



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

Deterioro Ambiental en la Vegetación Ribereña del río
Magdalena, D. F., México

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

JUAN ARTURO BRIONES GONZÁLEZ



DIRECTORA DE TESIS
Dra. Lucía Almeida-Leñero

MÉXICO 2011

1. Datos del alumno
Apellido paterno
Apellido materno
Nombre(s)
Teléfono
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Carrera
Número de cuenta

1. Datos del alumno
Briones
González
Juan Arturo
46 32 62 82
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
301133126

2. Datos del tutor
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

2. Datos del tutor
Dra.
Lucia Oralia
Almeida
Leñero

3. Datos del sinodal 1
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

3. Datos del sinodal 1
Dra.
Nelly
Diego
Pérez

4. Datos del sinodal 2
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

4. Datos del sinodal 2
Dr.
Enrique Arturo
Cantoral
Uriza

5. Datos del sinodal 3
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

5. Datos del sinodal 3
M. en C.
Verónica
Aguilar
Zamora

6. Datos del sinodal 4
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

6. Datos del sinodal 4
Arq. Psj.
Michelle
Meza
Paredes

7. Datos del trabajo escrito.
Título

7. Datos del trabajo escrito
Deterioro Ambiental en la Vegetación Ribereña
del río Magdalena, D.F., México

Número de páginas
Año

83 p
2011

*“Enseñar no es una función vital,
porque no tiene el fin en sí misma;
la función vital es aprender.”*

*“La inteligencia consiste no sólo
en el conocimiento, sino también
en la destreza de aplicar los
conocimientos en la práctica.”*

*“Las ciencias tienen las raíces
amargas, pero muy dulces los
frutos.”*

Aristóteles

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a la Dra. Lucía Almeida por compartirme su experiencia como investigadora en el área de los recursos naturales y por ser directora de tan maravilloso proyecto; a la M. en C. Verónica Aguilar por el apoyo en la cartografía; a la M. en C. Beatriz González Hidalgo por la ayuda en la determinación de ejemplares en campo y en el laboratorio; al Dr. José Antonio Ordoñez, al M. en C. Víctor Ávila-Akerberg y al biólogo Inti Burgos por su apoyo en campo para el desarrollo de los levantamientos y en general a todo el personal del laboratorio de Ecosistemas de Montaña de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Al Dr. Enrique Cantoral Uriza, a la Dra. Nelly Diego Pérez y a la Arq. Psj. Michelle Meza paredes por tomarse el tiempo y la dedicación para revisar mi trabajo.

A David León, Mauricio Pizaña, Nirani Corona, Madai Velazco, Myriam Rubio y Alejandra Guzmán por su colaboración y disposición en las practicas de campo, laboratorio y en el trabajo de gabinete.

A mis padres, Arturo Briones Lima y Felisa González Ávila, por la paciencia y el apoyo incondicional durante toda mi vida escolar.

A la Magdalena contreras y sus habitantes por permitirme conocer más sobre su historia, sus necesidades y sus ecosistemas.

A la UNAM y sus profesores porque colocaron cada palabra de la tesis mientras me desarrolle profesionalmente.

Dedicada a:

Mis padres (Arturo y Felisa) porque me guiaron por el camino de la educación, el aprendizaje y los valores.

Mi asesora Lucía Almeida, porque siempre presionó en la dirección correcta para que pudiera terminar este trabajo. En verdad le admiro su paciencia.

La M.en C. Verónica Aguilar, por su ayuda con la cartografía pero sobre todo por ser una gran amiga de laboratorio.

Ale Guzman, por ser mi incondicional amiga, compañera de campo, de profesión y de carrera. “Risa y sarcasmo que sólo entendemos los dos”.

Mis amigos y hermanos de carrera, Lari, Dianita, Esthelita, Celeste, Alfredo, Alexander, Aravid, Hilda, Yoli y Carlos porque marcaron una parte importante en mi vida como universitario.

Mi hermano Jona, de quien aprendo día con día que la nobleza no tiene límites.

Las profesoras Susana Valencia, María Eugenia Muñiz e Isabel Saad por despertar en mí el gusto por la biología de la conservación y la botánica, además de enseñarme a trabajar como todo un profesional.

La profesora de la ENP 9, Carmen Patricia Rodríguez por pasar en mi camino y mostrarme lo maravilloso de la biología.

Personas muy especiales de mi familia: Moni, Liz, Ilse, Ivonne, Cristina, Rocio, Luis, Oscar, Hugo, América, Tía Agus, Myriam, mis abuelitos y Adán.

Los anónimos con nombre que llegaron y llegaron para integrar mi vida y hacerla más completa.

La biología porque me deja entender lo compleja que es.

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ÁREA DE ESTUDIO	8
ANTECEDENTES	16
MÉTODO	17
RESULTADOS	26
DISCUSIÓN	46
CONCLUSIONES	51
LITERATURA CITADA	53
ANEXOS	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Marco conceptual del método para evaluación de impacto ambiental	7
Figura 2. Ubicación y trayectoria del cauce principal del río Magdalena, D.F., México.	9
Figura 3. Vista panorámica de la vegetación ribereña del bosque mixto y de <i>Quercus</i> , en la CRM, D.F.	10
Figura 4. Diagrama del método.	17
Figura 5. Mapa (1:10000) con el cauce principal del río Magdalena, D.F. y los sitios de muestreo.	19
Figura 6. Porcentaje de géneros y especies por familia para la comunidad ribereña de <i>Pinus hartwegii</i> en la CRM, D.F.	27
Figura 7. Porcentaje de cobertura por estratos de la comunidad ribereña <i>Muhlenbergia macroura</i> – <i>Arenaria lycopodioides</i> en la CRM, D.F.	27
Figura 8. Vegetación ribereña del bosque de <i>Pinus hartwegii</i> , en la CRM, D.F.	28
Figura 9. Coberturas por estrato en porcentaje de la comunidad ribereña <i>Plantago australis</i> – <i>Juncus ebracteaus</i> en la CRM, D.F.	29
Figura 10. Porcentaje de géneros y especies por familia para la comunidad ribereña de <i>Abies religiosa</i> en la CRM, D.F.	30
Figura 11. Vegetación ribereña del bosque de <i>Abies religiosa</i> , en la CRM, D.F.	31
Figura 12. Coberturas por estrato en porcentaje de la comunidad ribereña <i>Trisetum virletii</i> – <i>Acaena elongata</i> – <i>Packera sanguisorbae</i> en la CRM, D.F.	32
Figura 13. Coberturas por estratos en porcentaje de la comunidad ribereña <i>Poa annua</i> – <i>Roldana barba-johannis</i> en la CRM, D.F.	33

Figura 14. Porcentaje de géneros y especies por familia para la comunidad ribereña de bosque mixto y de <i>Quercus</i> en la CRM, D.F.	36
Figura 15. Coberturas por estrato en porcentaje de la comunidad ribereña <i>Alnus jorullensis</i> - <i>Brachypodium mexicanum</i> - <i>Galium mexicanum</i>	37
Figura 16. Vista panorámica del bosque mixto y de <i>Quercus</i> (segundo dinamo) en la CRM, D.F.	38
Figura 17. Coberturas por estrato en porcentaje de la comunidad ribereña <i>Garrya laurifolia</i> - <i>Rumex obtusifolius</i>	39
Figura 18. Comparación en número de familias, géneros y especies entre las tres zonas ribereñas de la CRM, D.F.	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferentes definiciones de vegetación ribereña	4
Tabla 2. Principales tipos de plagas en la CRM, D.F.	15
Tabla 3. Trabajos sobre vegetación y conservación realizados en la CRM, D.F.	16
Tabla 4. Criterios de valoración para los componentes del medio	22
Tabla 5. Parámetros de la matriz de interacción	24
Tabla 6. Categorías para determinar el nivel de deterioro en la vegetación ribereña de la CRM, D.F.	25
Tabla 7. Acciones generadoras de deterioro ambiental para las zonas ribereñas del cauce principal del río Magdalena, D.F.	41
Tabla 8. Matriz de interacción tipo Leopold para los bosques ribereños de <i>Pinus hartwegii</i> , <i>Abies religiosa</i> y bosque mixto y de <i>Quercus</i> en la CRM, D.F.	42
Tabla 9. Impactos generados en el componente suelo	43
Tabla 10. Impactos generados en el componente vegetación	44
Tabla 11. Impactos generados en el componente paisaje	45
Tabla 12. Medidas propuestas para mitigar el deterioro ambiental en la vegetación ribereña del río Magdalena, D.F.	50

RESUMEN

Los ecosistemas ribereños representan un importante acervo de biodiversidad y responden al menor cambio del ambiente. Por medio de una matriz de impacto ambiental se determinó el nivel de deterioro que presenta la vegetación ribereña del río Magdalena, D.F. y de sus comunidades. Se realizaron 32 levantamientos de vegetación de 100 m² a lo largo del cauce principal. A partir de la composición florística y datos de cobertura, se elaboró una tabla fitosociológica para reconocer las comunidades. Los principales agentes causantes de deterioro identificados en el río fueron en la zona de bosque mixto y de *Quercus*, la presencia de basura, rastros de fogatas y heces fecales; en la zona del bosque de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham., caminos de terracería, zonas de campamento y presas de gavión; en la zona del bosque de *Pinus hartwegii* Lindl., presas de gavión y caminos de terracería. Las especies indicadoras de deterioro más frecuentes son: *Plantago australis* Lam., *Acaena elongata* L., *Poa annua* L. y *Rumex obtusifolius* L. El nivel de deterioro aumenta en la parte baja debido a la recurrencia de las actividades antropogénicas mientras que la parte alta se mantiene más conservada. Para conservar la vegetación ribereña se debe delimitar el espacio para uso público, colocar señalamientos y dar o proponer talleres de educación ambiental.

PALABRAS CLAVE. Matriz de interacción, ecosistemas ribereños, Magdalena Contreras, cuenca, Ciudad de México.

INTRODUCCIÓN

El hombre siempre ha dependido del ambiente y hoy día se ubica y delimita a los servicios ecosistémicos (SE) porque sus actividades están íntimamente ligadas con su existencia. Daily (1997), los define como los beneficios que se pueden derivar a partir de un ecosistema y son aprovechados por la sociedad. Estos servicios reflejan las funciones y procesos ambientales que desempeña un ecosistema (Myers, 1984). El manejo inadecuado de los ecosistemas trae como principal consecuencia el deterioro ambiental reflejado en la pérdida de la calidad de estos servicios e incluso en su desaparición.

En el Distrito Federal quedan muy pocos lugares con bosques conservados y la cuenca del río Magdalena (CRM) es uno de ellos. En ella se encuentra el río Magdalena, considerado como uno de los últimos escurrimientos permanentes del D.F. Provee servicios ecosistémicos como la cantidad y calidad del agua, el paisaje, entre otros, además de ser un reservorio de la vegetación ribereña. Lamentablemente, los ecosistemas de la CRM se han deteriorado debido al mal uso y manejo de los mismos en los últimos 60 años. Se define al deterioro ambiental como la modificación del ambiente que implica una reducción o pérdida de sus cualidades físicas y biológicas, causadas por fenómenos naturales o actividades humanas, lo que trae como consecuencia la falta en la disponibilidad de los servicios y beneficios a la población y al ecosistema en general (Landa *et al.*, 1997).

Entre las causas de deterioro ambiental están las actividades antropogénicas como: agricultura, ganadería, actividades recreativas y el crecimiento de los asentamientos humanos (CONABIO, 1996). Otra de las causas que generan deterioro es la deforestación, definida como un proceso que implica la remoción de la cobertura vegetal y/o el cambio de uso de suelo. Los incendios forestales son una de las causas principales

de deforestación, originados a partir de fuentes naturales como descargas eléctricas durante tormentas, o humanas, como actividades agropecuarias y forestales, así como por descuido y piromanía (García y Pérez, 2002). Los efectos de la deforestación en bosques templados y selvas se han relacionado con la extinción masiva de especies, la alteración y la desaparición de los ecosistemas naturales generalmente se reflejan en la compactación del suelo después del desmonte por el incremento de las inundaciones y del albedo (Myers, 1984).

Los factores abióticos también influyen en los procesos de deterioro. Una causa importante en los ecosistemas ribereños es la erosión hídrica. Entre los elementos bióticos están la presencia de plagas y enfermedades.

Actualmente la Cuenca de México, y particularmente el Sur de la ciudad, está considerada como una de las regiones prioritarias de los Programas de Desarrollo Regional Sustentable (Proders) de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT, 2004). Los bosques de esta zona Sur del D.F. cuentan con protección ambiental especial (Bonfíl *et al.*, 1997), sin embargo, el decreto legal de esta y otras áreas naturales protegidas no ha servido de freno al deterioro ya que desde hace varios años se ha incrementado constantemente debido, entre otras cosas a la falta de vigilancia por parte de los diferentes niveles de autoridades en la zona (sociales, delegacionales, estatales y federales), los cambios de uso de suelo y el crecimiento de la zona urbana. Esto representa un problema grave pues los bosques proporcionan una serie de SE como la producción de oxígeno, la captura de carbono y la recarga de los cuerpos de agua de la ciudad (Bonfíl *et al.*, 1997).

La vegetación ribereña se distribuye en los costados del cuerpo de agua y no dentro de los mismos. Esta es un indicador importante de deterioro ambiental debido a su

fragilidad ante los cambios físicos, químicos y biológicos del ecosistema. Algunos autores que la han definido son:

Tabla 1. Diferentes definiciones de vegetación ribereña

Autor	Definición
Miranda y Hernández-X (1963)	Selva en galería. Variantes de la selva alta o mediana subcaducifolia en vegas de arroyos o ríos, coexistiendo con la selva baja caducifolia, subcaducifolia o con sabana.
West (1964)	Vegetación ribereña (Gallery Forest). comunidades de <i>Populus</i> , <i>Prosopis</i> , <i>Salix</i> y <i>Taxodium</i> en arroyos perennes e intermitentes la Sierra Madre Occidental hasta el desierto de Chihuahua.
Breedlove (1973)	Aquellas comunidades con árboles y arbustos de <i>Acer</i> , <i>Alnus</i> , <i>Baccharis</i> , <i>Crataegus</i> , <i>Platanus</i> , y <i>Salix</i> , desarrollados a largo de las tierras altas de la Sierra Madre de Chiapas.
Rzedowski (1978)	Bosque de galería. Son agrupaciones arbóreas a lo largo de cuerpos de agua más o menos permanentes con especies como: <i>Astianthus</i> , <i>Andira</i> , <i>Bucida</i> , <i>Calophyllum</i> , <i>Ficus</i> , <i>Inga</i> , <i>Licaria</i> , <i>Phitecellobium</i> , <i>Populus</i> , <i>Platanus</i> , <i>Salix</i> y <i>Taxodium</i> .
Lot <i>et al.</i> (1987)	Arroyo Forest. Bandas de bosques “semidecuidos” entre el canal de agua y los lomeríos en Chamela Jalisco.
Lot y Novelo (1990)	Bosques perennifolios y deciduos riparios. Son comunidades de <i>Salix</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Populus</i> , <i>Platanus</i> y <i>Taxodium</i> , entre otros, restringidas al banco de los ríos y usualmente monoespecíficas.
Naiman y Décamps (2005)	Comunidades que se desarrollan a orillas de cuerpos de agua formando mosaicos de diversas comunidades y ambientes dentro de un gran paisaje y fungen como esqueleto para la interpretación de la organización, diversidad y dinámica de las comunidades asociadas con ecosistemas fluviales.

Los ecosistemas ribereños representan un importante acervo de biodiversidad dadas las condiciones particulares de la vegetación asociada a los cuerpos de agua. Su estructura y composición puede ser completamente diferente de las comunidades que

rodean las zonas ribereñas y por ello es importante su estudio por separado. Así mismo, su alteración se produce fácilmente, ya que las especies de las comunidades ribereñas responden al menor cambio de las propiedades físicas, químicas y biológicas del ecosistema. Actividades como prácticas inadecuadas de la agricultura o el pastoreo, convierten suelos y ecosistemas ricos en lugares deteriorados. Asimismo, las concentraciones urbanas, junto con la construcción de carreteras, provocan deterioro que repercute de manera directa e indirecta en los seres vivos. Además el agua es un recurso usado de forma irracional y cuando se contamina (por ejemplo en los ríos) disemina los contaminantes al suelo y la vegetación, acelerando el deterioro.

Las zonas ribereñas llevan a cabo una serie de funciones que proporcionan servicios ecosistémicos; dentro de estos se incluyen (Daily, 1997):

- 1) la provisión de agua para todo tipo de actividades humanas.
- 2) la retención, filtración y regulación de sedimentos, nutrientes y contaminantes.
- 3) la regulación de inundaciones.
- 4) el mantenimiento de la biodiversidad (Daily, 1997).

En la actualidad, las zonas ribereñas se encuentran dentro de los ecosistemas más amplios y prolongadamente alterados, por la realización de actividades humanas que de manera directa o indirecta afectan intensamente a estas zonas; esto, es así en parte, por la misma tendencia al estado de deterioro permanente de estos ecosistemas; dentro de dichas actividades, se incluyen (Naiman y Décamps, 2005):

- 1) la regulación del flujo de agua a través de presas;
- 2) la deforestación y en general cambio de uso de suelo;
- 3) el vertido de contaminantes directamente al agua o precipitados de la atmósfera.

4) la emisión de gases de invernadero que da como resultado el llamado cambio climático global.

Evaluación de impacto ambiental. El objetivo de esta actividad es prevenir situaciones de deterioro, estableciendo las medidas más adecuadas para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de acciones humanas y proteger la calidad del ambiente. Una definición más general, la relaciona con un proceso de advertencia temprana que permite aplicar anticipadamente las políticas ambientales. Se entiende como política a la definición de principios rectores y objetivos básicos que la sociedad se propone alcanzar en materia de protección ambiental, conciliándolos con los aspectos económicos, sociales y de desarrollo (Espinoza, 2001). En la figura 1 se muestra el marco conceptual de evaluación de impacto ambiental.

Se pueden identificar algunas acciones generadoras de deterioro en general como el incremento de los asentamientos humanos, caminos, presas de gavión y residuos. También están los factores bióticos (plagas y enfermedades) que modifican las cualidades de los SE proporcionados por la vegetación ribereña. Si los ecosistemas ribereños son altamente susceptibles a los cambios ambientales, entonces: ¿Puede la vegetación ribereña reflejar el grado de deterioro del ecosistema?

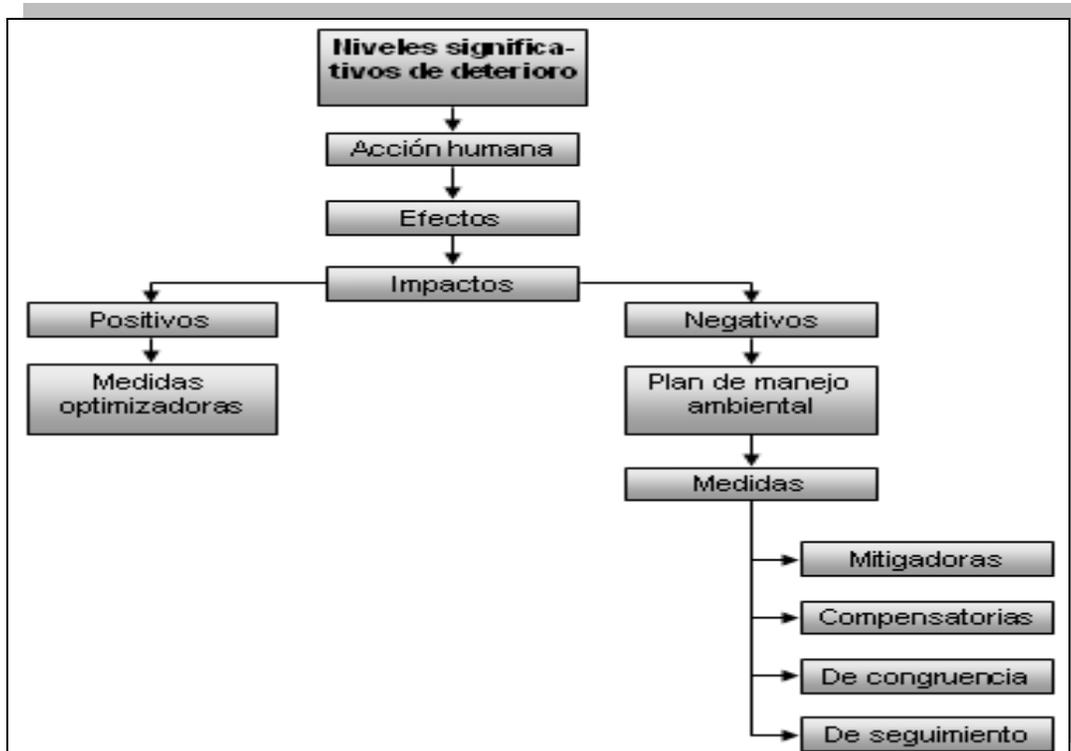


Figura 1. Marco conceptual del método para evaluación de impacto ambiental (Leopold, 1971)

El presente trabajo tiene como objetivo llevar a cabo la evaluación de deterioro ambiental para la zona ribereña del cauce principal del río Magdalena, D.F. y como objetivos particulares: (1) La descripción de la vegetación a lo largo del cauce; (2) Conocer los factores y/o acciones que generan mayor deterioro a esta vegetación y (3) Determinar el nivel de deterioro con base a una matriz de interacción.

ÁREA DE ESTUDIO

Localización. La CRM, D.F. se encuentra entre los 19° 13' 53" y 19° 18' 12" N y los 99° 14' 50" y 99° 20' 30" W (figura 2). Se ubica dentro del Sistema Volcánico Transmexicano, en la Cuenca del Valle de México en la región que continua a la sierra de Chichinautzin y que constituye el parteaguas de esta cuenca con la cuenca del río (Ávila-Akerberg, 2002). Tiene un intervalo altitudinal entre los 2570 y 3870 m s.n.m., abarcando una extensión de 2925 ha; en ella se encuentran prácticamente todos los tipos de vegetación templada del país (Ávila-Akerberg, 2004). En la CRM, el río corre a lo largo de un gradiente altitudinal que va de los 3640 m s.n.m. (desde su nacimiento en Cieneguillas) a los 2500 m s.n.m. en su unión con el río Eslava (Bojorge, 2006).

Relieve. De tipo montañoso; la altitud mínima de la cuenca es de 2570 m s.n.m.; al norte (el límite que divide los asentamientos humanos con el suelo de conservación); aumenta en dirección noreste a suroeste, llegando a su máxima altitud en el cerro del Muñeco, con 3870 m s.n.m. El extremo noreste de la cuenca constituye la parte más baja con pendientes inclinadas que forman un desnivel de 400 m (Álvarez, 2000).

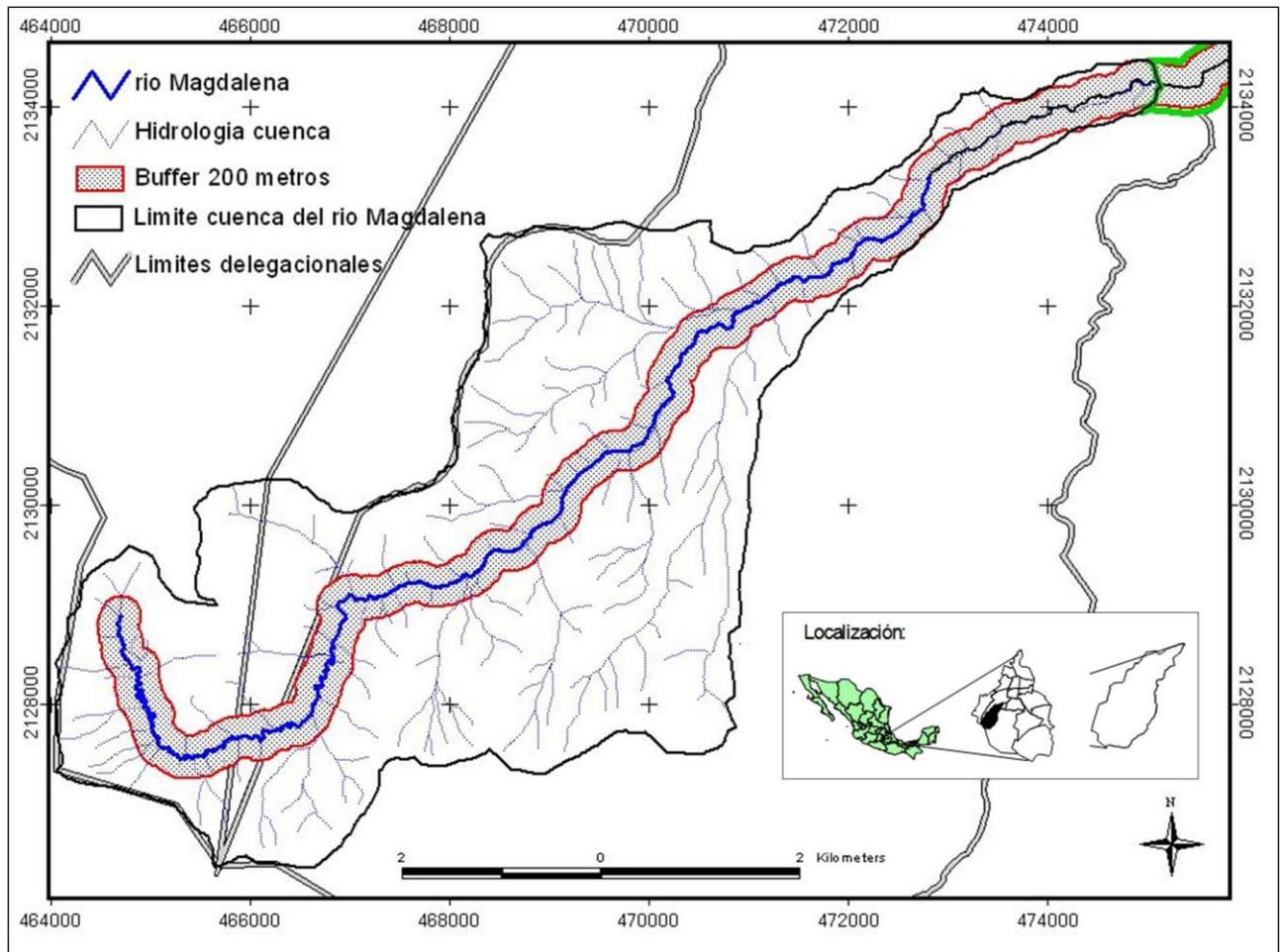


Figura 2. Ubicación y trayectoria del cauce principal del río Magdalena, D.F., México

La acción erosiva hídrica ha tenido un importante efecto sobre el modelado del relieve montañoso de la cuenca. Por el desgaste de la corriente del río se ha formado un valle intermontano longitudinal joven. A lo largo del río, todavía se pueden observar cantos rodados (figura 3) de tamaño y espesor considerable (Álvarez, 2000).



Figura 3. Vista panorámica de la vegetación ribereña del bosque mixto y de *Quercus*, en la CRM, D.F.

Geología. La cuenca del río Magdalena está formada por material ígneo extrusivo, producto de la actividad volcánica del Terciario y Cuaternario. Las rocas son principalmente andesitas, dacitas, le siguen las tobas andesíticas y por último, las brechas volcánicas. Las fracturas que existen en los Dinamos son diversas; la mayoría se localizan en el occidente (Álvarez, 2000).

El cauce del río Magdalena se adapta por completo a la estructura derivada de la falla que condiciona su cuenca alta y cuya manifestación más sobresaliente es la Cañada de Contreras, resultado de un afallamiento, quedando blancos abruptos “cortados” de forma regular, donde el río se encajona en materiales estrechos (Cervantes y Alfaro, 2000).

Hidrología. La CRM está localizada en las vertientes que forman las sierras del Ajusco y de las Cruces, en su unión, al suroeste se une la cuenca del río Eslava y al noroeste, por las cabeceras del río Mixcoac (Arenas y Cavioto, 1969).

El río Magdalena nace cerca de Puerta del Pedregal, a 3640 m s.n.m. y recorre la cañada de Cieneguillas. Tiene dos afluentes por el oeste y cinco por el este, entre los que se encuentra el de Acopilco, que es uno de los más importantes por la cantidad de agua que lleva (Cuevas, 1962). Tiene una longitud de 21.6 km de los cuales 13 km comprenden los bosques de la cuenca alta. Posteriormente, desciende en la zona urbana hasta llegar a la presa Anzaldo, con un recorrido de 4 km. A partir de esta presa el río es entubado y dirigido hacia el río Churubusco en un trayecto de 2 km. Finalmente, sus aguas desembocan en la cuenca del río Tula por medio de los túneles artificiales de Tequisquiac al norte de la cuenca de México (Álvarez, 2000).

Clima. De acuerdo con los climogramas del Ajusco y El Desierto de los Leones, ambos ubicados a los lados de la CRM, la temperatura máxima oscila entre los 15 y los 20°C, mientras que mínima se encuentra entre los 3 y los 7°C y la media alrededor de los 12°C (Fenn *et al.*, 2002).

Para la parte baja de la cuenca, entre los 2400 y 2800 m s.n.m., se presenta el subtipo climático C (w₂) (w) (b) i' g; templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos con régimen de lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal menor al 5%. Verano fresco y largo, temperatura media anual entre 12 y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente entre 6.5 y 22°C, poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo Ganges.

Para la parte alta, de los 2800 a los 3500 m s.n.m. el clima es Cb' (w₂) (w) (b') i g, difiriendo del anterior por tener una temperatura media anual entre 5 y 12°C con oscilación térmica menor a 5°C (García, 1988).

Es en el verano cuando se presenta la época de lluvias, siendo en julio la época de mayor precipitación, alcanzando hasta 250 mm o un poco más. En el invierno, la precipitación es menor al 5% con respecto a la precipitación total anual (García, 1988).

Suelo. Son en su mayoría de tipo Andosol húmico; también se encuentran Andosoles de tipo mólico y ócrico, además de mezclas de Litosoles, con textura franco, migajón arcilloso y arenoso. El migajón limoso sólo se encuentra en la porción suroeste mientras que el migajón arenoso se distribuye por la porción noroeste. Los suelos de textura franco se distribuyen a lo largo de toda la región. Su profundidad varía de 5 a 50 cm y el pH de 3 a 6.1, en las zonas altas de la cuenca. El contenido de materia orgánica varía de 1 a 47% dependiendo del área (Jujnovski, 2003).

Vegetación. La cuenca del río Magdalena presenta bosques de: coníferas (*Pinus hartwegii* y *Abies religiosa*), mixto-encino (*Quercus* spp.) y elementos de bosque mesófilo de montaña (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Esta gama de vegetación a lo largo de la cuenca es posible gracias al gradiente altitudinal y a los tipos climáticos que presenta.

a) Bosques de coníferas

Bosque de Pinus hartwegii. Los pinares son comunidades características de las montañas de México entre los 2350 y los 4000 m s.n.m.; se trata de diversas asociaciones vegetales donde prevalecen especies diferentes del género *Pinus* (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

En la CRM, la comunidad es abierta, caracterizada por la dominancia de un estrato arbóreo monoespecífico de *Pinus hartwegii* y el herbáceo dominado por gramíneas dentro

de las que destacan: *Festuca tolucensis* y *Muhlenbergia quadridentata*. Presenta en promedio el 65% de cobertura vegetal, en tanto que el 35% restante, lo ocupa el suelo desnudo (Nava, 2003).

Bosque de Abies religiosa. Confinados a laderas de cerros y a menudo protegidos de la acción de vientos fuertes y de insolación intensa; se limitan en la cuenca de México a cañadas o barrancas más o menos profundas ofreciendo un microclima especial (Rzedowski, 1978). Es una comunidad bien definida: siempre verde, con cobertura densa y elevada talla (20–40 m). Para el caso de la CRM, esta comunidad es densa, representada principalmente por los estratos arbóreo y arbustivo, siendo las especies diagnósticas *Abies religiosa* y *Roldana angulifolia* (Nava, 2003). Esta comunidad, junto con el mesófilo de montaña, constituyen los tipos de vegetación de zonas templadas, más exigentes en cuanto a humedad se refiere (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

b) Bosque mixto y de *Quercus*. Son frecuentes en la zona montañosa de la cuenca de México. Junto con los pinares, constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo en México (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Ocupan vertientes bajas en altitudes que oscilan entre 2350 y 3100 m s.n.m. (Melo y Alfaro, 2000) y prosperan sobre suelos profundos o someros, en áreas en que llueve de 700 a 1200 mm en promedio anual (Rzedowski y Rzedowski, 2001). En algunos casos, es difícil la separación de un bosque de pino con uno de encino ya que se suele formar lo que se conoce como bosques mixtos.

El bosque de *Quercus*, es poco denso y presenta un dosel bajo que varía de 5 a 20 m. Esta es una comunidad caracterizada por la mezcla de diferentes especies arbóreas. Dentro de las especies representativas se encuentran: *Abies religiosa*, *Quercus laurina*, *Q. rugosa*, *Arbutus xalapensis*, *Alnus jorullensis* ssp. *jorullensis*, *Pinus patula* y *Cupressus*

lusitanica. En menor proporción, se encuentra el estrato arbustivo con coberturas no mayores al 60% teniendo como representantes a: *Roldana angulifolia* y *R. barba-johannis* (Nava, 2003).

De la misma forma que los pinares, los encinares presentan asociaciones de especies diferentes de *Quercus*, distribuidos en pisos altitudinales distintos. Tal es el caso del encinar de *Quercus rugosa* que suele prosperar entre los 2500 y 2800 m puro o con otras especies arbóreas (Espinosa y Sarukhán, 1997).

c) Elementos de bosque mesófilo de montaña. En el área presenta una distribución fragmentada reducida a un área no mayor a 2 km² con especies como: *Clethra mexicana*, *Garrya laurifolia*, *Ilex toluhana*, *Prunus serotina* y *Quercus laurina* (Ávila-Akerberg, 2002).

Plagas y enfermedades. Destacan los insectos descortezadores que pueden arrasarse con grandes superficies arboladas cuando se presentan en forma epidémica. De estos, el género *Drendoctonus* incluye a las especies que más afectan al recurso forestal (SARH, 1994). Las plagas son un problema común en los bosques periurbanos y en la CRM se pueden encontrar algunas como los insectos masticadores, barrenadores, descortezadores y chupadores (tabla 2):

Tabla 2. Principales tipos de plagas en la CRM, D.F.

Plaga	Estructura de la planta que ataca	Tipo de bosque
Masticadores Chupadores	Follaje y estructuras reproductoras	Mixto y de <i>Quercus</i>
Agalleros Chupadores	Meristemos	Mixto y de <i>Quercus</i>
Barrenadores	Meristemos	<i>Abies religiosa</i> <i>Pinus hartwegii</i>
Descortezadores	Fuste	<i>Pinus hartwegii</i>

Dentro de las enfermedades, las plantas parásitas como el “muérdago enano” (*Arceuthobium vaginatum*) causa daños severos en las coníferas de México por la afección al sistema vascular (Andrade, 1981).

ANTECEDENTES

Sobre la cuenca del río Magdalena se tienen varios trabajos relacionados con su ordenamiento, deterioro, flora, fauna y su conservación. De estos, se resaltan los siguientes:

Tabla 3. Trabajos sobre vegetación y conservación realizados en la CRM, D.F.

Autor	Año	Temática
Álvarez, K.	2000	Desarrolló propuestas educativas en el área de conservación ecológica de la Magdalena Contreras.
Ávila-Akerberg, V.	2002	Identificó y analizó la estructura y composición florística de las comunidades vegetales a través de un enfoque fitosociológico.
Nava, M	2003	Describió y analizó la vegetación y fitodiversidad de los bosques de la cuenca alta del río Magdalena.
Ávila-Akerberg, V.	2004	Evaluó la autenticidad de los bosques de la cuenca del río Magdalena como un indicador de la calidad forestal y referencia para la restauración ecológica.
Flores, A.	2006	Determinó las diferencias de riqueza y cobertura entre las zonas con diferente grado de incendio registrado.
Jujnovski, J.	2006	Hizo una evaluación de los SE relacionados con el recurso agua que brinda la CRM y el vínculo que estos guardan con la vegetación.

MÉTODO

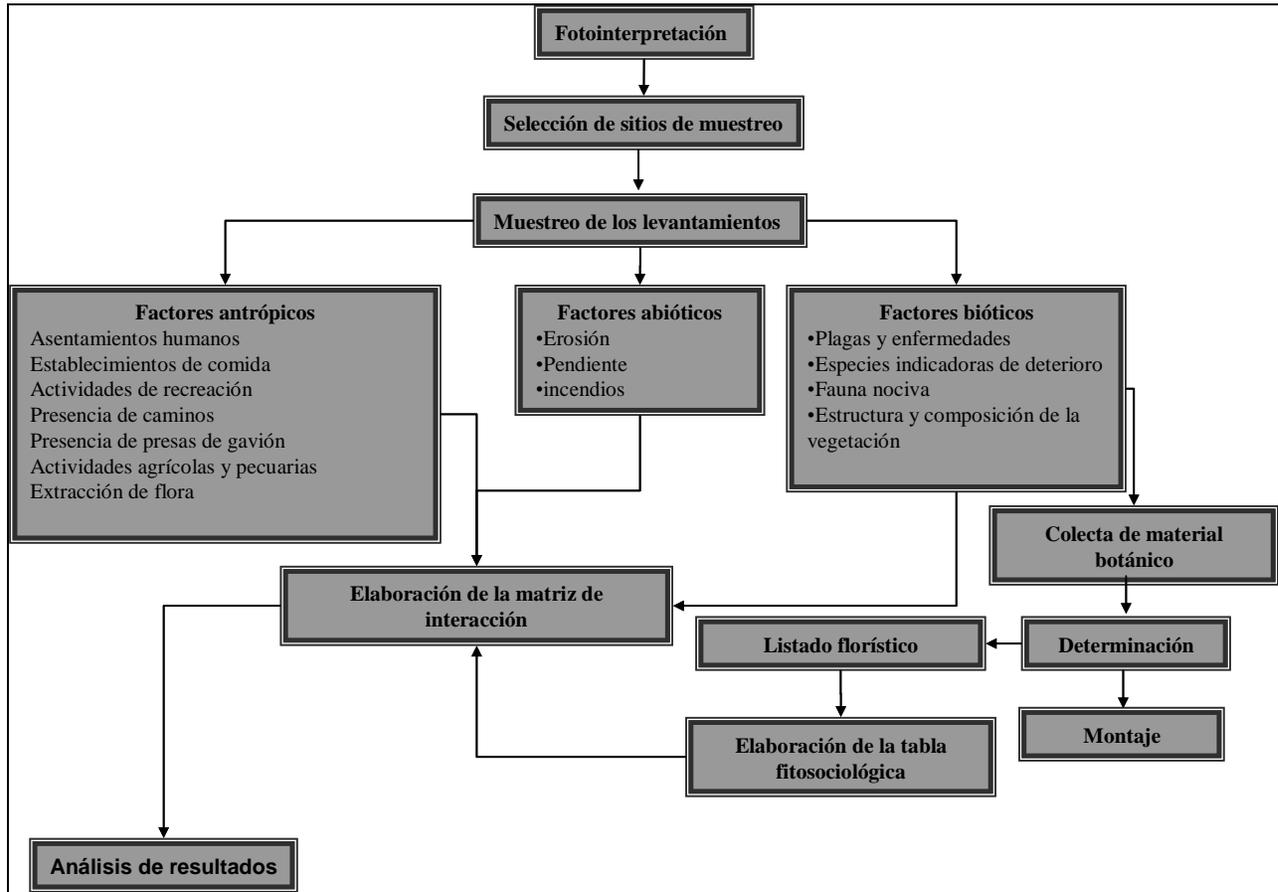


Figura 4. Diagrama del método

Fotointerpretación. Para conocer la distribución de la vegetación ribereña, se fotointerpretó el cauce principal del río Magdalena utilizando fotografías aéreas a escala 1:10000 proporcionadas por el Instituto de Geografía de la UNAM. Para definir el área de muestreo se reconoció un buffer para el cauce principal de 12 km de largo por 5 m de ancho.

Selección de sitios de muestreo. Se realizaron 32 levantamientos de 100 m² distribuidos en las tres comunidades vegetales de la cuenca (figura 5). Se trazó un rectángulo de 5 por 20 m. Por las irregularidades del terreno, no fue posible hacer

rectángulos perfectos por lo que en algunos casos se compensó la pérdida agregando 1m por lado.

En la zona alta (bosque de *Pinus hartwegii*) se seleccionaron doce sitios, que van desde el nacimiento del río Magdalena en Cieneguillas hasta el ecotono con el bosque de *Abies religiosa*. En la parte media (*Abies religiosa*) se seleccionaron doce sitios de muestreo desde el ecotono con el bosque de *Pinus hartwegii* hasta el segundo Dinamo. En la parte baja (bosque mixto y de *Quercus*) se seleccionaron diez sitios desde el segundo Dinamo hasta la parte baja del primero. En total se cubrieron 3200 m² del área que representan poco más del 3% del total del buffer.

Los criterios de selección de los sitios de muestreo fueron el tipo de comunidad vegetal y la coincidencia con sitios seleccionados por otros grupos de trabajo para estudios de calidad del agua como el Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Ecología de la UNAM.

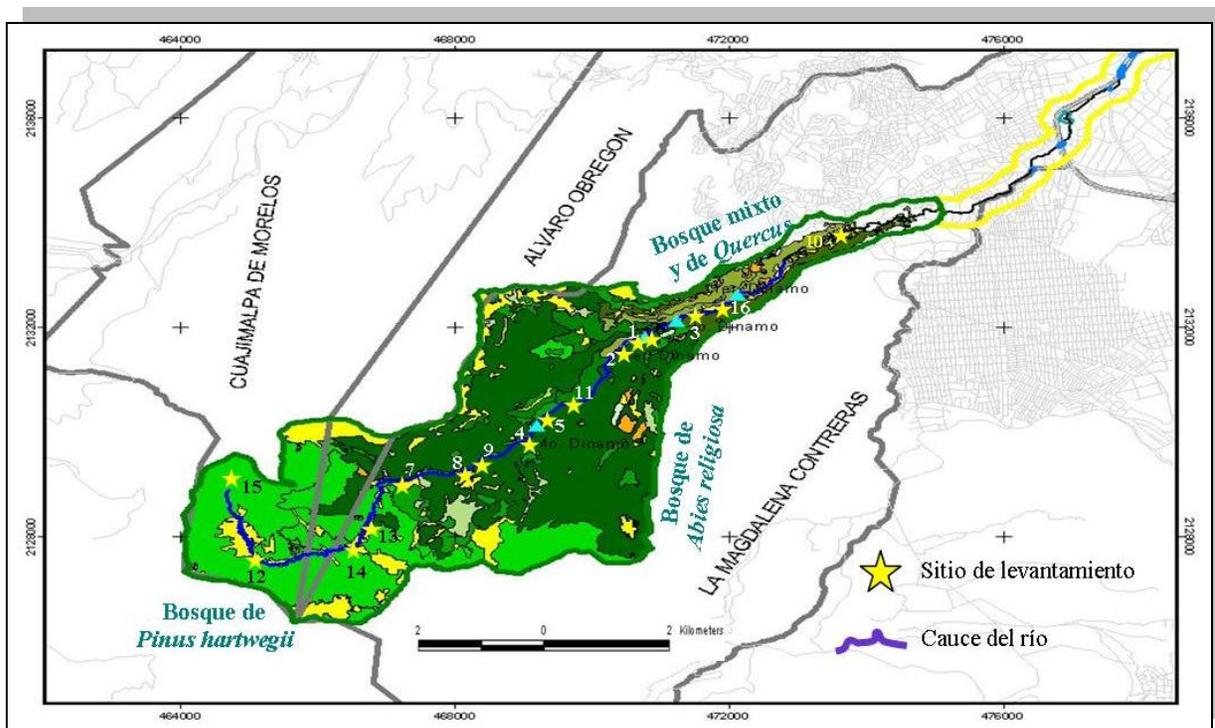


Figura 5. Mapa (1:10000) con el cauce principal del río Magdalena, D.F. y los sitios de muestreo

Una vez trazado cada levantamiento se caracterizó de la manera siguiente:

Fisonomía. Se siguió el sistema de clasificación de Kappelle *et al.* (2002) tomando como referencia únicamente al estrato arbóreo: cerrado o denso si la cobertura supera el 65% del total; semicerrado si se encuentra entre 50 y 65%, semiabierto entre 50 y 30%; abierto o ralo si cubre menos del 30%. Además se registró la especie dominante por estrato.

Orientación. Se registro en grados y en dirección en función al norte. Pendiente. Se registró en grados y se categorizó en recta (1), cóncava (2), convexa (3) e irregular (4).

Relieve. Se clasificó en plano (1), ondulado (2), montañoso (3) o disectado (4).

Suelo desnudo. Se asignó un porcentaje al suelo libre de vegetación o rocas.

Cobertura de la vegetación. Se expresó en porcentaje para todos los estratos en relación al área de muestreo.

Porcentaje de madera muerta y grado de descomposición. Se clasificó en temprano (1) avanzado (2) y muy avanzado (3).

Hojarasca. Se considera en porcentaje.

Cobertura de la vegetación por estratos. Se asignaron porcentajes para cada uno. Se clasificaron en arbóreo, arbustivo, herbáceo y rasante.

Plagas. Se indico la presencia-ausencia de plagas. Se categorizaron en masticadores, chupadores, carpófagos y descortezadores, según la estructura que se viera afectada.

Enfermedades. Corresponde a la presencia de hongos o plantas parásitas. Identificadas con ayuda de claves taxonómicas.

Se registró la presencia de especies indicadoras de deterioro.

Aprovechamiento. Se registró el aprovechamiento de algún servicio ecosistémico como agua, suelo o vegetación, mediante observación empírica.

Deterioro por ganado. Se refiere al grado de deterioro que pueden generar animales domésticos como el ganado. Se clasificó en nula (0), baja (1), media (2) y alta (3). También se indicó el tipo de deterioro generado, por la compactación del suelo o el ramoneo.

Deterioro antrópico. Se refiere al grado de alteración que causa la presencia de residuos sólidos y las áreas de recreación.

Distancia de levantamientos a caminos. Se registró la distancia a la cual se encuentran los caminos.

Distancia a asentamientos humanos. Se tomó en cuenta la presencia de asentamientos, que se encontraran en un radio no mayor a 100 m del levantamiento.

Manejo. La presencia de tinajas ciegas, brechas corta fuego o presas de gavión.

Áreas de recreo. Se registró la presencia de establecimientos de comida o zonas de campamento a una distancia no mayor a 30 m del río.

Colecta del material botánico y determinación. Los datos obtenidos se registraron en un formato diseñado para el inventario de especies, indicando sus coberturas por especie. Los ejemplares no identificados en campo se colectaron para su determinación en el laboratorio siguiendo las claves taxonómicas: “Flora fanerogámica del Valle de México” (Rzedowski, Rzedowski y col., 2001) y el “Manual de malezas del Valle de México. Claves, descripciones e ilustraciones” (Espinosa y Sarukhán, 1997) y la página de Internet de la CONABIO: www.conabio.gob.mx. También se corroboró su

determinación comparando los ejemplares con los del herbario de la Facultad de Ciencias (FCME) de la UNAM y del herbario del Instituto de Biología de la misma, MEXU.

Montaje del material colectado. El material colectado se montó para su preservación y consulta para formar parte del micro herbario del suelo de conservación de la Magdalena Contreras y se encuentra en el laboratorio de Ecosistemas de Montaña de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Listado florístico. Incluye los taxa correspondientes a las plantas de las divisiones Coniferophyta y Magnoliophyta. Para cada especie se registró: Forma de vida (FV) - arbóreo (A), arbustivo (Ar), herbáceo (H), parásita (P) y rasante (R)-; ubicación de acuerdo al intervalo altitudinal por tipo de bosque; categoría NOM-059. Endémica (E); Indicadora de deterioro (ID).

Tabla fitosociológica. Para describir las comunidades, se elaboró una base de datos en una tabla de EXCEL para correlacionar las coberturas de las especies en cada uno de los sitios de muestreo. Se tomó como referente la distribución de las tres comunidades ribereñas que se encuentran a lo largo del cauce principal.

Matriz de interacción tipo Leopold. Para su elaboración, se establecieron criterios de valoración de los impactos, dando como resultado valores numéricos que permiten tener una aproximación de la importancia de los impactos sobre los componentes del medio (ver tabla 4).

Tabla 4. Criterios de valoración para los componentes del medio

Componente	Criterios de valoración
Suelo	<i>Nivel de erosión Compactación (apreciada visualmente)</i>
Paisaje	<i>Calidad visual</i>
Vegetación	<i>Estructura de la vegetación Composición florística</i>

En las columnas se colocan las acciones que pueden alterar el sistema (p.ej. actividades de recreación o presencia de presas de gavión) y en las filas los componentes del medio que pueden ser alteradas (p. ej. suelo, paisaje o vegetación). La correlación de las columnas y las filas definen los impactos que resultan de la interacción de las acciones y los componentes. Cada impacto es caracterizado en una submatriz que se determina según los parámetros siguientes:

Submatriz magnitud (Ma). Es la suma ponderada de las calificaciones de las submatrices intensidad, extensión, desarrollo, duración y reversibilidad. Se calcula con:

$$\mathbf{Ma} = \mathbf{In} \mathbf{W}_i + \mathbf{Ex} \mathbf{W}_e + \mathbf{De} \mathbf{W}_d + \mathbf{Du} \mathbf{W}_{du} + \mathbf{Re} \mathbf{W}_r$$

donde W_i , W_e , W_d , W_{du} , W_r corresponden a factores de peso de importancia de los parámetros, y deben ser estimados con base en la importancia que le da el evaluador a cada uno de ellos. La tabla 5 muestra los parámetros de la matriz de interacción y en la tabla 6 se explican los valores de cada factor.

$$W_i = 0.2 \quad W_e = 0.3 \quad W_d = 0.15 \quad W_{du} = 0.15 \quad W_r = 0.20$$

Tabla 5. Parámetros de la matriz de interacción (Leopold, 1971)

Submatriz	Definición	Categorías
Carácter (Ca)	Indica si el impacto es benéfico o dañino para el componente ambiental.	(+) Mejoramiento (-) Deterioro
Intensidad (In)	Refleja el grado de alteración del componente, independientemente de la extensión geográfica del impacto	Baja (0): El componente se mantiene sin cambios Media (0,5): existen cambios dentro de los rangos aceptables Alta (1): el grado de alteración es significativo
Extensión (Ex)	Define la magnitud del área afectada por el impacto	Puntual (0,1 a 0,3): efecto en menos del 10% Media o local (0,4 a 0,7): efecto entre 10 y 75%
Desarrollo (De)	Tiempo que el impacto tarda en desarrollarse completamente.	Muy rápido (0,9 a 1) Menos de 1 mes Rápido (0,7 a 0,8) 1 a 6 meses Medio (0,5 a 0,6) de 6 a 12 meses Lento (0,3 a 0,4) de 1 a 2 años Muy lento (0,1 a 0,2) Mas de 2 años
Duración (Du)	Período durante el cual el efecto producido por la acción se mantiene en el medio	Corto plazo: (0,1 a 0,2) Hasta 2 años Mediano plazo: (0,3 a 0,4) de 3 a 4 años Largo plazo: (0,5 a 0,7) de 5 a 10 años Permanente: (0,8 a 1) dura más de 10 años
Reversibilidad (Re)	Indica la posibilidad que el componente ambiental afectado recupere su condición basal	Reversible (0,1 a 0,3): La alteración se revierte por procesos naturales. Recuperable (0,4 a 0,7): Hay reversión mediante acciones correctoras. Irreversible (0,8 a 1): El impacto no se revierte de ninguna forma.

Estas submatrices se relacionan en una matriz de importancia obtenida mediante la multiplicación de la submatriz carácter y la de magnitud (se explican en tabla 6). La importancia del impacto se valora de acuerdo a la tabla 6.

Tabla 6. Categorías para determinar el nivel de deterioro en la vegetación ribereña de la CRM, D.F.

Categoría	Nivel de impacto
Entre 0.01 y 0.20	 Impacto no significativo
Entre 0.21 y 0.40	 Impacto poco significativo
Entre 0.41 y 0.60	 Impacto significativo
Entre 0.61 y 1.00	 Impacto muy significativo

RESULTADOS

Zona ribereña del bosque de *Pinus hartwegii*

Se distribuye de los 3300 a los 3550 m s.n.m. en pendientes poco pronunciadas o nulas, no mayores al 10% y suelos con pH entre 4 y 6. Presenta un clima Cb' (w₂) (w) (b') (Templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos con lluvias en verano e inviernos secos).

Es una comunidad abierta; el estrato dominante es el herbáceo, representado principalmente por *Muhlenbergia macroura* y *Festuca tolucencis*. Los pocos individuos arbóreos que se distribuyen a lo largo del cauce son estadios juveniles de *Pinus hartwegii*, con coberturas hasta 10%. La cobertura vegetal varía del 40 hasta 90% mientras que el suelo desnudo puede alcanzar hasta 30%. Entre plantas muertas y hojarasca, el porcentaje es menor a 1%.

Se registraron 21 familias (figura 6), 40 géneros y 55 especies, siendo la familia Asteraceae la mejor representada con 9 géneros y 14 especies; le siguen las familias Poaceae con 5 géneros y 5 especies y Rosaceae con 4 géneros y 8 especies.

Se encontraron 16 especies indicadoras de deterioro: *Achillea millefolium*, *Arenaria lycopodioides*, *Bidens serrulata*, *Cerastium nutans*, *Cirsium jorullense*, *Chloris virgata*, *Deschampsia elongata*, *Erigeron galeotti*, *E. karvinskianus*, *Helenium scorzonerifolium*, *Juncus ebracteaus*, *Muhlenbergia macroura*, *Plantago australis*, *Plantago nivea*, *Potentilla ranunculoides* y *Senecio roseus*.

En esta zona se distinguen dos comunidades que se describen a continuación.

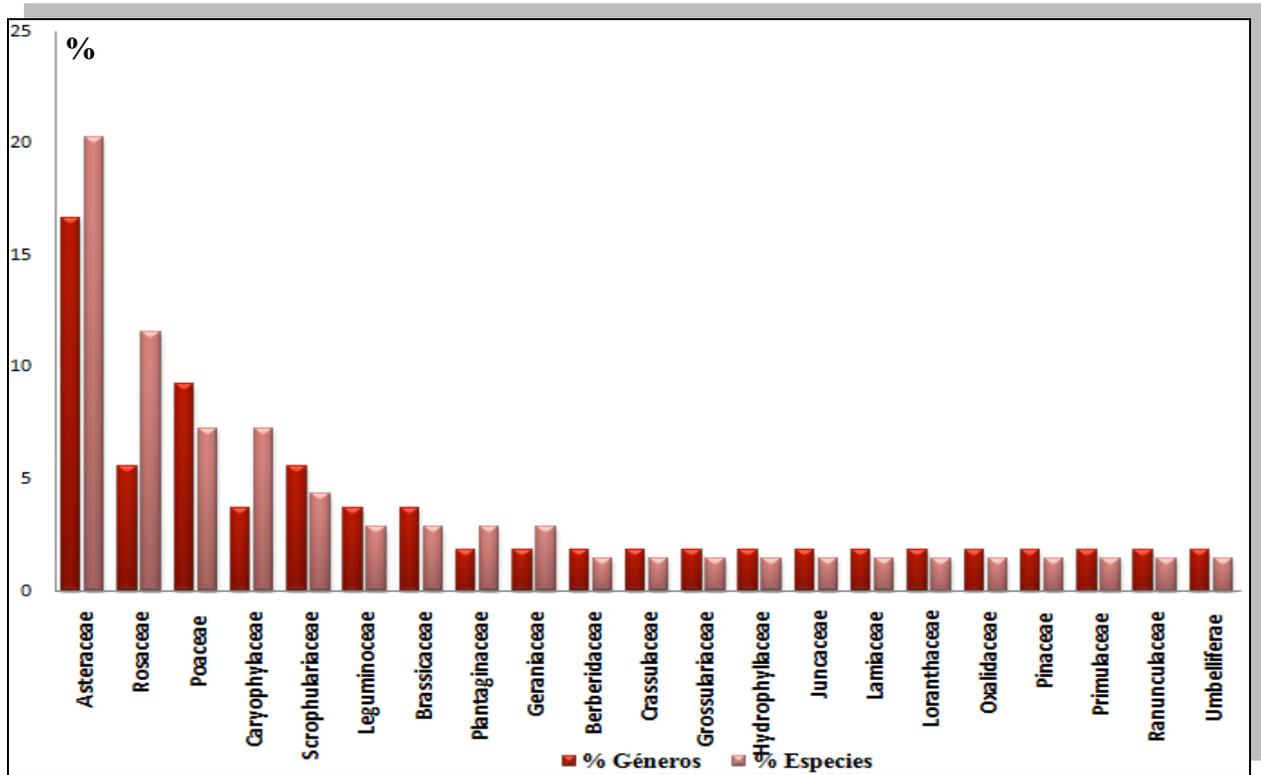


Figura 6. Porcentaje de géneros y especies por familia para la comunidad ribereña de *Pinus hartwegii* en la CRM, D.F.

Comunidad de *Muhlenbergia macroura*-*Arenaria lycopodioides*. Se ubica por encima de los 3500 m s.n.m. El suelo es de tipo Andosol con textura areno-franco y una profundidad no mayor a 30 cm. La vegetación es dominada por el estrato herbáceo (60%), principalmente con *Muhlenbergia macroura* con coberturas entre 15 y 30%.

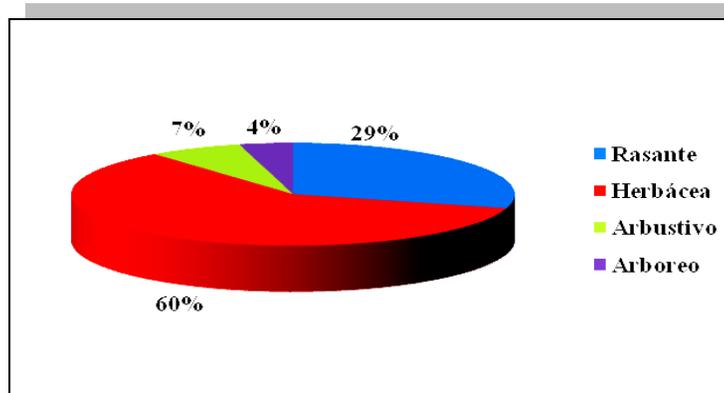


Figura 7. Coberturas por estrato en porcentaje de la comunidad ribereña *Muhlenbergia macroura*-*Arenaria lycopodioides* en la CRM D.F.

El estrato rasante (30%) con *Arenaria lycopodioides* y por *Alchemilla vulcanica* que cubren entre el 5 y 20% cada una en altitudes cercanas a los 3500 m s.n.m. En el estrato

arbustivo no se registraron especies y en el arbóreo con *Pinus hartwegii*, la cobertura alcanza hasta 4% (figura 7).



Figura 8. Vegetación ribereña del bosque de *Pinus hartwegii*, en la CRM, D.F.

Comunidad *Plantago australis*-*Juncus ebracteatus*. Se localiza entre los 3300 y los 3500 m s.n.m. El suelo es Andosol de textura areno-franco y una profundidad no mayor a 25 cm. La vegetación está dominada por el estrato herbáceo (figura 9), principalmente con *Juncus ebracteatus*, *Achillea millefolium* y *Festuca tolucensis* que juntas pueden abarcar más del 50% de cobertura. El estrato rasante tiene como especie representativa a *Plantago australis* con coberturas del 10 al 30%. El estrato arbustivo con *Baccharis conferta* (5 al 25%) y *Senecio cinerarioides* (1 a 5%). El estrato arbóreo alberga a *Pinus hartwegii* (2%) y *Berberis moranensis* (1%).

Las especies ampliamente distribuidas son: *Cirsium nivale*, *Helenium scorzonerifolium*, *Erigeron longipes*, *Geranium potentillifolium*, *G. seemannii* y *Lupinus glabratus*.

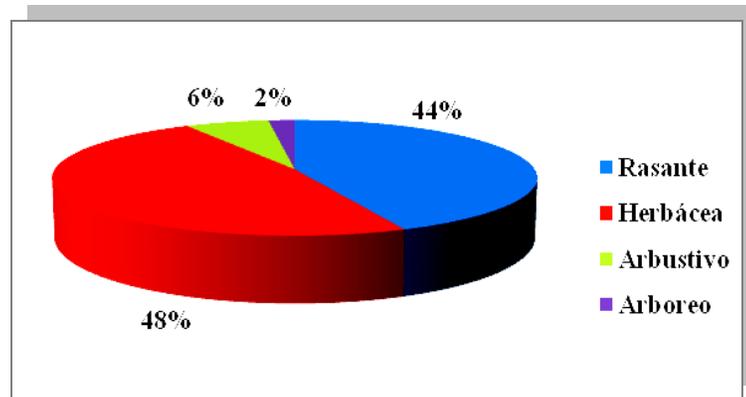


Figura 9. Coberturas por estrato en porcentaje de la comunidad ribereña *Plantago australis* – *Juncus ebracteaus* en la CRM, D.F.

Las causas principales del deterioro ambiental en esta zona ribereña son:

- Presencia de caminos de terracería.
- Presencia de ganado vacuno.
- Compactación del suelo.
- Presencia de presas de gavión a lo largo del río que modifican su dinámica de flujo y que alteran la estructura de la vegetación ribereña.

Zona ribereña del bosque de *Abies religiosa*

Es una comunidad abierta en la que el 70% de la cobertura promedio corresponde a la vegetación mientras que el 30% restante a suelo desnudo. El estrato herbáceo es el dominante (figura 11) y puede alcanzar alturas hasta de 2 m. Sus principales representantes son: *Trisetum virletii* y *Poa annua*. Le sigue el estrato rasante y el arbustivo, este último representado por *Packeria sanguisorbae* y *Roldana barba-johannis* que en ambos casos no superan el 10% de cobertura. Las especies registradas en el estrato arbóreo fueron *Abies religiosa* donde algunos individuos alcanzan los 20 m de

altura y presentan con un DAP por arriba de los 50 cm; *Cupressus lusitanica* presenta alturas entre los 5 y 10 m y un DAP menor a 15 cm.

Se registraron 29 familias (figura 10), 54 géneros y 69 especies, siendo la familia Asteraceae la más representada: 13 géneros y 18 especies, seguida por la familia Rosaceae con 5 géneros y 7 especies y la familia Brassicaceae con 3 géneros y 4 especies.

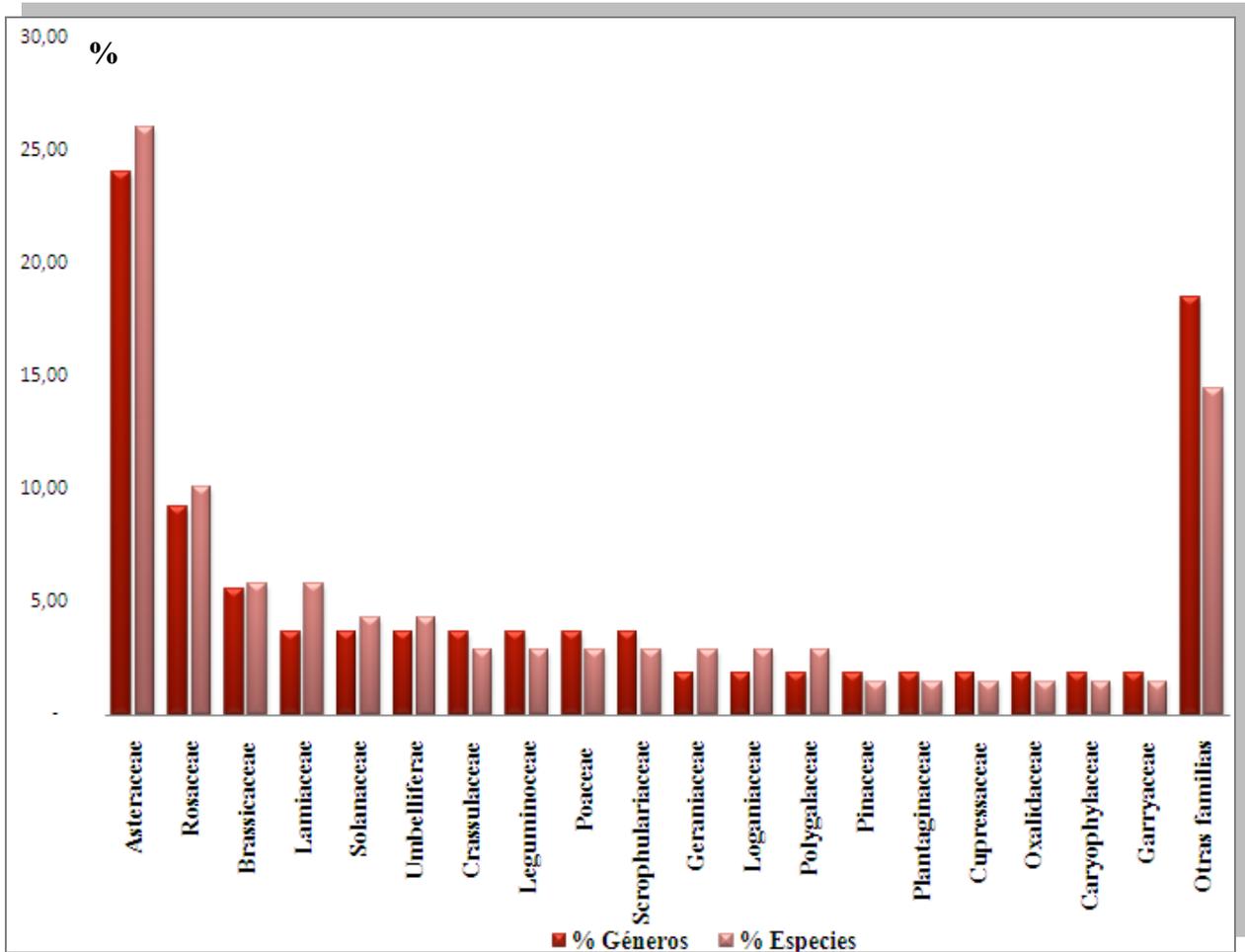


Figura 10. Porcentaje de géneros y especies por familia para la comunidad ribereña de *Abies religiosa* en la CRM, D.F.

Se desarrolla entre los 2800 y los 3100 m s.n.m. con pendientes que van de los 10 a los 15° lo que la hace la comunidad de mayor pendiente. Presenta un clima Cb' (w₂) (w (b')) (templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos con lluvias en verano e

inviernos secos). El suelo es de tipo Andosol de textura franco-arenosa y con una profundidad no mayor a los 50 cm.



Figura 11. Vegetación ribereña del bosque de *Abies religiosa*, en la CRM, D.F.

Se registraron 8 especies indicadoras de deterioro: *Acaena elongata*, *Arracacia toluensis*, *Baccharis conferta*, *Monnina ciliolata*, *Packera sanguisorbae*, *Poa annua*,

Roldana angulifolia y *Veronica serpyllifolia*. De las especies antes mencionadas, *Baccharis conferta*, *Acaena elongata* y *Plantago australis* son las que presentan mayores coberturas en la comunidad, lo que indica deterioro. En esta zona se distinguen dos comunidades que se describen a continuación:

Comunidad *Trisetum virletii*-*Acaena elongata*-*Packera sanguisorbae*. Se ubica de los 3000 hasta 3300 m s.n.m. La zona ribereña es abierta aunque presenta un bosque circundante dominado por *Abies religiosa* que presenta una cobertura cerrada (Nava, 2003). El estrato herbáceo es el dominante (figura 12) y tiene como principal exponente a *Trisetum virletii*. El estrato rasante está representado principalmente por *Veronica serpyllifolia*, con menos de 1% de cobertura. El estrato arbustivo abarca hasta el 30% de la cobertura total y está representado por *Acaena elongata*, con coberturas del 5 al 40% y *Packera sanguisorbae*, con coberturas hasta el 10%. El estrato arbóreo abarca el 5% de la cobertura total teniendo como principales exponentes a *Abies religiosa* y *Cupressus lusitanica*. Las especies de bajas coberturas pero de amplia distribución son: *Festuca toluensis*, *Poa annua* y *Roldana angulifolia*.

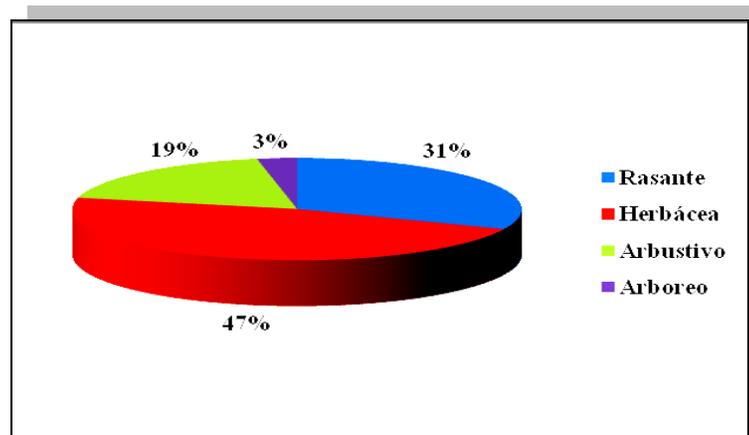


Figura 12. Coberturas por estrato en porcentaje de la comunidad ribereña *Trisetum virletii* - *Acaena elongata* - *Packera sanguisorbae* en la CRM, D.F.

Comunidad *Poa annua*-*Roldana barba-johannis*. Va de los 2800 a los 3100 m s.n.m. El suelo es de tipo Andosol con textura areno-franco y una profundidad del suelo entre los 30

y los 50 cm. Esta comunidad ribereña presenta una cobertura abierta. El estrato dominante es el herbáceo (figura 13) con coberturas hasta de 100%. Su principal representante es *Poa annua*; También es común encontrar a: *Salvia mexicana* y *S. microphylla* en el estrato herbáceo; *Ageratina rivale*, *Baccharis conferta* y *Piquería pilosa* en el arbustivo. El estrato rasante ocupa el 30% dominado por *Eryngium carlinae*, *Geranium potentillifolium* y *G. seemannii* mientras que el arbustivo ocupa el 20%, representado principalmente por *Roldada barba-johannis* y *Acaena elongata*. El estrato arbóreo abarca hasta 5% de la cobertura total. Algunas de las especies pertenecientes, aunque no exclusivas de ella son: *Abies religiosa*, *Cupressus lusitanica*, *Garrya laurifolia*, *Prunus serotina*, *Quercus rugosa* y *Sambucus nigra* var. *canadensis*.

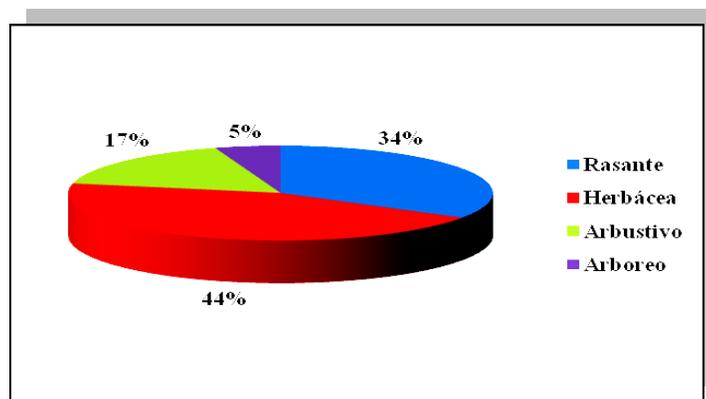


Figura 13. Coberturas por estrato en porcentaje de la comunidad ribereña *Poa annua*-*Roldana barba-johannis* en la CRM, D.F.

Las especies acompañantes en la zona ribereña de *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa* son: *Baccharis conferta*, *Bidens triplinervia*, *Erigeron longipes*, *Festuca toluensis*, *Geranium cruceroense*, *Mimulus glabratus*, *Lupinus glabratus*, *Senecio argutus*, *Senecio cinerarioides* y *Sisymbrium officinale*.

Esta comunidad presenta deterioro debido a las actividades antropogénicas por la facilidad relativa de acceso. Las causas principales son:

- Presencia de caminos de terracería y veredas cercanas al cauce del río.
- Compactación del suelo.

- Presencia de presas de gavión a lo largo del río que modifican su dinámica de flujo y que alteran la estructura de la vegetación ribereña.
- Actividades por ganado vacuno.
- Remoción de la vegetación nativa e introducción de especies ruderales.
- Presencia de asentamientos humanos cerca de la ribera.
- Presencia de excremento humano, sobretodo en los lugares cercanos a locales comerciales.
- Presencia de basura dentro y fuera del río, especialmente bolsas de plástico y recipientes de unicel.
- Presencia de fogatas y campamentos.
- Establecimiento de un truchero que utiliza el agua del río.

Es importante mencionar que en la comunidad de *Abies religiosa* se encuentran el segundo, tercero y cuarto Dinamos. Estos lugares son visitados por una gran cantidad de personas debido a la belleza paisajística de la zona y su cercanía con la Ciudad de México.

Zona ribereña del bosque mixto y de *Quercus*

Es una zona semiabierta; el dosel arbóreo está representado por diferentes especies como: *Abies religiosa*, *Alnus jorullensis*, *Buddleia cordata*, *Crataegus mexicana*, *Cupressus lusitanica*, *Fraxinus uhdei*, *Garrya laurifolia*, *Prunus serotina* y *Quercus rugosa*. La altura del estrato arbóreo varía en la zona ribereña: en el segundo dinamo no sobrepasa los 10 m de altura en promedio ni los 15 cm de DAP. Las especies dominantes son: *Alnus jorullensis* y *Quercus rugosa*; hacia el primer dinamo, el estrato arbóreo incluye a *Buddleia cordata*, *Fraxinus uhdei*, *Prunus serotina* y *Quercus rugosa* y presenta alturas que van de los 5 a los 20 m y un DAP menor a 30 cm. El estrato arbustivo está

representado por: *Acaena elongata*, *Ageratina rivale*, *Buddleia parviflora*, *Cestrum thyrsoideum* y *Rubus liebmannii*. Estos arbustos alcanzan alturas hasta de 5 m; la mayoría de las especies son estacionales y son podadas frecuentemente debido a su consideración como malezas.

El estrato herbáceo es el dominante en cuanto a cobertura y puede alcanzar los 2 m de altura. Las especies representativas de esta comunidad son: *Brachypodium mexicanum*, *Galium mexicanum*, *Iresine diffusa* y *Salvia polystachia*. El estrato rasante no excede los 5 cm de altura y está representado por: *Plantago australis*, *Rumex pulcher* y *Trifolium repens*.

La cobertura de la vegetación es del 60% en promedio mientras que el 30% corresponde a suelo desnudo. El 10% restante es de hojarasca y plantas muertas. De todas las comunidades, esta es la que más hojarasca y plantas muertas genera dado que la mayoría de las especies tanto arbóreas como arbustivas y herbáceas son caducifolias.

Se registraron 29 familias 57 géneros y 72 especies. La familia Asteraceae es la mejor representada con 14 géneros y 19 especies. Le sigue la familia Rosaceae con 9 géneros y 10 especies y Lamiaceae con 2 géneros y 6 especies.

En esta comunidad las plantas trepadoras son comunes. Tal es el caso de *Smilax moranensis* que si bien no presenta grandes coberturas, los habitantes de la cuenca la consideran como una invasora porque recubre a otras plantas y limita su crecimiento.

Para todos los tipos de comunidad ribereña, las familias representativas son Asteraceae y Rosaceae (figura 14) en cuanto a la diversidad de géneros y especies mientras que las especies de la familia Poaceae (*Brachypodium mexicanum* y *Poa annua*) predominan por su cobertura y distribución.

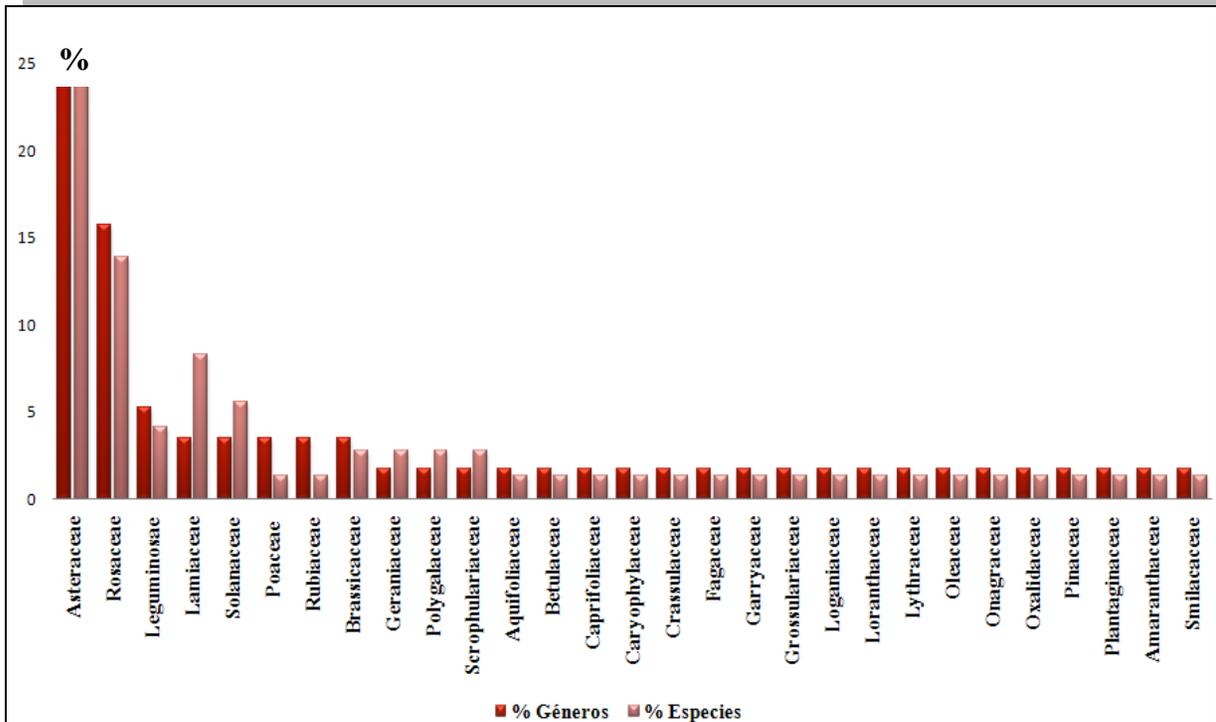


Figura 14. Porcentaje de géneros y especies por familia para la comunidad ribereña de bosque mixto y de *Quercus* en la CRM, D.F.

Esta comunidad se desarrolla entre los 2500 y los 2900 m s.n.m. El promedio de las pendientes no supera los 10° y el pH del suelo es ligeramente ácido. Presenta un clima Cb' (w₂) (w) (b') (templado subhúmedo, el más húmedo de todos con lluvias en verano e inviernos secos). Su temperatura promedio anual varía entre los 12 y 14°C y su precipitación anual oscila en los 1000 mm. El suelo es de tipo Andosol húmico de textura franco-arenosa y presenta un horizonte A por arriba de los 15 cm en lugares cerrados.

Se registraron 14 especies indicadoras de deterioro con sus respectivas coberturas: *Brachypodium mexicanum* (5-40%), *Buddleia cordata* (2-10%), *B. parviflora* (2-5%), *Cuphea aequipetala* (1%), *Galium mexicanum* (hasta 25%), *Iresine diffusa*, *Peperomia campylotropa*, *Rosa canina*, *Rumex crispus*, *R. pulcher*, *Salvia gesneriflora*, *S. polystachya*, *Sherardia arvensis* y *Stachys coccínea*.

En el primer Dinamo, la composición arbórea no es original dado que muchos de los individuos son producto de la reforestación, como es el caso de *Fraxinus uhdei*.

Comunidades ribereñas del bosque mixto y de *Quercus*

Comunidad de *Alnus jorullensis-Brachypodium mexicanum-Galium mexicanum*. Se ubica de los 2900 hasta los 2500 m s.n.m. a lo largo del primer Dinamo, en la parte baja de la cuenca. Presenta un suelo de tipo Andosol con textura areno-franco y una profundidad del suelo entre los 30 y los 50 cm. Su fisonomía es abierta en la mayor parte del área aunque suele tener espacios semiabiertos que generan sombra al cauce del río. El estrato herbáceo es el dominante (60%), sus principales representantes son *Brachypodium mexicanum* con coberturas entre 5 y 40% que se distribuye en más del 80% de la comunidad y *Galium mexicanum*, con coberturas desde 5 hasta 40%. Esta última se desarrolla en aquellos lugares donde hay sombra, sobre todo a la altura del primer Dinamo. El estrato arbóreo le sigue en cuanto a dominancia (20%) y está representado principalmente por: *Alnus jorullensis* (hasta 25%); *Fraxinus uhdlei* con coberturas máximas al 5% y *Buddleia cordata* que alcanza hasta 10% de la cobertura. El estrato rasante ocupa 20%, donde se pueden encontrar: *Plantago australis*, *Rumex crispus*, *Trifolium repens* y *Taraxacum officinale*. El estrato arbustivo es el de menor cobertura, con menos del 5%; sus representantes principales son: *Buddleia parviflora* que no supera el 5% de cobertura y *Cestrum thyrsoides* con coberturas menores a 2%.

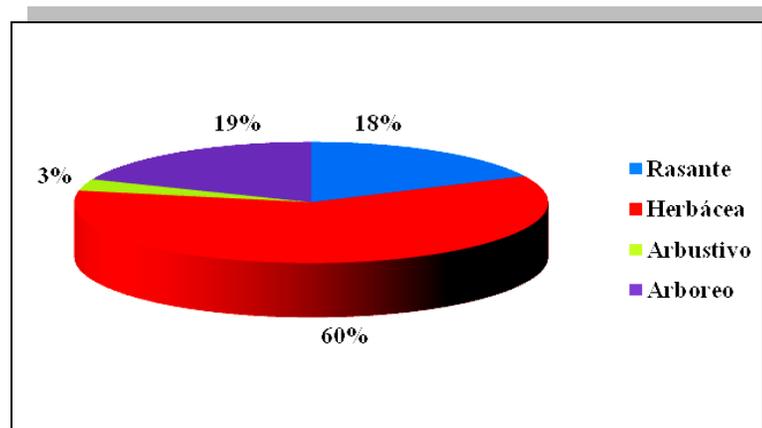


Figura 15. Coberturas por estrato en porcentaje de la comunidad ribereña *Alnus jorullensis - Brachypodium mexicanum - Galium mexicanum*

Comunidad de *Garrya laurifolia-Rumex obtusifolius*. Se distribuye entre los 2800 m y los 2900 m s.n.m. Se ubica entre el segundo y tercer Dinamo (figura 16) y forma un ecotono con la comunidad de *A. religiosa* (al final del segundo Dinamo). Al igual que la asociación anterior, presenta un suelo de tipo areno-franco y una profundidad del suelo no mayor a los 50 cm.



Figura 16. Vista panorámica del bosque mixto y de *Quercus* (segundo dinamo) en la CRM, D.F.

La fisonomía es abierta, el estrato dominante es el herbáceo con el 60% de cobertura (figura 17). Las especies representativas de este estrato son: *Poa annua* y *Solanum demissum*. El estrato rasante ocupa el 25% y en él se encuentran especies como: *Fragaria mexicana*, *Geranium potentillifolium* y *Rumex obtusifolius*, aunque sus coberturas no superan el 5%. Las especies representativas del estrato arbóreo son: *Garrya laurifolia*, *Alnus jorullensis* y *Quercus rugosa* que representan poco más del 15% de la cobertura

vegetal. El estrato arbustivo cubre menos del 5% con especies como: *Acaena elongata*, *Ageratina rivalis* y *Rubus liebmannii*; esta última presenta una distribución amplia y es considerada por los habitantes como maleza por su velocidad de propagación.

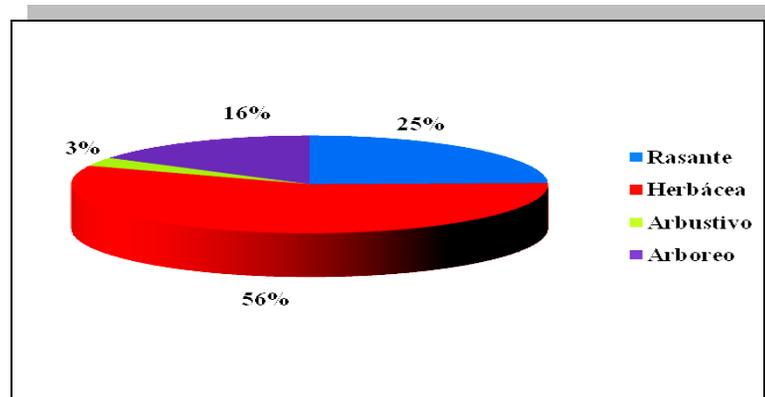


Figura 17. Coberturas por estrato en porcentaje de la comunidad ribereña *Garrya laurifolia* - *Rumex obtusifolius*

Especies acompañantes. A lo largo de las zonas ribereñas del bosque mixto-*Quercus* y de *Abies religiosa*, las especies de amplia distribución son: *Buddleia cordata* y *Garrya laurifolia* en el estrato arbóreo; *Rubus liebmannii* y *Ageratina rivale* en el estrato arbustivo y *Trifolium repens* en el rasante.

Las especies acompañantes a lo largo de todo el gradiente son: *Acaena elongata*, *Alchemilla procumbens*, *A. vulcanica*, *Cardamine oblicua*, *Cerastium nutans*, *Geranium potentillifolium*, *G. seemannii*, *Phacelia platycarpa*, *Plantago australis*, *Ranunculus praemosus*, *Ribes ciliatum*, *Sedum moranense*, *Senecio argutus*, *Sibthorpia repens* y *Taraxacum officinale*.

Especies indicadoras de deterioro. De la zona ribereña del bosque mixto y de *Quercus* son: *Acaena elongata*, *Ageratina glabrata*, *Ageratina pazcuarensis*, *Arceuthobium vaginatum*, *Baccharis conferta*, *Buddleia cordata*, *Cestrum thyrsoides*, *Phoradendron velutinum*, *Plantago australis*, *Rumex obtusifolius* y *Taraxacum officinale*.

Plagas y enfermedades en la zona ribereña de la CRM, D.F.

En la cuenca del río Magdalena las plagas y enfermedades no representan un problema grave de la vegetación arbórea, debido a que el estrato es reducido y por ello, la presencia de plagas y/o enfermedades repercute de manera poco significativa en la vegetación ribereña ya que el porcentaje de cobertura no alcanza el 1% en los levantamientos donde se registro este factor de deterioro.

En cuanto a las enfermedades, existe clorosis en las hojas de diferentes herbáceas como: *Cestrum thyrsoideum* y *Solanum cervantesii* en la zona ribereña del bosque mixto y de *Quercus*. También se ha notado la presencia de líquenes (posibles indicadores) en la corteza de esta misma especie y en otras como *Abies religiosa* y *Alnus jorulluensis*. La presencia de hongos patógenos sobre la vegetación ribereña no es alarmante ya que han sido pocos los individuos que presentan sintomatologías graves y la cobertura es reducida. En los bosques de *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa* se encontró muérdago (*Arceutobium vaginatum*).

Deterioro por actividades antropogénicas

Existe deterioro a lo largo del toda la ribera y está diferenciado según la comunidad (anexo. Para las comunidades ribereñas de *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa* el deterioro se da principalmente por el pastoreo, y en menor medida por actividades de recreación como campamentos o caminatas a lo largo del río. En el bosque mixto y de *Quercus* el deterioro principal es por las actividades de recreación de la cual se derivan la insalubridad

por la falta de sanitarios, el establecimiento de puestos ambulantes y el vertido de residuos en el río y suelo.

Tabla 7. Acciones generadoras de deterioro ambiental para las zonas ribereñas del cauce principal del río Magdalena, D.F.

Comunidades ribereñas en la CRM			
Acciones generadoras de deterioro	<i>Pinus hartwegii</i>	<i>Abies religiosa</i>	Bosque mixto y de <i>Quercus</i>
Caminos de terracería	x	x	x
Caminatas	x	x	x
Presas de gavión	x	x	
Actividades pecuarias	x	x	
Remoción de especies nativas		x	x
Presencia de especies consideradas como ruderales		x	x
Presencia de asentamientos humanos		x	x
Presencia de residuos sólidos		x	x
Campamentos		x	x
Cabalgatas			x

Evaluación general de deterioro ambiental en las comunidades ribereñas del río Magdalena, D.F.

A continuación se presenta la evaluación de deterioro por componente indicando los impactos generadores de deterioro en las tres comunidades ribereñas (los valores se muestran en la matriz de interacción):

Tabla 9. Impactos generados en el componente suelo

Componente suelo	
Zona ribereña	Impactos
<i>Pinus hartwegii</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Su deterioro se ve propiciado principalmente por los caminos de terracería. • El impacto es poco significativo; probablemente por los pocos visitantes que llegan a esta comunidad por ser la zona más lejana del área urbana.
<i>Abies religiosa</i>	<ul style="list-style-type: none"> • La construcción de presas de gavión modifican el cauce del río la corriente remueve suelo. • La presencia de caminos de terracería es la principal acción que genera compactación.
Mixto y de <i>Quercus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • La acción que genera mayor erosión al suelo es la presencia de caminos ya que remueve toda la vegetación. • La compactación del suelo se incrementa por la presencia de establecimientos de comida y por el paso constante de la gente por las actividades de recreación.

Tabla 10. Impactos generados en el componente vegetación

Componente vegetación	
Zona ribereña	Impactos
<i>Pinus hartwegii</i>	<ul style="list-style-type: none"> Las presas de gavión y los caminos de terracería deterioran la estructura de la vegetación. Los estratos rasante y herbáceo son los más afectados. En los estratos arbóreo y arbustivo el deterioro es menor, aunque la presencia del ganado vacuno afecto a la población de individuos juveniles de <i>Pinus hartwegii</i> pisándolas o arrancándolas mientras se alimentan.
<i>Abies religiosa</i>	<ul style="list-style-type: none"> En cuanto a su estructura y composición, la acción que genera mayor deterioro es la presencia de caminos de terracería ya que la fragmentan y provocan una disminución en la riqueza y abundancia de especies. En el estrato arbóreo, el impacto es poco significativo, aunque los individuos juveniles se ven amenazados por el ganado vacuno. El estrato arbustivo es afectado principalmente por la presencia de caminos y por las plagas de tipo masticador. Los estratos más deteriorados son el herbáceo y el rasante porque muchas especies son estacionales o sus estructuras (tallos y hojas) son poco resistentes. Se ven afectados principalmente por la presencia de presas de gavión y los caminos de terracería.
Mixto y de <i>Quercus</i>	<ul style="list-style-type: none"> Las acciones que generan un impacto muy significativo sobre la estructura y composición de la flora son la presencia de caminos, las actividades recreativas y los asentamientos humanos respectivamente. De las formas de vida, las que sufren mayor deterioro son la herbácea y la arbustiva debido a que son más frágiles que las formas arbóreas. La vegetación se ve afectada por la extracción de especies así como por la presencia de plagas y enfermedades.

Tabla 11. Impactos generados en el componente paisaje

Componente paisaje	
Zona ribereña	Impactos
<i>Pinus hartwegii</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tanto las presas de gavión como el ganado deterioran de forma muy significativa al paisaje, mientras que los caminos de terracería lo fragmentan.
<i>Abies religiosa</i>	<ul style="list-style-type: none"> • La presencia de presas de gavión provoca un impacto muy significativo (fragmentan la vegetación) al igual que las actividades de recreación por la gran cantidad de residuos que van deteriorando la vegetación ribereña.
Mixto y de <i>Quercus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • La presencia de caminos de terracería fragmentan la vegetación ribereña, por lo que el impacto es muy significativo. • Las actividades de recreación, la presencia de establecimientos de comida y los asentamientos humanos generan un impacto muy significativo. • Hay basura y/o heces fecales (derivada de la recreación) que alteran la calidad del agua del río, lo que trae como consecuencia la pérdida de calidad al paisaje.

En términos generales, el deterioro ambiental de la vegetación ribereña refleja la pérdida de la calidad del paisaje porque el suelo, agua y vegetación pierden cualidades y desde el punto de vista ecoturístico, el impacto es negativo.

DISCUSIÓN

En la zona ribereña, a lo largo del cauce principal, se reconocen las tres comunidades principales en cada una con características particulares. La comunidad de *Pinus hartwegi*, la zona ribereña presenta una fisonomía similar a la comunidad dominada por *Muhlenbergia macroura*, (Nava, 2003). Sin embargo, en la zona ribereña existen muy pocos individuos juveniles y arbóreos de *Pinus hartwegii*.

Se registró un total de 123 especies que se distribuyen en un área de 12 ha sobre la zona ribereña de la CRM, lo que representa casi el 25% de toda la flora registrada para la cuenca; 24 de estas especies son endémicas de México (anexo II).

La familia dominante por géneros y especies en la vegetación ribereña es Asteraceae, mientras que las especies de Poaceae son las de mayor porcentaje de cobertura. La riqueza florística por familias, géneros y especies es similar a lo largo de las tres zonas ribereñas (figura 18), siendo los estratos herbáceo y rasante los dominantes y casi nulos el arbustivo y el arbóreo. La mayoría de las especies rasantes y herbáceas son indicadoras de deterioro.

De acuerdo con la literatura consultada para la determinación de ejemplares, 70 especies son indicadoras de deterioro, la mayoría en la zona ribereña del bosque mixto y de *Quercus*, lo cual indica que la vegetación nativa ha sufrido un impacto negativo por la introducción de especies, resultado de mayor actividad antropogénica de esta zona.

La comunidad de *Abies religiosa* presenta una fisonomía cerrada. La zona ribereña que es abierta. Las especies dominantes son *Abies religiosa* y *Roldana angulifolia*, donde predominan las especies herbáceas.

La comunidad de bosque mixto y de *Quercus* es cerrada, con dominancia del estrato arbóreo. En la zona ribereña dominan las herbáceas y su fisonomía es semiabierta. Las

especies dominantes en la comunidad son: *Abies religiosa*, *Quercus rugosa*, *Alnus jorullensis* ssp. *zorullensis*, y *Cupressus lusitanica*.

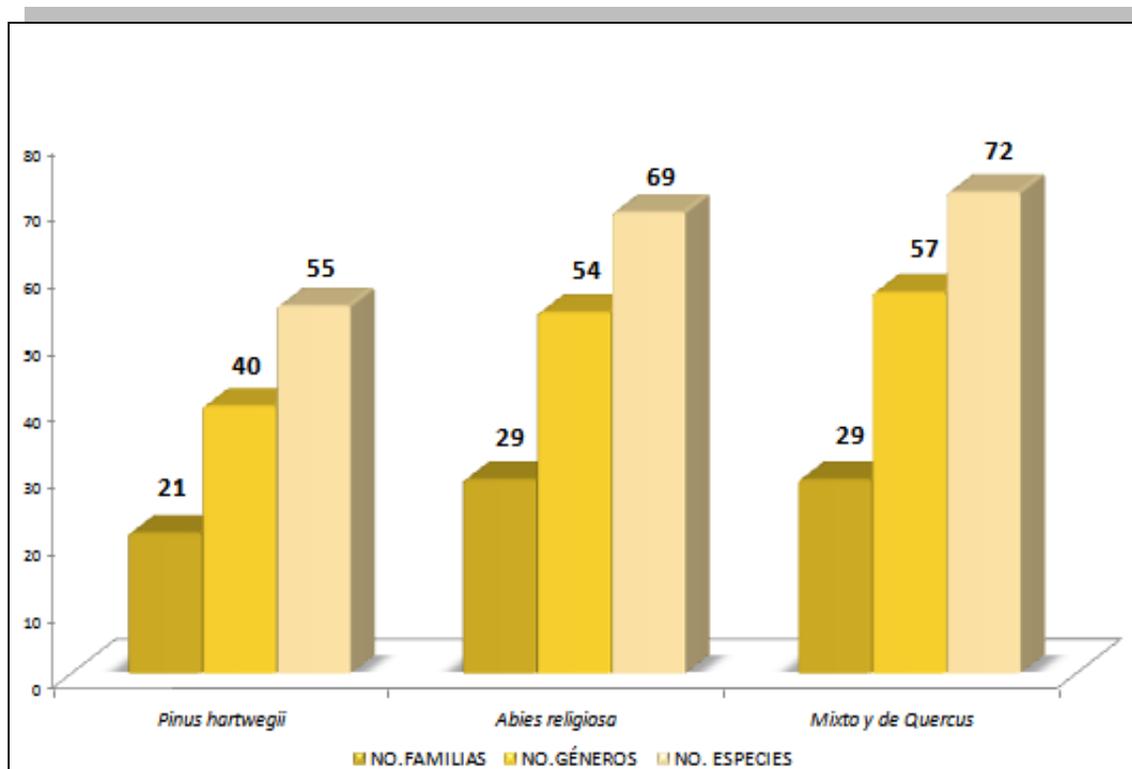


Figura 18. Comparación en número de familias, géneros y especies entre las tres zonas ribereñas de la CRM, D.F.

A diferencia de las comunidades vegetales de la cuenca, en la vegetación ribereña no se establecieron dominancias marcadas; la mayoría de las especies presentaron coberturas menores a 5% y sólo algunas cuantas permitieron definir las comunidades ribereñas entre los diferentes tipos de bosque. En los anexos se presenta un conjunto de especies arbóreas potenciales que podrían considerarse para proyectos de restauración utilizando vegetación nativa.

Dentro de las especies acompañantes para las tres zonas ribereñas están: *Acaena elongata* y *Plantago australis* que presentaron coberturas superiores a 40% en las tres comunidades vegetales y que se consideran como indicadoras de deterioro.

El estudio permitió conocer la distribución de estas especies y reconocer las zonas con mayor deterioro por su distribución y abundancia de las especies. No obstante, sería importante revisar la literatura disponible sobre qué especies de las mencionadas en el trabajo consideradas como de deterioro tienen varios usos como el ornamental, medicinal o de forraje para no considerarlas como un factor que deba eliminarse, mas bien para aprovecharse.

La matriz de interacción confirma que los factores antrópicos son los principales causantes de deterioro ambiental. De estos, las acciones que generan mayor deterioro son las actividades de recreación como los paseos en caballo, caminatas, días de campo y campamentos. Su efecto repercute en mayor medida en las zonas ribereñas del bosque de *Abies religiosa* y del bosque mixto y de *Quercus* debido a la relativa facilidad de acceso a estas zonas en las cuales se encuentran establecimientos de comida o zonas de descanso y la presencia de caminos de terracería principalmente.

Una forma para evitar el deterioro de la vegetación es regulando las actividades que se llevan a cabo en esta área, lo cual sólo se puede lograr informando sobre el nivel de deterioro a las autoridades correspondientes, a los habitantes del lugar y a los visitantes mediante campañas de educación ambiental o a través de la publicidad social como propaganda y medios de comunicación como radio, televisión e internet.

Existen factores o acciones de tipo biótico que generan deterioro a la vegetación ribereña pero su impacto no es significativo; sólo se reportaron enfermedades que afectan el estrato arbóreo y su presencia fue mínima para los tres tipos de bosque. De acuerdo con Torres (2004), el Parque Nacional Desierto de los Leones si presenta un deterioro significativo causado por plagas de tipo descortezador pero en los bosques de la CRM no se

reporta daño significativo para este estrato. Incluso en la comunidad de bosque mixto y de *Quercus*, la presencia de plagas no es significativa.

Las enfermedades en el estrato arbóreo son mínimas (menor a 1%) y sólo en algunos individuos de *Quercus rugosa* ubicados en el segundo dínamo, se registró la presencia de *Phoradendron velutinum*.

La pendiente no supera los 15° en las tres zonas ribereñas, por lo que en el área no se presentan rastros de erosión causados por este factor aunque si por el flujo de la corriente del río. Otra de las causas que más deterioro generan al suelo son los caminos de terracería ya que dejan expuesto el suelo al viento o al agua y lo vuelven susceptible a la erosión.

Este es un diagnóstico actualizado a partir de la información generada con los levantamientos y los testimonios de algunos habitantes de la CRM. No fueron considerados los eventos que ocurrieron en el pasado y que influyeron en el deterioro de la vegetación ribereña.

Para evitar que el deterioro ambiental en la vegetación ribereña de la CRM se acelere, es fundamental tomar en cuenta las propuestas de la tabla 12.

Tabla 12. Medidas propuestas para mitigar el deterioro ambiental en la vegetación ribereña del río Magdalena, D.F.

ÁREA	MEDIDAS
<p>Para las tres zonas ribereñas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Señalamientos que informen al público que se encuentran en Suelo de Conservación y la importancia de su conservación para la biodiversidad. • Desarrollar talleres de educación ambiental dirigidos a los habitantes y visitantes enfocados en el conocimiento de los servicios ambientales que brinda la CRM, así como su conservación. • Evitar el establecimiento de presas de gavión porque fragmentan la vegetación ribereña. • Creación de senderos interpretativos regulados mediante el plan maestro para evitar que los visitantes alteren en mayor medida la vegetación ribereña • Formar grupos de educadores con la participación de los comuneros, de tal forma que tengan una participación activa.
<p>Bosque de <i>Pinus hartwegii</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitar los caminos de terracería para evitar el deterioro de la vegetación. • Instalar baños públicos temporales (en tiempos de peregrinación) cerca de los caminos que llevan a Chalma para evitar la contaminación del agua y del suelo en la vegetación ribereña.
<p>Bosque de <i>Abies religiosa</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer cuáles serán las zonas específicas para realizar actividades de recreación como campamentos o caminatas con el fin de reducir el impacto de deterioro sobre la vegetación ribereña de la CRM (tomando en cuenta el Plan Maestro del río Magdalena).
<p>Bosque Mixto y de <i>Quercus</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regular la afluencia de visitantes al río Magdalena y a la cuenca en general. • Establecimiento de sanitarios y botes de basura para evitar la contaminación de los componentes agua, suelo y vegetación.

CONCLUSIONES

La vegetación ribereña del río Magdalena, presenta un grado de deterioro que va de “poco significativo” en la parte alta de la cuenca (zona ribereña del bosque de *Pinus hartwegii*) hasta “muy significativo” en la parte baja de la cuenca (zona ribereña del bosque mixto y de *Quercus*).

Los factores antrópicos (actividades de recreación, caminos de terracería y presas de gavión) son los más perjudiciales para la vegetación ribereña, generando impactos muy significativos. Los factores bióticos (plagas, enfermedades y especies indicadoras de deterioro) tienen un impacto no significativo sobre la vegetación ribereña.

En orden de deterioro, la zona ribereña del bosque mixto y de *Quercus* es la más afectada por ser un área de recreación para los visitantes de la Ciudad de México. Le sigue la zona ribereña de *Abies religiosa*, donde se observa actividad antropogénica que propicia el deterioro por la falta de planeación. La zona menos deteriorada es la de *Pinus hartwegii* por la dificultad para acceder a esta zona.

Los componentes del ecosistema más afectados por los elementos antropogénicos, bióticos y abióticos son: el suelo al compactarse y la estructura del río al modificarse el cauce por la presencia de las presas de gavión. La alteración de estos dos componentes reduce el desarrollo de la vegetación ribereña.

Las especies indicadoras de deterioro de mayor distribución y abundancia en la zona ribereña de la CRM son: *Achillea millefolium*, *Arenaria lycopodioides*, *Brachypodium mexicanum*, *Juncus ebracteatus*, *Muhlenbergia macroura*, *Packera sanguisorbae*, *Plantago australis* y *Poa annua*.

En general, la vegetación ribereña presenta un deterioro significativo aunque reversible. Las condiciones ambientales aún son propicias para iniciar programas de conservación y restauración.

Es primordial establecer talleres de educación ambiental para informar y concientizar a los residentes de la cuenca y sus visitantes sobre la importancia de la conservación de la vegetación ribereña por los servicios ecosistémicos.

Las especies propuestas para la conservación de la vegetación ribereña forman parte de la vegetación nativa de la región y deben ser consideradas como potenciales para la restauración con el fin de mantener la autenticidad de los bosques.

LITERATURA CITADA

- Agee, J. (1993). Fire ecology of Pacific Northwest forests. Island Press. Washington,DC. Pp. 493.
- Álvarez Roman, KE. (2000). Geografía de la Educación Ambiental: Algunas propuestas de trabajo en el Bosque de los Dinamos, área de conservación ecológica de La Magdalena Contreras. Tesis de licenciatura en Geografía. UNAM, México. 127 Pp.
- Andrade, V. (1981). Evaluación de efectos de muérdago enano (*Arcethobium globosum* Hawk. y Wiens, y *A. vaginatum* Willd) en rodales de *Pinus hartwegii* Lindl. Tesis de licenciatura. UACH, México.
- Arenas y Cavioto, EG. (1969). Variación de los recursos hidráulicos superficiales de la cuenca de México. S.R.H. México, DF.
- Arguedas, M. (2006). Clasificación por daños producidos por insectos forestales. Segunda parte. Kuru: Revista forestal. Costa Rica. 3 (9).
- Ávila-Akerberg, V. (2002). La vegetación de la cuenca alta de río Magdalena: un enfoque florístico, fitosociológico y estructural. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. Pp. 86.
- Ávila-Akerberg, V. (2004). Autenticidad de los bosques en la cuenca alta del río Magdalena: Diagnóstico hacia la restauración ecológica. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. Pp. 112.
- Bojorge, M. (2006). Indicadores biológicos de la calidad del agua en el río Magdalena, México, DF. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, UNAM. México. Pp.62.
- Birkeland, P. W. (1984). Soils and Geomorphology, Oxford University Press, USA.

- Bonfil, C., Pisanty, I., Mendoza, A. y Soberon, J. (1997). Investigación y Restauración Ecológica: el caso del Ajusco Medio. *Ciencia y Desarrollo*. 135:15-3
- Breedlove, D. (1973). The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). *In* A. Graham [ed.], *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*, 149–165.
- Ceballos, G. y Galindo, C. (1984). Mamíferos silvestres de la cuenca de México. Ed. Limusa. México, FD. 300 pp.
- Cervantes, B. J. y Alfaro, S. G. (2000). Características de los suelos. En: Garza, G. (Coord.). *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Ed. Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México, México, DF. Pp. 47.
- CONABIO (1996). Regiones prioritarias para la conservación de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad y Pronatura, A.C. México, DF. Pp. 45.
- CORENADER. (2003). <http://www.sma.df.gob.mx/corenader/>.
- Cuevas-Ávila, A. (1962). Estudio geográfico de la Delegación Magdalena Contreras. Tesis de Maestría en Geografía. UNAM. México. Pp. 74.
- Daily, G. (1997). Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by natural Ecosystems. *Ecology* 2:1-16
- Espinosa, G., F. J. y J. Sarukhán (1997). Manual de malezas del Valle de México. Claves, descripciones e ilustraciones. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Espinoza, G. (2001). Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago de Chile. Pp. 183.
- Fenn, M., Bauer, L.I. y Hernández-Tejeda, T. (2002). Urban Air Pollution and Forest. Ed. Springer-Verlag. United States. Pp.387.

- García, E. (1978). Los climas del Valle de México. Colegio de Postgraduados, S.A.R.H., Chapingo. México. Pp.63.
- García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 4ª Edición. Ed. La Autora, México, DF. 218 Pp.
- García, M. y Pérez, G. (2002). Una visión global del deterioro de los recursos bióticos terrestres en México. *Revista Geográfica*, 131: 41-73.
- Heil, G., Bobbink, R. y Trigo, N. (2003). *Ecology and Man in Mexico's Central Volcanoes Area*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. Pp. 205.
- Jujnovski, J. (2003). Las unidades de paisaje en la cuenca alta del río Magdalena, México, DF. Base fundamental para la para la planificación ambiental. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Jujnovski, J. (2006). Servicios ecosistémicos relacionados con el recurso agua en la cuenca del río Magdalena, D.F., México. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas (Restauración). Facultad de Ciencias, UNAM. Pp. 70.
- Kappelle, M., M. Castro., H. Acevedo., P. Cordero., L. González., E. Méndez & H. Monge. (2002). A rapid method in ecosystem mapping and monitoring as a tool for managing Costa Rican ecosystem health. In: D.J. Rapport, W.L. Lasley, D.E. Rolston, N.O. Nielsen, C.O. Qualset, and A.B. Damania, (eds). *Managing for Healthy Ecosystems*. Lewis Publishers. Boca Raton FL.
- Landa, R., Meave, J. y Carabias, J. (1997). Environmental deterioration in rural México: an examination of the concept. *Ecological Applications*.7 (1): 316-329.
- Leopold, L. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. *Geological Survey Circular 645*, Washington, USA.

- Lot, A. y Novelo, A. Forested wetlands of México. Vol. 15. Ecosystems of the World. Elsevier. Amsterdam. Pp. 287-298.
- Melo, G.C. y Alfaro, S.G. (2000). Vegetación en: Garza, G. (coord.). La Ciudad de México en el fin del segundo milenio. Ed. Gobierno del Distrito Federal y el Colegio de México, México, DF., 768 pp.
- Miranda, F. y Hernández-X (1963). Los tipos de vegetación en México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28:29-179
- Myers, N. (1984). The primary source: Tropical forest and future. W. W. Norton & Company. Inc. N.Y., USA.
- Naiman, R., Décamps, H. y McClain, M. 2005. Riparia: Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities. Elsevier Academic Presss. USA. Pp.430.
- Nava, M. (2003). Los bosques de la cuenca alta del río Magdalena, DF., México. Un estudio de vegetación y fitodiversidad. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Rzedowski, J. (1970). Notas sobre el Bosque Mesófilo de Montaña en el Valle de México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N., México 18:91-106.
- Rzedowski, J. y G.C. Rzedowski. (1989). Sinopsis numérica de la Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol. II. Instituto de Ecología. México, DF. 674pp.
- Rzedowzki, G, C., Rzedowzki J. y col. (2001). Flora Fanerogámica de Valle de México. Instituto de Ecología y CONABIO. Pátzcuaro, Michoacán. 32pp.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Editorial Limusa, México, DF., 432pp.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, SARH, (1994). Manuales e instructivos sobre plagas y enfermedades forestales. Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre.

- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2004). Manual de microrregiones. Programas de Desarrollo Regional Sustentable (Proders).
- Torres, S. (2004). Deterioro ambiental en el Parque Nacional “Desierto De los Leones”, D.F. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. pp. 1-86.
- Vargas, F. (1984). Parques Nacionales de México y sus recursos equivalentes. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. pp. 43-54.
- Villa-Salas, A. 1993. Generalidades sobre la forma y el tamaño de los sitios de muestreo usados en inventarios forestales. Pp. 45.
- West, N. (1964). Riparian tree species distribution and succession along the lower Escalante River, Utah. *Southwestern Naturalist* 24: 331-346.

ANEXO I. Tabla fitosociológica de la vegetación ribereña del río Magdalena, D.F.

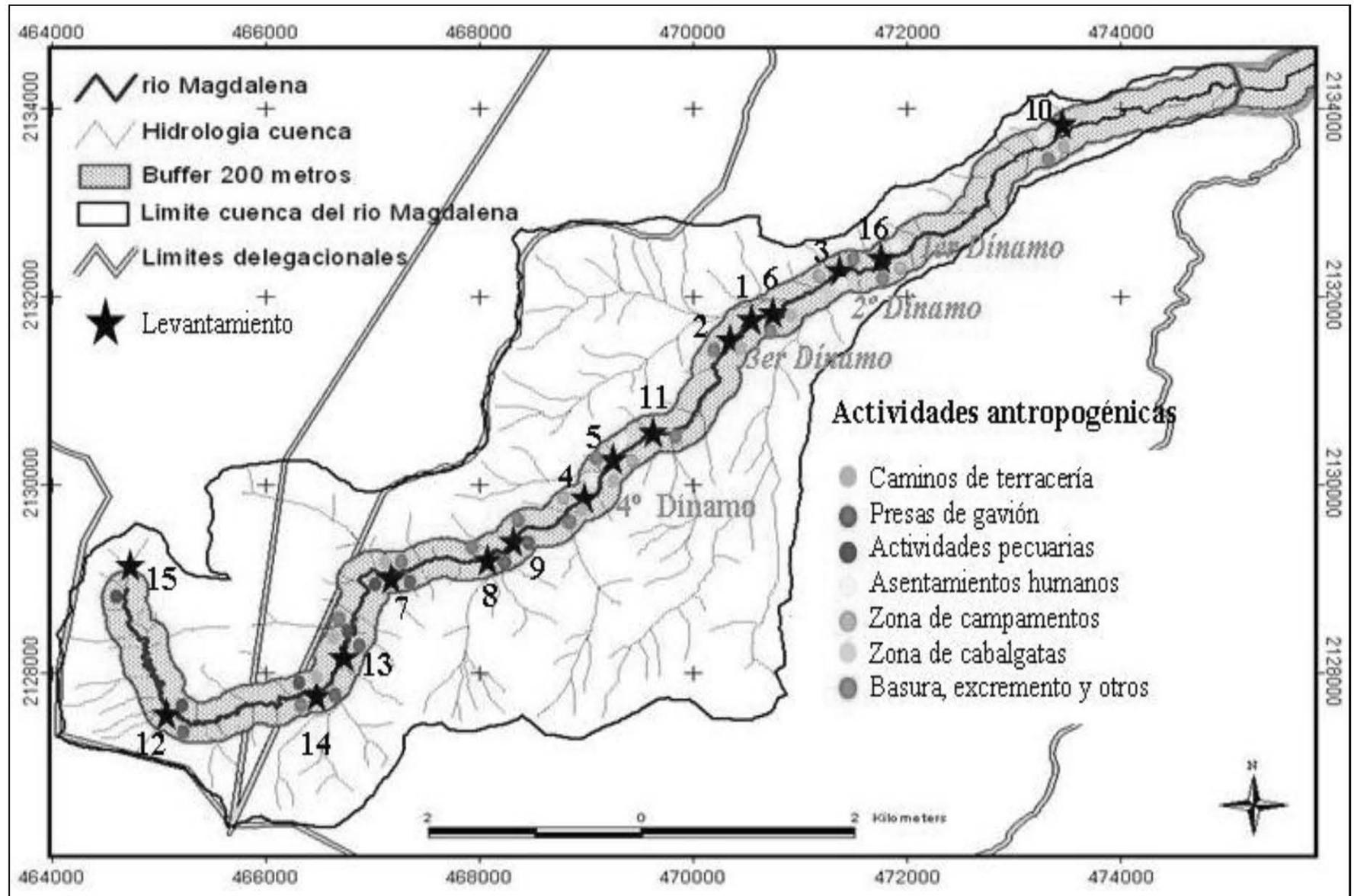
Clave del sitio	12A	12B	15A	15B	14A	14B	13A	13B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	4A	4B	5A	5B	11A	11B	2A	2B	16A	16B	10A	10B	1A	1B	3A	3B	6A	6B		
Número de levantamiento	23	24	29	30	27	28	25	26	13	14	15	16	17	18	7	8	9	10	21	22	3	4	31	32	19	20	1	2	5	6	11	12		
% de Vegetación	80	70	100	100	40	70	90	80	90	70	70	60	80	20	50	25	80	70	70	80	90	100	80	100	70	90	25	100	60	70	60	30		
% Suelo desnudo	20	30	0	0	30	20	1	1	0,5	30	20	25	15	50	20	40	5	5	33	20	5	1	5	0,5	10	10	70	0,5	25	15	20	50		
% Roca	0	0	1	1	25	10	9	14	10	5	15	10	5	30	30	30	10	15	1	5	10	1	15	5	1	5	5	0,5	10	10	20	15		
% Hojarasca	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	40	0,5	5	0	0,5	0,5	5	5	20	20		
% Rasante	40	40	25	25	40	30	60	60	60	40	40	40	20	20	5	5	25	40	15	20	40	50	5	40	30	30	50	20	5	15	20	0		
% Herbáceo	60	60	90	90	50	70	50	50	70	40	50	50	40	40	30	25	60	50	90	80	100	90	90	10	80	90	60	80	80	60	50	20		
% Arbustivo	0	0	0	0	1	0	2	5	5	30	5	1	30	30	50	5	15	5	10	2	5	5	0	80	1	0	0	1	0	10	0	0		
% Arbóreo	0	0	5	5	0	0	3	0,5	0	10	5	5	0	0	1	0	5	1	5	5	0,5	2	25	5	5	5	1	2	5	5	5	10		
% Arbóreo inferior	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0		
Sup. Levantada (m2)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Altitud (m. s.n.m.)	3530	3530	3500	3500	3385	3385	3340	3340	3300	3300	3220	3220	3195	3195	3099	3110	3030	3035	3005	3005	2860	2860	2652	2652	2547	2547	2845	2845	2740	2740	2830	2830		
Bosque	Pinus hartwegii											Abies religiosa										Mixto y de Quercus												
Comunidad ribereña	<i>Muhlenbergia macroura-Arenaria lycopodioides</i>				<i>Plantago australis-Juncus ebracteaus-Achillea millefolium</i>				<i>Trisetum virletii-Acaena elongata-Packera sanguisorbae</i>				<i>Poa annua-Roldana barba-johannis</i>						<i>Alnus jorullensis-Brachypodium mexicanum-Galium mexicanum</i>			<i>Garrya laurifolia-Rumex obtusifolius</i>												
Comunidad ribereña de Pinus hartwegii																																		
<i>Muhlenbergia macroura</i>	25	30	15	20																														
<i>Arenaria lycopodioides</i>	20	20	5	5	1	5	5																											
<i>Arenaria bourgaei</i>	5	5	20	15	1	5																												
<i>Alchemilla vulcanica</i>	5	5	20	15	5	5	0,5																			2	0,5			5				
<i>Plantago nivea</i>					2	2																												
<i>Erigeron galeotti</i>	10	10																																
<i>Deschampsia elongata</i>	10	10																																
<i>Pinus hartwegii</i>	2	10																																
<i>Cerastium nutans</i>	5	5											1	1																				
<i>Erigeron karvinskianus</i>	5	5																								1								
<i>Senecio roseus</i>	5	5																																
<i>Bidens serrulata</i>	5	5																																
<i>Potentilla ranunculoides</i>	2	2																																

Especies acompañantes	10	15	1	1	30	35	40	40	10	20	10	30	15	30	0,5	0,5	0,5	1	5	5	1	1	1	1	
<i>Plantago australis</i>																									
<i>Poa annua</i>																									
<i>Taraxacum officinale</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5		0,5		1		0,5	0,5		0,5	0,5		1		0,5	0,5	
<i>Acaena elongata</i>					2				5	5	5	5	20	40	5	5	5	1	0,5	5	5	5		10	1
<i>Geranium potentillifolium</i>	5	10	0,5	0,5			1	1			0,5	0,5			0,5	0,5			2	0,5	0,5				
<i>Eryngium carlinae</i>	5	5			5	1									0,5	0,5									
<i>Alchemilla procumbens</i>	5	5										5	1	1	5	1			1		0,5	5		0,5	0,5
<i>Geranium seemannii</i>	5	5					1	1			0,5	1	1	1	0,5	0,5						1		0,5	
<i>Sibthorpia repens</i>	1	5							0,5	1					0,5				2				1		5
<i>Senecio cinerarioides</i>					1				5							0,5					0,5				
<i>Ranunculus praemorsus</i>							1	1								5	5								0,5
<i>Ribes ciliatum</i>																	0,5				0,5				0,5
<i>Oxalis alpina</i>															1		0,5								0,5
<i>Rumex obtusifolius</i>												1			0,5				1	1	1		1	1	1
<i>Phacelia platycarpa</i>									0,5			0,5			1				1					0,5	0,5
<i>Sisymbrium officinale</i>			1	1																1					
<i>Bidens triplinervia</i>	1	1											1	1											
<i>Solanum cervantesii</i>															0,5	0,5						1	1		0,5
<i>Cirsium ehrenbergii</i>															0,5	0,5					1		0,5		0,5
<i>Fragaria mexicana</i>															1	5					0,5			1	1
<i>Salvia elegans</i>																0,5			1	5					0,5
<i>Trifolium repens</i>									0,5												1	5			0,5
<i>Sedum moranense</i>									0,5												0,5	0,5			1
<i>Rubus liebmannii</i>																			1	0,5		0,5	1		1
<i>Rubus pumilus</i>																			1	0,5	0,5		0,5		
<i>Cestrum fulvences</i>																			5	10			1		0,5
<i>Fuchsia thymifolia</i>																			5	1				5	0,5
<i>Eupatorium rivale</i>																				1					1
<i>Cestrum thyrsoides</i>																			0,5		1		1	0,5	1
<i>Prunella vulgaris</i>					5	5										0,5									
<i>Potentilla candicans</i>							1	1																	
<i>Potentilla rubra</i>							1	1																	
<i>Anagallis arvensis</i>							1	1																	
<i>Piqueria pilosa</i>							1	1								1									
<i>Senecio argutus</i>									5							0,5									0,5
<i>Cardamine oblicua</i>												0,5												0,5	
<i>Gnaphalium attenuatum</i>													1										1		0,5
<i>Alchemilla pectinata</i>												0,5	0,5												
<i>Sabazia humilis</i>																			1	1				5	
<i>Smilax moranensis</i>																			5	5		0,5			
<i>Prunus serotina</i>																			5				5	0,5	
<i>Fuchsia microphylla</i>																			0,5		0,5				1
<i>Salvia microphylla</i>																				1					0,5
<i>Sambucus nigra var. canadensis</i>																					1	1			0,5
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>																					1	0,5		0,5	
<i>Phoradendron velutinum</i>																						1			1

Especies registradas sólo en un sitio de muestreo (Se indica el porcentaje de cobertura)

1A: *Acacia melanoxylon* (1), *Symphoricarpos microphyllus* (1); 1B: *Cestrum anagyris* (1), *Cuphea aequipetala* (1), *Veronica arvensis* (1); 2A: *Salvia mexicana* (1); 2B: *Cumila lythrifolia*; 3B: *Rumex pulcher* (1); 6A: *Peperomia campylotropa* (5), *Pinus montezumae* (1); 6B: *Ilex toluhana* (1) *Sherardia arvensis* (1), *Stevia incognita* (1), *Verbesina oncophora*; 7A: *Berberis moranensis* (1); 8A: *Senecio toluhanus* (5), *Cardamine flaccida* (1); 9B: *Arracacia atropurpurea* (1); 10B: *Rosa canina* (0,5), *Salvia fulgens* (0,5); 11A: *Valeriana clematis* (5); 11B: *Monnina ciliolata* (30), *Arctostaphylos arguta* (2); 13A: *Arenaria reptans* (1); 13B: *Diplotaxis muralis* (5); 14A: *Penstemon gentianoides* (1); 16A: *Tagetes triradiata* (1)

NEXO II. Mapa de actividades antropogénicas en la zona ribereña del río Magdalena, D.F.



ANEXO III. Lista de plantas vasculares correspondientes a la vegetación ribereña del río Magdalena, D.F. Abreviaturas. Forma de vida (FV): A (arbóreo), Ar (arbustivo), H (herbáceo), R (rasante), P (parásita). Comunidad (C): P (*Pinus hartwegii*). A (*Abies religiosa*), MQ (bosque mixto y de *Quercus*). E (Endémica de México). ID (indicadora de deterioro).

Taxa	F V	C	E	ID	NOM-059
DIVISIÓN CONIFEROPHYTA					
CUPRESSACEAE					
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	A	MQ			PR
PINACEAE					
<i>Abies religiosa</i> (Kunth) Schtdl. & Cham.	A	A			
<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.	A	P			
<i>Pinus moctezumae</i> Lamb.	A	MQ			
DIVISIÓN MAGNOLIOPHYTA					
CLASE MAGNOLIOPSIDA					
AMARANTHACEAE					
<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. e Willd	H	MQ		ID	
AQUIFOLIACEAE					
<i>Ilex tolucana</i> Hemsl.	A	MQ		ID	
ASTERACEAE					
<i>Achillea millefolium</i> L.	H	P		ID	
<i>Ageratina glabrata</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	Ar	A, MQ	E	ID	
<i>Ageratina pazcuarensis</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	H	A, MQ		ID	
<i>Ageratina rivalis</i> (Greenm) R. M. King & H. Rob.	Ar	A, MQ		ID	
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Ar	P,A		ID	
<i>Bidens serrulata</i> (Poir) Desf.	H	P		ID	
<i>Bidens triplinervia</i> Kunth	H	A		ID	
<i>Cirsium ehrenbergii</i> Sch. Bip.	H	A	E	ID	
<i>Cirsium jorullense</i> (Kunth) Spreng.	H	P, A, MQ	E	ID	
<i>Cirsium nivale</i> (Kunth) Sch. Bip.	H	P		ID	
<i>Erigeron galeottii</i> (A. Gray) Greene	H	P, A	E	ID	

<i>Erigeron karvickianus</i> DC.	H	P		ID
<i>Erigeron longipes</i> DC.	H	P		ID
<i>Gnaphalium attenuatum</i> McVaugh var. <i>sylvicola</i>	H	A, MQ		
<i>Helenium scorzonifolium</i> (DC.) A. Gray	H	P		ID
<i>Packera sanguisorbae</i> (DC.) C. Jeffrey	H	A	E	ID
<i>Piqueria pilosa</i> Kunth	H	P, A, MQ	E	
<i>Roldana angulifolia</i> (DC.) H. Rob. & Brettell	Ar	A, MQ		
<i>Roldana barba-johannis</i> (DC.) H. Rob. & Brettell	Ar	A, MQ		
<i>Sabazia humilis</i> (Kunth) Cass.	H	MQ	E	ID
<i>Senecio argutus</i> A. Rich.	Ar	P, A		
<i>Senecio callosus</i> Sch. Bip.	H	A		
<i>Senecio cinerarioides</i> Kunth	Ar	P, A, MQ	E	ID
<i>Senecio roseus</i> Klatt	Ar	P, A, MQ		ID
<i>Senecio toluccanus</i> DC.	H	A	E	ID
<i>Stevia incognita</i> Grashoff	H	MQ		
<i>Tagetes triradiata</i> Greenm.	H	MQ		ID
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	H	P, A, MQ		ID
<i>Verbesina oncophora</i> Rob. & Seaton	Ar	MQ		
BERBERIDACEAE				
<i>Berberis moranensis</i> Schult. & Schult. f.	A	P		ID
BETULACEAE				
<i>Alnus jorullensis</i> Kunth var. <i>jorullensis</i>	A	MQ		
BRASSICACEAE				
<i>Cardamine flaccida</i> Cham. & Schltldl.	R	A		
<i>Cardamine obliqua</i> Hochst. ex A. Rich.	H	A, MQ		ID
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	H	P		ID
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Hayek	R	A, MQ		ID
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	H	P		ID
BURSERACEAE				
<i>Monina ciliolata</i> DC.	Ar	A		ID
CAPRIFOLIACEAE				
<i>Sambucus nigra</i> L.	A	A		
<i>Symphoricarpos microphyllus</i> Kunth	Ar	P, A, MQ		

CARYOPHYLLACEAE				
<i>Arenaria bourgaei</i> Hemsl.	R	P		
<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex Schtdl.	R	P		ID
<i>Arenaria reptans</i> Hemsl.	R	P		ID
<i>Cerastium nutans</i> Raf.	H	P, A, MQ		ID
<i>Cerastium toluicense</i> D.A. Good.	R	P		
CRASSULACEAE				
<i>Sedum moranense</i> Kunth	H	P, A, MQ		ID
<i>Villadia misera</i> R.T. Clausen	H	A		
ERICACEAE				
<i>Arctostaphylos arguta</i> (Zucc.) DC.	Ar	A		ID
FAGACEAE				
<i>Quercus rugosa</i> Née	A	MQ		
GARRYACEAE				
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw. ex Benth.	A	A, MQ		
GERANIACEAE				
<i>Geranium cruceroense</i> R. Kunth	H	P	E	
<i>Geranium potentillaefolium</i> DC.	H	P, A, MQ		ID
<i>Geranium seemannii</i> Peyr.	H	P, A, MQ		ID
GROSSULARIACEAE				
<i>Ribes ciliatum</i> Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.	Ar	P, A, MQ		ID
HYDROPHYLLACEAE				
<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng.	R	P, A		ID
LAMIACEAE				
<i>Cunila lythrifolia</i> Benth.	H	A		
<i>Prunella vulgaris</i> L.	H	P		
<i>Salvia elegans</i> Vahl	H	A, MQ	E	
<i>Salvia fulgens</i> Cav.	H	MQ	E	
<i>Salvia gesneraeflora</i> Lindl.	Ar	MQ		ID

<i>Salvia mexicana</i> L. var. <i>minor</i> Benth.	Ar	A, MQ	E	ID
<i>Salvia microphylla</i> Kunth var. <i>neurepia</i> (Fernald) Epling	Ar	A		
<i>Salvia polystachia</i> Cav.	H	MQ		ID
<i>Stachys coccinea</i> Ortega	H	MQ		ID
LEGUMINOSAE				
<i>Acacia melanoxydon</i> R. Br.	A	MQ		
<i>Lupinus glabratus</i> J. Agardh.	H	P, A, MQ	E	ID
<i>Trifolium repens</i> L.	H	P, A, MQ		ID
LOGANIACEAE				
<i>Buddleia cordata</i> Kunth	A	A, MQ		ID
<i>Buddleia parviflora</i> Kunth	Ar	A, MQ		ID
LORANTHACEAE				
<i>Arceuthobium vaginatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) J. Presl				ID
	P	P, A		
<i>Phoradendron velutinum</i> (DC.) Oliv.	P	MQ		ID
LYTHRACEAE				
<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.	H	MQ		ID
OLEACEAE				
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh	A	MQ		
ONAGRACEAE				
<i>Fuchsia microphylla</i> Kunth	Ar	A		
OXALIDACEAE				
<i>Oxalis alpina</i> (Rose) Rose ex R. Knuth	R	P, A, MQ		ID
PIPERACEAE				
<i>Peperomia campylotrapa</i> Hill.	R	A		ID
PLANTAGINACEAE				
<i>Plantago australis</i> Lam.	H	P, A, MQ		ID
<i>Plantago nivea</i> Kunth	H	P		ID

POLYGALACEAE

<i>Rumex crispus</i> L.	H	MQ		ID
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	H	A, MQ		ID
<i>Rumex pulcher</i> L. subsp. <i>pulcher</i>	H	A, MQ		ID

PRIMULACEAE

<i>Anagallis arvensis</i> Hyl. f. <i>azurea</i>	H	P		
---	---	---	--	--

RANUNCULACEAE

<i>Ranunculus praemosus</i> Kunth ex DC.	H	P		
--	---	---	--	--

ROSACEAE

<i>Acaena elongata</i> L.	Ar	P, A, MQ		ID
<i>Alchemilla pectinata</i> Kunth	R	A		
<i>Alchemilla procumbens</i> Rose	H	MQ		ID
<i>Alchemilla vulcanica</i> Schldtl. & Cham.	H	A, MQ		ID
<i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sessé ex DC.	A	MQ		
<i>Duchesnea indica</i> (Andrews) Focke	H	MQ		
<i>Fragaria mexicana</i> Schldtl.	R	A, MQ	E	
<i>Potentilla candicans</i> Humb. & Bonpl. ex Nestl.	R	P	E	ID
<i>Potentilla ranunculoides</i> Kunth	H	P		ID
<i>Potentilla rubra</i> Willd. ex Schldtl.	R	P	E	
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	A	A, MQ		
<i>Rosa canina</i> L.	Ar	MQ		
<i>Rubus liebmannii</i> Focke	Ar	A, MQ	E	ID
<i>Rubus pumilus</i> Focke	H	A	E	

RUBIACEAE

<i>Galium mexicanum</i> Kunth. var. <i>mexicanum</i>	H	MQ		ID
<i>Sherardia arvensis</i> L.	R	MQ		

SAXIFRAGACEAE

<i>Heuchera orizabensis</i> Hemsl.	H	A	E	
------------------------------------	---	---	---	--

SCROPHULARIACEAE

<i>Mimulus glabratus</i> Kunth	H	P		
<i>Penstemon gentianoides</i> (Kunth) Poir.	H	P		ID

<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex L. F.) O. Kuntze	R	P, A		
<i>Veronica arvensis</i> L.	H	MQ		
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	R	P, A, MQ		
SOLANACEAE				
<i>Cestrum anagiris</i> (Dunal) C.	Ar	MQ		
<i>Cestrum fulvences</i> Fern.	H	MQ		
<i>Cestrum thyrsoides</i> H. B. K.	H	A, MQ	E	ID
<i>Solanum cervantesii</i> Lag.	Ar	A, MQ		ID
<i>Solanum demissum</i> Lindl.	H	A		
UMBELLIFERAE				
<i>Arracacia atropurpurea</i> (Lehm.) Benth. & Hook.	H	A	E	ID
<i>Arracacia toluensis</i> (Kunth.) Hemsl.	H	A		ID
<i>Eryngium carlinae</i> F. Delaroche	R	P, A		
VALERIANACEAE				
<i>Valeriana clematitis</i> Kunth	H	A		
CLASE LILIOPSIDA				
JUNCACEAE				
<i>Juncus ebracteatus</i> Liebm.	H	P		ID
POACEAE				
<i>Brachypodium mexicanum</i> (Roem. & Schult) Link.	H	MQ		ID
<i>Calamagrostis toluensis</i> (Kunth) Trin.	H	P		
<i>Chloris virgata</i> Sw.	H	P		
<i>Deschampsia elongata</i> (Hook.) Munro.	H	P		ID
<i>Festuca toluensis</i> Kunth.	H	P		
<i>Muhlenbergia macroura</i> (Kunth) Hitch.	H	P		ID
<i>Poa annua</i> L.	R	A, MQ		ID
<i>Trisetum virletii</i> Fourn.	H	A	E	
SMILACEAE				
<i>Smilax moranensis</i> Mart & Gal.	H	A, MQ	E	

ANEXOIV. Especies arbóreas potenciales para estrategias de restauración en la vegetación ribereña del río Magdalena, D.F.

ASPECTOS GENERALES					
Nombre común	Aile				
Nombre científico	<i>Alnus jorullensis</i> Kunth var. <i>jorullensis</i>				
Origen	México	Familia	Betulaceae		
Follaje	Medio	Floración	Nov-may		
CARACTERISTICAS FÍSICAS					
Altura	6-20 m		Cobertura de copa	Mas de 7 m	
Diámetro de fuste	0.2-1.8 m	Flor	2-4 cm largo	Fruto	Conos
ECOLOGIA					
Clima	Requiere sol directo o media sombra. Se adapta a climas semicálidos a semihúmedos. Tolera heladas ligeras y es susceptible a sequías.				
	Temperatura	12-16°C	Precipitación (anual)	1000 mm	
Suelo	Crece en terrenos arcillosos, húmedos y con mucha materia orgánica. Es tolerante a suelos inundados pero sensible a suelos con mucho contenido de sales.				
Plagas	Especie	Síntomas		Prevención	
	Araña roja (<i>Eotetranychus carpini</i>)	Puntuaciones en las hojas causando su caída		Aplicación de caldo sulfocálcico	
OTRAS CARACTERÍSTICAS					
Es una especie con crecimiento de moderado a rápido y de raíces agresivas por lo que no se recomienda su plantación cerca de algún tipo de infraestructura. No resiste las podas pero es tolerante a la contaminación. Es una especie fijadora de nitrógeno					
Comunidad vegetal en la CRM para su plantación	Bosque mixto y de <i>Quercus</i>				

ASPECTOS GENERALES						
Nombre común	Capulín					
Nombre científico	<i>Prunus serótina</i> Ehrh					
Origen	México	Familia	Rosaceae			
Follaje	Denso	Floración	Mar-may			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS						
Altura	5-15 m		Cobertura de copa	6 a 9 m		
Diámetro de fuste	0.3 a 1.8 m	Flor	Blanca pequeña	Fruto	Rojo a negro	
ECOLOGIA						
Clima	Requiere sol directo. Se adapta a climas templados. Tolera sequías y temperaturas bajas.					
	Temperatura	12-18°C		Precipitación (anual)	>600 mm	
Suelo	Crece en terrenos arcillosos, húmedos, profundos y con mucha materia orgánica. Es tolerante a suelos inundados y poco profundos con poca materia orgánica o muy pedregosos.					
Plagas	Especie	Síntomas		Prevención		
	-----	-----		-----		
OTRAS CARACTERÍSTICAS						
Es una especie con crecimiento de moderado a rápido y de raíces profundas pero poco agresivas. Tiene facilidad para rebrotar, una vez cortado. Sus frutos son comestibles y su floración es adecuada para la producción de miel.						
Comunidad vegetal en la CRM para su plantación			Bosque mixto y de <i>Quercus</i>			

ASPECTOS GENERALES					
Nombre común	Encino				
Nombre científico	<i>Quercus rugosa</i> Née				
Origen	México	Familia	Fagaceae		
Follaje	Medio a denso	Floración	Abr-jun		
CARACTERISTICAS FÍSICAS					
Altura	7-25 m		Cobertura de copa	6-10 m	
Diámetro de fuste	0.2-1.5 m	Flor		Fruto	Bellota café
ECOLOGIA					
Clima	Requiere exposición soleada y media sombra. Se adapta a climas templados y en ambientes húmedos a secos.				
	Temperatura	T (15°C)		Precipitación (anual)	1000 mm
Suelo	Crece en terrenos blandos y arcillosos. Es tolerante a suelos poco profundos y rocosos.				
Plagas	Especie	Síntomas		Prevención	
	<i>Curculio occidentalis</i>	Las larvas hacen túneles dentro de la semilla		-----	
OTRAS CARACTERÍSTICAS					
Es una especie de crecimiento lento y de raíces profundas y extendidas. Tiene facilidad para rebrotar, una vez cortado. Crece en suelos deteriorados por su alta resistencia a los cambios ambientales.					
Comunidad vegetal en la CRM para su plantación			Bosque mixto y de <i>Quercus</i>		

ASPECTOS GENERALES					
Nombre común	Encino				
Nombre científico	<i>Quercus laurina</i> Bonpl.				
Origen	México	Familia	Fagaceae		
Follaje	Medio a denso	Floración	Mar-abr		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS					
Altura	4-30 m		Cobertura de copa	8-12 m	
Diámetro de fuste	0.3-1.5 m	Flor	Alargadas	Fruto	Bellota castaño
ECOLOGIA					
Clima	Se adapta a climas templados y en ambientes húmedos a secos.				
	Temperatura	12-16°C		Precipitación (anual)	1000 mm
Suelo	Se desarrolla en suelos delgados y pedregosos, con contenidos moderados de cal, arcillosos y poca materia orgánica. No tolera suelos ensalitrados.				
Plagas	Especie	Síntomas		Prevención	
	-----	-----		-----	
OTRAS CARACTERÍSTICAS					
Tiene facilidad para rebrotar, una vez cortado. Crece en suelos deteriorados.					
Comunidad vegetal en la CRM para su plantación			Bosque mixto y de <i>Quercus</i>		

ASPECTOS GENERALES						
Nombre común	Tejocote					
Nombre científico	<i>Crataegus mexicana</i> DC.					
Origen	México	Familia	Rosaceae			
Follaje	Medio a denso	Floración	Mar-sep			
CARACTERISTICAS FÍSICAS						
Altura	4-10 m		Cobertura de copa	4-6 m		
Diámetro de fuste	0.3-0.4 m	Flor	Blanca	Fruto	Anaranjado	
ECOLOGIA						
Clima	Requiere sol directo pero tolera la sombra. Se adapta a climas semicálidos a templados y en ambientes subhúmedos a húmedos. Tolerancia a sequías prolongadas.					
	Temperatura	12-16°C	Precipitación (anual)	1000 mm		
Suelo	Le favorecen los suelos proporcionales en arcilla, arena y materia orgánica. Resiste suelos pedregosos o lavados por la lluvia, así como inundaciones cortas. No tolera los suelos calcáreos ya que provocan la muerte de las hojas.					
Plagas	Especie	Síntomas		Prevención		
	-----	-----		-----		
OTRAS CARACTERÍSTICAS						
Presenta un crecimiento moderado. Tiene raíces profundas y sensibles. Resiste fuertes vientos y tolera la contaminación atmosférica. Su fruto es comestible.						
Comunidad vegetal en la CRM para su plantación			Bosque mixto y de <i>Quercus</i>			

ASPECTOS GENERALES					
Nombre común	Ahuehuete				
Nombre científico	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.				
Origen	México	Familia	Taxodiaceae		
Follaje	Medio	Formación de conos	Sep-nov		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS					
Altura	30-40 m		Cobertura de copa	10-20 m	
Diámetro de fuste	0.8-6 m	Flor	Racimos y conos	Fruto	Esferas escamosas de color café
ECOLOGIA					
Clima	Requiere exposición soleada. Se adapta a climas semicálidos a templados y en ambientes subhúmedos.				
	Temperatura	T (15°C)	Precipitación (anual)	300-600 mm	
Suelo	Requiere terrenos inundables y lavados				
Plagas	Especie	Síntomas		Prevención	
	<i>Curculio occidentalis</i>	Las larvas hacen túneles dentro de la semilla		-----	
OTRAS CARACTERÍSTICAS					
Es una especie que se desarrolla cerca de cuerpos de agua, bordeando canales, ríos o presas. Su crecimiento es lento y tiene raíces extendidas y profundas. Es un árbol resistente a las corrientes de viento.					
Comunidad vegetal en la CRM para su plantación			Bosque mixto y de <i>Quercus</i>		

Anexo V. Especies indicadoras de deterioro ambiental de la vegetación ribereña del río Magdalena, D.F.



Acaena elongata L.



Ageratina glabrata (Kunth)
R. M. King & H. Rob.



Arceuthobium vaginatum
(Humb. & Bonpl. ex Willd.) J.
Presl



Baccharis conferta Kunth.



Phoradendron velutinum
(DC.) Oliv.



Rumex obtusifolius L.



Buddleia cordata Kunth.



Cestrum thyrsoideum H. B.
K.



Plantago australis Lam.

Anexo VI. Base de datos de levantamientos de vegetación ribereña del río Magdalena, D.F.

D	Lev.	Coord. W	Coord. N	Localidad	Altura	Tipo de Vegetación	Fisonomía	cobertura: cerrado(0), semicerrado(1), semiabierto(2), abierto(3)	Especies dominantes
5	3a	471417,290	2132249,510	Entre primero y segundo dinamo	2740	Bosquete de Cupressus	Semiabierto. Dosel dominado por Cupressus	3	Ageratina y gramíneas
6	3b	471417,290	2132249,510	Entre primero y segundo dinamo	2740	Bosque mixto	Abierto. Dosel dominado por <i>Alnus jorulluensis</i>	2	Gramíneas y Cupressus
11	6a	470764,150	2131788,450	Arriba del segundo dinamo	2670	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	Abierto dominado por <i>Acaena elongata</i>	3	<i>Alchemilla vulcanica</i> y <i>Acaena elongata</i>
12	6b	470764,150	2131788,450	Arriba del segundo dinamo	2670	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	Abierto dominado por especies arbustivas	3	Gramíneas, <i>Senecio</i> spp y <i>Salvia</i> spp
1	1a	470637,000	2131772,000	Arriba de 2° dinamo	2690	Bosquete de <i>Alnus</i>	Bosquete fluvial de <i>Alnus</i>	3	<i>Alnus jorulluensis</i> , Gramíneas y <i>Acaena elongata</i>
2	1b	470637,000	2131772,000	Arriba de 2° dinamo	2690	Bosquete de <i>Cupressus</i> y <i>Acacia</i>	Abierto. Dosel superior dominado por <i>Cupressus</i>	3	<i>Cupressus</i> y Gramíneas
17	10a	473529,160	2133764,220	Primer dinamo	2547	Bosque de <i>Alnus jorulluensis</i> y <i>Fraxinus udhlei</i>	Semiabierto dominado por <i>Alnus jorulluensis</i>	2	Gramíneas, <i>Salvia</i> , sp y gramíneas
18	10b	473529,160	2133764,220	Primer dinamo	2547	Bosque de <i>Quercus</i>	Semiabierto con gramíneas	2	<i>Quercus rugosa</i> y gramíneas
31	16a	471483	2132481	Invernadero (entre 1° y 2° dinamo)	2652	Bosque mixto	Semiabierto dominado por <i>Alnus</i> , <i>Buddleia</i> y <i>Crataegus</i>	2	<i>Alnus jorulluensis</i>
32	16b	471483	2132481	Invernadero (entre 1° y 2° dinamo)	2652	Bosque mixto	Semiabierto dominado por <i>Alnus</i> , <i>Buddleia</i> y <i>Crataegus</i>	2	<i>Buddleia cordata</i>
3	2a	470376,000	2131549,000	Tercer dinamo	2845	Bosquete de Cupressus	Bosque abierto con un solo Cupressus	3	<i>Acaena elongata</i> , Gramíneas
4	2b	470376,000	2131549,000	Tercer dinamo	2845	Bosquete de Cupressus y <i>Acacia</i>	Abierto. Dosel superior dominado por Cupressus	3	<i>Bacharis conferta</i> , Gramíneas
7	4a	469052,020	2129855,660	Arriba de cuarto dinamo	3099	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	Abierto con herbáceas y arbustivas dominantes	3	<i>Bacharis conferta</i> , Gramíneas
8	4b	469052,020	2129855,660	Arriba del cuarto dinamo	3110	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	Abierto dominado por <i>Bacharis conferta</i>	3	<i>Bacharis conferta</i> , <i>Acaena elongata</i>
9	5a	469287,820	2130283,910	Debajo del cuarto dinamo	3030	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	Abierto dominado por spp de <i>Senecio</i>	3	<i>Senecio</i> sp. y gramíneas

10	5b	469287,820	2130283,910	Debajo del cuarto dinamo	3035	Bosque de Abies religiosa	Abierto dominado por spp de Senecio	3	Baccharis conferta, Senecio angulifolius y Rubus sp.
13	8a	468121,070	2129255,860	Junto al truchero	3210	Bosque de Abies religiosa	Seniabierto con gramíneas en el estrato herbáceo	2	Plantago australis
14	8b	468121,070	2129255,860	Junto al truchero	3210	Bosque de Abies religiosa	Abierto dominado por A. Religiosa y Cupressus sp	3	Plantago australis
15	9a	468374,200	2129446,480	Abajo del Truchero	3195	Bosque de Abies religiosa	Abierto con gramíneas como dominantes	3	Senecio sp. y gramíneas
16	9b	468374,200	2129446,480	Abajo del Truchero	3195	Bosque de Abies religiosa	Abierto con gramíneas como dominantes	3	Plantago australis y Senecio sp.
19	11a	469548,000	2130752,000	Abajo del escarpe, Tercer dinamo	3005	Bosque de Abies religiosa	Abierto dominado por Abies y abajo por B. cordata	3	Gramíneas, Thuidium delicatulum y Smilax moranensis
20	11b	469548,000	2130752,000	Abajo del escarpe, Tercer dinamo	3005	Bosque de Abies religiosa	Abierto dominado por Abies y abajo por Prunus serotina	3	Agerattina patzcuarensis y Equisetum sp
21	7a	467238,000	2129062,000	Arriba del Truchero	3280	Bosque de pastizal-pino	Abierto dominado por Pinus hartwegii	3	Gramíneas, Bacharis
22	7b	467238,000	2129062,000	Arriba del Truchero	3280	Bosquete de Pinus hartwegii	Abierto dominado por Pinus hartwegii	3	Bacharis conferta, Acaena elongata y gramíneas
23	12a	465058	2127621	Cieneguillas	3530	Bosque de pino-pastizal	Abierto dominado por gramíneas	3	Gramíneas y Plantago
24	12b	465058	2127621	Cieneguillas	3530	Bosque de pino-pastizal	Abierto dominado por gramíneas	3	Gramíneas y Plantago
25	13a	466788	2128271	Debajo de Cieneguillas	3383	Bosque de pino-pastizal	Abierto dominado por gramíneas	3	Gramíneas, Plantago australis y Cirsium nivale
26	13b	466788	2128271	Debajo de Cieneguillas	3383	Bosque de pino-pastizal	Abierto dominado por gramíneas	3	Gramíneas, Plantago australis y Cirsium nivale
27	14a	466550	2127868	Presas de Gavión, debajo de Cieneguillas	3385	Bosque de pino-pastizal	Abierto dominado por gramíneas	3	Achillea millefolium, Cirsium nivale, Gramíneas
28	14b	466550	2127868	Presas de Gavión, debajo de Cieneguillas	3385	Bosque de pino-pastizal	Abierto dominado por gramíneas	3	Achillea millefolium, Cirsium nivale, Gramíneas
29	15a	464662	2129195	Cieneguillas	3500	Bosque de pino-pastizal	Abierto, dominado por gramíneas	3	Festuca sp, Pinus hartwegii
30	15b	464662	2129195	Cieneguillas	3500	Bosque de pino-pastizal	Abierto, dominado por gramíneas	3	Festuca sp, Pinus hartwegii