los 13 cm desde la superficie.

a) Terraza baja (anexo II.3 y II.4)

La terraza baja se localiza a 19° 21' 41" N y 99° 12' 35" W, a una altitud de 2310 m s.n.m. (Fig. 13) con clima templado, el tipo de suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO (1999) corresponde a un Feozem siltico (Fig. 14). El terreno tiene forma mas o menos regular de 12 m de ancho con pendiente muy ligera en algunas porciones de <5° y en otras el terreno es plano; el suelo se observa muy compactado por el paso de transeúntes y obras realizadas con el colector

marginal del sitio; la vegetación es de tipo ruderal por perturbación con elementos de *Risinus spp.*, *Dodonea viscosa* y gramíneas principalmente. Las texturas dominantes son franco arcillosas (CR) con estabilidad de agregados de baja a moderada; su drenaje natural es muy bueno con altas condiciones de humedad y exposición del perfil de suelo a lo largo de la terraza, la profundidad al manto freático es desconocida pero con una clara influencia en el perfil (ya que está contiguo al cause del río); se observaron evidencias fuertes de erosión por cárcavas.

El material parental del perfil es de origen fluvial, y algunos procesos pedogenéticos que se observan son neoformación de arcillas y neoformación de óxidos de hierro (FeO) indicados por el color rojizo, con acumulación de materia orgánica humificada con humus tipo Mull en los horizontes superficiales y bioturbación.

Características edafo-ecológicas de la terraza baja: Suelo profundo, bien aireado en los primeros horizontes y medianamente aireado a profundidad, con pedregosidad variable, pH neutro y alto contenidos de materia orgánica. Desarrollo de estructura granular a subangular con pocos poros gruesos a medianos comunes. El drenaje es muy bueno dado el tipo de porosidad y presencia de texturas francas. Presenta una alta capacidad de retención de agua disponible para las plantas, alta conductividad hidráulica en los horizontes superficiales y moderados en el resto del perfil. Medianamente erosionable por la presencia de texturas franco-limosa en superficie y presencia de cárcavas. Contiene una alta reserva de nitrógeno y contenido de bases intercambiables.



Figura 11.- Terraza alta indicando parcelas 1, 2 y 3 (arriba) y vista de la misma terraza (abajo).

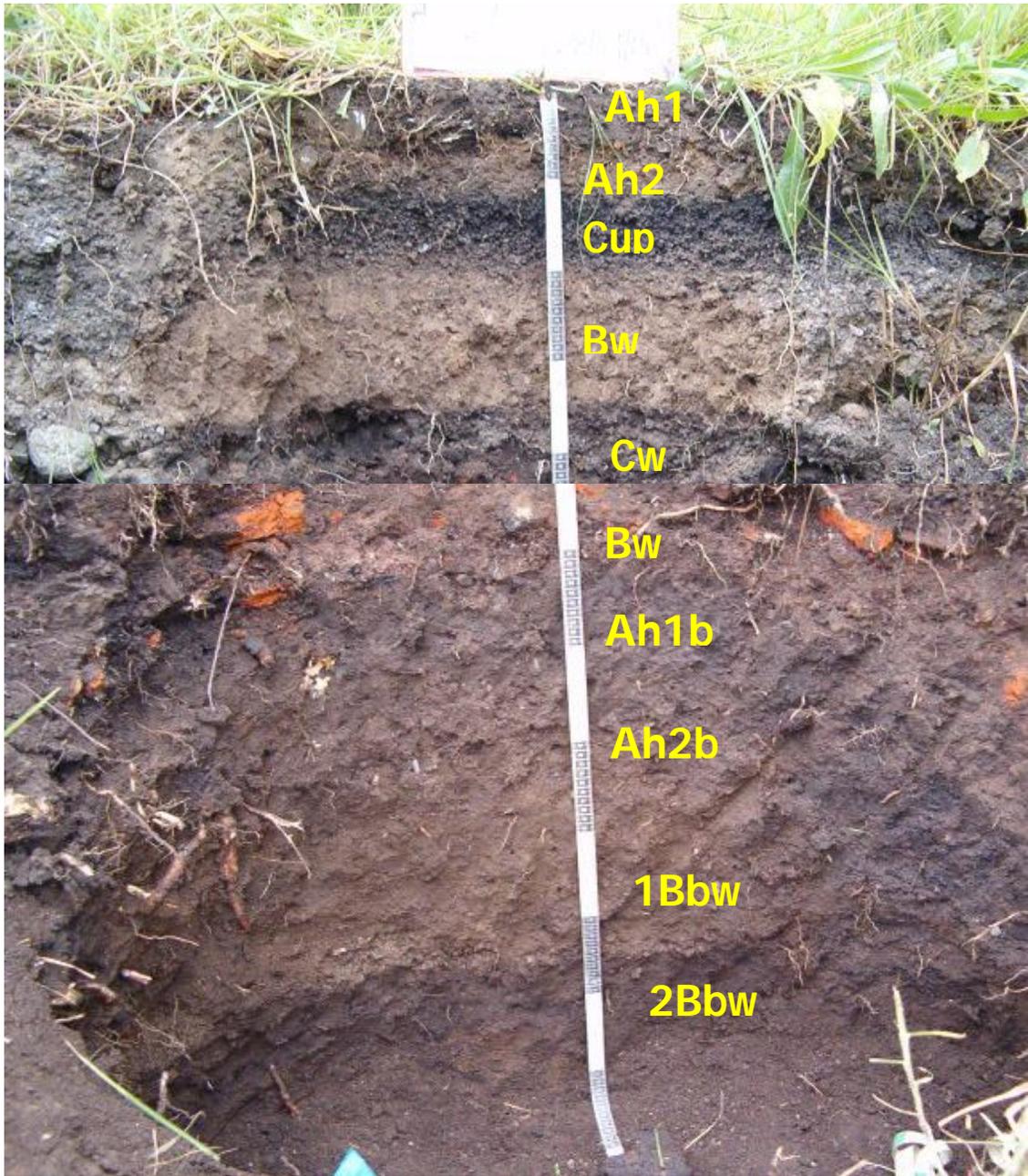


Figura 12. Vista del perfil 2 correspondiente a la terraza alta, indicando los horizontes en una profundidad de 1.27 m.



Figura 13. Terraza baja indicando parcelas 4-6 (arriba) y vista de la parcela 5 (abajo).

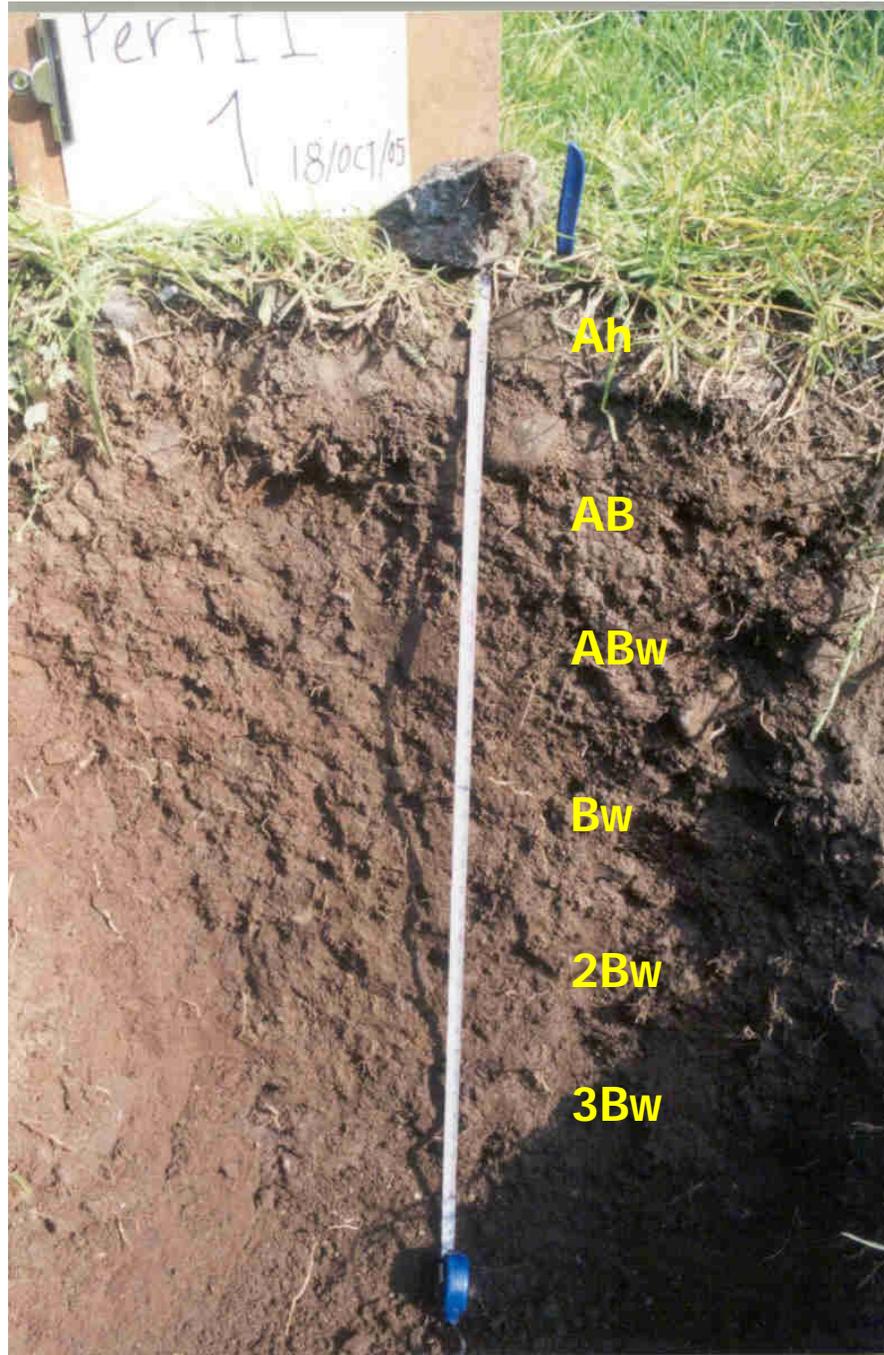


Figura 14. Vista del perfil 1 correspondiente a la terraza baja indicando los horizontes en una profundidad de 1.0 m.

7.1.3 Variables ambientales

La temperatura ambiental, tanto en la terraza alta como en la baja mostraron un comportamiento similar desde el inicio (Fig. 15), el promedio anual fue de 16.13 y 15.53°C, respectivamente. En ambas terrazas se registraron días extremos diferentes; por ejemplo, en la terraza alta el día más caliente registró una temperatura de 43.4 °C en el mes de marzo de 2006 y el más frío fue de -4.3°C en el mes de enero del mismo año; en la terraza baja la mayor temperatura fue de 35.7 °C en varios días de mayo y la mínima de 0.29 °C en noviembre de 2006.

La temperatura promedio mensual más baja se registró en el mes de enero (10.86 °C) en la terraza alta, en la terraza baja no se registró debido a la invasión de chinches dentro del data logger que interrumpió el registro de diciembre a marzo de 2006. Las temperaturas promedio mensuales más altas fueron en septiembre de 2005 en la terraza alta (18 °C) y mayo de 2006 en ambas terrazas (20 °C) (Fig. 15).

En cuanto al porcentaje de humedad relativa, las dos terrazas presentaron la misma tendencia a lo largo del tiempo, con excepción del periodo agosto-octubre de 2005, en el que se observa un descenso del promedio mensual de la humedad desde 71% hasta 52% (a pesar que este periodo corresponde a la época de lluvias); mientras que en la terraza baja se mantiene una humedad de 76 a 72 % (Fig. 15). Los porcentajes de humedad relativa más bajos se registraron en el mes de mayo de 2006, de 47 y 45 % para la terraza alta y baja, respectivamente, y que corresponde también a los registros de las mayores temperaturas (Fig. 15).

El 100% de humedad relativa se alcanza en varios días del mes de noviembre (2005) y marzo (2006) en la terraza alta, y en la terraza baja en varios días de agosto (2005); cabe mencionar que durante este año el periodo de lluvias intenso ocurrió en este mes. En contraste, los días más secos en la terraza alta (promedio diario) registraron un 23 % en diciembre y enero, en este segundo mes se reportaron 2 incendios en las parcelas y en la terraza baja se registraron días con 23 % de humedad ambiental en agosto y noviembre y de marzo a abril de 2006 (Fig. 15).

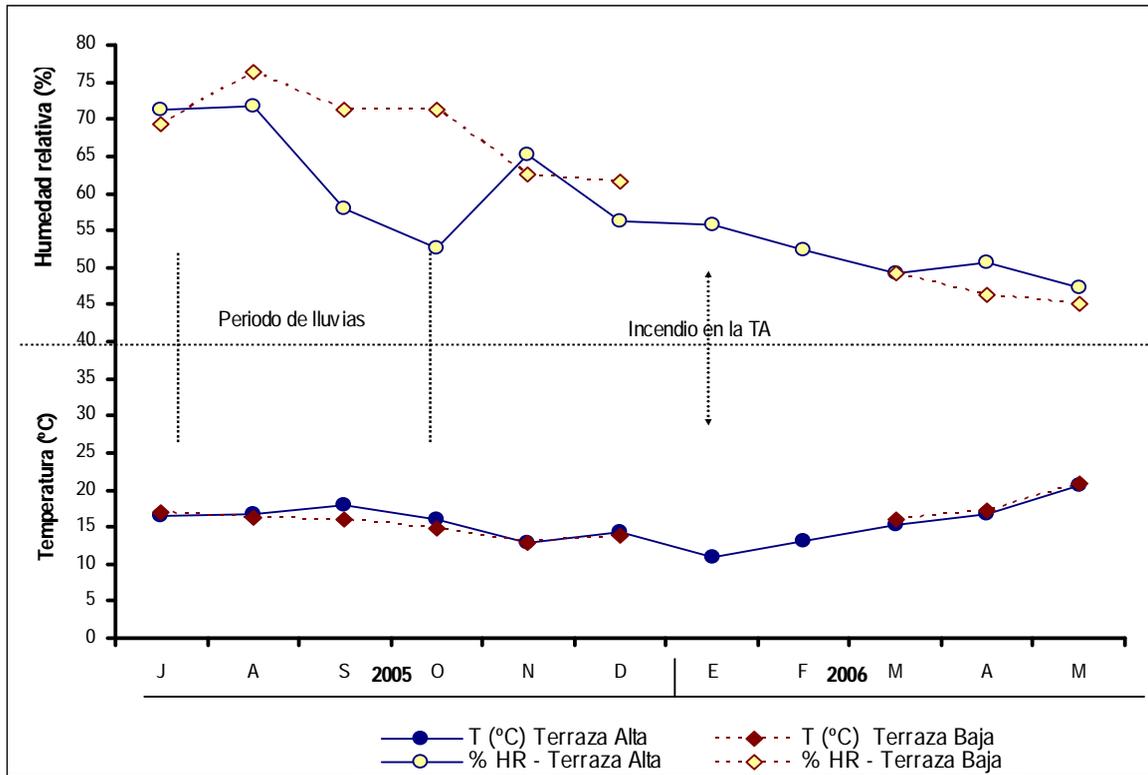


Figura 15. Promedios mensuales de temperatura (°C) y humedad relativa (%) en la terraza alta y la terraza baja, de julio de 2005 a mayo de 2006 en la Barranca de Tarango.

7.2. CRECIMIENTO

7.2.1. Altura

Como se observa en la Figura 16, las plantas de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* decrecieron en altura tanto en la terraza alta como en la terraza baja, un año después de haber sido introducidas en la Barranca de Tarango.

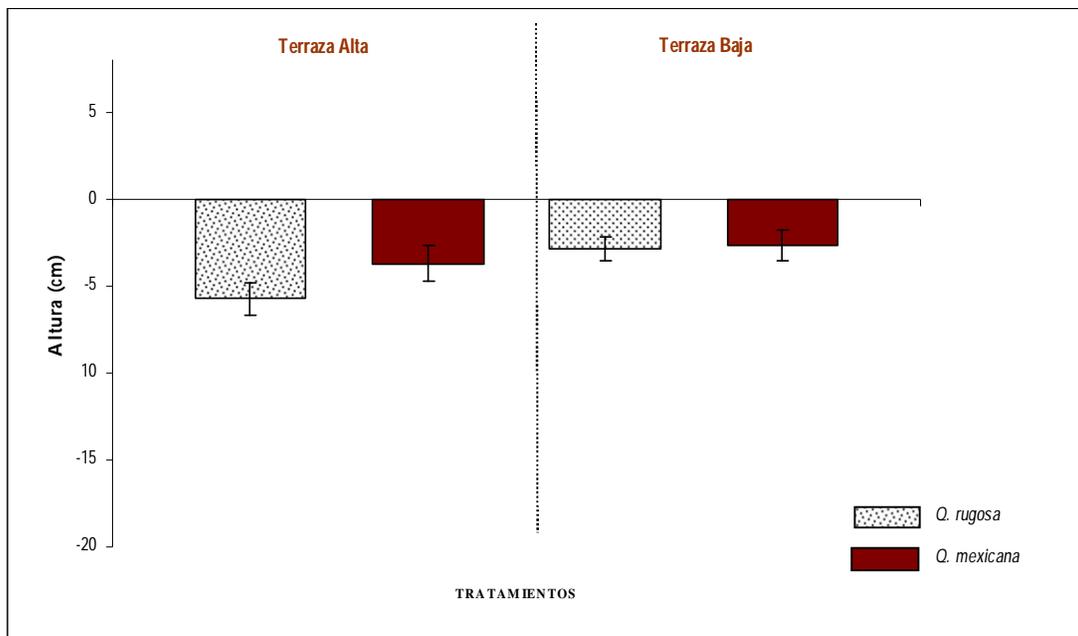


Figura 16. Decremento promedio en altura ($\bar{x} \pm 1$ e.e.) de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* en dos terrazas después de un año de su reintroducción en la Barranca de Tarango.

El resultado del ANOVA muestra (Cuadro 2) que las terrazas tuvieron un efecto significativo sobre la altura de los individuos de las dos especies ($F_{(1, 421)} = 5,0036$, $p < 0.02582$) (Fig. 17), siendo mayor el decremento en la terraza alta que en la baja (Fig. 17).

Cuadro 2. Análisis de varianza de dos factores (terracea y especie) sobre el incremento en altura de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.

Incremento en altura (cm)					
Factor	SC	GI	CM	F	P
Terraza	399.64	1	399.642	5.00362	0.025817*
Especie	122.04	1	122.041	1.52799	0.217104
Especie x Terraza	84.04	1	84.042	1.05223	0.305584
Error	33625.54	421	79.871		

* Con diferencias significativas

La altura de los individuos de ambas especies, un año después de su reintroducción, es mayor en *Q. rugosa* que en *Q. mexicana* en ambas terrazas (Fig. 17), y esta diferencia es significativamente diferente (Cuadro 3).

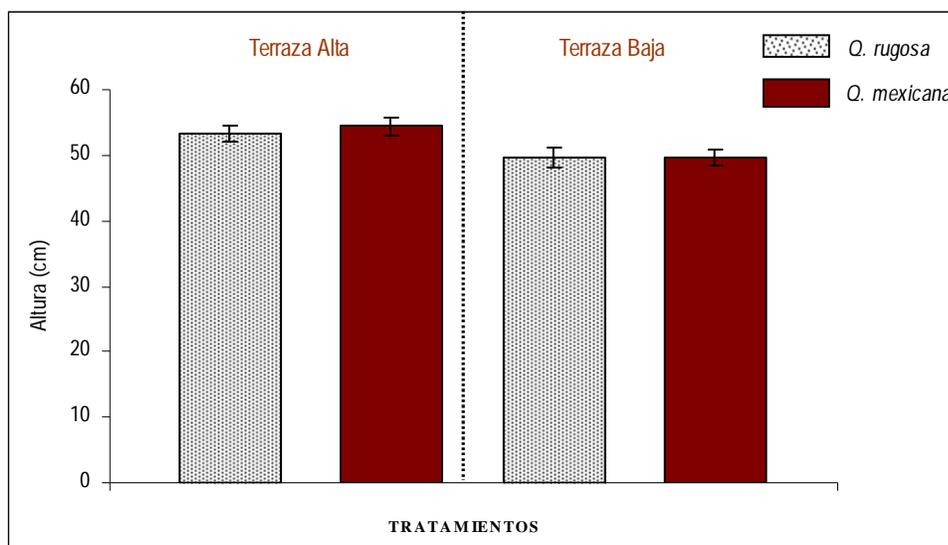


Figura 17. Altura total promedio ($\bar{x} \pm 1$ e.e.) de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* en dos terrazas, un año después (2006) de haber sido plantados en la Barranca de Tarango

Cuadro 3. Análisis de varianza de dos factores (terracea y especie) sobre el valor total en altura de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.

Altura total (cm)					
Factor	SC	GI	CM	F	P
Terraza	3	1	3	0,016	0,897937
Especie	1872	1	1872	9,324	0,002406*
Especie x Terraza	21	1	21	0,105	0,745586
Error	84525	421	201		

* Con diferencias significativas

7.2.2. Cobertura

La cobertura también presentó una tendencia similar a la altura, con una pérdida en cobertura mayor en *Q. mexicana* en ambas terrazas, en comparación con *Q. rugosa* después de un año de su reintroducción (Fig. 18).

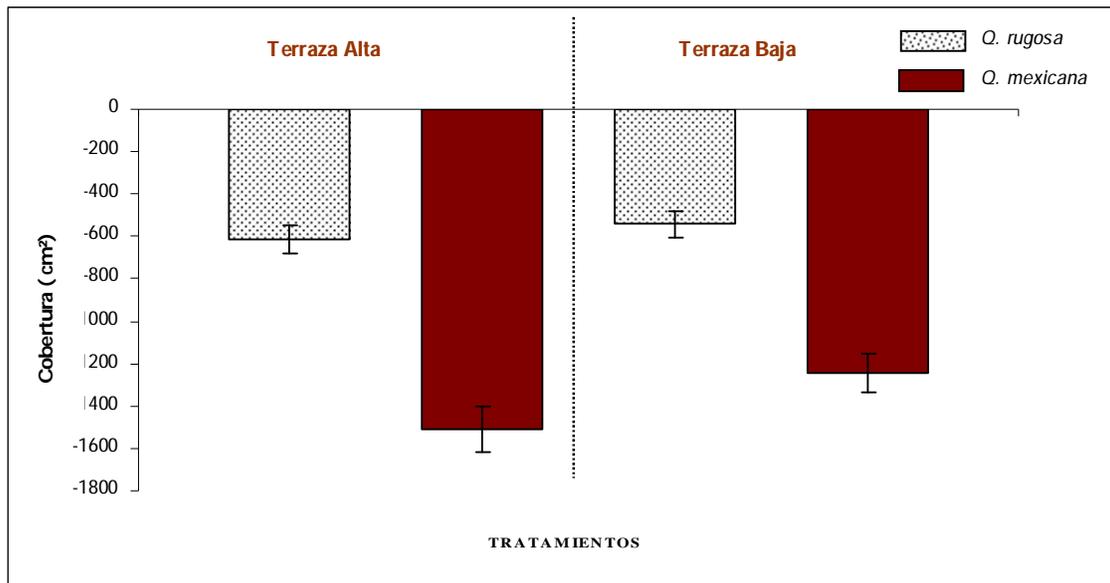


Figura 18. Decremento promedio ($\bar{x} \pm 1$ e.e.) en cobertura de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* en dos terrazas, después de un año de su reintroducción en la Barranca de Tarango.

El resultado del Análisis de Varianza (Cuadro 4) muestra que esta disminución, después de un año de la plantación, es significativamente diferente entre las terrazas así como entre las especies, ($F_{(1, 421)} = 4,3669$, $p < 0.03724$; y $F_{(1, 421)} = 98,956$, $p < 0.000$, respectivamente).

Cuadro 4. Análisis de varianza de dos factores (terracea y especie) sobre el decremento promedio de la cobertura de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango

COBERTURA (cm²)					
Factor	SC	GI	CM	F	P
Terraza	2933144	1	2933144	4.3669	0.037*
Especie	66466848	1	66466848	98.956	0.000 *
Especie x Terraza	928057	1	928057	1.3817	0.2404
Error	282777673	421	671681		

* Con diferencias significativas

La cobertura de las plantas, un año después de su reintroducción, fue mayor en la terraza baja para ambas especies (Fig. 19), y esta diferencia es significativamente diferente (Cuadro 5).

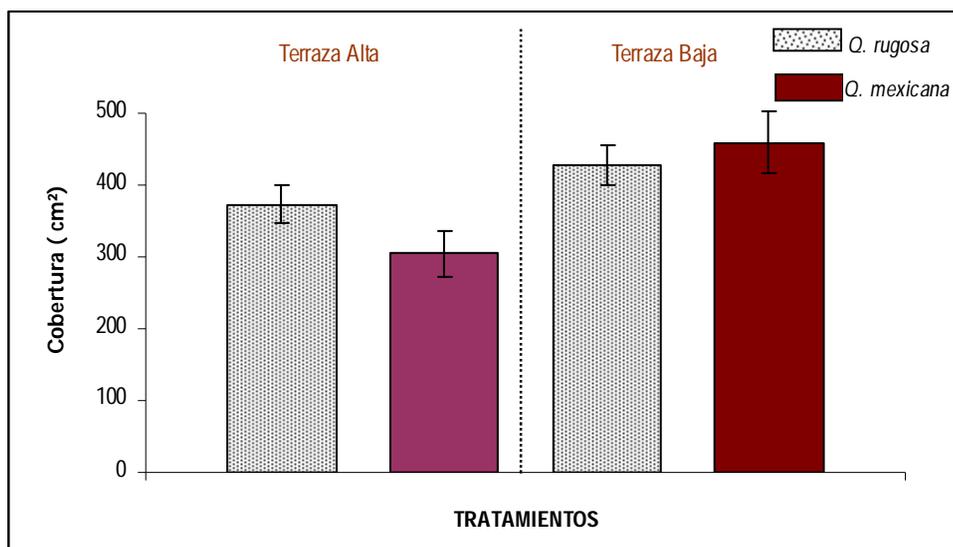


Figura 19. Cobertura total promedio ($\bar{x} \pm 1$ e.e.) de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* dos terrazas, un año después (2006) de haber sido plantados en la Barranca de Tarango.

Cuadro 5. Análisis de varianza de dos factores (terracea y especie) sobre el valor total en cobertura de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.

COBERTURA (cm ²)					
Factor	SC	GI	CM	F	P
Terraza	1067472	1	1067472	9,1086	0,0026*
Especie	34000	1	34000	0,2901	0,5904
Especie x Terraza	259350	1	259350	2,2130	0,1376
Error					

* Con diferencias significativas

7.2.3. Área basal

En contraste con la altura y la cobertura, el área basal de los individuos de las dos especies plantados en las dos terrazas de la Barranca de Tarango muestra un ligero crecimiento (Fig. 20). El resultado del Análisis de Varianza (Cuadro 6) no mostró diferencias significativas ni entre especies ni entre terrazas ($F_{(1, 317)} = 3.19832$, $p < 0.0746$; y $F_{(1, 317)} = 0.85983$, $p < 0.3544$, respectivamente).

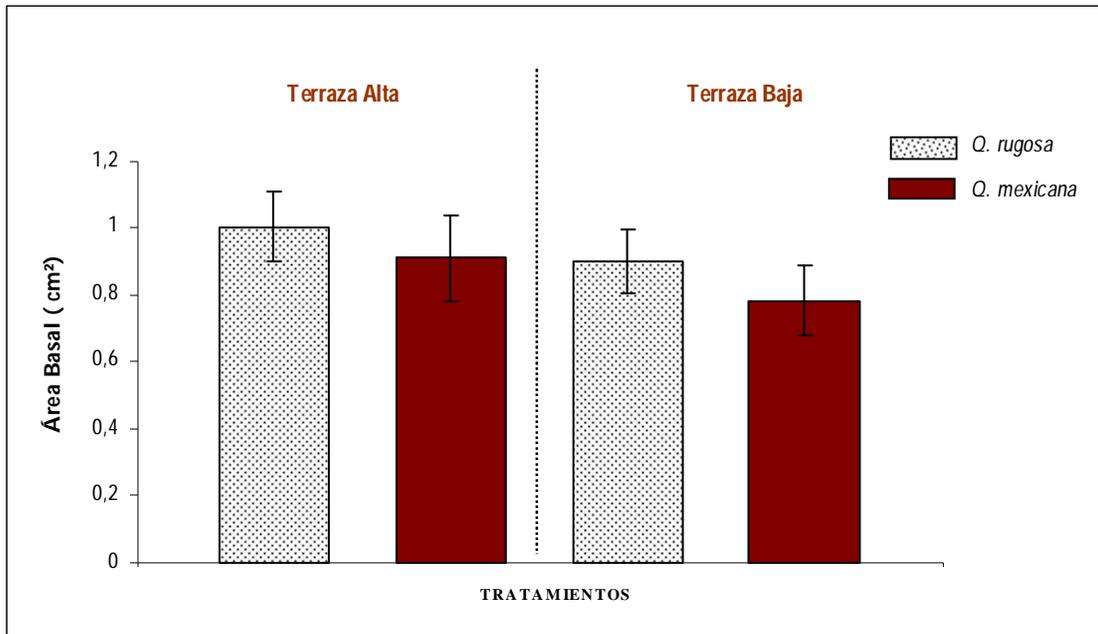


Figura 20. Incremento en área basal ($\bar{x} \pm 1$ e.e.) de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* sembrados en dos terrazas después de un año de su reintroducción en la Barranca de Tarango.

Cuadro 6. Análisis de varianza de dos factores (terrazza y especie) del incremento en área basal de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango

AREA BASAL (ln)					
Factor	SC	GI	CM	F	P
Terraza	1.0503	1	1.0503	0.85983	0.3544
Especie	3.907	1	3.907	3.19832	0.0746
Especie x Terraza	0.0266	1	0.0266	0.02175	0.8828
Error	387.242	317	1.2216		

* Con diferencias significativas

El área basal total por tratamiento al final del experimento, fue ligeramente mayor en *Q. mexicana* en la terraza alta (Fig. 21). El resultado del ANOVA mostró que existen diferencias significativas entre las terrazas y las especies, así como en la interacción terraza x sitio (Cuadro 7), como se puede observar en la Figura 22.

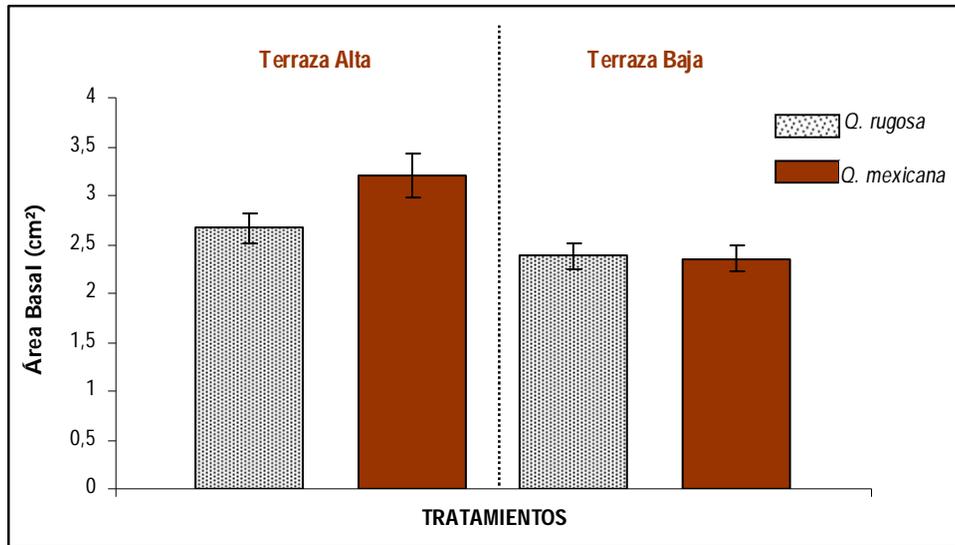


Figura 21. Área basal total (cm²) de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* en dos terrazas un año después (2006) de haber sido plantados en la Barranca de Tarango.

Cuadro 7. Análisis de varianza de dos factores (terracea y especie) para el valor total en área basal de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.

AREA BASAL (ln)					
Factor	SC	GI	CM	F	P
Terraza	33,934	1	33,934	46,146	0,0000*
Especie	3,129	1	3,129	4,255	0,0397*
Especie x Terraza	3,142	1	3,142	4,273	0,0393*
Error	306,640	417	0,735		

* Con diferencias significativas

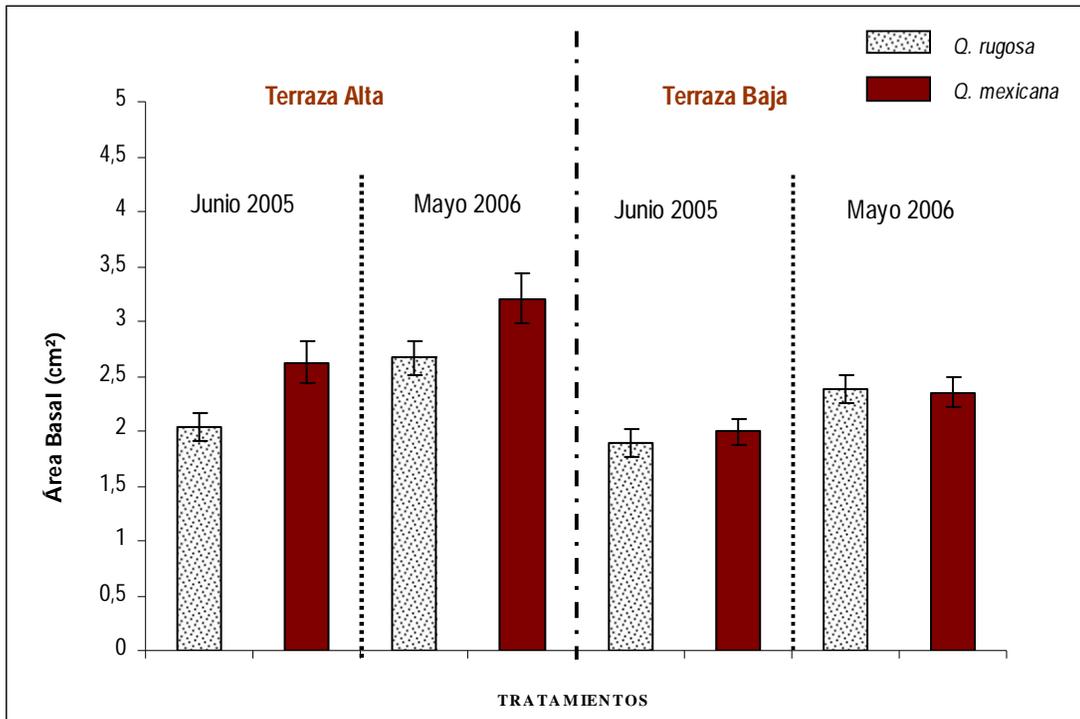


Figura 22. Área basal de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* al inicio y un año después de su plantación en dos terrazas de la Barranca de Tarango.

7.2.4. Número de rebrotes

En número de rebrotes por planta también presentó un incremento, siendo mayor en la terraza alta que en la terraza baja (Fig. 23) para ambas especies., El resultado del ANOVA mostro diferencias significativas entre las terrazas ($F_{(1, 389)} = 37.199, p < 0.0000$) y no así entre las especies (Cuadro 8).

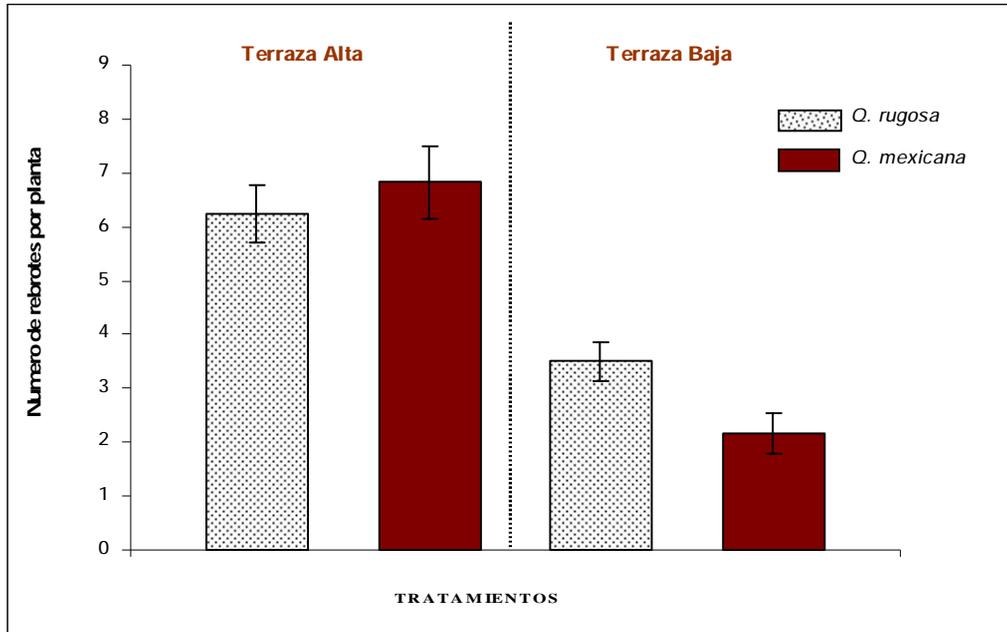


Figura 23. Incremento promedio en el número de rebrotes ($x \pm 1$ e.e.) de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* en dos terrazas después de un año de su reintroducción en la Barranca de Tarango.

Cuadro 8. Análisis de varianza de dos factores (terracea y especie) sobre el incremento en el número de rebrotes ($\sqrt{x+0.5}$) de individuos de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.

Número de rebrotes por planta ($\sqrt{x+0.5}$)					
Factor	SC	GI	CM	F	P
Terraza	39.079	1	39.079	37.199	0.00*
Especie	0.736	1	0.736	0.7	0.4032
Especie x Terraza	1.779	1	1.779	1.693	0.1939
Error	408.655	389	1.051		

* Con diferencias significativas

Al final del experimento ambas especies tienen, en promedio, 7 rebrotes en la terraza alta (Fig. 24), mientras que en la terraza baja no llegan a los 5 rebrotes por planta. Esto mostró diferencias significativas entre terrazas (Cuadro 9).

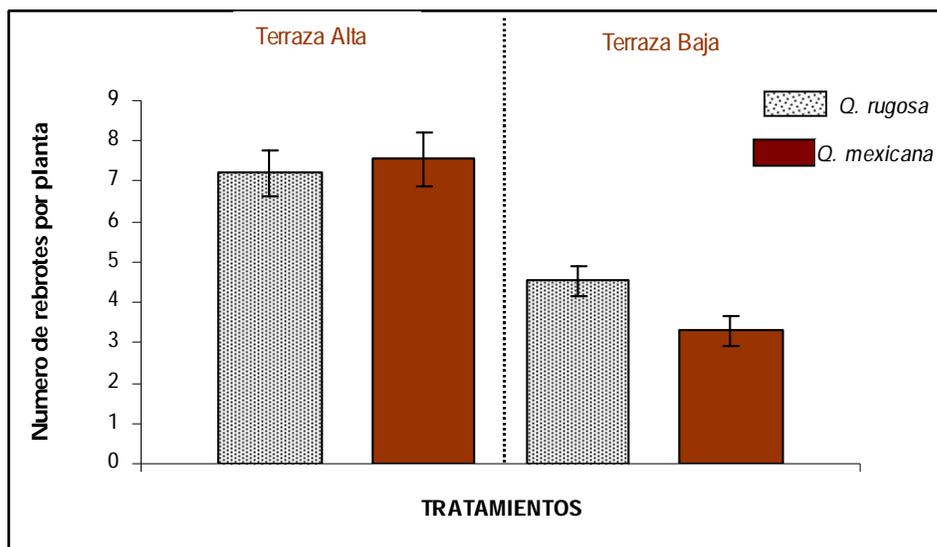


Figura 24. Número de rebrotes total por planta de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* en dos terrazas un año después (2006) de haber sido plantados en la Barranca de Tarango.

Cuadro 9. Análisis de varianza de dos factores (terracea y especie) para número de rebrotes por planta de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, un año después de haber sido plantados en dos terrazas de la Barranca de Tarango.

AREA BASAL (ln)					
Factor	SC	GI	CM	F	P
Terraza	46,782	1	46,782	41,466	0,0000*
Especie	1,977	1	1,977	1,752	0,186351
Especie x Terraza	3,937	1	3,937	3,489	0,062463
Error	474,972	421	1,128		

* Con diferencias significativas

7.3. SUPERVIVENCIA

En general, la supervivencia para ambas especies en las dos terrazas después de un año de su plantación, fue alta. *Q. mexicana* en la terraza alta registró menor supervivencia (77%) respecto a los demás tratamientos cuyas supervivencias fueron mayores que 90% (Fig. 25).

El análisis de varianza aplicado a los porcentajes de la supervivencia (arcoseno de la raíz de la proporción) a lo largo de un año, mostraron diferencias significativas entre las dos terrazas ($F_{(1, 48)}=27.32$, $p<0.00004$), las especies ($F_{(1, 48)}= 86.48$, $p<0.0000$), y los tiempos de muestreo ($F_{(5, 48)}=17.17$, $p<0.0000$) (Cuadro 14).

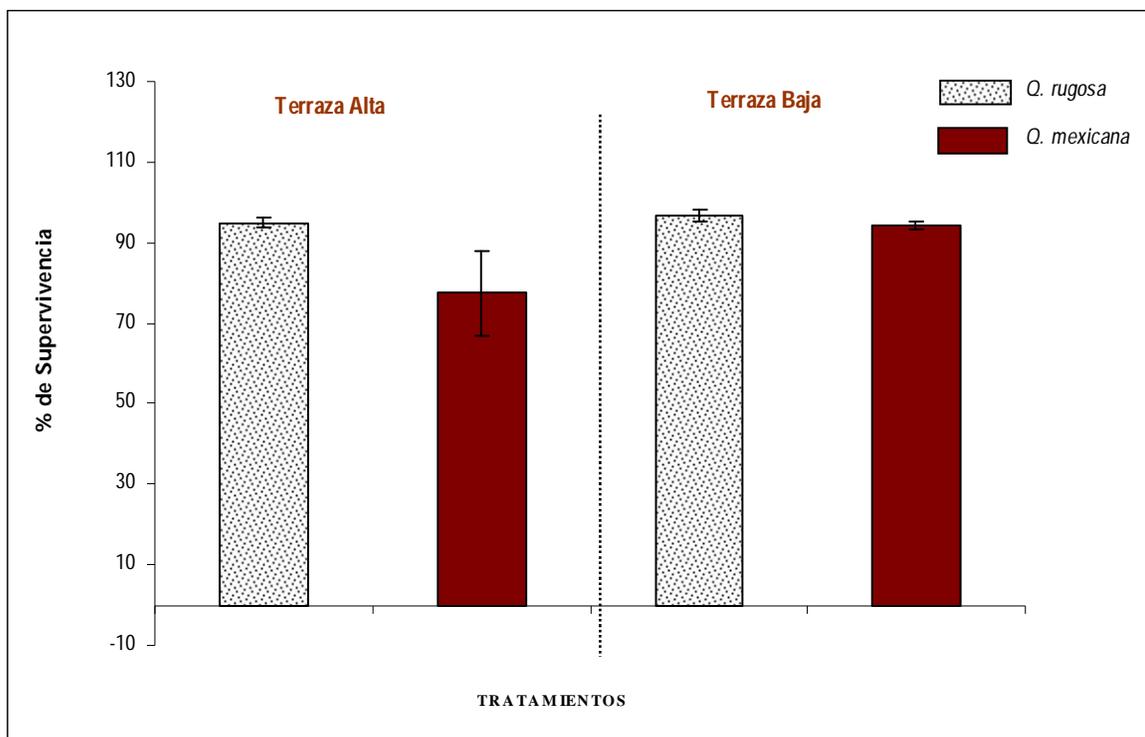


Figura 25. Porcentaje de la supervivencia de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* un año después de la plantación de individuos en la terraza alta y baja de la Barranca de Tarango.

De las interacciones de los 3 factores (terracea, especie y tiempo), se encontró que hay efectos significativos de las terrazas y las especies ($F_{(1, 48)}=33.17$, $p<0.00001$), y de las especies y el tiempo ($F_{(5, 48)}=4.16$, $p<0.0032$) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resultado del análisis de varianza de tres factores aplicado a la supervivencia (arcoseno $\sqrt{\%$) de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* de junio de 2005 a mayo de 2006, en dos terrazas de la Barranca de Tarango.

Supervivencia (arcoseno $\sqrt{\%$)					
Factor	SC	GI	CM	F	P
Terraza	601,5	1	601,5	23,58	0,000013*
Especie	2385,1	1	2385,1	93,52	0*
Tiempo	2223,2	5	444,6	17,43	0*
Terraza x Especie	740,5	1	740,5	29,03	0,000002*
Terraza x Tiempo	180,2	5	36	1,41	0,23647
Especie x Tiempo	551,8	5	110,4	4,33	0,00249*
Terraza x Especie x Tiempo	176,4	5	35,3	1,38	0,247358
Error	1224,2	48	25,5		

* Con diferencias significativas

En la terraza alta *Q. mexicana*, desde el inicio de su reintroducción, mostró una mortalidad mayor con respecto a los otros 3 tratamientos (Fig. 26). En general, *Q. rugosa* mantuvo una supervivencia alta en ambas terrazas y mayor que *Q. mexicana*.

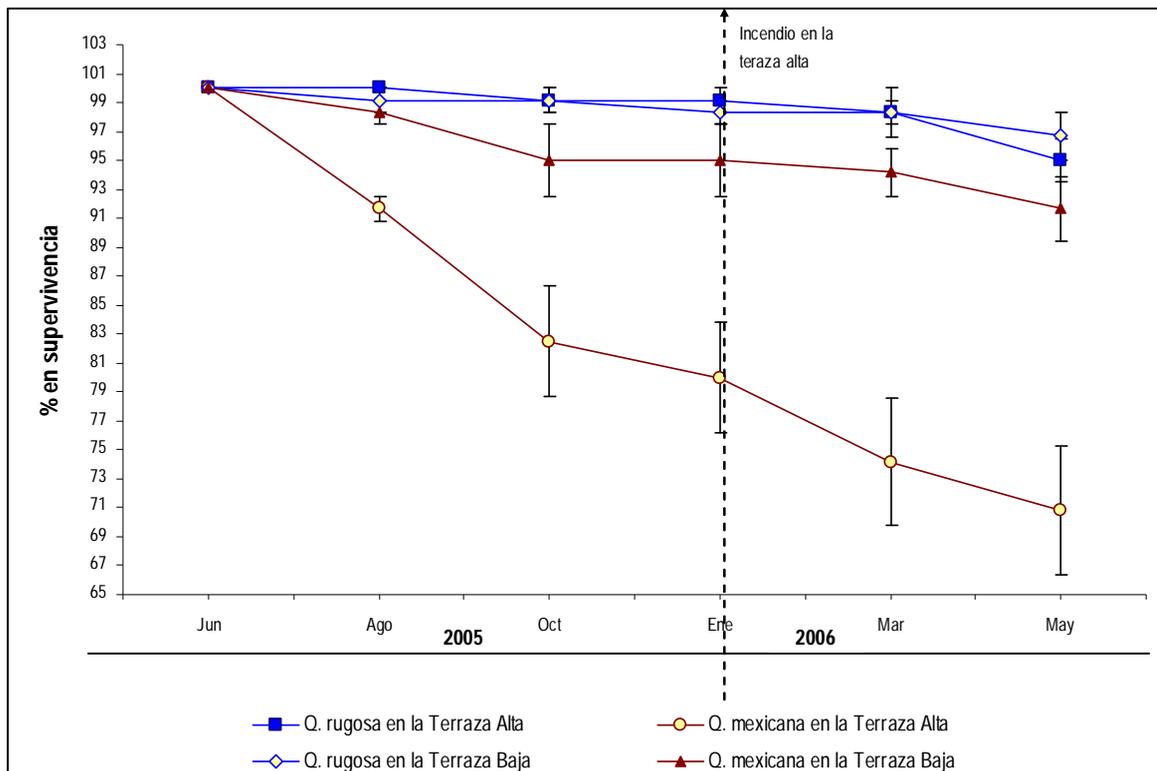


Figura 26. Supervivencia porcentual de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* a lo largo de un año en dos terrazas de la Barranca de Tarango.

7.4. ASPECTOS SOCIALES

7.4.1. Actores Sociales en la Barranca de Tarango

Se ubicaron 3 grupos de actores sociales que inciden de forma directa o indirecta en la Barranca de Tarango: habitantes locales, autoridades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales (Cuadro 11). El grupo de los habitantes locales es básicamente de tres tipos: a) asentamientos humanos, que utilizan el suelo de la Barranca para habitar, los cuales pueden ser o no legales; b) los transeúntes, que pueden ser ocasionales o frecuentes dependiendo de las visitas realizadas a la Barranca (i. e. para realizar actividades recreativas o para cruzar de una avenida a otra, ya que la Barranca está entre dos avenidas principales, 5 de Mayo y Las Águilas); y por último, c) público en general, que ve a la Barranca como un lugar para el tiradero de basura, hojalatería y restos de construcción (p.e. cascajo).

En el grupo de las instituciones gubernamentales observamos (Cuadro 11) que son varias las dependencias que tienen algún interés o actividad directa dentro de la Barranca, pero resalta la importancia de la intervención de tres de éstos. La primera es la Dirección de Preservación y Conservación del Medio Ambiente de la Delegación, la cual se encarga directamente de todo lo relacionado con reforestación, programas de limpieza, recuperación de las áreas verdes, etc., por lo cual es muy importante en la conservación de la zona. La segunda es la Coordinación de Desarrollo Agropecuario de la Delegación, la cual está a cargo de la administración de la Planta de Composta ubicada en el Predio 5 de Mayo que pertenece a la Barranca de Tarango. En ella se procesan todos los residuos vegetales de la poda y saneamiento delegacional, así como desechos que la comunidad quiera llevar; también se encarga de apoyar actividades encaminadas a la promoción del cuidado del medio ambiente (pláticas, talleres, obsequio de bolsas de composta, etc). Por último, se encuentra la Coordinación del Programa LUCI (Ludoteca Cívica Infantil) de la Delegación Álvaro Obregón. Entre una de sus actividades, esta organización se encarga de realizar talleres de educación ambiental dirigidos principalmente a niños de primaria para fomentar los valores cívicos y ambientales, mismos que se desarrollan en parte de las instalaciones del Predio 5 de mayo.

En el tercer grupo (Cuadro 11) se ubican las organizaciones civiles o no gubernamentales (ONGs) que han tenido un interés sobre la Barranca y que es principalmente dirigido al cuidado del medio ambiente, así como de protesta o denuncia ciudadana ante la creación de más zonas habitacionales en las inmediaciones de la barranca.

Cuadro 11. Actores sociales identificados en la Barranca de Tarango

Grupo de actores	TIPO		INTERÉS / ACTIVIDAD
Habitantes locales	Asentamiento humanos	Legalizados	Uso de suelo habitacional
		Irregulares	Uso del suelo habitacional
	Transeúntes	Ocasionales	Paso al panteón, a los campos de fútbol, gocha y acceso a las avenida principales 5 de Mayo y las Águilas
		Frecuentes	Personas que viven en las cuevas y que suelen ser drogadictos
Público en general		Tiradero de cascajo, basura, descarga domiciliaria. Participación en campañas de limpieza y reforestación de la zona.	
Instituciones gubernamentales	Dirección de Preservación y Conservación del Medio Ambiente de la Delegación Álvaro Obregón.		Programas de reforestación, brigadas de limpieza, saneamiento de residuos vegetales, campañas de difusión y protección ambiental, etc.
	Coordinación de Desarrollo Agropecuario de la Delegación Álvaro Obregón.		Aadministración de la Planta de composta en El Predio 5 de Mayo.
	Dirección de Bosques Urbanos de la Secretaría del Medio Ambiente del D. F.		Creación de nuevas áreas verdes: Parque Ecológico Los Álamos (en proceso)
	Coordinación del Programa LUCI (Ludoteca Cívica Infantil) en la Delegación Álvaro Obregón.		Programa Escuela Limpia y Talleres de Educación Ambiental
	Direcciones Generales de Desarrollo Social y Desarrollo de la Delegación Álvaro Obregón.		Promotores de un Buen ambiente y Buscadores de patrocinios
	Dirección General de obras y desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón.		Obras de drenaje, mantenimiento de los colectores marginales y la presa Tarango, supervisión de uso de suelo.
	Bomberos y Protección Civil		Intervienen
ONG'S	Visión Solidaria		Organización Civil que trabaja a favor de los vecinos de la Delegación Álvaro Obregón. En la parte ambiental han realizado estudios de diagnósticos socio-ambiental para las barrancas.
	Misión rescate		Algún vínculo o interés en programas de educación ambiental y conciencia ciudadana.
	Popol-Vu		
Viva Tarango		Es un grupo muy activo en la movilización para el rescate de la Barranca.	

7.4.2. Entrevista a actores sociales

A continuación se describen los resultados de explorar la visión de los actores sociales sobre la Barranca de Tarango: autoridades gubernamentales (funcionarios públicos activos) y habitantes locales (asentamientos aledaños y sobre la barranca)

a) Autoridades Gubernamentales

Los resultados obtenidos de las 14 preguntas realizadas (anexo III.1) a las autoridades se sintetizaron en el Cuadro 12 y a continuación se resaltan los siguientes puntos.

En general, se puede decir que las autoridades entrevistadas tienen un conocimiento claro y general de la problemática ambiental en la zona, como es la descarga de aguas negras en los cauces, la eliminación de cobertura vegetal, la acumulación de residuos sólidos como plásticos y contaminación en general, así como problemas legales respecto a la tenencia de la tierra. También están conscientes de las consecuencias que se generan de lo antes mencionado y perciben que las causas de estos problemas son el uso que hace el hombre del recurso, la falta de educación ambiental y protección a la zona.

Todos coinciden en la necesidad de educar a la sociedad civil y al gobierno para frenar el deterioro ambiental de la zona, que es parte de la solución, así como la creación de redes de comunicación entre sectores interesados o de trabajo (gobierno, academia y sociedad), el desarrollo y apoyo de proyectos comunes entre actores sociales y dirigidos con grupos multidisciplinarios de corte ambiental generar información veraz, tener diagnósticos eficientes y caracterizaciones adecuadas de la zona para poder plantear programas de manejo, educar a la población e incitar a la participación de la comunidad, entre otras.

Dos de los entrevistados consideran que sí hay una participación de la comunidad en aspectos ambientales, pero creen necesario una comunicación más fuerte entre la comunidad y el gobierno para que ambos se involucren más en la problemática y las soluciones. Piensan que la restauración ecológica es una medida importante y necesaria en la zona, pero uno de ellos cree

que es un asunto complicado por la falta de asumir responsabilidades de todos los que intervienen en la Barranca de Tarango.

No todos se muestran alentadores respecto al futuro de la barranca, ya que consideran puede llegar a convertirse en un lugar sellado por concreto, aunque tienen la esperanza de que se siga conservado lo que, de alguna manera, tiene alguna protección.

Por ultimo, menciono el comentario final de cada uno de los entrevistados ya que refleja mucho de lo que perciben como funcionarios y ciudadanos:

Funcionario de la Coordinación de preservación, desarrollo y educación ambiental de la Delegación Álvaro Obregón: “Es importante que todo el trabajo que desarrolle la gente que está dedicada a la investigación, al planteamiento de alternativas, a la proyección, no se quede en el escritorio. No necesitamos descubrir el hilo negro porque ya está, sino buscar la manera de integrar toda esta información, investigación y esfuerzo en proyectos comunes realizables que demuestren a la sociedad en general, gobierno y a todos, que la lucha ambiental no es un asunto de caprichos o de ideologías buena onda que tienen algunos cuantos, sino que resulten proyectos que puedan tener resultados tangibles reales y que efectivamente vayan a ayudar a mejorar las condiciones de todos”.

Funcionario de la Coordinación de Desarrollo Agropecuario, Secretaria del Medio Ambiente en la Delegación Álvaro Obregón: “La composta en Álvaro Obregón ha tenido un gran éxito. Es un gran apoyo en cuanto a los residuos sólidos; sin embargo, esta planta de composta es insuficiente por las cantidades que se generan de residuos vegetales. Sería muy recomendable atender toda la demanda que existe ya que tan sólo en un día, en un mercado, se alcanzan a recolectar 2 o 3 camiones de desechos orgánicos, es decir, aproximadamente 5 toneladas de desecho. También sería recomendable tener mayores centros de acopio de este material”.

Funcionario de la Coordinadora del Programa LUCI (Ludoteca Cívica Infantil, en la Delegación Álvaro Obregón): “Apreciaríamos que nuestras autoridades tomen conciencia y realmente le den apoyo a los programas que benefician al país y al mundo entero, por que al

beneficiar a un país y conservar un ambiente ecológico se beneficia todo el mundo. Pero quisiéramos dejar plasmados en esta entrevista que, algún día, las autoridades tengan la suficiente inteligencia de darnos la oportunidad de tener un planeta diferente”.

Cuadro 12. Síntesis de las entrevistas realizadas a 3 funcionarios públicos de la Delegación Alvaro Obregón.

Pregunta (síntesis)	Coordinador de preservación, desarrollo y educación ambiental de la Delegación Alvaro Obregón (período 2003-2006).	Coordinador de Desarrollo Agropecuario, Secretaría del Medio Ambiente en la Delegación Alvaro Obregón (período 2003-2006).	Coordinadora del Programa LUCI (Ludoteca Cívica Infantil, en la Delegación Alvaro Obregón (período 2003-2006).
<p>1. Problemática en la Barranca de Tarango.</p>	<p>1. Descargas de aguas negras a cielo abierto que terminan en el cause. 2. Fracturas (por las mismas corrientes de los ríos que aumenta con las lluvias) en los colectores marginales mezcladas con aguas negras además de los residuos de todos estos colectores marginales. 3. Acumulación de residuos que provienen de las casas habitación y tiraderos clandestinos. 4. Problema de definición administrativa (atribuciones no están completamente definida y reguladas).</p>	<p>1. Legales respecto a la propiedad. 2. Contaminación (la Presa Tarango es un foco de infección).</p>	<p>1. La contaminación (descarga de drenajes, basura y cascajo clandestinamente).</p>
<p>2. Problemas ambientales.</p>	<p>1. Grandes acumulaciones de residuos sólidos. 2. Grandes acumulaciones de aguas de drenaje. 3. Pérdida de cobertura forestal severa (donde antes la había), generada por: efectos microclimáticos, clima de la ciudad, lluvias ácidas, contaminación atmosférica e introducción de especies nativas forestales y arvenses.</p>	<p>1. La contaminación del agua. 2. El tiradero de basura. 3. Destrucción zona (incendios).</p>	<p>1. La contaminación. 2. Incendios forestales</p>
<p>3. Causa de los problemas</p>	<p>1. Principalmente la acción antropogénica (no es principalmente), hay un descontrol de los usos y costumbres y de desarrollo de las comunidades dentro del territorio.</p>	<p>1. Falta de educación, no se tiene una educación para cuidar el ambiente.</p>	<p>1. Falta de una vigilancia constante.</p>
<p>4. Solución</p>	<p>1. Educando a la comunidad y funcionarios públicos. Informar adecuadamente a los ciudadanos y así empezar a educarlos en una acción activa en el mejoramiento y restauración de los espacios 2. Redes de comunicación entre sectores interesados o de trabajo (gobierno, academia y sociedad). 3. Proyectos comunes que den resultados concretos donde estén todos los actores interesados, con la dirección de grupos multidisciplinarios y no por una sola persona. 4. Generar información veraz, diagnósticos eficientes, caracterizaciones adecuadas para poder plantear un programa de manejo en donde todos los actores estén involucrados.</p>	<p>1. Educar al pueblo. 2. Más apoyo e importancia a proyectos (i. e. LUCI) ambientales por parte del gobierno. 3. Intervención del gobierno, desde federal hasta delegacionales en la toma de decisiones (i. e. leyes), para que los funcionarios puedan implementarlas.</p>	<p>1. Educando a la gente. 2. Realizar promoción y haciendo participe a las comunidades (i. e. reforestaciones), que se sientan parte de su entorno.</p>
<p>5. Intervención y participación en las soluciones</p>	<p>1. Todos los ciudadanos, aunque el grado o responsabilidad de participar de cada uno difiere mucho entre un sector y otro. 2. Todos tienen que intervenir en proyectos comunes creados a través de los costumbres y los usos de las comunidades.</p>	<p>1. Todos, pero principalmente las autoridades</p>	<p>1. Todos, niños, comunidades aledañas (en gran medida), escuelas y autoridades de gobierno.</p>

Pregunta (síntesis)	Coordinador de preservación, desarrollo y educación ambiental de la Delegación Alvaro Obregón (período 2003-2006).	Coordinador de Desarrollo Agropecuario, Secretaría del Medio Ambiente en la Delegación Alvaro Obregón (período 2003-2006).	Coordinadora del Programa LUCI (Ludoteca Cívica Infantil, en la Delegación Alvaro Obregón (período 2003-2006).
6. Importancia ambiental de la Barranca de Tarango	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es uno de los principales reguladores del clima de la ciudad y dotadores de servicios (i. e. reguladores climáticos, captura de carbono, promueve la infiltración de agua hacia los mantos freáticos). 2. Se promueven muchos de los ciclos que permiten a los ciudadanos del D. F. mantener una condición y una calidad de vida estable 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es un área verde importante que hay que cuidar. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es una de las barrancas más conservadas en el D. F. 2. Tiene fauna y flora nativas.
7a. El efecto de que en la barranca haya poca vegetación, y sea receptora de residuos sólidos como cascajo y basura.	<ol style="list-style-type: none"> 1. La poca vegetación no afecta gravemente en sitios cuando por su naturaleza geológica y tipo de suelo la cobertura vegetal es mínima. Es grave cuando hablamos de una pérdida progresiva de la cobertura vegetal en las zonas donde sí exista. 2. Los tiraderos clandestinos de residuos sólidos, afectan mucho, es un problema gravísimo, sobretodo desde hace 15 años con el aumento de uso excesivo de los plásticos, ya que no hay un lugar de destino de estos productos, así como una falta de educación hacia la población sobre como manejar este tipo de residuos. Se tiene que ver la mejor manera de manejar los residuos que ya están aquí. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ambos perjudican a gran escala. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Afecta mucho a la zona.
7 b. Como se afecta la Barranca	<ol style="list-style-type: none"> 1. La pérdida de cobertura provoca que estén cambiándose las condiciones del lugar y generando la degradación, los gradientes de calor, pérdida de suelo generando erosión. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No específica 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El cascajo limita el crecimiento de las plantas, se necesitan varios años para que la hierba crezca y pase entre las piedras.
8. Futuro de la Barranca	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hay esperanza de que la barranca va ha conservar al menos la superficie de área verde que tiene hoy. 2. Hay que lograr que se decrete como un área sujeta a una protección específica dentro de toda la ciudad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy problemático, puede desaparecer. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si se continúan con proyectos como el de la composta, el futuro será mejor.
9. Importancia de la restauración de la barranca	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es importante que se restaure, aunque es un asunto complicado por la falta de asumir responsabilidades de todos los que intervienen en el sitio (complicación administrativa), por lo que nadie le ha entrado a la restauración. 2. Es urgente restaurar y trabajar en paralelo en la protección jurídica, se puede trabajar de manera aislada o de forma paralela. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es clara la importancia 2. Necesitamos adentrarnos a los problemas y empezar a recuperar todo ese tipo de áreas y buscar soluciones he invertirles dinero. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es importantes, son áreas relevantes para todos, ya que necesitamos no sólo de espacios para recrearnos sino para mantener una buena calidad de vida en la ciudad.
10. Medidas de mejora, conservación y restauración de la barranca	<p>Medidas de gobierno</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dar una protección a la barranca, incluso que permita gestionar los recursos naturales, los recursos materiales, las materias primas y los recursos humanos necesarios para poder regular la zona. 2. Lograr el consenso con la comunidad y comunicación con los propietarios de los terrenos, para que en un futuro cuando se logren proyectos comunes tengan éxito, así como conozcan como manejar la zona y les de ciertas posibilidades de uso dentro del área para que no se sientan atacados en sus intereses personales que resultan ser su derecho. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La educación, a nivel primaria, secundaria y preescolar. 2. Enseñar la conservación del ambiente. 3. Poner a los niños en contacto con la naturaleza y junto con ellos iniciar acciones y responsabilidad conjunta, no sólo somos los adultos, necesitamos que los niños participen, darles más fuerza y más elementos para en cualquier lugar tengan otra visión distinta de nuestro medio ambiente. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Leyes que obliguen a la gente a respetar y a cuidar los espacios asociados a las áreas verdes.

Pregunta (síntesis)	Coordinación de preservación, desarrollo y educación ambiental de la Delegación Álvaro Obregón (periodo 2003-2006).	Coordinador de Desarrollo Agropecuario, Secretaría del Medio Ambiente en la Delegación Álvaro Obregón (periodo 2003-2006).	Coordinadora del Programa LUCI (Ludoteca Cívica Infantil, en la Delegación Álvaro Obregón periodo 2003-2006).
11. Participación de la comunidad en la mejora del ambiente	1. No respondió precisamente la pregunta. Pero en otra entrevista, menciona que hay mucha participación de los ciudadanos pero que existe una doble moral en muchos, pues en campañas de limpieza ayudan y cooperan pero son ellos mismos los que vuelven a tirar basura en los mismos sitios.	1. La delegación ha realizado muchas obras en mejora del ambiente y ha rescatado varios zona que se habían convertido en focos de infección, y la comunidad ha participado mucho en ello y los han hecho suyos. 2. Lo que se ha vivido con la comunidad ha sido muy bueno.	1. Es mínima la participación de la comunidad, pero si hay grupos que de alguna manera cuidan el entorno donde viven.
12. Como fomentar la participación ciudadana en la problemática ambiental.	1. Enterar de la problemática. 2. Dar algunas alternativas para el manejo al interior y reorientar algunas de las prácticas comunitarias comunes que se han aprendido a lo largo del tiempo en el sitio (i. e. manejo de los residuos sólidos). 3. Hay que generar nuevas formas de relacionarnos respetando nuestros ecosistemas.	1. Con buena difusión y educación. 2. Buscar la forma de que los niños vean como una necesidad y no como una obligación cuidar y recuperar las áreas verdes, que las sientan y las vean parte de ellos mismos.	1. Sobre todo hacer programas de concientización y de enseñanza de educación ambiental en escuelas, con los padres y en la comunidad. 2. Enseñar los niños, papas y demás, a manejar el ambiente con respeto, manejar acciones a favor del medio ambiente, y conocer las acciones malas que perjudican el medio ambiente.
13. Conocimiento de ONG's que participan	1. Hay muchas ONG's trabajando en diversos temas, casi no las conocemos estamos dispersos. 2.- Hay organizaciones civiles de la zona como Río Tarango con la que hemos participado.	1. CICEANA, organización ambientalista que esta en los viveros de Coyacacán (imparten cursos, prestan material didáctico para educación ambiental). En la barranca no ha participado directamente. 2. Hay asociaciones civiles de colonos que se han organizado han trabajado en esas áreas. Están los colonos de Villaverdum.	1. Se que hay pero hasta la fecha no las conozco.
14. Participación en la mejora ambiental de la barranca	1. Se han realizado jornadas de limpieza y reforestación del Parque Presa Tarango junto con Bosques Urbanos y con algunas organizaciones civiles de la zona como Río Tarango. 2. Se ha participado en el Programa para la prevención de incendios forestales, esto implica retirar en la mayoría de los casos pastos avensés, que con el estiaje se secan y promueven mucho la propagación de los incendios 3. Trabajos con la Comisión de Barrancas del D. F. y con el Subcomité de Barrancas en problemática de la gestión y definición de funciones al interior de las barrancas y la Barranca de Tarango nos ha servido como ejemplo debido a la diversidad de conflictos de carácter administrativos que presenta.	1.- Responsable en el Proyecto de la Planta de composta, en el Predio 5 de Mayo. 2. Apoyo al Ing. Alejandro Loera con personal para la mejora de la zona (es una observación personal).	1. En el Programa de LUCI (Ludoteca Cívica Infantil), programa emanado del IFE-DF, programa interinstitucional entre gobierno central, IFE y delegación Álvaro Obregón. Dirigido a niños de 6-12 años en donde se enseñan los valores de cuidar los recursos a través de juegos. 2. En el Programa Escuela Limpia (programa delegacional emanado de la SEMARNA) en donde a los niños les enseñamos a través de un skateach a separar los residuos y no dejar que se convierta en basura. 3. Programa Jugamos en el Bosque, es a base de juegos como la lotería, memoramas, serpientes y escaleras, y varias más donde hay acciones buenas y malas en contra del medio ambiente. 4.- Visitas guiadas al Sendero Ecológico del Predio 5 de Mayo.

b) Habitantes locales

La población entrevistada aledaña a la barranca (asentamientos generalmente irregulares) tiene un promedio de 22 años viviendo en la zona. El 69 % de los entrevistados fueron mujeres, de las cuales, el 51 % son amas de casa. Otras características de la población se presentan en la Figura 27.

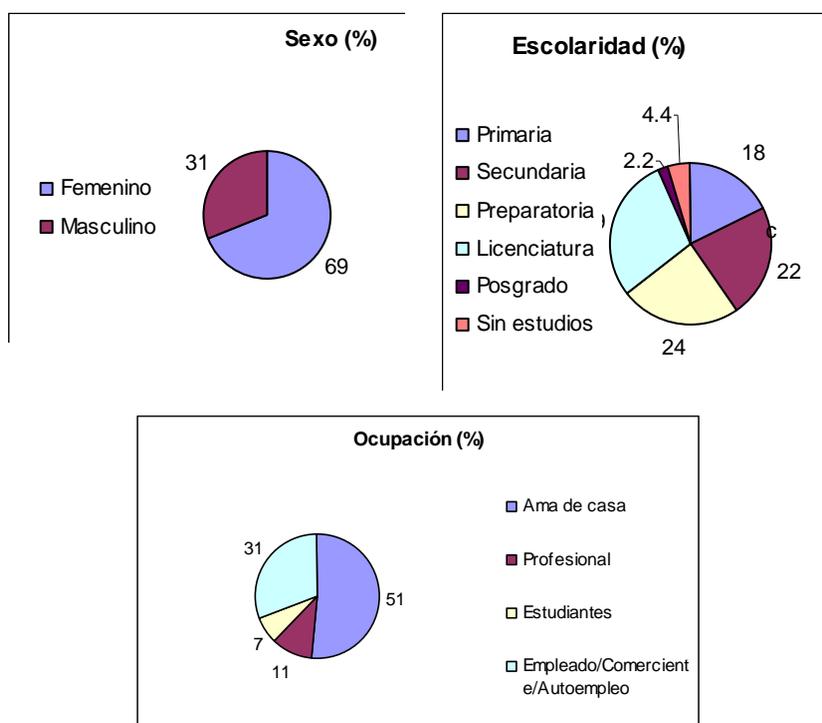


Figura 27. Características de la población entrevistada.

Algunas observaciones generales de toda la población entrevistada se muestra a continuación.

Alrededor del 100% de la población considera importante tener áreas verdes por diversas razones que van, desde la producción de oxígeno y agua hasta las recreativas. Al 64% le gusta tener a la vista la barranca porque los provee de oxígeno, es un sitio de recreación (principalmente para pasear y jugar fútbol en las canchas), por la ausencia de ruido y poco tráfico, porque pueden ver animales como: víboras, lechuzas y ardillas. En contraste, el 33.3% expresó que no le gusta tener a

la barranca principalmente por los malos olores que se desprenden (sobretudo en época de mayor calor) de la presa y las aguas negras que corren a lo largo de los cauces de la barranca y por lo mismo, el 48 % no cree tener ningún beneficio de vivir cerca. Así mismo se percibe inseguridad y se reconoce el problema como los incendios.

El 62% de los encuestados ha notado cambios en la barranca; éstos van desde el deterioro de la zona (más basura, más asentamientos irregulares, expansión de vialidades, erosión, mayor profundidad, basura y mal olor por la presa, área deforestada y sin aguas limpias en el río, menos siembra de árboles) hasta una mejora en ella (menos basura, reforestaciones, mayor conciencia ambiental).

Al 62% le gustaría ver a la barranca con más vegetación y el 33% desearía verla más limpia, con las aguas negras entubadas, con menos construcciones, sin basura y árboles podados. El 68% considera que las autoridades no han contribuido a mejorar las condiciones de la barranca. Por ejemplo, dicen que se han permitido cortes ilegales en las laderas y no han demolido obras irregulares a pesar de las quejas vecinales y han invertido inútilmente en tubería para las aguas negras. El 29% ha notado obras, entre las que están el desasolve de la presa y limpia de basura. En general, el 57.7% de los interesados en participar en programas o actividades que ayuden a la mejora de la zona harían labores de limpieza de basura y reforestación y al 97.7% le gustará recibir información sobre los trabajos de restauración o mejora del ambiente.

El Cuadro 13 muestra los porcentajes de las respuestas obtenidas por grupo²⁶. El promedio de años que tienen de vivir en la Barranca de Tarango los distintos grupos son: 1) 23.9, 2) 25.1 y 3) 16.8 años. A continuación se mencionan los resultados más relevantes de cada respuesta respecto a cada grupo.

²⁶ De acuerdo con las características de la vivienda y el estatus económico que reflejaba se formaron 3 grupos:

Grupo 1: el material de construcción es de baja calidad (i. e. techo de lamina), estatus social bajo.

Grupo 2: el material de construcción es de buena calidad (i. e. techo con loza), estatus social medio.

Grupo 3: el material de construcción es de alta calidad (i. e. construcciones lujosas), estatus social alto.

- Al 86 y 76% de las personas del grupo 1 y 3, respectivamente, les gusta tener a la vista la barranca, aunque solo el 60% de ambos, considera tener algún beneficio vivir cerca de ella como: tener árboles, observar animales (víboras, lechuzas, ardillas,) oxígeno más puro, una vista más bonita. Al los que no les gusta tener la barranca a la vista hacen referencia a los malos olores que desprenden las aguas negras de la presa, a los incendios que se propician, a los drogadictos que suelen esconderse en las minas o áreas poco accesibles que hace insegura la zona.
- El grupo 3 es el que menos visita la barranca (20%), el que más la visita es el 1 (73%), principalmente con familiares (60%) para transitar de un lado a otro de la barranca (43%) y para pasear (33%)..
- Entre el 50 y 60% de cada grupo, sí ha notado cambios en la barranca como la deforestación que se ha hecho más profunda y ancha, la contaminación de la presa, la cual tenía agua limpia y ahora sólo hay aguas negras, el relleno de las cuevas, la disminución del caudal del río, los cortes de las laderas con maquinaria pesada, el aumento de basura (aunque algunos dicen que han visto más limpia la barranca), la inseguridad, daños por construcciones y más asentamientos irregulares de viviendas.
- Entre el 50 y 80% de los tres grupos les gustaría ver a la barranca con más vegetación, y alrededor del 40% de los grupos 1 y 2 les gustaría seguirla viéndola como está.
- El 96% del grupo 3 considera que las autoridades de la delegación Álvaro Obregón no han contribuido al mejoramiento de las condiciones de la barranca, sólo el 53% del grupo 2 lo ha percibido.
- Al grupo que le interesaría participar en programas que busquen mejorar las condiciones de la barranca es el 2 con el 86%.
- Sólo el 26% del grupo 1 ha recibido información acerca de los cuidados y usos que se deben tener en la barranca, los demás no.
- Casi al 100% de los entrevistados de los 3 grupos, les gustaría recibir información sobre los trabajos de restauración y mejoramiento de la barranca.

Cuadro 13. Porcentaje de las respuestas realizadas en el cuestionario por grupo de personas que viven a las orillas de la Barranca de Tarango (* % mayor respecto a las demás opciones).

Pregunta	Respuesta	Grupo		
		1	2	3
¿Le gusta tener a la vista la barranca?	Si	86,6*	33,33	73,3
	No	13,3	60	26,7
	No se	0	6,66	0
¿Obtiene algún beneficio al vivir cerca de la barranca?	Si	60	20	60
	No	33,33	73,33*	40
	No se	6,66	6,66	0
¿Visita la barranca?	Si	73,33*	53,33	20
	NO	26,66	46,66	80*
¿Obtiene algún beneficio al vivir cerca de la barranca?	Si	60	20	60
	No	33,33	73,33*	40
	No se	6,66	6,66	0
¿Qué tan frecuentemente ha visitado la barranca en los últimos seis meses?	Una vez	33,33	20	13,3
	de 2 a 5 veces	20	13,3	13,3
	más de 5 veces	40	46,66	73,3*
	se omite	6,66	20	1
La visita con:	Solo	20	13,3	6,66
	Familiares	60*	26,66	6,66
	Amigos	0	0	13,3
	se omite	20	53,33	73,3
¿Cuáles de las siguientes actividades realiza usted cuando visita la barranca?	Deportivas	13,3	0	0
	Paseo	33,33	20	6,66
	Transito	46,66*	26,66	0
	Laborales	13,3	6,66	0
	Otro			13,3
	Sé omite	20	53,33	73,3
	¿Ha notados cambios en la barranca?	Si	60	66,7*
No	40	33,3	40	
No se	0	0	6,66	
¿Cómo le gustaría ver a la barranca?	Dejarla como está	6,66	6,66	0
	Con más vegetación	53,3*	46,7	86,66*
	Otro	40	46,7	13,3
¿Le parece que las autoridades de la delegación Álvaro Obregón han contribuido al mejoramiento de las condiciones de la barranca?	SI	33,3	53,3*	0
	NO	66,7*	46,7	93,33*
	NO SE	0	0	6,66
¿Le interesaría participar en programas que busquen mejorar las condiciones de la barranca?	SI	86,7*	46,7	46,66*
	NO	13,3	46,7*	33,33
	NO SE	0	6,66	20
¿Ha recibido información acerca de los cuidados y usos que se deben tener en la barranca?	SI	26,7*	0	0
	NO	73,3	100	100
	NO SE	0	0	0
¿Le gustaría recibir información sobre los trabajos de restauración y mejoramiento de la barranca?	SI	100	100	93,33
	NO	0	0	6,66*
	NO SE	0	0	0

Grupo1: el material de construcción es de baja calidad (i. e. techo de lamina), estatus social bajo.

Grupo 2: el material de construcción es de buena calidad (i. e. techo con loza), estatus social medio.

Grupo 3: el material de construcción es de alta calidad (i. e. construcciones lujosas), estatus social alto.

7.4.3. Observación participante

La observación participante se llevó a cabo como observadora en el Taller de Educación Ambiental y con las conversaciones con empleados de la planta de composta que tuvieron lugar durante las visitas de campo realizadas por el trabajo de diagnóstico y experimental con encinos. El taller fue impartido bajo la coordinación de la Lic. Guadalupe Velásquez con el apoyo logístico del Ing. Héctor Peñalosa quien coordina las actividades de la planta de composta. El curso se realiza usualmente durante los fines de semana en las instalaciones del Predio 5 de Mayo donde está ubicada la planta de composta. Los grupos que se atienden en este taller pueden ser de diferentes edades.

El taller es una actividad que se proporciona permanentemente y está dirigido a niños de primaria que van acompañados de familiares. Cabe mencionar que con esta actividad, los organizadores pretenden que sea un taller que sirva para promover la importancia de la conservación ambiental de la zona, y como sitio para fomentar la educación ambiental; también buscan sensibilizar y promover la toma de conciencia sobre el ambiente.

El desarrollo del taller inicia con la preparación de los participantes a través de realizar una serie de actividades de lunes a viernes (aunque puede ser sólo la visita en la planta de composta) en las instalaciones de la escuela una vez que se haya solicitado el taller (en este caso fue una primaria) y el sábado, culmina con la visita a la planta de composta. Aquí se realizan varias actividades basadas en juegos. Se inicia con la presentación de todos los participantes, después se forman equipos dándoles el nombre de algún elemento (tierra, agua, aire, fuego) los cuales tienen una instructora que guía cada una de las actividades, las cuales están encaminadas a dar básicamente 4 reflexiones: sensibilizar los sentidos a través de percibir sonidos, olores y texturas de sitio; concienciar sobre el cuidado del agua; importancia de reciclar y reutilizar las cosas; y la importancia de transformar la basura orgánica (Cuadro 14). Al término de cada actividad en los 4 senderos, se les entrega una charola con hojas diversas para que, al final del recorrido, cuenten con todos los elementos para formar composta.

El taller tiene dos finalidades principales, una es la divulgación y concientización de la comunidad respecto al medio ambiente y los servicios que les ofrecen las áreas verdes de la delegación y la otra, es que la máxima autoridad delegacional se dé cuenta del trabajo que se puede y de hecho, se realiza en aspectos ambientales en la Barranca. El taller se realiza con permisos oficiales ante las autoridades correspondientes para que sirva como antecedente en la importancia de conservar y contar con este tipo de áreas, de tal manera que se vean como zonas de recreación, divulgación y acercamiento a la naturaleza (comunicación personal del Ing. Héctor Peñaloza).

Cuadro 14. Actividades realizadas en el taller de Educación Ambiental en la Planta de composta del Predio 5 de Mayo en la Brranca Tarango.

SENDERO	ACTIVIDAD	REFLEXIÓN	FOTO
Sendero ecológico	<p>Recorrido por una plantación pequeña de <i>Cupressus: sp.</i> explican la importancia de la plantación; observan, cierran los ojos y tratan de explicar lo que percibieron.</p> <p>Juego de la célula, Juego del Puente</p>	<p>Sensibilizar al observar y escuchar los ruidos en una zona de árboles sembradas para esos fines.</p> <p>Recalcan la importancia de cuidar la naturaleza y acordar como hacerlo, piden 3 soluciones para mejorar el ambiente.</p>	
Cuenta cuentos	<p>Juego del agua: llenan un plato con agua y se lo pasan brincando una y otra vez una reja de cuerda, el agua deben cuidarla de no derramaras pues tienen que imaginar que no hay más.</p> <p>Cuentan un cuento</p>	<p>La responsabilidad de todos para cuidar el agua.</p>	
Reciclado	<p>Dan una explicación sobre el reciclado de la basura vegetal que se recolecta en la delegación.</p> <p>Realizan una vela hecha de troncos y adornado con flores de pepitas y cartón.</p>	<p>La importancia de reciclar y reutilizar la basura y enseñanza obre los que se puede hacer con la basura y en especial con los residuos vegetales, así como.</p>	
Planta de composta	<p>Explicación breve sobre el proceso de la composta.</p>	<p>Importancia de utilizar la basura y transformarla en algo útil.</p>	

De las conversaciones sostenidas con diferentes personas que laboran en la planta de composta a lo largo del trabajo de investigación se obtuvieron los siguientes datos:

- Hace aproximadamente 10 años se realizan trabajos en el predio. Esto demuestra el esfuerzo que las autoridades responsables de la administración del lugar han hecho para limpiar y reforestar la zona, ya que cuando llegaron era prácticamente un basurero que les llevó bastante tiempo para llegar a las condiciones de sanidad que hoy se tienen.
- Se han sembrado diferentes especies de plantas como *Cupressus spp.* *Quercus rugosa* (encino), *Pinus spp.* y *Crataegus spp.* (tejocote). El problema al que se han enfrentado son los incendios y el saqueo de las plántulas, sobre todo de pinos ya que la gente los toma como árboles de navidad.
- Hace falta más seguridad en la zona ya que, al ser un área de libre acceso, entran muchos vándalos que se esconden en las cuevas existentes. Se comentó que desde hace más de 100 años el Predio 5 de Mayo era una zona de explotación minera (extracción de arena y producción de ladrillo) la cual dejó de operar en los años 60's,.. Esto también trae riesgos a los asentamientos irregulares que están en las orillas de la barranca debido a que se pueden desgajar las laderas.
- Desde que se instaló una caseta de vigilancia en la parte NE (enfrente del panteón), ha disminuido la inseguridad, ya que no sólo vigilan la supuesta zona privada del predio sino sus alrededores. Según vecinos de la zona que han vivido más de 35 años aquí, un grupo de personas que se ha adueñado del sitio con documentación ilegal, restringe el acceso de las demás personas. El resguardo o vigilancia que hacen en la barranca llega hasta el cauce del río, impidiendo el acceso a cualquier persona, argumentando que es una zona privada.
- Un entrevistado comentó que hace muchos años se pescaba en la presa donde el agua era limpia; hoy es un lugar maloliente por la depositación de lodos de las aguas negras que pasan por allí.
- La gente que visita la barranca genera mucha basura, ya que los sábados y domingos que se juega fútbol en las canchas, se venden diversos productos y la basura que generan siempre es arrojada a la barranca. Por ello, los trabajadores de la planta de composta, consideran que es necesario que las personas que la visitan para recrearse, tengan más

conciencia y no sigan arrojando basura, pues hacen referencia a que cada semana tienen que estar limpiando los desechos que arrojan éstos.

- Los incendios que se generan cada año son provocados por vándalos o por la misma gente que llega a trabajar en el panteón. No se explican el motivo, pero éstos se extienden incluso a las áreas reforestadas con *Cupressus spp.*, cerca de la planta de composta. Generalmente ocurren en la tarde o los fines de semana donde el auxilio sólo puede ser por el aviso de vecinos ya que la gente que labora allí ya no se encuentra a esa hora.
- Las zonas reforestadas por los habitantes se han deteriorado por actividades como Gotcha²⁷.

²⁷ El paintball apodado como GOTCHA, es un nuevo deporte extremo el cual consiste en marcar a tu oponente disparándole bolas pequeñas de pintura (paintballs).

8. DISCUSIÓN

La evaluación edafocológica indica que, aparentemente, los suelos no presentan grandes limitantes para el crecimiento y supervivencia de los individuos de las especies plantadas, ya que presentan características como suelos profundos (requerimiento básico para el desarrollo de su raíz pivotante que llega a ser muy profunda) y alta porosidad con texturas francas en algunos horizontes. Esto confiere al suelo un buen drenaje, a pesar de las condiciones ambientales tan extremas de temperatura y humedad que se registraron y a los disturbios frecuentes a los que están sometidos los suelos (generalmente incendios, depósito de materiales y compactación del suelo). Estos aspectos del suelo cumplen con los requerimientos básicos para el desarrollo de los encinos como son: buen drenaje, buena aeración, adecuada porosidad y buena retención de agua (Gama-Castro, 1985).

La influencia humana sobre el sitio es evidente no sólo por lo que se puede observar a simple vista dado que es una zona dentro de la mancha urbana, sino también, por el tipo de suelo que presenta en la terraza alta: Antrosol úrbico²⁸. Este tipo de suelo entra dentro de los denominados como antropogeomórfico, mismos que hacen referencia al material mineral u orgánico no consolidado que resulta mayormente de rellenos de tierras, desechos de minería, rellenos urbanos, vertederos de basura, dragados, etc., producidos por actividades humanas.

Los antrosoles, sin embargo, no han estado sujetos a un período de tiempo suficientemente largo como para encontrar expresión significativa de procesos pedogenéticos (FAO, 1999). En el caso de la barranca, no obstante, sí se observó la presencia de ligeros rasgos como la neoformación de arcillas, resultado en parte de la actividad biológica que impera en el sitio después del gran depósito de materiales de cascajo del sismo de 1985; así como del uso en varias zonas de la Barranca como minas (20 y 80 años, respectivamente, según trabajadores de la zona) y que posteriormente llevó a la depositación sobre el suelo original, materiales como ladrillos y gravas. Esto queda evidenciado en el perfil de suelo que se describió, ya que se notan varias capas de material de una manera uniforme excepto en la parte superficial que es donde está la acumulación de cascajo.

²⁸ El nombre de úrbico se refiere a suelos con materiales terrosos que contienen escombros de construcción y artefactos (restos culturales > 35 por ciento en volumen) (FAO, 1999).

En y que reportado Para el D. F. y la delegación Alvaro Obregón, se reporta un suelo de tipo Feozem en alta proporción, 41.4 y 53.8 % respectivamente,(Cram, 2002; PEDAO, 2007); y en contraste con la terraza alta, la terraza baja presenta un suelo de tipo Feozem síltico²⁹. Los suelos de tipo Feozem suelen encontrarse en diversas condiciones climáticas, desde zonas semiáridas, hasta templadas o tropicales muy lluviosas. Su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Son abundantes en nuestro país, y los usos que se les dan son variados, en función del clima, relieve y algunas condiciones del suelo. Estos suelos se desarrollan sobre materiales no consolidados y se caracterizan por albergar una vegetación densa y continua que suple suficiente biomasa al suelo (Cram, 2002).

Esto se puede observar en la terraza baja, ya que a lo largo de ella se aprecia vegetación secundaria, principalmente especies de disturbio tales como: *Ricinus spp.*, *Bacharis spp.*, *Wigandia spp.*, *Dodonea spp.*, *Acacia spp.*, gramíneas, compuestas, ciperáceas, y sólo en algunos fragmentos se llegan a ver áreas sin cobertura vegetal, posiblemente resultado de la compactación del suelo o del sellamiento que se ve con cemento (resultado de obras que se han realizado en el sitio con respecto a los colectores marginales).

Las diferencias contrastantes de suelos entre las dos terrazas (Antrosol úrbico y Feozem síltico), pueden ser una de las respuestas al comportamiento en supervivencia y crecimiento de las especies que se discuten más adelante, ya que todas las variables (excepción del área basal) presentaron al menos diferencias significativas entre el factor de terraza. Algunas de las características que se determinaron son importantes para el buen desempeño de los encinos en la zona. De las que presentarán una tendencia o valor similar en ambas terrazas son: una buena penetración de raíces lo que les confiere una profundidad fisiológica de hasta 97 cm en la terraza alta; tienen un drenaje moderado con un espacio poroso de muy alto a medio y una capacidad de aireación de alta (terrazza baja) a mediana y baja; y con un contenido de materia orgánica de media a alta. Parámetros como el pH y nitrógeno total, mostraron algunas variaciones entre las terrazas lo que pueden estar influenciando la respuesta diferencial de las plantas.

²⁹ La clasificación de síltico es por que el suelo contiene 40% o más de limo dentro de los primeros 100 cm desde la superficie del suelo (FAO, 1999).

El pH es un parámetro importante a considerar en el establecimiento de los encinos. Se ha observado que en general, las especies de encinos rojos como *Q. mexicana*, no están bien adaptadas a suelos con pH alto (mayor de 7) ya que reducen la supervivencia, aunque si los encinos blancos como *Q. rugosa*, (Dey *et al.*, 2008), que es coincidente con lo reportado para las zonas de encinares más conservados con pH del suelo entre 6.2 y 6.8 (DGBU-EA, 2005). En contraste y a pesar de que en la zona de estudio se registraron pH ligeramente arriba de 7 (ver anexo II.1. y II.2) en los diferentes horizontes (incluso en la terraza baja fue de 8 en los primeros 12 cm posiblemente por la acumulación alta de carbonatos de calcio), se logró tener supervivencias mayores de 70%. Esto sugiere que el pH pudiera no ser una limitante del establecimiento de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, y las diferencias en las respuestas entre terrazas se deba a otros factores o agentes de disturbio antes expuestos.

La disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno en el suelo tienen una gran influencia en el crecimiento y supervivencia de las plantas, por lo que se vuelve un elemento esencial en las plantas, sobre todo cuando este es bajo a la del transplante (Villar *et al.*, 2008). El contenido de nitrógeno disponible en el suelo fue calificado como alto en la terraza baja (0.89 kg/m²) y la alta (2.01 kg/m²), y esta variación puede ser importante para explicar la diferencia de la respuesta de las plantas entre los sitios, aunado al pH, condiciones ambientales y disturbios.

Por los resultados obtenidos los dos tipos de unidades edáficas identificados en las terrazas de la Barranca de Tarango, no representan limitantes para el desarrollo de *Q. mexicana* y *Q. rugosa*, sin embargo son suelos que pueden ser susceptibles a inundaciones y erosión (INEGI, 1990), y en el caso de la terraza baja se calificó media y la alta muy baja; lo que sugiere un mayor alteración en la segunda.

La erosión se observó tras identificar la existencia de cárcavas (por erosión hídrica), resultado en parte, a su posición en el paisaje y por la gran cantidad de pedregocidad, que al estar desprovisto de vegetación se vuelve más susceptible a este fenómeno. Esto coincide con lo reportado en DGBU-EA (2005) para la parte norte de la Barranca en las zonas de los ríos Puente Colorado y Puerta Grande, donde se señala hay una erosión acelerada identificada principalmente por el desarrollo de barrancas y cárcavas. El grado de erosión es avanzado en estos sitios y está influenciado por las

altas pendientes, por la cobertura vegetal raquítica, y por la propia morfología del terreno. Además de que influye el propio proceso de ensanchamiento del cauce, que aunque no es muy intenso, se comienza a observar en las partes centrales, por lo que la erosión se encuentra atacando los interfluvios (laderas entre dos cauces) y la pérdida de suelo y material es importante. Lo anterior aunado a otros factores de disturbio (incendios, asentamientos humanos, etc.) aumentan la susceptibilidad de la zona al deterioro ambiental, por lo que resulta relevante la reintroducción de especies vegetales que ayuden a frenar este proceso.

En términos generales la respuesta en de ambas especies en supervivencia y crecimiento se considera positiva para las plantas (aunque en altura y cobertura se observó reducción), lo que sugiere, entonces, que las características edáficas de las terrazas tanto de suelos urbanos (i. e. Antrosol) como de suelos naturales (i. e. Feozems) no representarían una limitante para esta especies. Lo que refleja el potencial biótico y abiótico que tienen los suelos de la zona para la Ciudad de México, como lo expone Cram (2002).

Aunque en algunas zonas de las terrazas se observaron condiciones adversas o con mayores limitantes como la compactación lo que puede limitar la penetración de raíces y la infiltración de agua para el establecimiento de las especies vegetales. Sin embargo esto se puede contrarrestar con estrategias como los acolchados, zanjas para aumentar el drenaje (en lugares muy compactados) y fertilización en ciertos deficiencias de nutrientes (Stanturf *et al*, 2004); además de que esto ayuda a reducir la densidad aparente del suelo y mejora del drenaje, favoreciendo el enraizamiento de las plantas (Dey *et al.*, 2008), y por lo tanto un mejor resultado en la reintroducción de flora.

Las características de los suelos identificados en el área de estudio en términos de restauración ecológica, resultan relevantes, ya que estos tipos de suelos tienen alto potencial biótico, i. e. como soporte de vegetación (por consecuencia captura de carbono, mejora del paisaje, entre otros) e infiltración de agua (mantenimiento del nivel freático) para la Ciudad de México. Además de que en sistemas de barrancas como la Trango, se puede evitar hundimientos y otro tipo de catástrofes.

Hay que considerar que los suelos de la zona a pesar de haber permitido el establecimiento, supervivencia y crecimiento en general de las dos especies de encino, son sitios alterados y pueden tener limitantes como sequías estacionales y suelos pobres en nutrientes (baja fertilidad) que, puede afectar significativamente el crecimiento de plántulas (Hau y Corlett, 2003), aunque los resultados favorecen la propuesta para la reintroducción de ambas especies en condiciones similares en la Barranca de Tarango. Sin embargo el suelo al ser un factor determinante en el hábito de crecimiento de los encinos, se debe tomarse muy en cuenta. Características como profundidad, textura y pedregosidad (aunadas a las condiciones de humedad) definen el desarrollo de las plantas como árbol o arbusto, y tanto a *Q. rugosa* como *Q. mexicana* se les ha encontrado de forma arbórea en hábitats más húmedos (Encina y Villareal, 2002), condición que se cumple en todo en la barranca, por lo que a largo podemos tener individuos más de tipo arbustivo que arbóreos.

El crecimiento en área basal y número de rebrotes de las dos especies en ambas terrazas, se puede atribuir en parte a que en los sitios presentaron suelos con drenaje moderado, que aunado a la fertilidad (considerando la alta materia orgánica y disponibilidad de nitrógeno en el suelo evaluada), son factores que ayudan a las mayoría de las especies de encinos a crecen mejor (Dey *et al.*, 2008); sin embargo la variabilidad que existe en las condiciones de los lugares de reintroducción, provoca que las especies se adapten y puedan toleren suelos pobres además de condiciones hídricas adversas (*op.cit.*). Hay que considerar estos 2 factores por que en condiciones naturales limitan la regeneración (*op. cit.*).

Las variables ambientales son otro factor a considerar en la respuesta de las especies sembradas. Los registros arrojan tendencias similares. En cuanto a la humedad relativa, la terraza baja presento un porcentaje ligeramente mayor en comparación con la terraza alta, y posiblemente esté relacionado con la Lposición en el paisaje de las terrazas, ya que la baja se encuentra más cerca del cause del río y por lo tanto, esto puede influir en las condiciones de humedad registradas durante el periodo. Sin embargo, ambas terrazas presentaron la misma tendencia en temperatura, aunque la terraza alta registró algunos promedios mensuales ligeramente mayores que en la terraza baja, lo que puede ser consecuencia nuevamente de su posición en el paisaje y de lo desprovisto que está de formaciones vegetales (arbóreas, arbustivas y/o herbáceas), por lo que hay una mayor exposición a la insolación. Estas ligeras diferencias en las dos terrazas pueden sumarse a las

diferencias en suelos que arrojan diferencias significativas en las respuestas de crecimiento y supervivencia entre las terrazas.

Lo anterior tiene relación con los requerimientos ambientales propios de cada especie. Por un lado *Q. rugosa* es un encino blanco que se pueden desarrollar en laderas bajas de montañas, colinas de zonas semiáridas, márgenes de arroyos o en cañadas de bosques húmedos; y en el caso de *Q. mexicana* es un encino rojo que se puede establecer en sitios más húmedos que *Q. rugosa* como fondo de cañadas, laderas medias y altas de zonas boscosas (Encina y Villareal, 2002). En la zona estos requerimientos de humedad de cada especie quedan de manifiesto en la respuesta en supervivencia y crecimiento. Aunque las terrazas presentaron condiciones de baja humedad (en promedio hasta 40 %) y temperaturas medias (en promedio mensual hasta 24 °C) hacia el de mayo del 2006, aunque si afecta a la supervivencia sobretodo de *Q. mexicana* en la terraza alta, la mortalidad no llego a rebasar el 30 %, mientras que para *Q. rugosa* fue de menos del 10 %; sin embargo, el crecimiento en altura y cobertura si se registro más afectado observando reducción en ambas especies.

El comportamiento en crecimiento de ambas especies de encino estudiadas fue muy similar en las dos terrazas. Su crecimiento fue más hacia la producción de rebrotes que se ve reflejada en el aumento en área basal (aunque ésta no presentó diferencias significativas entre los incrementos de los distintos tratamientos), no así en altura y cobertura, que se manifestaron como decremento o pérdida del follaje, respectivamente.

Al analizar los resultados observamos que a excepción del área basal, el tipo de terraza puede afectar al crecimiento y a la supervivencia de manera diferente. Esto es por que las variables de respuesta mostraron al menos diferencias significativas entre terrazas, lo que pareciera reflejar las diferentes características contrastantes observadas en suelo, temperatura, humedad relativa y vegetación presente en ambas sitios.

En cuanto a la altura, estas diferencias biofísicas entre las terrazas muestran un decremento que es significativo solo entre los sitios y no entre las especies, lo que sugiere que la respuesta de cada especie con respecto a la altura, es la misma independientemente de la especie que se trate. De ambas terrazas, la alta presenta condiciones de disturbio o ambientales mas perjudiciales para

ambas especies, y como consecuencia fue en la que se observó una mayor disminución en la longitud del tallo (- 5 cm en promedio). Algunos factores que también pueden influir en la reducción del crecimiento de plántulas en altura y biomasa de encinos es el retraso en la siembra (menos de dos meses) (Löf y Birkedal, 2009), que fue una condición que se presentó en el estudio, y que la fecha programada se había establecido en las primeras lluvias del mes de mayo o junio, sin embargo se tuvieron que reintroducir sin que esto sucediera pues no llovió sino hasta el mes de julio del 2005.

La preparación del sitio es un factor que puede influir en la reducción del crecimiento de encinos. I. e. se ha visto que en plántulas de *Quercus robur* (tres años después la siembra de bellotas) en zonas de claros y sin tratamiento o preparación del sitio, que se ve reducido el crecimiento con respecto a las plantas en donde sí hubo preparación (i. e. aplicación de herbicidas, remoción de humus); en el caso de los sitios con un tratamiento previo, al parecer no importa el tipo de manejo siempre y cuando se vea reducida la vegetación que pueda competir a las plántulas de encino, de manera que se favoreció el establecimiento y el crecimiento (Löf *et al.*, 1998).

Respecto a la cobertura, los decrementos fueron diferenciales no solo entre las terrazas sino también entre las especies. Se observó que en el periodo de seca la parte aérea sufre mayor deshidratación y en consecuencia, el follaje se seca y cae más rápidamente generando una disminución en la variable. En el caso *Q. mexicana* fue muy evidente la disminución de la cobertura sobretodo con los cambios ambientales extremo que ocasionaron una pérdida rápida del follaje, aunque a la vez se observó que tenía la capacidad de recuperarlo más rápido (dependiendo de la disponibilidad de agua y la temperatura ambiental del sitio) en relación con *Q. rugosa* (observación en campo).

Se ha visto que la interferencia de la vegetación secundaria puede tener un fuerte efecto negativo sobre el crecimiento de plántula, incluso una reducción en la tasa relativa de crecimiento después de 2 o 3 años de haber reintroducidos las especies (Löf y Birkedal, 2009). Aunque hay otros factores que pueden causar las reducciones como la herbivoría, y específicamente de insectos folívoros como los chapulines (Suárez, 1998). Por observación en campo, un porcentaje muy elevado de plántulas de ambas especies fueron comidas principalmente por chapulines desde la época de lluvias (2005), incrementándose a partir de octubre a casi el 50% de los individuos, sobre todo en la

terrazza baja. Este tipo de insectos afectan principalmente a las plántulas reduciendo su área foliar (*op. cit.*).

Generalmente las plantas que sufren la falta de agua, a menudo muestran síntomas de estrés hídrico y en muchos casos, esto predispone a las plantas a la infección por patógenos, ataque de insecto y daño severo climas extremos como los de verano. El periodo de estiaje interfiere con el desarrollo normal de las plantas, y en suelos secos no son capaces de reemplazar el agua que han perdido y por lo tanto presentan un estrés fisiológico. Cuando esta condición aumenta, las hojas pierden su turgencia, se marchitan cambia su coloración a café y amarillenta con la consecuente muerte del tejido y la pérdida de follaje (Almaraz *et al.*, 2007).

Por lo tanto todo pareciera indicar que el comportamiento de disminución tanto en altura y cobertura de las plantas reintroducidas, pudiera ser resultado no solo de las condiciones ambientales y características biológicas de cada especie y en consecuencia la deshidratación o la muerte total de la parte aérea como respuesta fisiológica (Cabrera *et. al.*, 1998), sino también, por factores extrínsecos como la herbivoría (Bonfil, 1998; Cabrera *et. al.*, 1998). En bosques naturales las especies de encino sufren mayor herbivorían dependiendo de la estación del año, siendo mayor en la estación de secas (Reynoso y Williams, 2007).

Debido a los problemas que puede representa la herbivoría para el crecimiento de los encinos, se ha recomendado que en reforestaciones, los individuos sean protegidos con cilindros de malla para evitar el acceso a los herbívoros, ya que especies como *Q. rugosa* son sensibles a los daños (en rama, hoja y bellota) ocasionados por insectos y con estas medidas se pueda disminuir el efecto que tengan éstos sobre las plántulas (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999), sin embargo esto elevaría los costos en reintroducciones con un gran numero de plantas. Aunque también hay que considerar la exclusión de los herbívoros y sobretodo de gran tamaño (i. e. ovejas y ganado a través de cercas), puede afectar la altura de forma positiva, e incluso puede permitir la regeneración adecuada de los encinos a mediano plazo (25 años); aunque por otro lado, la exclusión puede tener un impacto significativo sobre la flora del suelo, lo que genera competencia de otras especies (gramineas) con los encinos, además de promover la proliferación de herbivoros pequeños como lagomorfos y ratones.

La presencia de vegetación herbácea puede causar una baja en la biomasa seca en plántulas de encino e incluso aumento en la mortalidad, mientras el pastoreo intensivo es perjudicial para el crecimiento de plántulas; aunque el pastoreo ligero puede ser beneficioso en el control de la vegetación del terreno y reducir la competencia (Carter y Fredericksen, 2007), que también se debe considerar para el caso de la Barranca de Tarango aunque tal vez más como un agente de disturbio. En la zona se ha observado que esta actividad a pesar de que no se desarrolla en toda la barranca, el impacto provocado por el pisoteo y el consumo de la capa vegetal por el ganado, acelera los procesos de erosión activa que se observan en las zonas cercanas a la Presa de Tarango (DGBU-EA, 2005) y en las zonas del Parque Tarango, donde incluso la reintroducción de plántulas de menos de una años de edad se ha visto afectada por esta actividad³⁰.

Aunado a lo anterior, hay que considerar también disturbios como incendios originados por transeúntes (además de que frecuentemente llegaron a romper las plantas) que se suman a las condiciones adversas en las que se establecieron ambas especies de encinos sobretodo en la terraza alta. Y aunque la influencia del fuego en el crecimiento no fue un factor a evaluar, se debe considerar en futuras investigaciones por ser un fenómeno recurrente en la Barranca de Tarango (DGEIIP, 1999; comentarios de habitantes entrevistados).

Los incendios periódicos (como los ocurridos en la Barranca de Tarango), afectan el reclutamiento y desarrollo de las plántulas de encinos en función de la intensidad (Löf y Birkedal, 2009). Por lo que el fuego puede ser otro factor que dañe a las plántulas, aunque que no las llega a matar como resultado de que desarrollan una raíz pivotante que penetra profundamente en el suelo y donde la temperatura no puede elevarse tanto causando su muerte (dependiendo de la intensidad) (Christensen, 1985 citado en Peña-Ramírez y Bonfil, 2003). Sin embargo, puede afecta directamente a la desecación del follaje. Aunque, también el fuego puede favorecer el establecimiento y supervivencia de las especies, pues el suelo se enriquecer con la incineración de materia orgánica aportando nutrientes (Zavala, 2000); incluso, puede estimular la capacidad de rebrote de las plántulas. En el caso de este estudio, se sugiere que posiblemente el incendio generado en la

³⁰ Comentarios personales de Razo (2003) y observación en campo con el mismo autor.

terrazza alta (enero 2006) afectó más a *Q. mexicana*, ya que a partir del este incidente aumentó la mortalidad de la especie en este sitio en relación con *Q. rugosa*.

Esto posiblemente tiene que ver con la propia naturaleza de las especies, que aunque suelen ser codominantes en ambientes naturales (Rzedowski *et al.*, 1981), los encinos blancos (*Q. rugosa*) tienden a estar en zonas más secas (como la terraza alta) y los encinos rojos (*Q. mexicana*) en zonas más húmedas (como la terraza baja) (Zavala, 1998). Pero esto se requiere comprobar más con estudios dirigidos en esta línea y que, para el caso de la Barranca, resultaría importante, pues los incendios en la zona son muy recurrentes a lo largo del año.

Con la incidencia de los incendios provocados y la práctica del pastoreo en la zona, la presencia del pastizal puede mantenerse indefinidamente, ya que tales prácticas suelen impedir el proceso de sucesión natural; por lo que resulta primordial la eliminación o el control de estas actividades con el objeto de recuperar el sistema natural de la barranca (DGBU-EA, 2005). Las alteraciones generadas principalmente por los incendios en la zona podrían ser controladas sin gran dificultad, ya que se conoce que en su mayoría son provocados, por lo que con una mayor vigilancia en la barranca su presencia podría casi desaparecer (*op. cit.*), por lo que la implementación de una adecuada vigilancia por parte de las autoridades, sería una de las estrategias de manejo a considerar.

En cuanto al área basal, las plantas aumentaron en promedio hasta 3 cm² en un año, independientemente de la especie o de la terraza en la que fueron sembradas. De la misma manera hubo un aumento en el número de rebrotes que puede estar relacionada con el estrés de las plantas por diversos disturbios que se presentaron en las terrazas (i. e. incendios y baja disponibilidad de agua en la época de estiaje), se ha observado que en bosque de encino donde se registra alguna alteración como quemas o apertura de claros, en especies como *Q. mexicana* y *Q. rugosa* se favorece la producción de rebrotes (Zavala y García 1997). Esto tiene que ver con la alta capacidad de rebrote que se reporta para los encinos (Itzhaki *et al.*, 1992 citado en Zavala y García 1997).

El crecimiento elevado en número de rebrotes de las especies reintroducidas, podría sugerir que la reincorporación de las especies a largo plazo se pueda ver afectada en función de la restauración ecológica (considerando que la reintroducción de encinos en la Barranca de Tarango va encaminada

incrementar el remanente de encinar existente), y en lugar de desarrollarse individuos de hábito arbóreo, se podrían desarrollar organismos de hábito arbustivo, condición que se observa más en ambientes más secos (Encina y Villareal, 2002). *Q. mexicana* al tener en promedio más rebrotes está presentando una menor calidad de crecimiento, pues finalmente los rebrotes continuos pueden a larga mermar su crecimiento en altura y generando plantas más de tipo arbustivo que árboles. Por tanto, hay que considerar características de humedad adecuada no solo a la hora de transplante (se recomienda sembrar cuando el suelo está bien humedecido (Arriaga, et. al., 1994), sino para desarrollo de las especies, así como la exposición de las laderas (o terrazas) en la que se siembran los encinos. I. e. los robles rojos como *Q. mexicana* de forma natural aumenta su proporción en laderas altas, en los márgenes de arroyos y en exposición norte y noreste, en este último, por que en la incidencia de los rayos solares es menor que en la sur y por lo tanto hay más humedad, con menores temperaturas y más abundancia de vegetación (Encina y Villareal, 2002; Ramírez-Contreras y Rodríguez-Trejo, 2004).

El área basal puede ser un indicativo del estrés hídrico al cual son sometidas las plantas, y en este estudio, desde la reintroducción los individuos sufrieron los estragos de la falta de agua pues las lluvias se retrasaron, lo cual en algunos casos al morir la parte aérea, se estimula el desarrollo de las yemas latentes que se localizan en la base de los tallos las cuales producen rebrotes (Peña-Ramírez y Bonfil, 2003), favoreciendo el incremento en área basal y número de rebrotes. Esto se puede evidenciarse cuando observamos a la terraza y a la especie que tuvo mayor área basal también es la que tuvo mayor número de rebrotes, para este caso, el mayor incremento en ambas variables fueron las dos especies en la terraza alta. Esta relación directamente proporcional pudiera sugerir que cada renuevo ayuda al éxito en la supervivencia a la planta, más que utilizar sus recursos para llevar los nutrientes necesarios a las hojas y ramas para incrementar o recuperar el follaje. Además, es importante considerar la propia naturaleza de los encinos para rebrotar como mecanismo de supervivencia, aunque es una estrategia también en individuos adultos como forma de reproducción (Zavala y García, 1997; Pulido, 2002).

Al evaluar el desempeño de *Q. mexicana* y *Q. rugosa* en términos de la supervivencia, observamos que la mortalidad en ambas fue baja, de alrededor del 30%. Las diferencias en las terrazas muestran que la supervivencia de *Q. rugosa* en la terraza baja fue mayor con casi un 97% de

supervivencia en relación con *Q. mexicana*. En términos prácticos los porcentajes, después del primer año de su reintroducción, resultan un éxito si se consideran las condiciones medioambientales extremas (temperatura y humedad) presentes desde la plantación, así como los atributos propios del suelo (depósitos de cascajo y basura) y los disturbios (incendios y paso de transeúntes), por lo podría ser una limitante en la terraza alta, donde la vegetación que domina son gramíneas y compuestas.

Son varias los efectos adversos que pueden sufrir las plantas reintroducidas en sitios alterados. I. e. en zonas taladas el daño a las plántulas por herbívoros es alto, sin embargo los encinos pueden sobrevivir (Carter y Fredericksen, 2007) como en el caso de este estudio. También se ha observado que en coníferas hay una respuesta no solo en la reducción del crecimiento, sino de la supervivencia, como resultado de la competencia de malezas y factores del microclima (Mason *et al.*, 2004) que pudiera ser una respuesta a la reducción del crecimiento en altura y cobertura, a la supervivencia pues se obtuvo menos del 30% en mortalidad de ambas especies. En estos ambientes degradados el efecto de la sequía interfiere en el desarrollo de la raíz (que es la que soportar la conmoción del trasplante) ocasionando que los sistemas radicales se desarrollen poco lo que puede generar la muerte de plántulas de encinos a causa de la insuficiente penetración de raíces (Carter y Fredericksen, 2007).

El crecimiento (en área basal y número de rebrotes) y la alta supervivencia que presentaron en general ambas especies, puede estar relacionado con que algunas especies de encinos tienden a ser más competitivos en sitios áridos de baja productividad (Hodges y Gardiner, 1993 citado en Dey *et al.*, 2008). También se ha observado que entre más grandes sean las plantas reintroducidas en cuanto altura y diámetro, la supervivencia se puede aumentar, y estos parámetros se puede utilizar para predecir la calidad de planta de especies sembradas (Rámirez-Contreras y Rodríguez-Trejo, 2004); aunque). Sin embargo, en estudios como en el de Hernández-García (2009), se reporta mayor supervivencia en plantas de 1 año de *Q. rugosa* que en las de 3 años en sitios alterados en la misma zona de estudio (Barranca de Tarango), y que ponen de manifiesto el efecto del micrositio además de la exposición donde son transplantadas (Rámirez-Contreras y Rodríguez-Trejo, 2004).

Otro factor que es importante a considerar en el establecimiento y supervivencia de las plántulas en la Barranca de Tarango, es que la reintroducción se realizó con plantas de 3 años de edades provenientes de vivero y ya establecidas y no de bellotas recién germinadas. Para los fines de la restauración ecológica, resulta más eficiente introducir plantas ya establecidas porque esto elimina factores como la depredación de semillas y la dependencia de nodrizas en edades tempranas para su establecimiento (Bonfil, 1989). Lo anterior da la posibilidad de asegurar tanto el establecimiento como la supervivencia de las plantas en la Barranca, a pesar de las condiciones socio-ambientales y de los propios requerimientos de los encinos. Esto resulta en beneficio de la zona, ya que los encinos no solo son un elemento fundamental de los bosques templados mexicanos, sino que tienen una relevancia todavía mayor al estar en una zona urbana.

Con los resultados de la presente investigación, podemos decir que los encinos representan un recurso que tiene grandes potenciales para poder ser recuperado en la zona de la Barranca de Tarango, no solo para recuperar las zonas alteradas, sino por los beneficios que pueden brindar a la zona. Los encinos se han sugerido como especies clave en la rehabilitación y restauración de bosques, y aunque no se consideran especies pioneras, pueden reclutarse en etapas tempranas de la sucesión secundaria (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999), además que puede propagarse por semilla o de rebrotes³¹ (Lara, 1992). Esto confiere a los encinos una alta capacidad para establecerse en ambientes adversos. También se les considera biomejoradores edáficos puesto que propician el desarrollo y rejuvenecimiento del suelo, lo cual resulta en un control de la erosión y pérdida del suelo en los bosques (Reyes y Gama-Castro, 1995). En el caso de la Barranca la recuperación de la cobertura vegetal ayudaría a frenar la erosión observada a través de cárcavas que llegan a tener hasta más de 2 metros, sobretodo en la terraza baja. También a los encinos se les ha considerado árboles idóneos para las reforestaciones urbanas, ya que su lento crecimiento evita las interferencias con el cableado aéreo de las calles. (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

Una razón importante a considerar en el éxito a largo plazo de la reintroducción de *Q. mexicana* y *Q. rugosa*, es que de forma natural se encuentran en una asociación codominante en varias regiones como el Valle de México (Rzedowski y Rzedowski, 1981) e Hidalgo (Zavala, 1995); en este último se ha reportado como una asociación en zonas relativamente secas y con temperaturas bajas, en

³¹ Se refiere a la propagación clonal, que es una forma de establecimiento de nuevos individuos.

suelos de tipo feozem háplico con texturas gruesa a medianas (*op. cit.*), condiciones que son relativamente similares a las que presenta la Barranca de Tarango, sobre todo en la terraza baja.

La asociación de las especies y las condiciones ambientales a las que se adaptan resulta relevante, ya que al reintroducir este tipo de especies de lento crecimiento y de sucesión tardía, en un largo plazo las relaciones entre especies no se ve afectada por competencia ya sea por recursos o espacio, lo que confiere nuevamente, la posibilidad que tienen las especies de ser recuperadas en sitios degradados de la Barranca y donde se encontraban de forma natural. Con la recuperación de especies en el sitio, se puede iniciar o propiciar el freno a ese proceso de deterioro ambiental que

Con base en la experiencia en el estudio y lo mencionado por Robledo (1997), las variables de crecimiento que se más se pudieran utilizar para evaluar si hay crecimiento o no en las especies, es el área basal; no sólo por la respuesta que presentó en este trabajo, sino por que se ha visto que pudiera estar muy relacionada con el grosor de la raíz que a su vez determina la capacidad que tienen las plantas de rebrotar una vez que la parte aérea haya muerto o se haya secado, e incluso se puede considerar como una medida del vigor de la planta (*op. cit.*).

VARIABLES COMO EL DIÁMETRO DEL TALLO PUEDE REFLEJAR NO SOLO EL TAMAÑO DEL SISTEMA RADICULAR, SINO LA RESISTENCIA DE LAS PLÁNTULAS; I. E. SE HA OBSERVADO QUE HAY UNA FUERTE CORRELACIÓN ENTRE EL DIÁMETRO Y LA SUPERVIVENCIA DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN EN PINOS (South, 1985 citado en Rámirez-Contreras y Rodríguez-Trejo, 2004).

La medida de la altura aunque se utilizó en esta investigación, considero no resulta adecuada para su análisis en el crecimiento de las plantas, puesto que las plántulas se ven sometidas a condiciones naturales sin ningún tipo de protección o eliminación factores extrínsecos (i. e. herbivoría), lo que genera se observe una respuesta negativa respecto al crecimiento, es decir, una reducción en la variable de respuesta, como fue en este caso. Sin embargo, la altura es una de las características morfológicas más fácil de determinar aunque puede tener poco valor como indicador de la calidad de planta, pero si se combina con el diámetro y arquitectura del tallo adquieren mayor importancia (Rámirez-Contreras y Rodríguez-Trejo, 2004).

Controlar los factores extrínsecos protegiendo a las plántulas con cilindros de malla para evitar el acceso a los herbívoros (CONABIO, 2008), en función de costos en un proceso de restauración ecológica pudieran ser muy elevados, pensando en reforestaciones con un número elevado de plantas. Considerar la protección de las plantas, eliminando factores de disturbio que afecten el desempeño de las plantas, se podría tener mayor éxito en el proceso de restauración ecológica.

En general la reintroducción de *Q. mexicana* y *Q. rugosa* en la Barranca de Trango, se puede considerar como exitosa en términos de supervivencia y crecimiento. En plantaciones de *Q. rugosa* de menos de un año de edad realizadas en el Valle de México la supervivencia ha sido baja (entre el 10-23 %) (Cabrera *et al.*, 1998; Ramírez-Contreras y Rodríguez-Trejo, 2004), sin embargo, en plantas de 2 o 3 años de edad se ha visto una mayor supervivencia del orden de 90 % (Hernández-García, 2009) que coincide con la de las especies reintroducidas tuvieron porcentajes altos (70-90 %), considerando que el establecimiento de plántulas de encinos de forma natural es muy baja (Zavala, 2001).

Q. rugosa es la especie nativa de la barranca que se ha utilizado más para reforestación con mayor éxito, por lo que se sugiere alentar esta práctica. A pesar de esto, se reporta que las reforestaciones en la barranca han sido mínimas, aislados y no planificados, ya que las plantaciones suelen realizarse sólo en los sitios más accesibles, además de utilizar con mayor frecuencia las especies exóticas que resulta más inconvenientes para la zona (DGBU-EA, 2005).

Aspectos sociales

En relación con aspectos sociales que se abordaron en el estudio, se obtuvo una aproximación a la percepción de habitantes y autoridades respecto a la problemática ambiental de la barranca y sobre su participación en la resolución de ésta problemática ambiental en la zona, y fue importante obtener esta aproximación a través de la investigación social utilizando las entrevista y las encuestas (Galindo, 1998).

En entrevistas realizadas en 1999 (DGBU-EA, 2005) quedo de manifiesto la gran presión por detener el desarrollo de zonas urbanizadas en la Barranca de Tarango, sobretodo de las colonias

aledañas a Tarango que están densamente pobladas y carecen de espacios verdes, sin embargo hasta el día de hoy el fenómeno de expansión habitacional sigue creciendo de forma irregular e ilegal sobre todo en zonas no aptas para ello (Canedo, 2007).

También desde hace 10 años se puede percibir la necesidad que existe de contar con áreas verdes para la recreación en la zona. Incluso se tienen registros desde 1989 en el GDF en la Secretaría de Desarrollo Urbano y la Secretaría de Medio Ambiente, de solicitudes de la ciudadanía para que "Tarango" sea conservado y desde entonces se solicitaba la declaratoria como ANP y que actualmente se declare como AVA (GO-DF, 2009); sin embargo y en contraste, alrededor del 80 % de los propietarios de terrenos dentro de la zona de la Barranca, han solicitado desde 1979 a SEDUVI modificar el uso de suelo de Área Verde (AV) por suelo habitacional.

La problemática anterior se suma a la percibida mediante la presente investigación, donde existe una desconfianza en el compromiso y realización de mejoras en la Barranca de Tarango entre los diferentes actores sociales.

Si bien quedó de manifiesto que las autoridades muestran un conocimiento y preocupación clara respecto a los problemas de contaminación de la Barranca, hace falta establecer mayores esfuerzos en intereses y tiempos entre instituciones académicas y gubernamentales para sumar esfuerzos en pro de recuperar la zona. También se percibe que hay un compromiso por trabajar en la mejora del ambiente a partir de las diferentes actividades que se realizan, las cuales van desde cuestiones prácticas como la reforestación hasta aspectos de educación ambiental que consideran una parte medular de cualquier cambio que se pueda generar en las condiciones ambientales del sitio. También resaltaron que sin educación y conciencia no hay futuro, lo que implica se desarrolle estrategias encaminadas a la educación ambiental de los actores sociales de la Barranca.

Sin embargo algunos entrevistados señalaron que la Barranca seguirá deteriorándose a pesar de los esfuerzos realizados. Y la mayoría no perciben la participación de la delegación en la mejora del sitio, aunque si se percibe una disposición a colaborar si así se los requirieran para mejorar las condiciones de la Barranca. De la misma manera, las autoridades no perciben la disposición y colaboración de la comunidad en general a sumar esfuerzos en la mejora de las condiciones

ambientales de la Barranca de Tarango. Esto deja claro que hace falta instrumentar mecanismos de comunicación para mejorar las relaciones entre las autoridades y habitantes locales e iniciar confianza entre los actores para que se pueda lograr una participación social eficiente y adecuada, en pro de recuperar las áreas verdes de su comunidad.

A través de la observación participante, se encontró que hay un interés de algunas autoridades por mejorar y promover trabajos que tienen que ver con la y recuperación de la Barranca, sin embargo, la falta de un trabajo coordinado y organizado puede estar limitando este proceso de comunicación. Cabe señalar también la relevancia de contar con un apoyo académico tanto para el trabajo de restauración como para orientar una mejora de los talleres o actividades de educación ambiental. También se observó que existe un capital humano importante en ambos tipos de actores y que no sólo son personas aledañas a la zona de la Barranca o del gobierno, sino también personas que trabajan o conocen el sitio. Esto resulta fundamental considerarlo en el proceso de restauración ecológica, ya que su conocimiento de las condiciones de la zona puede ser de gran utilidad, así como sus posibilidades de participación social en el proceso de restauración. .

A pesar de ser un trabajo de carácter exploratorio los resultados muestran la posibilidad que existe de trabajar con autoridades y habitantes locales, ya que todos consideran importante tener áreas verdes en su comunidad y cuidarlas para que puedan obtener los beneficios que estas áreas pueden proveerles. Fue importante aprender también que las técnicas de investigación social son muy útiles para conocer y entender el comportamiento de los grupos de interés y apoyar las decisiones (López, 1998), y las diferentes técnicas utilizadas nos ayudaron a tener una panorama general de cómo se está dando la comunicación entre actores sociales, y sin duda, los resultados obtenidos nos brinda la posibilidad de establecer estrategias para proyectos futuros (Galindo, 1998) en la Barranca.

Los resultados por un lado sacaron a la luz conocimiento valioso de cómo se esta dando la comunicación entre actores sociales, y por otro, permitió se tenga un panorama más amplio y detallado de las diferentes visiones de los actores sociales. Lo anterior, permite tomar en cuenta con mayor sustento el factor social y esto ayude a que los procesos de restauración ecológica se vean de una manera más integral, de tal manera que se pueda dirigir de una forma más certera las estrategias a seguir en los procesos.

La presión social y las gestiones necesarias que se realizaron para que se diera la declaratoria como área de valor ambiental (AVA) de la Barranca de Tarango, tendrá mayores posibilidades de frenar el deterioro ambiental y la expansión de la mancha urbana sobre sus terrenos, que aunque no son aptos para ello, según Canedo (2007), se siguen ocupando. Es así que la información biótica, abiótica y social que se ha obtenido en el presente estudio, contribuirá al manejo adecuado con fines de restauración ecológica en la zona, considerando sin duda, al factor humano como uno de los elementos del paisaje determinantes y relevantes en el éxito de la recuperación del área de Barranca de Tarango.

No hay que perder de vista que como menciona Higgs (1997), el diseño de una estrategia de restauración requiere de una amplia visión que incluye aspectos históricos, sociales, culturales, políticos, estéticos y morales. Por lo que se requiere de estudios sociales a mayor profundidad, y aunque percepción es un primer indicio no es suficiente para asegurar un mayor éxito en las propuestas de manejo a largo plazo en la Barranca de Tarango.

9. CONCLUSIONES

Del trabajo realizado podemos concluir que en los suelos de la terraza alta y baja se han podido establecer y sobrevivir las especies de *Q. rugosa* y *Q. mexicana*, a pesar de las condiciones de disturbio y alteración que imperan en la zona.

Al evaluar el desempeño general de ambas especies, observamos que su crecimiento se ve mermado en la altura y cobertura y que las diferencias significativas entre las terrazas pueden ser el resultado de las características físicas, ambientales y de disturbio de cada sitio en particular. Mientras que en términos del área basal se observó un crecimiento que no fue significativo entre terrazas ni entre especie; sin embargo, el incremento en número de rebrotes sí refleja diferencias. Factores como suelos contrastantes, variables ambientales y naturaleza propia de cada especie, pueden estar generando esta respuesta en crecimiento y que en términos del establecimiento y supervivencia, se consideró exitosa la reintroducción de ambas especies después de un año.

La respuesta de las especies bajo las condiciones a las que sometieron, se debe considerar en plantaciones futuras con encinos ya que, si analizamos sólo al área basal, número de rebrotes y la supervivencia, podríamos decir que las plántulas de *Q. rugosa* y *Q. mexicana* están creciendo bien, pero habría que cuestionarse ¿bajo qué calidad lo están logrando?, ya que el gran número de rebrotes lo que nos está indicando no sólo es el estrés hídrico o ambiental, sino el tipo de individuos adultos que más tarde se podrían generar (arbustos en lugar de árboles). Con los resultados obtenidos se puede asegurar que las especies son elementos del ecosistema natural de encinar que se pueden recuperar en la Barranca de Tarango, además que surge la posibilidad de restaurar manchones de vegetación que pudieran consolidarse en estructura y composición a un estado natural a largo plazo. De esta manera lograr restablecer la vegetación en sitios degradados de la barranca.

Por lo que se debe de poner atención en mejorar la calidad de los sitios (riego, adición de materia orgánica, etc.) para que su crecimiento también sea adecuado, a pesar de que se haya visto un incremento, la calidad de la planta en general puede verse afectada por diferentes factores. La edad

en la respuesta tanto al crecimiento y supervivencia es un factor que puede dar ventaja a las especies, que aun con sus diferencias significativas su establecimiento fue alto.

Las entrevistas, las encuestas y la observación participante nos permitieron identificar los distintos actores sociales que intervienen en la toma de decisiones de la barranca, destacando la participación de autoridades y habitantes locales. Así mismo, se pudo conocer sus percepciones sobre la problemática ambiental y reconocer el trabajo que realizan en la zona.

Los actores sociales no sólo están percibiendo la problemática ambiental, y aunque están trabajando en las zona (las autoridades), se requiere de mecanismos de comunicación más eficientes no sólo para informar sobre las acciones, sino también para hacer que la gente que tienen deseos de ver mejor la Barranca de Tarango, participe en actividades como la restauración ecológica y el monitoreo.

Por ultimo hay que considerar que es muy importante que en proyectos futuros en la zona se considere no sólo la revegetación de sitios alterados, sino la mejora de las condiciones edáficas y la participación de la comunidad en los procesos de restauración iniciando por una conciencia ambiental y terminando con una educación sobre el ambiente.

Con esta experiencia de investigación con encinos en la Barranca de Tarango, se ve la necesidad de realizar más estudios (regeneración, ecofisiología, demografía, etc.) para sumar esfuerzos y alcanzar el éxito en la restauración y recuperación de encinares inmersos en la Ciudad de México.

10. RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA BARRANCA DE TARANGO.

El crecimiento desmedido de la Ciudad de México en los últimos 25 años, ha generado una gran vulnerabilidad a los desastres de origen natural como consecuencias de los asentamientos humanos irregulares, que se establecen en sistemas naturales como la Barranca de Tarango, o en las faldas de cerros y zonas inundables, generando un alto riesgo de desastre originado por deslizamientos, inundaciones, etc.; aunado a efectos negativos como la deforestación de las áreas boscosas en las que posteriormente el suelo es sellado generalmente con concreto, se suma en consecuencia la disminución de la recarga de los acuíferos de las cuencas presentes en la ciudad (Audefroy y Aceves, 2006; Schteingart, 2000). Tales afectaciones se ha tratado de evitar a lo largo de la barranca, y una de las acciones que favorecerá para frenar y revertir el deteriorando el área fue el decreto que se dio a la barranca como área de valor ambiental, que se logró a través del apoyo de diferentes ONG'S e instancias gubernamentales como la SMA-DF. Esto representa un paso importante para iniciar proyectos que aseguran un mejor manejo y gestión de sus recursos, de tal manera se pueda encaminar hacia la recuperación del sistema natural; y como lo señala la PAOT (2004), es necesario se cuente con un diagnóstico que precise las características y condiciones biológicas, ecológicas, sociales y económicas en que se encuentra la barranca, de tal manera se establezca zonificación específica para usos y restricciones que permita un adecuado proceso de restauración ecológica de la zona.

De tal manera, resulta importante lograr un modelo de restauración para la Barranca de Tarango, como el propuesto por Castillo (2005), en el que se estimule y genere una intervención técnica y social, que lleven al sistema natural a definir en conjunto los objetivos del proyecto de restauración, de tal forma que al final del proceso, el ecosistema siga su curso evolutivo y los actores posean las capacidades para el manejo del ecosistemas.

Se requiere haya un freno de la urbanización de la zona, sin importar que sea "legal" o "ilegal", finalmente, son asentamientos que se vuelven vulnerables a desastres por las características de la barranca si no se toman en cuenta las condiciones ecológicas en las cuales esta desarrollada. Por lo

que se recomienda realizar un diagnóstico para identificar estas zonas y poder trabajar conjuntamente con las autoridades correspondientes para buscar disminuir los riesgos de los habitantes establecidos y la misma expansión urbana.

Frente a la problemática anterior, la restauración ecológica en la actualidad ha venido a ofrecer una alternativa más de manejo en la búsqueda de nuevas soluciones ante el deterioro ambiental en nuestro mundo. En el caso de las zonas urbanas, el contar con estrategias encaminadas a resolver necesidades de recuperación de ambientes degradados, contribuye a la conservación futura de las especies y de las sociedades humanas. Sin embargo los bosques inmersos en la urbe sufren una presión social no solo por la explotación de los recursos, sino por la búsqueda de espacios para vivienda lo que disminuye aun más la recuperación, o en el mejor de los casos, la regeneración de estos ecosistemas; ya que en términos generales la regeneración natural (y en especial) de *Quercus spp.* presentan grandes problemas desde el establecimiento de las plántulas, resultado de factores como la cantidad y la calidad de la producción de bellota, la fuerte depredación y ataque a bellotas y plántulas, y una baja tasa de crecimiento de las plántulas generan el fracaso de una regeneración natural (Löf et al., 1998). Sobretudo en áreas de claros, las plántulas se ven afectadas más por el estrés hídrico que por la luz (*op. cit.*), aunque la luz y la humedad del suelo pueden interactuar e influir en el crecimiento de las plántulas (Madsen, 1995 citado en Löf et al., 1998).

Cada una de las estrategias que se lleguen a considerar en un programa dirigido a la restauración de la zona, dependerán de las características y/o procesos que se busque recuperar dentro de un ecosistema alterado como la Barranca de Tarango; y cada caso debe analizarse en lo particular, pues hay que considerar que no hay dos ecosistemas que sean iguales (Márquez-Huitzil, 2008). Son muchas las consideraciones para establecer medidas que permitan recuperar las especies vegetales en un ecosistema alterado, ya que el éxito de su establecimiento, supervivencia y crecimiento depende de muchos factores como: incendios, inundaciones y sequías, plagas de insectos y enfermedades, competencia, cambio de uso de suelo, etc. La calidad de planta es uno de los factores que se ha señalado debe tomarse en cuenta para lograr una reintroducción de especies (o en este caso restauración ecológica) que se garantice el éxito de las especies (Dey et al., 2008). De tal manera que para incrementar el éxito de la reintroducción de especies con fines de restauración ecológica, se hacen las siguientes recomendaciones o sugerencias:

- Utilizar especies nativas como *Q. rugosa* y *Q. mexicana* de más de un año, lo que asegura el establecimiento de las plantas, pero se debe tomar en cuenta en el proceso de su reintroducción las características de los sitio, ya que no todos tienen la misma accesibilidad y entonces se debe evaluar si reintroducir plántulas de menos de un año, que resultan de más fácil transporte, o plantas más grandes pero que pesan más y por lo tanto dificulta su transporte.
- Se debe establecer medidas que mitiguen la competencia por el agua, ya que para los encinos puede ser importantes durante los primeros años de establecimiento (Löf *et al.*, 1998).
- Establecer mecanismos de eliminación de vegetación secundaria contribuye al mejor crecimiento de plántulas de encino (*op. cit.*).
- Considerar factores como incendios en la reintroducción de las especies.
- Jerarquizar y zonificar la barranca de acuerdo a estudios geomorfológicos, geológicos, hidrológicos, edafológicos y de vegetación, para determinar las diferentes estrategias de restauración emplear de acuerdo a las características de cada sitio.
- Siembra de plántulas. En comparación con la siembra directa de bellotas en especies de *Quercus spp.*, la siembra de plántulas es un método que puede reducir la interferencia de la vegetación natural y la depredación de bellotas contribuir a la regeneración de los fracasos (Löf y Birkedal, 2009). Por lo que se recomienda la utilización de plantas provenientes de vivero, ya que es un factor importante que influye en el éxito de la regeneración de las especies de encino, incluso en E. U. el 98% de sus plantaciones son con plántulas de vivero (Dey *et al.*, 2008).
- Establecer un invernadero y vivero en las instalaciones de la barranca, de tal forma que sean los productores de material vegetal de las especies nativas de la zona.
- Considerar la edad de siembra. s importante, se ha observado que en la aforestación de encinos blancos como *Q. rugosa*, la supervivencia se incrementa con la siembra de plantas de 3 años de edad (Dey *et al.*, 2003 y 2008), como en el caso de este estudio. Esto pudiera tener una relación con el tamaño de las plantas. Se ha visto que el tamaño medio de las plántulas puede ser tanto exitosa como las grandes, esto dependerá de que exista una competencia efectiva y el control de daños por herbivoría (Dey *et al.*, 2008).

- Generar un museo natural de la riqueza con que cuenta la Barranca de Tarango con fines de divulgación en la comunidad aledaña dentro de una estrategia de educación ambiental..
- Involucrar a la comunidad aledaña en actividades de reforestación, dirigida sobre todo a la educación ambiental.
- Realizar talleres de comunicación, en los que se informe desde que cuidados se deben tener en la zona hasta que importante es cuidar, restaurar y conservar la Barranca de Tarango.
- Establecer mecanismos de vigilancia y monitoreo a lo largo de la barranca, de tal manera que se pueda evitar quemas espontáneas, daños de la vegetación por desmonte, pastoreo, arrojado de escombros o basura, etc.
- La nutrición mineral es una variable fisiológica importante que afecta directamente a las características morfológicas como la altura o espesor (Birge et al, 2006, Salifu y Jacobs 2006 citados en Dey et al., 2008), por lo que hay que tomarla en cuenta en la reintroducciones en zonas pobres en materia orgánica.
- Se puede utilizar cercas de escombros vegetales (i. e. de encinos talados) para proteger a las plántulas del pastoreo (Carter y Fredericksen, 2007).
- Uso de acolchados, aplicación de fertilizantes, la intercalación de especies de leguminosas y la inoculación de micorrizas favorecen el establecimiento de plántulas en suelos pobres en nutrientes (Löf y Birkedal, 2009).
- En encinos rojos como *Q. mexicana* se ha visto que el éxito de una plantación tiene que ver con la calidad del sitio, la intensidad del control de malezas, y la sombra bajo la que son plantados (Dey et al., 2008).
- Preparación del sitio a través de la preparación mecánica (escarificación del suelo), de quemas prescritas y/o controladas, de eliminación de vegetación secundaria, etc., de tal manera que se pueda obtener un efecto positivo en el crecimiento y supervivencia de las plántulas de encino (Löf et al., 2006; Löf y Birkedal, 2009).
- Estudios sobre la exposición de la vegetación a altas concentraciones de CO₂. La vegetación en las ciudades al estar expuesta a una elevada concentración de CO₂ (como pasa en los trópicos secos), puede observarse un aumento en la tasa de crecimiento relativo, el área foliar total y la eficiencia del uso del agua, pero varía dependiendo la especie (Khurana y Singh, 2001).

- Es necesario realizar más estudios experimentales de plantaciones que ayuden a identificar las especies arbóreas nativas adecuadas para reforestación de zonas degradadas (i. e. laderas) (Hau y Corlett, 2003); para diseñar reintroducciones dirigidas que promuevan la expansión y aumentar la conectividad entre fragmentos o manchones de bosque (Carter y Fredericksen, 2007; Truscott et al., 2004), que todavía existe en la Barranca de Tarango y promover así una regeneración natural. Además de la recuperación de especies nativas.

La recuperación de las especies vegetales es importante no solo desde el punto de vista ambiental, sino también desde el punto de vista social. En zonas donde la perturbación es amplia, se puede afectar profundamente los valores recreativos (Lo'f *et al.*, 2006), y en consecuencia se ve afectado un servicio ecosistémico importante para la especie humana. Por lo que es importante que en proyectos de restauración ecológica se considere realizar un análisis económicos para saber el costo de las reintroducciones y saber el inversión en una aforestación con éxito (Dey *et al.*, 2008) en términos de supervivencia y crecimiento; con el fin de que sean proyectos que se puedan considerar dentro de los recursos en la gestión institucional o gubernamental.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. G. 2008. *Peri-urbanization, illegal settlements and environmental impact in Mexico City*. Cities, Elsevier 25 (3): 133-145.
- Alberto, Juan A. 2005. *El crecimiento urbano y su incidencia en la vulnerabilidad ambiental y social. El caso del Gran Resistencia*. Resumen H-004. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Instituto de Geografía UNNE, Argentina.
- Alfonso Corrado, C. 2004. *Ecología, Manejo y conservación de Quercus potosina y Q. eduardii (Fagaceae) en Sierra Fría Aguascalientes*. Tesis Doctoral. Instituto de Ecología. UNAM.
- Almaraz Sánchez, A., Tlapal Bolaños, B., Trejo Ramírez, O., Davidson, J.M., Kliejunas, J.T., OakS., O'Brien, J.G., Orozco Torres, F., Quiroz Reygadas, D., Alvarado Rosales, D., Saavedra Romero y L. de L. 2007. *Agentes asociados y su papel en la declinación y muerte de encinos (Quercus, Fagaceae) en el Centro-Oeste de México*. Polibotánica 23: 1-21.
- Alvarado-Rosales D., L. De L. Saavedra-Romero, A. Almaraz-Sanchez, B. Tlapal-Bolaños, O. Trejo-Ramírez, J. M. Davidson, J. T. Kliejunas, S. Oak, J. G. O. Brien, F. Orozco-Torres y D. Quiroz-Reygadas. 2007. *Agentes asociados y su papel en la declinación y muerte de encinos (Quercus, Fagaceae) en el centro-oeste de México*. Polibotánica 23: 1-21.
- Arriaga, V., V. Cervantes G. y A. Vargas-Mena. 1994. *Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas*. SEDESOL, México, D.F; 219 p.
- Audefroy, J. y F. Aceves. 2006. *Riesgos ambientales y urbanización en el Valle de México*. Revista de Arquitectura El Cable 5:65-70.
- Bazant, J. S. 2001. *Interpretación teórica de los procesos de expansión y consolidación urbana de la población de bajos ingresos en las periferias*. Estudios Demográficos y Urbanos 47: 351-374.
- Blake, J. G. y B. Schuetten. 2000. *Restoration of an oak forest in east-central Missouri Early effects of prescribed burning on woody vegetation*. Forest Ecology and Management 139:109-126.
- Bocco, G. 2005. *En: Temas sobre restauración ecológica. Diplomado en Restauración Ecológica*. Ed. Instituto de Ecología (INE-SEMARNAT), México. pág. 10
- Bonfil, C., I. Pisanty, A. Mendoza y J. Soberon. 1997. *Investigación y Restauración Ecológica: El caso del Ajusco Medio*. Ciencia y Desarrollo 135: 15-23.
- _____. 1998. *Dinámica poblacional y regeneración de Quercus rugosa: implicaciones para la restauración de bosques de encinos*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Borchert, M. I. , D. F. W Daives, M. J Michaelsen and L D. Oyler. 1989. *Interaction of factors affecting seedling recruitment of blue oak (Quercus douglasii) in California*. Ecology 70: 389– 404

- Boyd, C. S. y T. G. Bidwell. 2002. *Effects of Prescribed Fire on Shinnery Oak (Quercus havardii) Plant Communities in Western Oklahoma*. Restoration Ecology 10 (2): 324-333.
- Bradshaw, A. D. 1984. *Technology Lecture. Land restoration: now and in the future*. Proc. R. Soc. Lond 223 B: 1-23.
- _____. 1996. *Underlying principles of restoration*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53 (suppl. 1): 3-9.
- _____. 1997. *Restoration of mined lands – using natural processes*. Ecological Engineering 8: 255-269.
- _____. 2002. Introduction and philosophy. Handbook of Ecological Restoration, vol. 1: Principles of Restoration (Eds M.R.Perrow. & A.J.Davy), Pp. 3-9. Cambridge University Press, Cambridge.
- Burkett, V. R., V. R. Burkett, R. O. Draugelis-Dale, M. Williams y S. H. Schoenholtz. 2005. *Effects of flooding regime and seedling treatment on early survival and growth of nuttall oak*. Restoration Ecology 13: 471-479.
- Cabrera, L. G., P. E. Mendoza H., V. Peña F., C. Bonfil S. y J. Soberon M. 1998. *Evaluación de una plantación de encinos (Q. rugosa Nee) en el Ajusco Medio, Distrito Federal*. Agrociencias 32:-149-156.
- Callaway, R. M. 1990. *Effects of soil water distribution on the lateral root development of three species of California oaks*. Amer. J. Bot. 77(11): 1469-1475.
- Canedo, M. C. 2007. *Conservación y recuperación de barrancas del poniente de la Ciudad de México. Seminario: Recuperación Ambiental de Barrancas Urbanas*. Direcc. Dirección General de Investigación en Política Y Economía Ambiental, INECOL. Disponible en http://www.ine.gob.mx/dgipea/descargas/pon_barranca_poniente_cd_mex.pdf.
- Castillo, A. 2005. *Comunicación para la restauración. En: Temas sobre restauración ecológica. Diplomado en Restauración Ecológica*. Ed. Instituto de Ecología (INE-SEMARNAT). México. pp. 67-73.
- CEVIA (Centro Virtual de Información del Agua). 2008. *Hidrología de la delegación Álvaro Obregón*. Disponible en <http://www.agua.org.mx>.
- Chandler, C. et. al. 1983. *Fire in Forestry*. Vol. I. John Wiley, Nueva York.
- Comín, F. A. 2002. *Restauración ecológica: teoría versus práctica*. Ecosistemas: Revista de divulgación científica y técnica d ecología y medio ambiente. Publicado en internet: <http://www.aeet.org/ecosistemas/021/opinion1.htm>.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2003. *La situación demográfica de México*.
- _____. 2006. *Proyecciones de la población de México 2005-2050*. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/proy/Proy05-50.pdf>.
- _____. 2007. *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005*. Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población y Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Disponible en http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/dzm2005/zm_2005.pdf.

- CONABIO. 2008. *Quercus rugosa*. Publicado en: Anales de Ciencias Naturales 3: 275. 1801 Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/31-fagac10m.pdf.
- Cordeiro, N. J. et al. 2007. *Conservation in areas of high population density in sub-Saharan Africa*. Biological Conservation 134:155-163.
- Cotler, H. A. 2003. *El uso de la información edáfica en los estudios ambientales*. Instituto Nacional de Ecología Distrito Federal, Gaceta Ecológica 68: 33-42.
- _____. 2006. *Características y manejo de suelos en ecosistemas templados de montaña*. Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas INE. En www.ine.gob.mx.
- Cram, S. 2002. *Caracterización y especificaciones técnicas para el manejo ambiental del suelo del Distrito Federal*. En: Programa de Manejo Integral del Suelo del D. F. Gobierno del D. F. y Universidad Nacional Autónoma de México. 1-47 p.
- _____, Cotler, H., Morales, L.M. y Sommer, I. 2008. *Identificación de los servicios ambientales potenciales de los suelos en el paisaje urbano del Distrito Federal*. Investigaciones Geográficas. Instituto de Geografía, UNAM. México (en prensa).
- Carter, W.K. y T.S. Fredericksen. 2007. *Tree seedling and sapling density and deer browsing incidence on recently logged and mature non-industrial private forestlands in Virginia, USA*. Forest Ecology and Management 242: 671-677.
- Daily, G. C. 1997. *Introduction: What Are The Ecosystem Services*. En: Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press. Gretchen C. Daily editor. pp 1-10.
- Dhillon, S. 1994. *Environmental heterogeneity, animal disturbances, microsite characteristics, and seedling establishment in a Quercus havardii community*. Fictional Ecology 8: 604-615.
- Dey, D.C., J.M. Kabrick, y M. A. Gold. 2003. *Tree establishment in floodplain agroforestry practices*. P. 102–115. En Proc. of AFTA 2003: The 8th North American agroforestry conf., Sharrow, S.H. (ed.). Association for Temperate Agroforestry, Corvallis, OR.
- _____, D. Jacobs, K. McNabb, G. Miller, V. Baldwin, y G. Foster. 2008. *Artificial Regeneration of Major Oak (Quercus) Species in the Eastern United States—A Review of the Literature*. Forest Science 54(1): 77-106.
- DGBU-EA (Dirección General de Bosque Urbanos y Educación Ambiental). 2005. *Expediente Técnico: Área de Valor Ambiental del Distrito Federal "Barranca de Tarango"*. , Dirección de Reforestación Urbana, Secretaría em Medio Ambiente. México, D. F. 75p.
- DGECIIP (Dirección Ejecutiva de la Coordinación Institucional e Integración de Políticas). 1999. *Diseño del programa de manejo de la Barranca de Tango y elaboración del proyecto ejecutivo del Parque Recreativo*

- Los Álamos en la Delegación Álvaro Obregón*. Delegación Álvaro Obregón y Secretaría del Medio Ambiente del D. F. 81 p.
- Domínguez, F. 2007. *Manejo sustentable de las barrancas urbanas del Distrito Federal*. En Memoria del Taller "Barrancas urbanas: Soluciones a la problemática ambiental y opciones de financiamiento. Seminario: Recuperación Ambiental de Barrancas Urbanas. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental, INECOL. 71 p. Disponible en http://www.ine.gob.mx/dgipea/descargas/pon_barranca_poniente_cd_mex.pdf.
- EEM (Evaluación de Ecosistemas del Milenio). 2003. *Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación (Resumen)*. Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. World Resources Institute. 1-31 p.
- Encina, J. Domínguez y J. Villarreal Quintanilla. 2002. *Distribución y aspectos ecológicos del género Quercus (Fagaceae), en el estado de Coahuila, México*. Polibotánica 13: 1-23.
- Escobar Delgadillo, J. L. y J. S. Jiménez Rivera. 2009. *Urbanismo y sustentabilidad: estado actual del desarrollo urbano de la ZMVM*. Revista Digital Universitaria. Vol. 10, No. 7 Disponible en Internet: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art40/int40.htm>.
- Ezcurra, E. y J. Sarukhán, 1990. *Costos ecológicos del mantenimiento y del crecimiento de la Ciudad de México*. En M. Schteingart (2000), *Aspectos conceptuales y metodológicos en estudios urbano-ambientales*. Estudios Demográficos Urbanos 44: 233-252.
- Ezcurra, E. y Sarukhan, J. 1990. *Costos ecológicos del mantenimiento y del crecimiento de la Ciudad de México*. En: *Problemas de la Cuenca de México*. El Colegio Nacional. pp. 215-245.
- FAO, ISRIC, ISCCS. 1999. *Base referencial mundial del recurso suelo (WRB)*. Roma, Italia. 90 p.
- Fernández, Y. 2008. *¿Por qué estudiar las percepciones ambientales?: una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas*. Espiral: Estudios sobre Estado y Sociedad, ISSN 1665-0565, Vol. 14, N°. 43, p. 179-202.
- Fernández, Y. Moreno. 2008. *¿Por qué estudiar las percepciones ambientales?: una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas*. Espiral: Estudios sobre Estado y Sociedad, 14 (43): 179-202.
- Galindo, L. J. Cáceres. 1998. *Técnicas de Investigación en sociedad, cultura y comunicación*. Addison Wesley Longman, Naucalpan, México. 523 p.
- Gama, -Castro, J. E. 1985. *Clasificación de suelos: México, D.F.* Facultad de Ciencias. Depto de Edafología. Tesis. 160 p.
- Geist, C. y S. M. Galatowitsch. 1999. *Reciprocal Model for Meeting Ecological and Human Needs in Restoration Projects*. Conservation Biology 13: 970.
- GE (Google Earth). 2005. *Imágenes satelitales*. En www.googleearth.com.

- GO-DF (Gaceta Oficial del Distrito Federal). 2003. *Decreto por el que se declara como área de valor ambiental del distrito federal al Bosque de Chapultepec*. En <http://cgservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/466.htm>
- _____. 2009. *Decreto por el que se declara "Área de Valor Ambiental del Distrito Federal", con la categoría de barranca, a la "Barranca de Tarango"*. Publicado el 22 de julio de 2009, No. 632.
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. 1994. *Reflexiones sobre la conservación de la naturaleza en México*. Memorias de la Reunión Internacional de la Society for Conservation Biology y la Association for Tropical Biology. Guadalajara, México, pp.1-10.
- González-Rivera R. 1993. *La diversidad de encinos mexicanos*. Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural XLIV: 125-142.
- González Villareal L. 1986. *Contribución al conocimiento del Género Quercus (Fagaceae) en el estado de Jalisco*. Instituto de Botánica, Universidad de Jalisco, México.
- Hau, B. y R. Corlett. 2003. *Factors affecting the early survival and growth of native tree seedlings planted on a degraded hillside grassland in Hong Kong, China*. Restoration Ecology 11 (4): 483-488.
- Hernández-García, C. 2009. *Restauración Ecológica de la Barranca de Tarango, D.F., mediante la reintroducción de la especie nativa Quercus rugosa Née*. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, UNAM, México. En proceso.
- Higgs, E. S. 1997. *Whats is Good Ecological Restoration?*. Conservation Biology 11 (2): 338 - 348.
- Hobbs, R. J. y D. A. Norton. 1996. *Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology*. Restoration Ecology 4 (2): 93 -110.
- Hodges, J.D. y E. S. Gardiner. 1993. *Ecology and physiology of oak regeneration*. P. 54-65 in Proc. of Oak regeneration: Serious problems, practical recommendations. US For. Serv. Gen. Tech. Rep. SE-84.
- INEGI.1990. *Guías para la interpretación de cartografía: edafología*. Ed. INEGI, México. 47 p.
- _____. 2006. *Cuaderno Estadístico Delegacional, Álvaro Obregón*. Gobierno del Distrito Federal. México.
- INE. 2006. *Restauración Ecológica*. En web del Instituto Nacional de Ecología. En www.ine.gob.mx.
- INECOL (Instituto Nacional de Ecología). 2007. *Memoria del Taller "Barrancas urbanas: Soluciones a la problemática ambiental y opciones de financiamiento"*. Seminario: Recuperación Ambiental de Barrancas Urbanas. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental, INECOL. 71 p. Disponible en http://www.ine.gob.mx/dgipea/res_sol_ev_sem_barrancas.html.
- Iracheta, A. Cenecorta .2000. *El agua y el suelo en la zona metropolitana del valle de Mexico*. SÃO PAULO EM PERSPECTIVA, 14(4): 63-69. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n4/9752.pdf>.
- Katz, E. 2003. *La gran mentira: la restauración humana de la naturaleza* . En: Los caminos de la ética ambiental. Ed. CONACYT / UAM / Plaza y Valdés, Vol. II, México. 233-247 pp.

- Khurana, E. y J.S. Singh. 2001. Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest : a review. *Environmental Conservation*, 28: 39-52.
- Kwiatwoska, T. y J. Issa. 2003. *Los caminos de la ética ambiental*. Ed. CONACYT / UAM / Plaza y Valdés, Vol. II. 270 p.
- _____ y R. López-Vilchis. 2003. *Restauración Ecológica: limitaciones académicas y técnicas. Cuestionamientos éticos*. En: *Los caminos de la ética ambiental*. Ed. CONACYT / UAM / Plaza y Valdés, Vol. II. 209-228 pp.
- LADF 2000. Ley Ambiental del Distrito Federal.
- Lamb, D. y D. Gilmour. 2003. *Rehabilitation and Restoration of Degraded Forest*. Book Review. *Restoration Ecology* 13 (3): 578-579.
- Lara, R. M. E. 1992. *Uso actual y potencial del encino en el área del campo experimental forestal y agropecuario de Uruapan*. III Seminario Nacional sobre utilización de encinos, Tomo II. Linares, Nuevo León. 754-767 p.
- Light, Andrew. 2003. *Restauración ecológica y la cultura de la naturaleza: una perspectiva pragmática*. *Los caminos de la ética ambiental*. Ed. CONACYT / UAM / Plaza y Valdés, Vol. II, México. 247-266 pp.
- Lindig-Cisneros, R., A. B. Blanco G., C- Sáenz R., P. Alvarado S. y N. Alejandre M. 2007. *Restauración adaptable en la Meseta Purepécha, Michoacán, México: hacia un modelo de estados y transiciones*. *Bol. Sec. Bot. Méx.* 89 (suplemento): 25-31.
- Lořf, M., P. Gemmel, U. Nilsson y N. Welander. 1998. *The influence of site preparation on growth in Quercus robur L. seedlings in a southern Sweden clear-cut and shelterwood*. *Forest Ecology and Management* 109: 241-249.
- _____, D. Rydberg y A. Bolte. 2006. *Mounding site preparation for forest restoration: survival and short term growth response in Quercus robur L. seedlings*. *Forest Ecology and Management* 232 (1-3):19-25.
- _____ y M. Birkedal. 2009. *Direct seeding of Quercus robur L. for reforestation: The influence of mechanical site preparation and sowing date on early growth of seedlings*. *Forest Ecology and Management* 258 (5): 704-711.
- López, H. Romo. 1998. *La Metodología de encuesta*. En: *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación*. Addison Wesley Longman, Naucalpan, México. 523 p.
- Luna, P. H. y N. Hedger. 2003. *Effects of Organic Enrichment of Mine Spoil on Growth and Nutrient Uptake in Oak Seedlings Inoculated with Selected Ectomycorrhizal Fungi*. *Restoration Ecology* 11:125-130.
- Madsen, P. 1995. *Effect of soil water content, fertilization, light, weed competition and seedbed type on natural regeneration of beech (Fagus sylvatica)*. *Forest Ecology and Management* 72: 251-264.

- Marañón, T, R. Villar, J. L. Quero, y I. M. Pérez-Ramos. 2004. *Análisis del crecimiento de plántulas de Quercus suber y Q. canariensis: experimentos de campo y de invernadero*. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 20: 87-92 (2004).
- Márquez-Huitzil, R.1999. *Regeneración de la vegetación en distintos ensayos de restauración de minas de roca caliza a cielo abierto en una industria cementera, Ixtaczoquitlán, Veracruz*. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- _____.2005. *Fundamentos teóricos y convenciones para la restauración ecológica: aplicación de conceptos y teorías a la resolución de problemas en restauración*. En: Temas sobre restauración ecológica. Diplomado en Restauración Ecológica. Ed. Instituto de Ecología (INE-SEMARNAT). México. pp. 159-169.
- _____. 2008. *Fundamentos teóricos y convenciones para la restauración ecológica: aplicación de conceptos y teorías a la resolución de problemas en restauración*. Instituto de Ecología (INE-SEMARNAT), México, D. F. Publicado en: <http://www.ine.gob.mx>.
- Martinet, G. 1995. *Población y Medio Ambiente: Lecciones de la Experiencia Latinoamericana*, Pensamiento Iberoamericano. Revista de Economía Política, No. 28.
- Martínez, H. L. 2003. *Percepciones sociales sobre los Servicios Ecosistémicos en dos comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacan.186 p.
- Mas, R. H. 1991. *Notas sobre la propiedad del suelo y la formación del plano en la Ciudad de México*. ERIA, 24-25: 63-74. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es>.
- Mason, W.L., Edwards, C. Y Hale, S.E. 2004. *Survival and early seedling growth of conifers with different shade tolerance in a sitka spruce spacing trial and relationship to understorey light climate*. Silva Fennica 38(4): 357-370.
- Moreno, I. L. y M. E. Díaz-Betancourt. 1989. *Introducción de especies en la flora de la Ciudad de México*. En: *Ecología Humana*. Ed. Instituto de Ecología. México.
- Mostacedo, B. & T. Fredericksen. 2000. *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología vegetal*. BOLFOP, Santa Cruz, Bolivia, 92p.
- NOM-059-ECOL-2000. Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental, Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. SEMARNAT.
- Ortiz-Arrona, C., P. R.W. Gerritsen y Jean-Claude Bolay. 2000. *Análisis integral del impacto de la urbanización sobre el manejo de los recursos naturales. Estudio de caso: la cuenca baja del río Ayuquila, en el Occidente de México. Autlán, México/Lausanne, Switzerland*. Colaboración del Departamento de Ecología y Recursos Naturales (DERN), Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la

- Biodiversidad (IMEC BIO), y Laboratoire de Sociologie Urbaine (Suiza). Disponible en <http://www.globalrestorationnetwork.org>.
- OW (Oaks of the World). 2010. *Description of all species, subspecies and varieties of oaks in the world*. Disponible en <http://oaks.of.the.world.free.fr/index.htm>
- PAOT (Procuraduría Ambiental y del ordenamiento Territorial del D. F). 2004. *Barrancas en el Distrito Federal (Reporte)*. Disponible en <http://www.paot.org.mx/centro/temas/barrancas/docpaot/reportedebarancas.pdf>
- Parsons, W. F. J., J. G. Ehrenfeld y S. N. Andel. 1998. *Vertical Growth and Mycorrhizal Infection of Woody Plant Roots as Potential Limits to the Restoration of Woodlands on Landfills*. *Restoration Ecology* 6:280.
- Partida Bush, V. 2006. *Proyecciones de la población de México, 2005-2050*. Consejo Nacional de Población, México, D.F. 29 pp. Disponible en: <http://www.conapo.gob>.
- Peña-Ramírez, V. M. y C. Bonfil. 2003. *Efecto del fuego en la estructura poblacional y la regeneración de dos especies de encinos (Quercus liebmanii Oerst. Y Quercus magnoliaefolia Née) en la región de La Montaña (Guerrero), México*. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 72: 5-20
- Pérez Olvera C., R. Dávalos. S y E. Guerrero C. 2000. *Aprovechamiento de la madera de encino en México*. *Madera y Bosques* 6(1): 3 – 13.
- Planes y Programas de Desarrollo Urbano (PPDU).1997. *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la Delegación Alvaro Obregón. Gobierno del Distrito Federal. México*
- PEDA O (Portal Electrónico de la Delegación Álvaro Obregón). 2007. *Características físicas y Datos generales. Dirección General de Obras Y Desarrollo Urbano de la delegación*. En <http://www.aobregon.df.gob.mx/>.
- 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.
- Quero, J. L. R. Villar, y T. Marañón. 2006. *Crecimiento y supervivencia de Quercus pyrenaica Willd y Q. suber L. en diferentes micrositios: un experimento de campo en dos zonas contrastadas climáticamente*. Publicado en internet en: [ww.irnase.cic.es](http://www.irnase.cic.es).
- Rámirez-Contreras, A. y D. A. Rodríguez-Trejo. 2004. *Efectos de la calidad de planta, exposición y micrositio de Q. rugosa*. *Revista Chapingo. Serie Ciencias forestales y del ambiente* 10 (1): 5-11.
- Ramírez, G. A. y A. Hernández R. 1992. *Ensayo de propagación por semilla de Quercus mexicana en el A. E. F. Piedra Alta de la Sierra de Álvarez (San Luis Potosí)*. III Seminario Nacional sobre utilización de encinos, Tomo I. Linares, Nuevo León. 340-349 p.
- Rapoport, E. H., M. E. Díaz-Betancourt y I. R. López-Moreno. 1983. *Aspectos de la Ecología Urbana en la ciudad de México*. Flora de las calles y baldíos. Ed. Limusa. México.
- Razo, O. 2003. *Restauración de sitios perturbados, con la reintroducción de la especie nativa Quercus castanea Née en la Barranca de Tarango, México, D. F.* Tesis de maestría. UNAM (inconclusa).

- Reyes, I. R. y J. E. Gama-Castro. 1995. *Revaloración de la importancia de los encinos*. III Seminario Nacional sobre utilización de encinos, Tomo I. Linares, Nuevo León. 44-55 p.
- Reynoso, J. A. y G. Williams Linera. 2007. *Herbivory damage on oak seedlings at the edge of cloud forest fragments*. Bol. Soc. Bot. Méx. 80: 29-34.
- Riely Jr., J. M. y R. H. Jones. 2003. *Factors limiting regeneration of Quercus alba and Cornus florida in formerly cultivated coastal plain sites, South Carolina*. Forest Ecology and Management 117: 571-586.
- Rogers R. y Jonson P.S. 1998. *Approaches to modeling natural generation in oak-dominated forest*. Forest Ecology and Management 106:45-54.
- Romero, R. S. 1993. *El Género Quercus (Fagaceae) en el Estado de México*. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- _____, E. C. Rojas Centeno y M. de L. Aguilar. E. 2002. *El Género Quercus (Fagaceae) en el Estado de México*. Annales of Missouri Botanical Garden 89 (4): 551-593.
- _____, E. Rojas y O. O. Garay-Velázquez. 2007. *Presencia de flores hermafroditas en Quercus rugosa (Fagaceae) en el Estado de México (México)*. Anales del Jardín Botánico de Madrid 64(2): 223-227.
- Ruíz-Gómez, M. Molla. 2006. *El crecimiento de los asentamiento irregulares en áreas protegidas. La delegación Tlalpan*. Boletín del Instituto de Geografía – UNAM 60:83-109.
- Ruiz-Jaen, M. C. y T. Mitchell Aide. 2005. *Restoration success: How is it being measured?*. Restoration Ecology 13 (3): 569-577.
- Robledo, A. Jiménez. 1997. *Germinación y crecimiento de plántulas de cuatro especies de encinos del Ajusco D. F. Efecto del tamaño de la semilla*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 74 p.
- Ruhele, J. L. 1980. *Ectomycorrhizal colonization of container-grown northern red oak as affected by fertility*. USDA, Forest Service Research Note S. E. 287.
- Russell F. L. y N. L. Fowler. 2002. *Failure of Adult Recruitment in Quercus buckleyi Populations on the Eastern Edwards Plateau, Texas*. The American Midland Naturalist 148: 201-217.
- Rzadowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México.
- _____, y G. C. de Rzedowski. 1981. *Flora Fanerogámica del Valle de México*. Volumen I. CECSA. México.
- Sánchez-Andrés, R., A. Sánchez-López, M. Benítez-Gilabert y L. C. Alatorre. 2005. *Efectos del manejo del suelo en la infiltración en una aforestación con Quercus ilex L. en un área semiárida de agricultura de temporal*. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales 1: 3-19.

- Sánchez, O. 2005. *Restauración ecológica: algunos conceptos, postulados y debates al inicio del siglo XXI*. En: *Temas sobre restauración ecológica. Diplomado en Restauración Ecológica*. Ed. Instituto de Ecología (INE-SEMARNAT), México. pp. 15-31.
- Sánchez, O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara. 2005. *Temas sobre restauración ecológica. Diplomado en Restauración Ecológica*. Ed. Instituto de Ecología (INE-SEMARNAT). México.
- Schteingart, M. 2000. *Aspectos conceptuales y metodológicos en estudios urbano-ambientales*. Estudios Demográficos Urbanos 44: 233-252.
- _____. 2006. *Migraciones, expansión urbana e impacto ambiental en la Región Metropolitana de la Ciudad de México*. Ponencia presentado durante el Simposio Internacional sobre Desertificación y Migración, Almería, España del 25-27 de octubre de 2006. Disponible en: http://www.sidym2006.com/imagenes/pdf/ponencias/5_s1.pdf
- Schwartz, H. y J. Jacobs. 1999. *Sociología Cualitativa. Métodos para la reconstrucción de la realidad*. Editorial Trillas, 3ra. Ed. 258 p.
- Selby, M. J. 1985. *Earth's changing surface. A introduction to Geomorphology*. Oxford, Calderon Press. Pp. 285-290.
- SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group). 2004a. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- _____. 2004b. *Principios de SER International sobre la restauración ecológica*. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Siebe C., R. Jahn y K. Stahr. 1998. *Manual para la descripción y evaluación ecología de suelos en el campo*. Publicación Especial 4. Sociedad Mexicana de la Ciencias del Suelo, A. C. Chapingo, México. 57 p.
- SMA-DF (Secretaría del Medio Ambiente del D. F.). 2008. *Guía técnica de conservación de barrancas*. En <http://www.sma.df.gob.mx/barrancas/descargas/conserva.pdf>.
- _____. 2010. Sistema de Información de Barrancas del D. F. Disponible en <http://www.sma.df.gob.mx/barrancas/index.php?op=contextobasico>.
- South, J. N. Boyer y L. Bosch. 1985. *Survival and growth of loblolly pine as influenced by seedling grade: 13-year results*. Southern J. Appl. Forest. 9: 76-81.
- Stanturf, J., W. Conner, E. Gardiner, C. Schweitzer y A. Ezell. 2004. *Recognizing and overcoming difficult site conditions for afforestation of bottomland hardwoods*. Ecol. Restor. 22: 183-193.
- Suárez, A. Guerrero. 1998. *Germinación y crecimiento de encinos en ambientes inducidos por la fragmentación del bosque mesófilo en Veracruz*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 89 p.

- Suárez Guerrero, A. 2008. *Efecto de ensambles de leñosas nativas en la restauración del bosque mesófilo*. Tesis de doctorado. Instituto de Ecología, A.C. 141 p.
- Suárez, M. y J. Delgado. 2007. *La expansión urbana probable de la Ciudad de México. Un escenario pesimista y dos alternativos para el año 2020*. Estudios Demográficos y Urbanos, (22)1: 101-142.
- Taylor, S. J. y R. Bogdan. 1984. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. La búsqueda de significados. Ediciones Paidós. Barcelona. 345 p
- Tlapa Almonte, M. 2005. *Dinámica poblacional de Quercus glaucooides en una localidad del Valle de Valsequillo, Puebla*. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, UNAM. México.
- Torres-Lima, P. L. Rodríguez Sánchez y B. García Uriza. 2000. *Mexico City: the integration of urban agriculture to contain urban sprawl*. In Bakker, Nico; Dubbeling, Marielle; Gundel, Sabine; Sabel-Koschella, Ulrich; de Zeeuw, Henk. ed. 2000. Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda. Feldafing, Germany: Deutsche Stiftung fur internationale Entwicklung. pp 363-390. Disponible en <http://www.ipes.org/>.
- Truscott, A., R. J. Mitchell, S. C. F. Palmer y D. Welch. 2004. *The expansion of native oakwoods into conifer cleared areas through planting*. Forest Ecology and Management 193 (3) : 335-343.
- Urbanska, K., N. R. Weeb y P. J. Edwards. 1997. *Restoration ecology and sustainable development*. Ed. Cambridge University Press. Reino Unido.
- Urquidi, V. L. 2005. *Perspectivas de la Población Mundial*. Estudios Demográficos y Urbanos 20 (58): 9-21.
- Valencia A., S. 1995. *Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el estado de Guerrero, México*. Contribuciones del Herbario de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México., México D. F. No 1. 154 p.
- _____. 2004. *Diversidad del género Quercus (Fagaceae) en México*. Bol. Soc. Bot. Méx. 75: 33-53.
- Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM. En http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/31-fagac10m.pdf
- Vázquez, A. 2004. *Debate. Asamblea Legislativa del Distrito Federal, III Legislatura, Estenografía Parlamentaria*. En <http://www.asambleadf.gob.mx/informac/debates/6asam/ano2/1ord/doc/12oct04.doc>. México D. F.
- Zar, Jerrold H. 1996. *Biostatistical Análisis*. Ed. Prentice Hall, 3ra ed., USA. 277-284 pp.
- Zorrilla, R. M. 2005. *La influencia de los aspectos sociales sobre la alteración ambiental y la restauración ecológica*. En: *Temas sobre restauración ecológica. Diplomado en Restauración Ecológica*. Ed. Instituto de Ecología (INE-SEMARNAT), México. pp. 31-45.

- Vargas, O. 2007. *Los pasos fundamentales en la restauración ecológica*. En: Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino. Ed. Grupo de Restauración Ecológica. Disponible en http://redcre.com/pdf/guia_metodologica_chizaca_c1.pdf
- VS-AC (Visión Solidaria A. C.). 2007. *Diagnóstico socioambiental de la barranca de Guadalupe: 2007*. En Memoria del Taller "Barrancas urbanas: Soluciones a la problemática ambiental y opciones de financiamiento. Seminario: Recuperación Ambiental de Barrancas Urbanas. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental, INECOL. 71 p. Disponible en http://www.ine.gob.mx/dgipea/descargas/pon_barranca_poniente_cd_mex.pdf.
- Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM. En: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/31fagac10m.pdf.
- Villar P., J. Pañuelas R., E. Valencia G. y J. Cuadrado C. 2008. *El crecimiento de los brinzales de Quercus coccifera y Q. faginea responden de manera diferente a la fertilización del nitrógeno*. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 28:177-182.
- Zavala, F. 1990. *Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado*. Ciencia y Desarrollo XVI (95): 43-51.
- _____. 1995. *Encinos Hidalguenses. Dirección de Difusión Cultural. Universidad Autónoma de Chapingo*. Chapingo, México p 54-55.
- _____ y García, M. E. 1996. *Frutos y semillas de encinos*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 47 p.
- _____. 1998. *Observaciones sobre la distribución de encinos en México*. Polibotánica 8:47-64.
- _____. 2000. *El fuego y la presencia de encinos*. Ciencia Ergo Sum 7 (3): 269-276.
- _____. 2001. *Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. México. 94 p.
- _____ y E. García M. 1997. *Plántulas y rebrotes en la regeneración de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo*. Agrociencia 31(3): 323-329.
- Walker, L.R. 2005. *Margalef y la sucesión ecológica*. Ecosistemas 14 (1): 66-78.

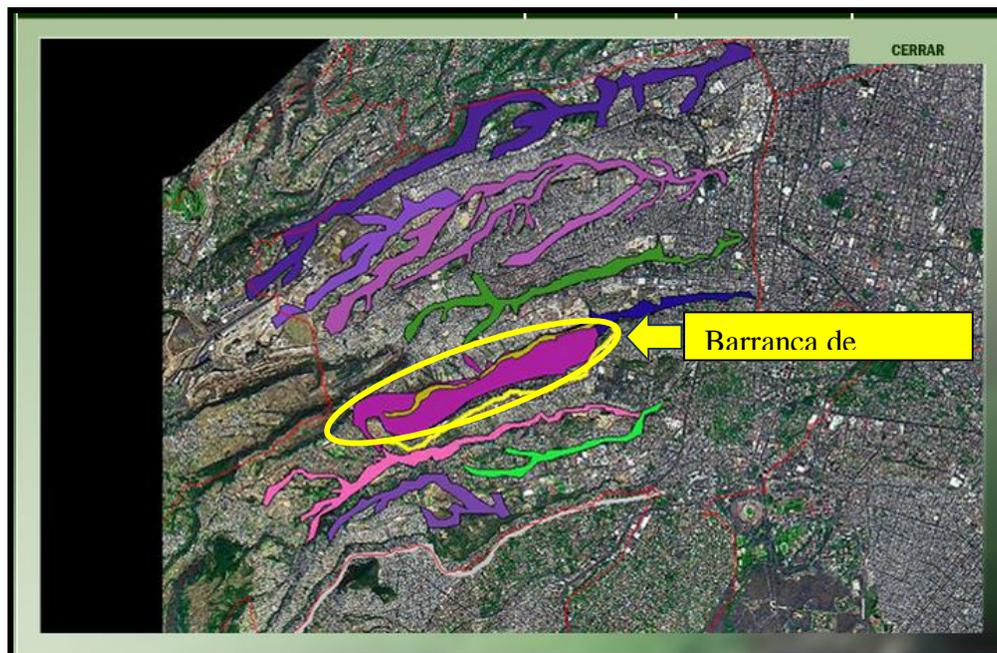
12. Anexos

ANEXO I. Lista de barrancas en la Cd. de México

La Cd. de México cuenta con 100 sistemas de barrancas (para el 2012 el gobierno local ha programado decretar 33 sistemas para su protección y que conjuntan 3500 hectáreas) ubicadas principalmente en el surponiente de la Ciudad; en las Delegaciones Tlalpan, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Cuajimalpa y Álvaro Obregón, esta última presenta 9 barrancas de mayor importancia con 85 kilómetros lineales de cauce (Domínguez, 2007 ; VS-AC, 2007).

En el siguiente cuadro se muestra el número de barrancas, extensión y número de viviendas por delegación en el D. F. (tomado de PAOT, 2004).

Delegación	No. de Barrancas	No. de viviendas	Longitud (km)
Álvaro Obregón	16	3862	89
Cuajimalpa	14	498	37
Gustavo A. Madero	10	1041	25
Iztapalapa	7	4476	21
Magdalena contreras	9	1124	30.5
Milpa Alta	4	62	17
Tlalpan	7	96	15
Xochimilco	7	353	28
TOTAL	74	11512	232



Anexo I. Esquema general de las barrancas de la delegación Álvaro Obregón, y ubicación de la Barranca de Tarango.

ANEXO II. EDAFOLOGÍA

II.1. Descripción de la evaluación edafo-ecológica del perfil 2 en la terraza alta.

Información general acerca del suelo

Material parental: piroclastos con depositos de cascajo, ladrillo rojo y gravilla

Drenaje natural: bueno

Condiciones de humedad en el perfil: fresco

Profundidad al mato freático: desconocido

Presencia de rocas superficiales: material de cascajo

Evidencia de erosión: no

Influencia humana: lugar de paso al panteón y recreativo.

Descripción breve del perfil

Ah1	0 – 8 cm	Color en húmedo (10YR 1.7/1), textura franco arcillo arenosa, contenido alto de materia orgánica (12%), ligeramente basico (pH 7.77), estructura subangular en bloques que rompe en media a fina moderadamente fuerte, estabilidad de agregados alta, pedregosidad del 1% de cantos finos, pocos poros muy finos inped y exped tubulares, densidad de raíces muy alta, limite claro e uniforme.
Ah2	8-13 cm	Color en húmedo (10YR 2/2), textura franco arcillo arenosa, contenido medio de materia orgánica (6.8 %), ligeramente básico (pH 7.33), 0.05% de CaCO ₃ , estructura subangular en bloques que rompe en media y fina moderada, estabilidad de agregados moderada, pedregosidad del 10% de cantos finos y medianos, poros pocos micro y muy finos inped y exped tubulares e intersticiales, densidad de raíces extremadamente alta, limite claro y uniforme.
Cup	13–23 cm	Color en húmedo (10YR 1.7/1), textura franca limosa fina, neutro (pH 7), estructura subangular en bloques muy fina a fina de grado débil, estabilidad de agregados baja, pedregosidad del 50% de cantos finos y medianos, poros comunes muy finos y finos inped y exped vesiculares inersticiales y tubulares, densidad de raíces muy alta, limite claro y uniforme.
Bw	23–36 cm	Color en húmedo (7.5YR 4/2), textura franca limosa fina, neutro (pH 7), estructura subangular en bloques gruesa que rompe a mediana y fina de grado moderado a fuerte, estabilidad de agregados baja, pedregosidad del 1% de cantos medianos, poros comunes micro y muy finos inped y exped vesiculares y tubulares, densidad de raíces alta, limite claro y uniforme.
Cwp	36–45 cm	Color en húmedo (10YR 1.7/1), textura franca, neutro (pH 7), estructura subangular en bloques mediana que rompe a fina y muy fina de grado moderado, estabilidad de agregados de moderada baja, pedregosidad del 50% de cantos finos medianos y grandes, pocos poros muy finos inped y exped intersticiales y tubulares, densidad de raíces muy alta, limite gradual a difuso irregular.

Bwp	45-63 cm	Color en húmedo (10YR 1.7/1), textura arenosa franca, neutro (pH 7), estructura masiva de grano simple, estabilidad de agregados de moderada a baja, pedregosidad del 1% de cantos finos, poros pocos muy finos exped intersticiales, densidad de raíces muy alta, limite claro y uniforme.
Ah1b	63-72 cm	Color en húmedo (7.5YR 3/1), textura franco arcilla limosa, contenido alto de materia orgánica (11 %), neutro (pH 7), estructura angular gruesa que rompe a muy fina de grado moderado, estabilidad de agregados de moderada a baja, pedregosidad del 1% de cantos medianos y grandes, poros pocos inped y exped tubulares e inersticiales, densidad de media, limite difuso e irregular.
Ah2b	72-96 cm	Color en húmedo (7.5YR 2/2), textura franca arcilla arenosa, contenido medio de materia orgánica (5.8 %), neutro (pH 7), estructura subangular gruesa y mediana que rompe a mediana a fina de grado moderado, estabilidad de agregados de moderada a baja, pedregosidad del 10% de cantos finos, poros comunes finos inped y exped tubulares e inersticiales, densidad de raíces mediana, limite claro y uniforme.
1Bw	96-106 cm	Color en húmedo (7.5YR 3/2), textura franca limosa fina, (pH 7.33), neutro (pH 7), estructura subangular gruesa moderado que rompe a fina de grado moderado, estabilidad de agregados baja a muy baja, pedregosidad del 25% de gravas finas, poros comunes finos inped y exped intersticiales y tubulares, , densidad de raíces baja, limite difuso y uniforme.
2Bw	106->127 cm	Color en húmedo (10YR 2/2), textura franca arcillo limosa, neutro (pH 7), estructura subangular en bloques gruesa que rompe a mediana y fina de grado moderado, estabilidad de agregados baja, pedregosidad del 1% de cantos medianos, poros comunes finos inped y exped intersticiales y tubulares, densidad de raíces baja, limite no se observa.



Laboratorio de Edafología Ambiental		
PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO		pág.: 5-7
Clave: CAM 001-Anexo I		fecha: 11.05.01
Título: Hoja para la descripción y evaluación de suelos en campo		
		Versión: I

Localidad: Predio S de Uayo, Barranca Turquesa, Mex DF

Fecha: 28-10-08	UTMhor	Mapa No. NAD 27	clima Templado	uso del suelo / vegetación: Parque urbano Parcela de plantación 5	Forma del terreno: Irregular	Paisaje: Barranca
Autor: Guzmán	UTMver	Msn: 2331	Epoca seca NOV-ABRIL		Inclinación: < 10°	Material parental: 0 Trocitos y depósito de cenizas
Estado de tiempo: Nublado	Prec. (mm)	Frecuencia y duración de periodos húmedos			Evidencia de erosión: No	

prof. (cm)	textura	piedras (Vol%)	color (húmedo)	pH	Sales o C.E. 1:2.5 (mS/cm)	m.o. (%)	CaCO3 (%)	humedad	pF	estructura Tipo, tamaño, grado	estab. agreg.	Poros abundancia, tamaño, forma, distribución	dens. apa.	dens. raíces	limite	horizonte
10-127	CRL	1% 0 cm	10YR 2/2	7				húmedo	2	Subang. bloq. g. y esc. mod. y fino. med. y co	Baja	com. y sub. interst. cal. fines, exp. in ped.	1.3M		claro	2Bwb
0-8	CRA	1% 0 cm	10YR 2/2	7.7		12%	0	frío	3	Subang. bloq. mod. y fino. mod. y co	Alta	com. y sub. interst. cal. fines, exp. in ped.	1.4M		claro	Ah1
8-13	CRA	1% 0 cm	10YR 2/2	7.38		6.8%	0-0.5	frío	3	Subang. bloq. mod. y fino. mod. y co	Mediana	com. y sub. interst. cal. fines, exp. in ped.	1.5M			Ah2
13-23	CLF	1% 0 cm	10YR 1/1	7			0	húmedo	3	Subang. bloq. mod. y fino. mod. y co	Baja	com. y sub. interst. cal. fines, exp. in ped.	1.7M			Cu ²
23-36	CLF	1% 0 cm	7.5YR 9/2	7			0	frío	3	Subang. bloq. mod. y fino. mod. y co	Baja	com. y sub. interst. cal. fines, exp. in ped.	1.5M			IBw
36-45	C	50% 0 cm	10YR 1-7/1	7.1*			0		3	Subang. bloq. mod. y fino. mod. y co	Mediana	com. y sub. interst. cal. fines, exp. in ped.	1.2M			Cw
45-63	AC	1% 0 cm	10YR 1-7/1	7			0	húmedo	2	Subang. bloq. mod. y fino. mod. y co	Baja	com. y sub. interst. cal. fines, exp. in ped.	1.2M			Cw
63-72	CRL	1% 0 cm	7.5YR 3/1	7			0	frío	2	Subang. bloq. mod. y fino. mod. y co	Baja	com. y sub. interst. cal. fines, exp. in ped.	1.2M			Cw
72-96	CRA	1% 0 cm	7.5YR 3/2	7.6*			0	frío	3	Subang. bloq. mod. y fino. mod. y co	Baja	com. y sub. interst. cal. fines, exp. in ped.	1.3M			Ah2b
96-106	AC	25% 0 cm	7.5YR 3/2	7.6*			0	frío	2	Subang. bloq. mod. y fino. mod. y co	Baja	com. y sub. interst. cal. fines, exp. in ped.	1.3M			Ah2b

prof. de desarrollo: 127 cm
 prof. max. de raíces: 127 cm
 nivel piezométrico actual:
 nivel piezométrico medio:
 fase:
 tipo de humus: Mull

espesor (dm)	penetrabilidad de raíces	VPT	CA	dCC espacio rad. efec.	CC hasta 1m	KF	CIC	bases intercamb.	humus kg/m2	Nt kg/m2	Nd g/m2								
1 0-8	Muy Buena	Vol% 14.60	evalua Muy alto	Vol% 3.58	evalua Mediana	Vol% 12.79	L/m2 15.04	Vol% 4.51	L/m2 40.3	cm/d 40-100	evalua Alta-Med	meq/kg 200	evalua Reglar	meq/kg 150	eq/m2 16.63	Ah*1 / Otr.*0.5	13.30	0.66	3.32
2 0-9	"	13.51	Aalto	3.6	Baja	11.16	7.2	3.7	21.1	40-100	"	200	"	150	10.12	10.12	13.30	0.66	3.32
3 1	"	41	Mediana	7	Med	29	12	34	17	10-40	Med	120	Regular	102	7.65	7.65	5.09	0.25	1.26
4 1-3	"	38.05	Baja	5.5	Baja	22.5	28.9	23	42.4	10-40	Med	120	"	102	14.64	9.89			
5 0.9	"	40	Mediana	7	Mediana	15	6.7	83	19.8	10-100	Med a muy alta	100	Baja	85	4.59	2.29			
6 0.8	Buena	39	Baja	16	Muy alta	16	12.06	23	18.21	40-100	A-Med alta	95	Muy baja	38.25	3.63	1.87			
7 0.9	"	30	Muy alta	"	"	23	20.9	60	44.5	10-40	Med	150	Regular	127.5	19.76	19.76	12.74	0.68	3.18
8 1.4	"	31	Aalto	6	Baja	16	20.1	97	59.22	40-100	A-Med alta	200	Reg-Med	170	27.84	27.84	9.50	0.97	2.37
9 1	Ausente	39	Baja	16	Muy alta	16	12	23	17.25	40-100	"	95	Muy baja	38.25	3.63	1.87			
10 2.1	Ausente	42	Mediana	6	baja	16	33.2	26	79.04	10-40	Med	150	Regular	127.5	39.87	17.93			

prof. fisiológica evaluación: Profundo
 espacio radicular ef.:
 ΣdCC: 168.19 evaluación: Alta-Muy alta
 ΣCC: 399.6 evaluación: Mediana
 Drenaje natural:
 Erodibilidad (Ah) K: 0.05 eval: muy baja
 SBI: 98.97 evaluación: Medianamente Alta
 ΣHumus: 18.34
 ΣN: 2.01 evaluación: Muy alta

II.2. Hoja de campo de la descripción del perfil 2 en la terraza alta.

II.3. Descripción de la evaluación edafo-ecológica del perfil 1 en la terraza baja

Información general acerca del suelo

Material parental: fluvial

Drenaje natural: muy bueno

Condiciones de humedad en el perfil: húmedo con exposición

Profundidad al mato freático: desconocido, influye en el perfil

Presencia de rocas superficiales: no

Evidencia de erosión: carcavas

Presencia de sales o soda: CaCO₃ más evidentes en horizonte 2.

Influencia humana: como paso para cruzar el río

Descripción breve del perfil

Ah	0 - 12 cm	Color en húmedo (10YR 3/2), textura franco limosa fina, contenido alto de materia orgánica (7%), básico (pH 8.35), 10% de CaCO ₃ , estructura granular fino a medio fino, estabilidad de agregados baja, pedregosidad del 3% de cantos finos, comunes poros finos medianos gruesos, tubulares e intersticiales, densidad de raíces extremadamente alta, limite claro e irregular.
AB	12-27 cm	Color en húmedo (10YR 3/3), textura arcillo arenosa, contenido medio de materia orgánica (5.8 %), ligeramente básico (pH 7.77), 0.5-2% de CaCO ₃ , estructura sugangular fina moderada que rompe en subangular fina, estabilidad de agregados baja, pedregosidad del 5% de cantos finos, poros comunes finos y medianos intersticiales inped y exped y tubulares, densidad de raíces muy alta, limite gradual e irregular.
ABw	27-49 cm	Color en húmedo (10YR 3/3), textura arcillo arenosa a franco arcillosa, neutro (pH 7), estructura sugangular fina moderada que rompe en subangular muy fino, estabilidad de agregados moderada a baja, pedregosidad del 20% de cantos medianos y grandes, poros comunes finos y medianos tubulares e intersticiales inped y exped, densidad de raíces muy alta, limite gradual e irregular.
1Bw	49-73 cm	Color en húmedo (10YR 3/3), textura franco arcillosa, neutro (pH 7), 0.05% de CaCO ₃ estructura sugangular mediana moderada que rompe en subangular fino y muy fino, estabilidad de agregados moderada a baja, pedregosidad del 10% de cantos grandes, medianos y finos, poros comunes medianos y gruesos tubulares e intersticiales inped y exped, densidad de raíces alta, limite gradual e irregular.

- 2Bw 73–87 cm Color en húmedo (10YR 3/3), textura franco arcillosa limosa, neutro (pH 7), 0.05% de CaCO₃, estructura sugangular mediana a fina moderada que rompe en subangular fina y muy fina, estabilidad de agregados moderada, pedregosidad del 7% de cantos grandes, medianos y finos, poros comunes medianos y gruesos tubulares e intersticiales inped y exped, densidad de raíces alta, limite gradual e irregular.
- 3Bw 87->100 cm Color en húmedo (10YR 3/3), textura franco arcillosa limosa, neutro (pH 7), 0.05% de CaCO₃, estructura granular y subangular fina y muy fina, estabilidad de agregados moderada, pedregosidad del 5% de cantos medianos y finos, poros comunes medianos y gruesos tubulares e intersticiales inped y exped, densidad de raíces media, limite gradual e irregular.



Laboratorio de Edafología Ambiental		pág.: 5-7
PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO		fecha: 11.05.01
Clave: CAM 001-Anexo I		Versión: 1
Título: Hoja para la descripción y evaluación de suelos en campo		

Localidad: Predio 5 de Mayo, Barancca Tanco, Méx. D.F.

Levantamiento en campo	Fecha: 18-10-05	UTMhor	Mapa No. NAO 27	clima Templado		Uso del suelo / vegetación: pasto parcela de reforestación 2		Forma del terreno: terrazas baja		Paisaje: barranca										
	Autor: Grumo	UTMver	Msnn: 2320	Epoca seca NOV-ABRIL		Inclinación: plano		Evidencia de erosión: cárcavas		Material parental: fluvial										
	Estado de tiempo ET2-ET3	Prec. (mm)	Frecuencia y duración de periodos húmedos		estructura Tipo, tamaño, grado		estab. agreg.		Poros abundancia, tamaño, forma, distribución		dens. apa.									
	prof. (cm)	textura	pedras (Vol%)	color (húmedo)	pH	Sales o C.E. 1:2.5 (mS/cm)	m.o. (%)	CaCO3 (%)	humedad pF	dens. raíces	limite	horizonte								
	1 0-12	CLP	3% cant. fin	10YR 3/2	7.4	4.5	7	10	seca	4	comunes finos med. gruesos tub. e intst. tub.	<1.0	extre. alta	claro e irregular	AH1					
	2 12-27	RA	5% cant. fin	10YR 3/3	7.3	5.0	5.0	0.5-2	franca	3	Subang. fin mod. → subang. fin	1.2	muy alta	grad. irreg.	AB					
3 27-49	RA-CR	20% med y gr.	10YR 3/3	7	0	0	0	franca	3	Subang. fin mod. → subang. muy fino	1.2	muy alta	grad. irreg.	ABW1						
4 49-73	CR	10% med y gr.	10YR 3/3	7	0.05	0.05	0.05	franca	3	subang. med. mod. → subang. fin y m.f.	1.4	alta	grad. irreg.	BW1						
5 73-87	CRL	7% c.g. m. f.	10YR 3/3	7	0.05	0.05	0.05	franca	3	Subang. med. fin mod. → subang. f. y m.f.	1.3	alta	grad. irreg.	2BW2						
6 87 →	CRL	5% c.g. m. f.	10YR 3/3	7	0.05	0.05	0.05	franca	3	granular y subang. fino y m. fino	1.3	media	—	3BW3						
prof. de desarrollo: 100 ↑ cm		princ. espacio radicular de a cm		clasificación del suelo		fase:														
prof. max. de raíces: cm		nivel piezométrico actual:		nivel piezométrico medio:		tipo de humus Mull														
Evaluación ecológica	espesor (dm)	penetrabilidad de raíces	VPT		CA		dCC espacio rad. efec.		CC hasta 1m		Kf		CIC		bases intercamb.		humus kg/m2	Nt kg/m2	Nd g/m2	
	1 1-2	Muy Buena	63	Muy alta	12	AHq	31	36.7	51	59.3	40-70	Alto u. muy alto	120	Regular	120	13-96	13-96	8.14	0.40	2.03
	2 1-5	"	55.5	Alto	5.5	Baja	17.5	24.9	44	64.8	10-90	Med. u. alto	180	"	135	23-08	11.54	9.91	0.49	4.47
	3 2-2	"	42	Med	4	"	12	21.1	38	66.8	"	"	180	"	153	32-20	20.47	/	/	/
	4 2-9	"	42	"	4	"	12	25.9	38	84.3	"	"	180	"	153	46-22	23.11	/	/	/
	5 1-9	"	42	"	6	"	16	26.8	36	46.8	"	"	150	"	127.5	21.58	10.70	/	/	/
	6 1-3 ↑ Buena	42	"	6	"	16	19.7	36	49.4	"	"	150	"	127.5	20.97	10.23	/	/	/	
prof. fisiológica evaluación: 87 cm		espacio radicular ef.: cm		ΣdCC: 155.16 evaluación: Alta		ΣCC: 376.7 evaluación: Med-Alta		Drenaje natural: Erodibilidad (Ah) K: eval.: 0.27 Mediana		ΣBI: 190.01 evaluación: Medianamente alta		ΣHumus: 18.05		ΣNt: 0.89 evaluación: Alta						

IV.4. Hoja de campo de la descripción del perfil 1 en la terraza baja.

ANEXO III. SOCIAL

III.1. Preguntas de la entrevista abiertas semi-estructuradas realizadas a autoridades gubernamentales

- 1) ¿Cuáles considera que son los principales problemas que tiene la barranca de Tarango?
- 2) ¿Cuáles considera que son los principales problemas ambientales?
- 3) ¿Qué ha causado estos problemas?
- 4) ¿Cómo cree que se pueden solucionar?
- 5) ¿Quiénes deben intervenir y/o participar en las soluciones?
- 6) Desde el punto de vista ambiental, ¿Cuál cree que es la importancia ambiental de la barranca?
- 7) ¿Cree que afecta en algo la presencia de poca vegetación y que la barranca se utilice para tirar cascajo y basura?, y ¿En qué afecta esto al ambiente de la barranca?
- 8) Con base en su experiencia de trabajo en la Barranca Tarango y desde su perspectiva ¿Cómo visualiza el futuro de la misma?
- 9) Considera importante que se restaure la barranca?
- 10) ¿Qué medidas considera favorecen la mejora del ambiente, la conservación y la restauración de la Barranca Tarango?
- 11) Desde su perspectiva, ¿Cuál sería la participación que hace la comunidad que vive en la delegación por mejorar el ambiente?
- 12) ¿Qué sería necesario para fomentar la participación e interés de la comunidad en la problemática ambiental?
- 13) ¿Conoce alguna ONG que participe o apoye cuestiones de educación ambiental, conservación o restauración en zonas naturales de la delegación?
- 14) ¿En que programas has participado en la mejora de las condiciones ambientales de la barranca?
- 15) Comentario Final

III.2. Cuestionario aplicados a 45 habitantes locales en la Barranca Tarngo.



INSTITUTO DE ECOLOGÍA – UNAM
Y
DIRECCIÓN DE REFORESTACIÓN DE LA DELEGACIÓN ÁLVARO
OBREGÓN

Intención: El objetivo de este cuestionario es realizar un trabajo de investigación acerca de la visión que los habitantes de los alrededores de El Predio 5 de Mayo ubicado en la Barranca Tarango en la Delegación Alvaro Obregón tienen sobre su entorno. Le pedimos de la manera más atenta, que conteste las siguientes preguntas. La información que se obtenga será totalmente confidencial y anónima por lo que le pedimos se sienta con libertad de expresar su opinión.

Instrucción General: Marque con una X las preguntas con opciones de respuestas y escriba libremente las respuestas en las preguntas abiertas en donde se ha dejado un espacio para responder.

De antemano agradecemos su cooperación.

Nota: No escriba en la parte sombreada sólo sirve al encuestador.

Para cualquier duda o aclaración comunicarse con:

Biol. Gumerinda Corona Alvarez

gumebiol@yahoo.com.mx

CUESTIONARIO

Fecha:	Grupo:	Edad:	Sexo: Femenino Masculino
Escolaridad:		Ocupación:	

Solo
Encuestador

1.- ¿Cuánto tiempo tiene viviendo en este lugar?

2.- ¿Le gusta tener a la vista la barranca?

a) SI b) NO c) NO SE

3.- ¿Obtiene algún beneficio al vivir cerca de la barranca?

a) SI b) NO c) NO SE

4.- ¿Por qué?

5.- ¿Visita la barranca?

a) SI b) NO (entonces pasar a la pregunta 9)

6.- ¿Qué tan frecuentemente ha visitado la barranca en los últimos seis meses?

a) Una vez b) de 2 a 5 veces c) más de 5 veces.

7.- La visita con:

a) Sólo b) Familiares c) Amigos

8.- Cuales de las siguientes actividades realiza usted cuando visita la barranca

() Deportivas, especifique _____

() Paseo, especifique _____

() Transito, especifique _____

() Laborales, especifique _____

() Otro, por favor, explique _____

9.- ¿Ha notado cambios en la barranca?

a) SI b) NO c) NO SE

10.- ¿Cuáles?

11.- ¿Cómo le gustaría ver a la barranca?

() Dejarla como está

() Con más vegetación

() Otro, especifique _____

12.- ¿Creé que es importante tener áreas verdes en su comunidad?

a) SI b) NO c) NO SE

13.- ¿Porqué?

14.- ¿Le parece que las autoridades de la delegación Álvaro Obregón han contribuido al mejoramiento de las condiciones de la barranca?

a) SI b) NO c) NO SE

15.- ¿Qué han hecho?

16.- ¿Le interesaría participar en programas que busquen mejorar la condiciones de la barranca?

a) SI b) NO c) NO SE

17.- ¿En qué le gustaría participar?

18.- ¿Ha recibido información acerca de los cuidados y usos que se deben tener en la barranca?

a) SI b) NO c) NO SE

19.- ¿Le gustaría recibir información sobre los trabajos de restauración y mejoramiento de la barranca?

a) SI b) NO c) NO SE