



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**EL PAPEL DE LAS ESPECIES INVASORAS EN LA
ESTRUCTURA HERBÁCEA DEL BOSQUE DE
Quercus rugosa, EN LA CUENCA DEL RÍO
MAGDALENA, D.F.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

CECILIA CASTRO GUTIÉRREZ



**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. SILVIA CASTILLO AGÜERO**

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

- | | |
|---|--|
| 1. Datos del alumno
Apellido Paterno
Apellido materno
Nombre
Teléfono
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Carrera
Número de cuenta | 1. Datos del alumno
Castro
Gutiérrez
Cecilia
55368831
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
300034068 |
| 2. Datos del tutor
Grado
Apellido Paterno
Apellido materno
Nombre | 2. Datos del asesor
Dra.
Castillo
Argüero
Silvia |
| 3. Datos sinodal 1
Grado
Apellido Paterno
Apellido materno
Nombre | 3. Datos sinodal 1
Dra.
Mendoza
Ochoa
Ana Elena |
| 4. Datos sinodal 2
Grado
Apellido Paterno
Apellido materno
Nombre | 4. Datos sinodal 2
Dra.
Nieto de Pascual
Pola
Ma. Cecilia del Carmen |
| 5. Datos sinodal 3
Grado
Apellido Paterno
Apellido materno
Nombre | 5. Datos sinodal 3
M. en C.
Martínez
Orea
Yuriana |
| 6. Datos sinodal 4
Grado
Apellido Paterno
Apellido materno
Nombre | 6. Datos sinodal 4
Dr.
Zavala
Hurtado
José Alejandro |
| 7. Datos del trabajo escrito
Título

Número de páginas
Año | 7. Datos del trabajo escrito
El papel de las especies invasoras en la estructura herbácea del bosque de <i>Quercus rugosa</i> en la Cuenca del río Magdalena, México D.F.
82
2013 |



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
Secretaría General
División de Estudios Profesionales

Votos Aprobatorios

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
Director General
Dirección General de Administración Escolar
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

El papel de las especies invasoras en el estructura herbácea del bosque de Quercus rugosa, en la Cuenca del río Magdalena, D.F.

realizado por **Castro Gutiérrez Cecilia** con número de cuenta **3-0003406-8** quien ha decidido titularse mediante la opción de tesis en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario Dra. Ana Elena Mendoza Ochoa

Propietario Dra. María Cecilia del Carmen Nieto de Pascual Pola

Propietario Dra. Silvia Castillo Argüero
Tutora

Suplente M. en C. Yuriana Martínez Orea

Suplente Dr. José Alejandro Zavala Hurtado

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU "

Ciudad Universitaria, D. F., a 20 de agosto de 2012
EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

MAG/mdm

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PAPIIT-IN202210 “Determinación del grado de conservación del Bosque Templado de la Cuenca del Río Magdalena, D.F.”, y al proyecto PAPIME-PE204413 “Ecología de las malezas y especies introducidas en el bosque templado de la cuenca del río Magdalena” por la beca otorgada, la cual permitió la realización de esta tesis.

A los integrantes del jurado, a todos ellos, muchas gracias por su apoyo en la revisión y sus aportaciones que brindaron a este trabajo:

Dra. Ana Elena Mendoza Ochoa
Dra. Ma. Cecilia del Carmen Nieto de Pascual Pola
Dra. Silvia Castillo Argüero
M. en C. Yuriana Martínez Orea
Dr. José Alejandro Zavala Hurtado

Al Biól. Marco Antonio Romero Romero por su apoyo técnico en el desarrollo de la base de datos del presente trabajo.

Al M. en C. Oswaldo Núñez por el conocimiento brindado y la oportunidad que me dio al presentarme al grupo de Dinámica de Comunidades.

Al Geógrafo Pablo Aguilar por su apoyo con los mapas

A mis abuelos Carmen, Ermila, Pedro y Alfredo.

A toda mi familia por su cariño y alegría.

A Manuel Begue y Doña Elisa quienes siempre me han querido como una nieta.

A la Dra. Silvia Castillo quien siempre ha buscado la forma de apoyarme y aunque seguro te hice enojar más de una vez, nunca dejaste de impulsarme, gracias infinitas por ser además de maestra, amiga y familia.

A M. en C. Yuriana Martínez maestra, amiga y gran mujer, gracias por todo.

A Tonatiuh Chavira mi amigo y cómplice que siempre ha estado en las buenas y en las malas más.

A Paco (Malafacha) Álvarez Saldaña por haber dejado colores en mi vida

A Ricardo y mi tío Álvaro con quienes siempre estaré muy agradecida.

A M. Ángel Espinosa, gracias por compartir la dicha de vivir, del sencillo placer de andar en bici, con rutas multicolor, por los paisajes, los retos y siempre estar en movimiento. Gracias a tu familia y a ti por tanto apoyo y cariño.

A mis panas queridos, con los que he compartido momentos maravilloso, risas, consejos, carcajadas, tristezas y enojos, con quienes después de tantas anécdotas, se han convertido en parte importante de mi historia. De la familia, Fernanda, Georgina y Lupita Castro y Jimena Rodríguez. De las vueltas de la vida, Bere, Guido, Lorena, Erica, Daniela, Caro, Carlos (Lobo), Sara, Manu, Rafa, Eli, Memo, Karla, Areli, Fabiola y Andrés. Del tatami, Dafne, Richard, Pabs y Alex. De la chamba, Mónica, Ana Gaby, Diego, Neto, Tania, Diana y Pablito. Los quiero.

A Faustino por que la luna, los planetas y las estrellas no serían iguales sin ti. Gracias. *"...the iron in our blood, the carbon in our apple pies were made in the interiors of collapsing stars. We are made of starstuff."* - C. Sagan.

A Tobe y a Frida mis queridos hermanos perros, a Lia mi "*Tlacuacha*" que tanto adoro, Wallace, Baloo y Barbara quienes siempre me robaban las sonrisas.

A mis maestros de aula y tatami: Dr. Luis Delgado e Hilario Ávila. Porque sus conocimientos trascendieron en mi vida para ser mejor persona.

A todos aquéllos que me apoyaron en este trabajo: Ariel, Paulina, Carolina, Yared, Elisa, Faustino, Tonatiuh, Bismar, Rafa, Joel (por los "blexos"), Néstor, Diego, Christiane, Gaby, Ileana y por el invaluable apoyo de Yuriana y Nancy incansables biólogas de campo.

A los que conforman el grupo de Dinámica de comunidades y Ecología del Suelo por la sobremesa siempre tan amena, por el conocimiento que siempre va de lo particular a lo general, por la calidez que le dan al laboratorio.

DEDICATORIA

A Jaime y Cony, mis padres

Por su sabiduría.

Por ser ejemplo y fortaleza.

Por su confianza y amor incondicional.

Por ser guías y maestros.

Los amo

Al bosque...

Mis botas se clavan, buscan algo,
golpean para que abran,
pero la tierra calla.

Callará hasta que yo comience a ser
substancia muerta y viva, enredadera,
feroz tronco del árbol erizado
o copa temblorosa.

Calla la tierra para que no sepan
sus nombres diferentes,
ni su extendido idioma,
calla porque trabaja
recibiendo y naciendo.

Pablo Neruda.

Contenido

INTRODUCCIÓN	2
<i>Zonas templadas y bosque de Quercus spp.</i>	2
<i>Estructura del estrato herbáceo en un bosque de Quercus spp.</i>	6
<i>Papel de las especies invasoras en los ecosistemas</i>	9
JUSTIFICACIÓN	12
OBJETIVOS	13
<i>Objetivo general</i>	13
<i>Objetivos particulares</i>	13
HIPÓTESIS	13
MÉTODO	14
Área de estudio	14
Geología	15
Clima	17
Vegetación	17
Método de campo	18
Análisis de datos	23
<i>Parámetros de la vegetación</i>	23
Análisis de los parámetros ambientales	26
RESULTADOS	27
<i>Composición florística</i>	27
<i>Dominancia y abundancia de especies en el estrato herbáceo y arbustivo</i>	30
<i>Valor de importancia</i>	35
<i>Diversidad α</i>	37
<i>Similitud</i>	38
Factores abióticos	39
<i>Clasificación y ordenación</i>	40
DISCUSIÓN	45
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	55

Figuras

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES TEMPLADOS EN MÉXICO.....	3
FIGURA 2. BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA (CRM).....	4
FIGURA 3. PARQUE NACIONAL DE LOS DÍNAMOS.	6
FIGURA 4. REPRESENTANTES DE LA FAMILIA ASTERACEAE: <i>AGERATINA ENIXA</i> , <i>CIRSIMUM NIVALE</i> Y <i>ROLDANA BARBA-JOHANNIS</i> DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. DE LA CRM..	7
FIGURA 5. FACTORES ANTROPOGÉNICOS QUE AFECTAN AL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. DE LA CRM.....	8
FIGURA 6. ESPECIES CARACTERÍSTICAS DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP.: <i>STACHYS COCCÍNEA</i> Y <i>SOLANUM NIGRENS</i> . ESPECIES QUE SON MALEZAS NATIVAS: <i>SALVIA MEXICANA</i> Y <i>ACAENA ELONGATA</i>	9
FIGURA 7. A) <i>ASPLENIUM MONANTHES</i> (ESPECIE INTRODUCIDA DE ORIGEN PANTROPICAL). B) <i>HEDERA HELIX</i> (ESPECIE INTRODUCIDA DE ORIGEN COSMOPOLITA).....	10
FIGURA 8. MAPA DE LAS CUATRO UNIDADES AMBIENTALES (QU) UBICADAS DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO.	15
FIGURA 9. MAPA DE LAS CARACTERÍSTICAS OROGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	16
FIGURA 10. MAPA DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	18
FIGURA 11. MAPA QUE MUESTRA LAS CUATRO UNIDADES AMBIENTALES Y LAS PARCELAS QUE SE MUESTREARON EN CADA UNA.	19
FIGURA 12. DISEÑO DE LAS PARCELAS USADAS PARA EL MUESTREO DE LA ESTRUCTURA HERBÁCEA DE BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. DE LA CRM	20
FIGURA 13. DIAGRAMA DE FLUJO QUE RESUME EL MÉTODO DE CAMPO Y ANÁLISIS	22
FIGURA 14. NÚMERO DE FAMILIAS, DE GÉNEROS Y DE ESPECIES ENCONTRADAS EN LAS CUATRO UNIDADES AMBIENTALES DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. DE LA CRM.	28
FIGURA 15. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN LAS CUATRO UNIDADES AMBIENTALES ESTUDIADAS EN LA CRM	30
FIGURA 16. PRESENTA LA PROPORCIÓN DE LAS FORMAS DE CRECIMIENTO DE LOS ESTRATOS BAJO DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. DE LA CRM.	31
FIGURA 17. FORMAS DE CRECIMIENTO PRESENTES EN LAS CUATRO UNIDADES AMBIENTALES EN EL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. DE LA CRM.	32
FIGURA 18. PROPORCIÓN DE LAS ESPECIES MÁS ABUNDANTES EN LAS UNIDADES AMBIENTALES DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. DE LA CRM.	33
FIGURA 19. VALORES DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES EN EL ESTRATO HERBÁCEO DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA	35
FIGURA 20. ESPECIES CON VALORES DE IMPORTANCIA MÁS ALTOS EN LAS CUATRO UNIDADES AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA.	36
FIGURA 21. VALOR DE IMPORTANCIA PARA CADA UNA DE LAS PARCELAS DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA.....	37
FIGURA 22. DENDROGRAMA DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL SOTOBOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA. UNIDADES AMBIENTALES (QU) Y P (PARCELAS).	41
FIGURA 23. DIAGRAMA DE ORDENACIÓN DE LAS ESPECIES INTRODUCIDAS (ASTERISCO ROJO*), ESPECIES NATIVAS QUE SE COMPORTAN COMO MALEZAS (ASTERISCO VERDE*) Y LAS ESPECIES NATIVAS DE LAS PARCELAS DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> SPP. DE LA CRM Y SU RELACIÓN CON LOS FACTORES CLIMÁTICO.	43

Cuadros

CUADRO 1. LISTADO DE MALEZAS INTRODUCIDAS Y NATIVAS DEL ESTRATO HERBÁCEO DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS SPP.</i> DE LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA	28
CUADRO 2. VALORES DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES DE LAS CUATRO UNIDADES AMBIENTALES Y FORMAS DE CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES NATIVAS E INTRODUCIDAS QUE SE COMPORTAN COMO MALEZAS EN EL BOSQUE DE <i>QUERCUS SPP.</i> EN LA CRM. (LAS CIFRAS EN NEGRO REPRESENTAN LOS VI MÁS ALTOS).	33
CUADRO 3. VALORES DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WEINER (H') PARA EL SOTOBOSQUE DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS SPP.</i> DE LA CRM. SE MUESTRAN LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE T PARA LA COMPARACIÓN DE H' ENTRE LAS UNIDADES AMBIENTALES SEGÚN HUTCHESON (1970)	38
CUADRO 4. VALORES DEL ÍNDICE DE SIMILITUD POR UNIDADES AMBIENTALES, DONDE SE MUESTRA EN LA DIAGONAL DE ARRIBA LOS NÚMEROS ABSOLUTOS DE LAS ESPECIES QUE SE COMPARTEN ENTRE LAS UNIDADES AMBIENTALES Y EN LA DIAGONAL DE ABAJO SE MUESTRAN LAS PROPORCIONES DE LAS ESPECIES QUE SE COMPARTEN ENTRE LAS UNIDADES AMBIENTALES.	38
CUADRO 5. DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS SPP.</i> DE LA CRM.	39
CUADRO 6. ORDENACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES Y LAS PARCELAS DEL BOSQUE DE <i>QUERCUS SPP.</i> DE LA CRM.	44

Resumen

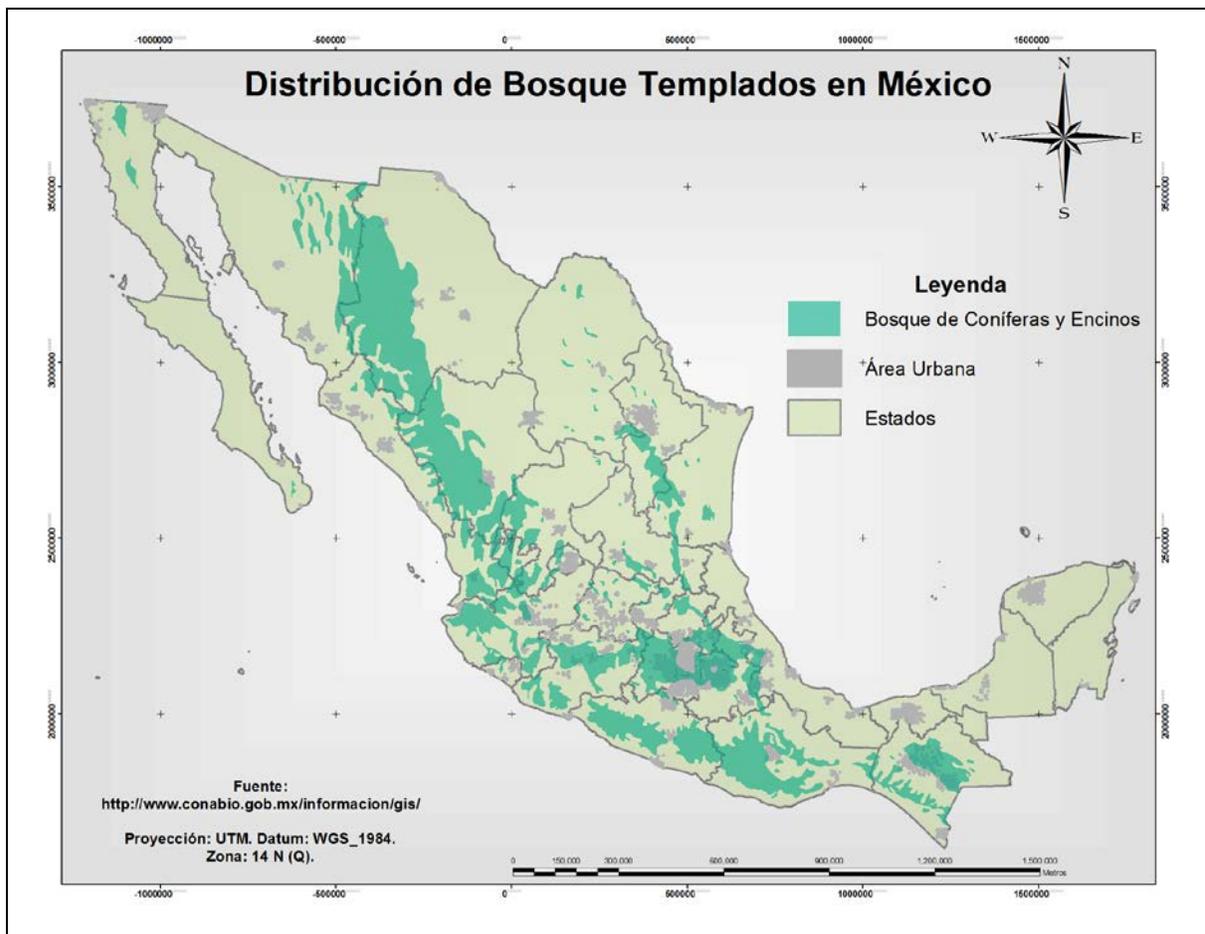
Este estudio describe la composición, estructura y diversidad del sotobosque del bosque de *Quercus* spp., a escala de unidad ambiental como de parcela. Se calculó el índice de valor de importancia de cada especie y se determinó la diversidad por unidad y por parcela, los cuales se relacionaron con algunos factores abióticos. Se identificaron 105 especies pertenecientes a 75 géneros y 42 familias; las familias predominantes fueron Asteraceae, Poaceae, Lamiaceae y Solanaceae. Las especies con mayor valor de importancia por unidad fueron *Solanum cervantesii* en la unidad 1, *Hedera helix* en la unidad 2, *Salvia mexicana* en la unidad 3 y *Solanum cervantesii* y *Asplenium monanthes* en la unidad 4. Se identificaron cinco especies introducidas, *Hedera helix*, *Asplenium monanthes*, *Cardamine hirsuta*, *Linum usitatissimum*, *Bromus catharticus* y 23 especies nativas que se comportan como malezas de las cuales destacan *Salvia mexicana* y *Acaena elongata* por sus valores de importancia altos. Se puede concluir que las unidades ambientales uno y tres presentan malezas nativas y especies características del bosque; la unidad cuatro es la más conservada con el mayor número de especies nativas de bosque templado porque está menos expuesta a presiones antropogénicas y la unidad dos es la más deteriorada, predominando *H. helix*. En sí las unidades mostraron ser muy heterogéneas con especies distribuidas ampliamente, lo que refleja las diversas combinaciones de variables ambientales en cada unidad en particular, donde las especies introducidas se asocian más al potasio.

Introducción

Zonas templadas y bosque de Quercus spp.

México y Centroamérica son regiones en las que existe una alta diversidad vegetal, en donde los patrones ambientales son determinantes de la distribución de las especies de flora (Cox y Moore, 2000). El hecho de que conjuntos de especies presenten respuestas similares ante la variación de un gradiente ambiental resulta muy importante en el proceso de evaluar su estado de conservación, lo que permite generar estrategias para el manejo del paisaje (Cox y Moore, 2000; Ricotta *et al.*, 2002).

Los bosques templados en México pertenecen a la región mesoamericana de montaña, conformados por elementos holárticos y neotropicales, de manera que, el estrato arbóreo que la compone, principalmente reúne especies holárticas, mientras que los componentes del estrato herbáceo, son predominantemente neotropicales, según Miranda y Sharp (1950). La flora es rica, con un dominio de herbáceas de los géneros *Salvia*, *Eupatorium*, *Stevia* y *Muhlenbergia*, por lo que estos bosques representan un importante centro de diversificación. Las zonas templadas se distribuyen en esencia, dentro de las provincias, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Serranías Meridionales y Serranías transistémicas, predominando el bosque de *Quercus spp.* en las provincias de la Sierra Madre Oriental y las Serranías Meridionales (Rzedowski, 1978) (Figura1).



Modificado de CONABIO

Figura 1. Distribución de los bosques templados en México.

Las zonas templadas subhúmedas del territorio mexicano cubren la mayor parte de las áreas montañosas, con una superficie de 3.3 millones de hectáreas, que representan 15% de la superficie del territorio nacional (Toledo y Ordóñez, 1998), donde predominan el bosque de *Pinus* spp., el bosque de *Abies* spp., el bosque mixto y el bosque de *Quercus* spp. (Challenger, 2003; Rzedowski, 1978).



Figura 2. Bosque de *Quercus* spp. de la Cuenca del Río Magdalena (CRM).

Los bosques de *Quercus* spp. tienen una compleja relación con los bosques de coníferas, ya que comparten afinidades ecológicas, por lo que los bosques mixtos de pino-encino son muy frecuentes en una extensa amplitud ecológica, cubriendo una superficie potencial de más de 16 millones de hectáreas (INEGI, 2005a) (Figura 2).

La flora vascular de los bosques de coníferas y de encinos representan el 25% del total de la flora vascular en México (Rzedowski, 1978). Los encinares se distribuyen en toda la República Mexicana, excepto en Yucatán y Quintana Roo, frecuentemente entre 1200 y 2800 m s.n.m. Las formas biológicas de crecimiento que conforman a los bosque son árboles, arbustos y herbáceas, que pueden ser trepadoras y rastreras, epífitas, parásitas y saprófitas (Rzedowski, 1978).

Los encinares reúnen una amplia variación florística y estructural por lo que son muy diversos (Kappelle, 2006); se distribuyen dentro de un extenso intervalo de condiciones biogeográficas y gran heterogeneidad ambiental que incluye la altitud, topografía, factores climáticos, edáficos, la orientación y la pendiente (Olvera-Vázquez *et al.*, 2012). Así, los encinares pueden desarrollarse sobre diversas clases de roca madre, tanto ígneas sedimentarias y metamórficas, así como en

suelos profundos de terrenos aluviales planos, con buen drenaje, o en suelos someros de terrenos poco rocosos e inclinados, incluso en pedregales.

Los climas que favorecen a esta comunidad forestal son el Cw (templado húmedo) de la clasificación de Köppen (1948). Sin embargo se presentan en una amplitud climática mayor (Cf, Cs, Cx, Af, Am, Aw y BS), con una precipitación media anual que varía de 600 a 1200 mm con temperaturas medias de 12 a 20° C. La temperatura cambia en función de la altitud, por lo que la pendiente, la altura relativa del macizo montañoso, la humedad y latitud actúan sobre la composición florística (Challenger y Soberón, 2008).

Este tipo de vegetación integra una gran diversidad de comunidades y está representada por 161 especies del género *Quercus* en México (Valencia, 2004), que incluyen desde encinares caducifolios y de corta estatura que forman bosques semiabierto en las áreas de transición con zonas de clima más seco y cálido, hasta encinares en zonas muy húmedas, densos, altos y perennifolios, en las áreas más lluviosas de las masas montañosas, así como todas las variantes entre estos dos extremos (Challenger y Soberón, 2008).

Los servicios ecosistémicos que proporcionan los bosques de *Quercus* spp. como la regulación del ciclo hidrológico, captura de carbono, evita la erosión del suelo y el desequilibrio ambiental son muy importantes (Rzedowski, 1978). Estos bosques son comunidades altamente aprovechables para la obtención de madera utilizada en la construcción y como combustible en forma de carbón vegetal. Están sujetas al cambio de uso de suelo para establecer cultivos de maíz, frijol, cebada, trigo y avena, árboles frutales como manzano, durazno y aguacate además de para actividades ganaderas (Challenger, 1998; Rzedowski, 1998).

Los encinares del Eje Volcánico Transversal por estar bien diversificados han sido motivo de muchos estudios relacionados con su estructura y composición florística. El bosque de *Quercus* spp. (Encino) en el que se enfoca este trabajo

está ubicado en la cuenca del río Magdalena (CRM); es un bosque templado y uno de los más diversos de la zona central de México. Está catalogada como Zona Protectora Forestal y se le ha denominada “Los Bosques de la Cañada de Contreras del Río Magdalena” (Los Dínamos, Figura 3) (Colín *et al*, 2002; Ávila-Akerberg, 2002).



Figura 3. Parque Nacional de los Dínamos.

Estructura del estrato herbáceo en un bosque de Quercus spp.

La estructura de la vegetación es el arreglo espacial de las especies y representa su distribución y estratificación, y está determinada por los factores abióticos y bióticos que conforman el ecosistema (Rzedowski, 1978). Algunas de las variables que definen la estructura y composición de una comunidad vegetal son la heterogeneidad lumínica la cual influye en los componentes vegetales del sotobosque y en su distribución. La heterogeneidad ambiental al interior del bosque tiene un efecto principalmente en la composición edáfica y físico-química como, la cantidad de nutrientes, factores importantes en el establecimiento de las especies dominantes (Contreras *et al.*, 2004; Santibáñez, 2009)



Figura 4. Representantes de la familia Asteraceae: *Ageratina enixa*, *Cirsium nivale* y *Roldana barba-johannis* del bosque de *Quercus* spp. de la CRM.

La composición florística y la riqueza de los encinares de México varía según la dinámica entre los factores ambientales, las perturbaciones y los procesos de regeneración de las poblaciones que los conforman (Hartshorn, 1980, 1990; Runkle, 1989, 1998). La flora en los encinares con climas húmedos es más rica en endemismos a nivel de especie, los que predominan en el estrato herbáceo, mientras que en los climas cálidos se invierte (Rzedowski, 1978). La familia Asteraceae está bien representada en regiones de clima frío y constituye del 15 al 20% de la flora (Challenger y Soberón, 2008) (Figura 4).

La estructura del bosque está influenciada por ciertos factores abióticos que generan marcados cambios en la composición de especies. La permanencia y supervivencia del estrato herbáceo se ve afectado por la heterogeneidad ambiental, por lo que la etapa sucesional y cobertura arbórea que conforman al bosque determinará la composición y estructura del sotobosque. Al existir apertura del dosel, habrá mayor germinación de semillas que crecerá rápidamente por el aumento de la luz y de la temperatura del suelo, favoreciendo así al sotobosque (Whitmore, 1978). La densidad de árboles se relaciona con la altitud, por lo que a menor altitud habrá menor densidad de árboles, presentando más claros que

permiten la colonización del suelo por el sotobosque, generando un incremento de la diversidad. Por otro lado, las perturbaciones provocan cambios ambientales en la composición y estructura de las comunidades que modifican la diversidad del sotobosque (Hartshorn 1978, 1980; Cornejo-Tenorio *et al.*, 2003) (Figura5).



Figura 5. Factores antropogénicos que afectan al bosque de *Quercus* spp. de la CRM.

La información que se tiene sobre los bosques de *Quercus* spp. en México no es suficiente, se requieren estudios detallados de composición y estructura de la vegetación asociada. La falta de soportes en la taxonomía, de las especies del estrato arbustivo y herbáceo del bosque, genera un sesgo en la información que permite evaluar la riqueza y dominancia de las especies y así conocer el estado de conservación del bosque. Este estudio describe la composición, estructura y diversidad de los estratos herbáceos y arbustivos del bosque de *Quercus* spp., a escala de unidad ambiental y de parcela (Figura 6).



Figura 6. Especies características del bosque de *Quercus* spp.: *Solanum nigrens* y *Stachys coccinea*. Especies que son malezas nativas: *Salvia mexicana* y *Acaena elongata*

Papel de las especies invasoras en los ecosistemas

Las especies nativas que están de manera natural en los bosques de *Quercus* spp. son el resultado de un largo proceso de adaptación a las condiciones ambientales existentes en las áreas colonizadas. Por otro lado los eventos antropogénicos, principalmente, han propiciado la entrada de especies introducidas (invasoras) que en su mayoría se comportan como invasiones

biológicas, las cuales se consideran como una de las causas principales de la pérdida de la biodiversidad a escala global, pues provocan un rápido reemplazo local y erradican algunas de las especies nativas, convirtiéndose en malezas (Callaway *et al.*, 1999; Lonsdale, 1999; Mack *et al.*, 2000; IUCN, 2000; Espinosa García, 2002), lo que ha causado daños ecológicos y socioeconómicos graves, ya que pueden llegar a afectar, desde niveles genéticos, hasta paisajísticos. La alteración de la estructura y función de los ecosistemas genera la pérdida de biodiversidad, así como cambios permanentes en el suelo, como su erosión y las alteraciones en la disponibilidad de nutrientes. Está bien estudiado que las especies introducidas se establecen en áreas con condiciones climáticas y edáficas adversas, ya que son adaptables con alta capacidad invasora, lo que las hace resistentes a ambientes poco favorables o distintos a los originales, siendo un factor importante para la colonización de estas especies que en general, tienen un impacto negativo sobre la regeneración y la dinámica del ecosistema (Valladares *et al.*, 2004; Capdevila-Argüelles, 2011). En su mayoría, las especies invasoras provienen de África, Asia y Europa que sobreviven a las barreras abióticas y bióticas en los nuevos ambientes naturales y pueden causar impactos ambientales severos (Villaseñor y Espinosa-García, 2004; CONABIO, 2010).



Figura 7. a) *Asplenium monanthes* (especie introducida de origen pantropical). b) *Hedera helix* (especie introducida de origen cosmopolita)

Las especies introducidas (invasoras) pueden ser arbustos leñosos heliófitos que invaden partes del bosque con poca densidad de dosel o fragmentación de sus rodales y, en su mayoría, con una gran eficiencia en su capacidad de dispersión y reproducción (Toledo, 2007). De esta forma, el estrato herbáceo se puede ver afectado, ya que, aunque no contribuye mucho a la biomasa del ecosistema, influye en la sucesión inicial de las plantas que ocuparán estratos mayores, por lo que al estar relacionado con el estrato herbáceo, la productividad y los nutrientes del suelo, pueden empobrecer la calidad del mismo (Villaseñor, 2004; Ávila-Akerberg, 2002) (Figura 7).

Las plantas introducidas se han convertido en un componente de la vegetación (Weber, 1997) y causan un impacto ecológico en el ambiente. La gran mayoría de los estudios sobre especies introducidas se enfocan en los aspectos ecológicos de las invasiones, evalúan sus interacciones y efectos en los distintos ecosistemas en los que se establecen, así como sus características fitológicas por las cuales tiene mayor éxito para desarrollar estrategias adaptativas (Vitousek *et al.*, 1996; Weber, 1997; Chacón y Saborío, 2006).

Villaseñor y Espinosa-García (2004) publicaron una lista de 618 especies exóticas presentes en el país, por lo que la proporción de dichas especies es de 2.7%, un valor bajo si se compara con la gran riqueza de especies nativas, la cual asciende a 22,968 especies (Van Devender *et al.*, 1997). Este listado nacional únicamente tiene registro de plantas exóticas (introducidas) en zonas perturbadas, ya que no existe evidencia de que hayan escapado a hábitats naturales. Las acciones realizadas hasta el momento son aisladas y están lejos de formarse sólidas estrategias nacionales en este ámbito (Sarukhán, 2008).

Justificación

Los encinares en México son comunidades altamente aprovechadas a nivel local para la obtención de madera y carbón vegetal. Presentan intensas tasas de cambio de uso de suelo, que por un lado ha provocado que la urbanización, la ganadería y la agricultura fragmenten el bosque. Esto ha propiciado la colonización de malezas y especies introducidas que modifican la estructura del sistema. La cuenca del río Magdalena es un área con gran heterogeneidad biótica y abiótica y es susceptible a un gran impacto de deterioro principalmente por la contaminación, la urbanización y el cambio del uso del suelo; sin embargo a pesar de que existen varios trabajos que han evaluado la estructura del bosque de *Quercus* spp. a nivel general no hay ningún trabajo a nivel de unidad ambiental que evalúe puntualmente el papel que juegan las especies características del bosque y la presencia de malezas e introducidas.

Por lo tanto, este trabajo busca evaluar los efectos de las especies introducidas y así determinar su relación con el estado de conservación, dinámica y regeneración del bosque de *Quercus* spp. Este estudio forma parte del proyecto “Determinación del grado de conservación de la cuenca del río Magdalena, México, D.F.” Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Grupo Dinámica de Comunidades. En este estudio se registró como bosque de *Quercus rugosa* ya que es la especie dominante, sin embargo los estudios de la estructura arbórea, han demostrado que hay más de una especie del género *Quercus* que esta dominando en el área de estudio, como es el caso de *Quercus laurina*, con valores altos de importancia, por lo que se le da la denominación de bosque de *Quercus* spp.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la estructura de la vegetación del sotobosque de las unidades ambientales del bosque de *Quercus spp.* y evaluar el papel de las especies introducidas a diferentes escalas.

Objetivos particulares

- Determinar la composición y estructura de la vegetación del sotobosque del bosque de *Quercus spp.*
- Determinar la diversidad del sotobosque entre las unidades ambientales del bosque de *Quercus spp.*
- Determinar el papel de las especies introducida a diferentes escalas a través de su valor de importancia.
- Generar una lista florística actualizada del sotobosque del bosque de *Quercus spp.*

Hipótesis

El bosque de *Quercus spp.* cuenta con una gran heterogeneidad ambiental, que se relaciona con factores microclimáticos por lo que la composición y la estructura del sotobosque será diferente entre unidades ambientales y entre parcelas.

La presencia y abundancia de especies introducidas se espera que presenten diferentes valores de importancia y la abundancia de estas especies sea diferente en cada unidad ambiental.

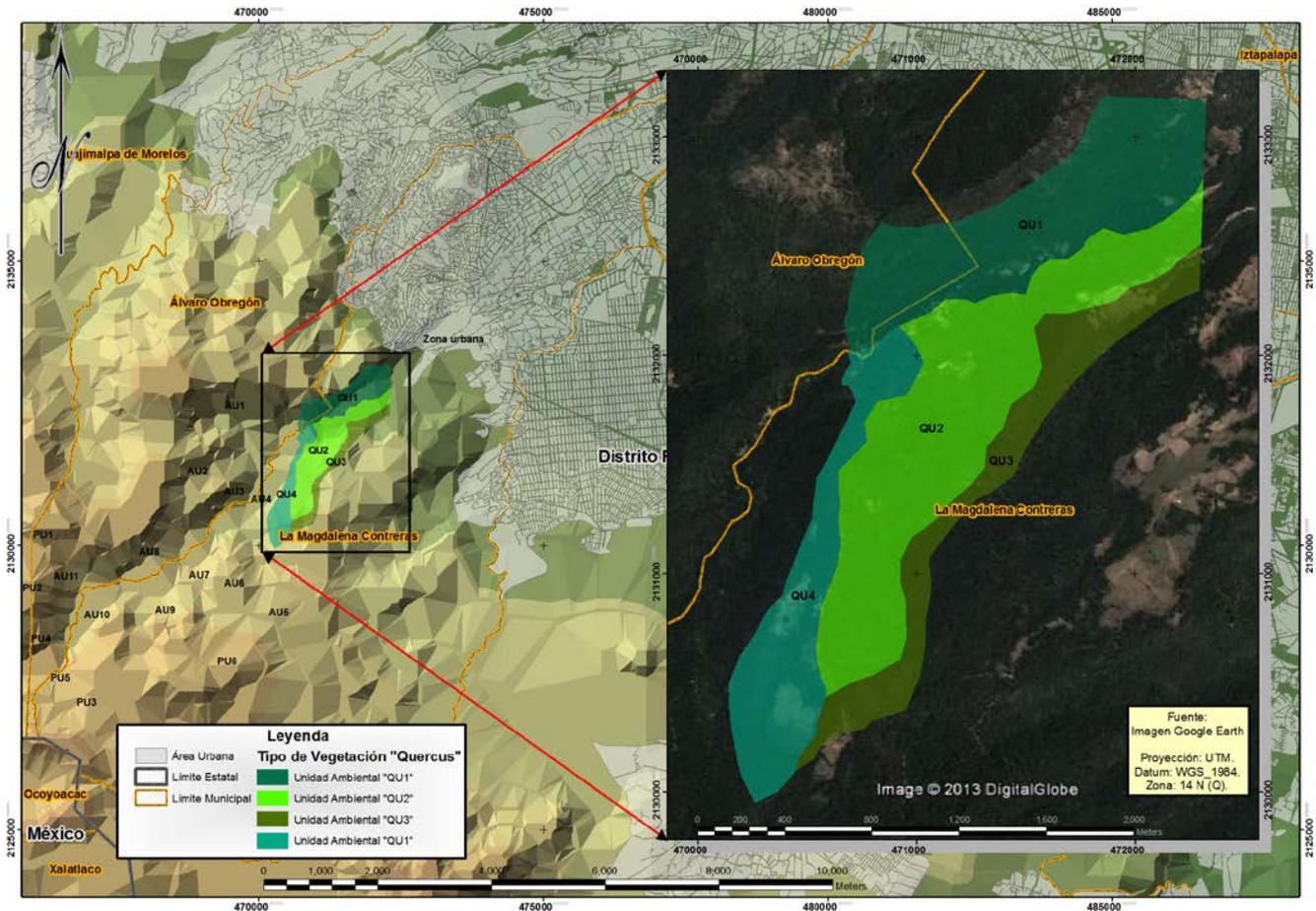
Método

Área de estudio

La cuenca del río Magdalena (CRM) forma parte importante del remanente de vegetación del bosque templado dentro de la Ciudad de México, y abarcando 3000 ha del suelo de conservación (Almeida-Leñero, 2007), está representada por el bosque de *Pinus hartwegii*, de *Abies religiosa* y bosque mixto y de *Quercus* spp. La CRM se ubica dentro de la Cuenca del Valle de México, entre los 19° 13' 53" y 19° 18' 12" N y 99° 14' 50" y 99° 20' 30" en la vertiente occidental de la Sierra de las Cruces y forma parte del Eje Neovolcánico Transmexicano. Se extiende sobre las delegaciones políticas de la Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa (Ávila-Akerberg, 2002). Posee un relieve montañoso que va de los 2,470 m s.n.m. al noroeste y los 3850 m s.n.m. al suroeste (Álvarez, 2000; Ontiveros, 1980).

Para el estudio del bosque de *Quercus* spp. se definieron cuatro unidades ambientales, las cuales son delimitadas para su estudio y conservación, lo que permitirá y facilitará definir las acciones y el manejo de los recursos naturales en estas unidades. Los criterios considerados para estructurar una unidad son aspectos ecológicos, geomorfológicos y morfogenéticos, además de sus características geométricas para poder determinar el clima, vegetación y tipos de suelo (SMA, 2008). De tal manera que las unidades son el sitio donde los componentes abióticos y bióticos forman un conjunto de interrelación e interdependencia (Barajas *et al.*, 2002) (Figura 8).

Localización de Unidades Ambientales



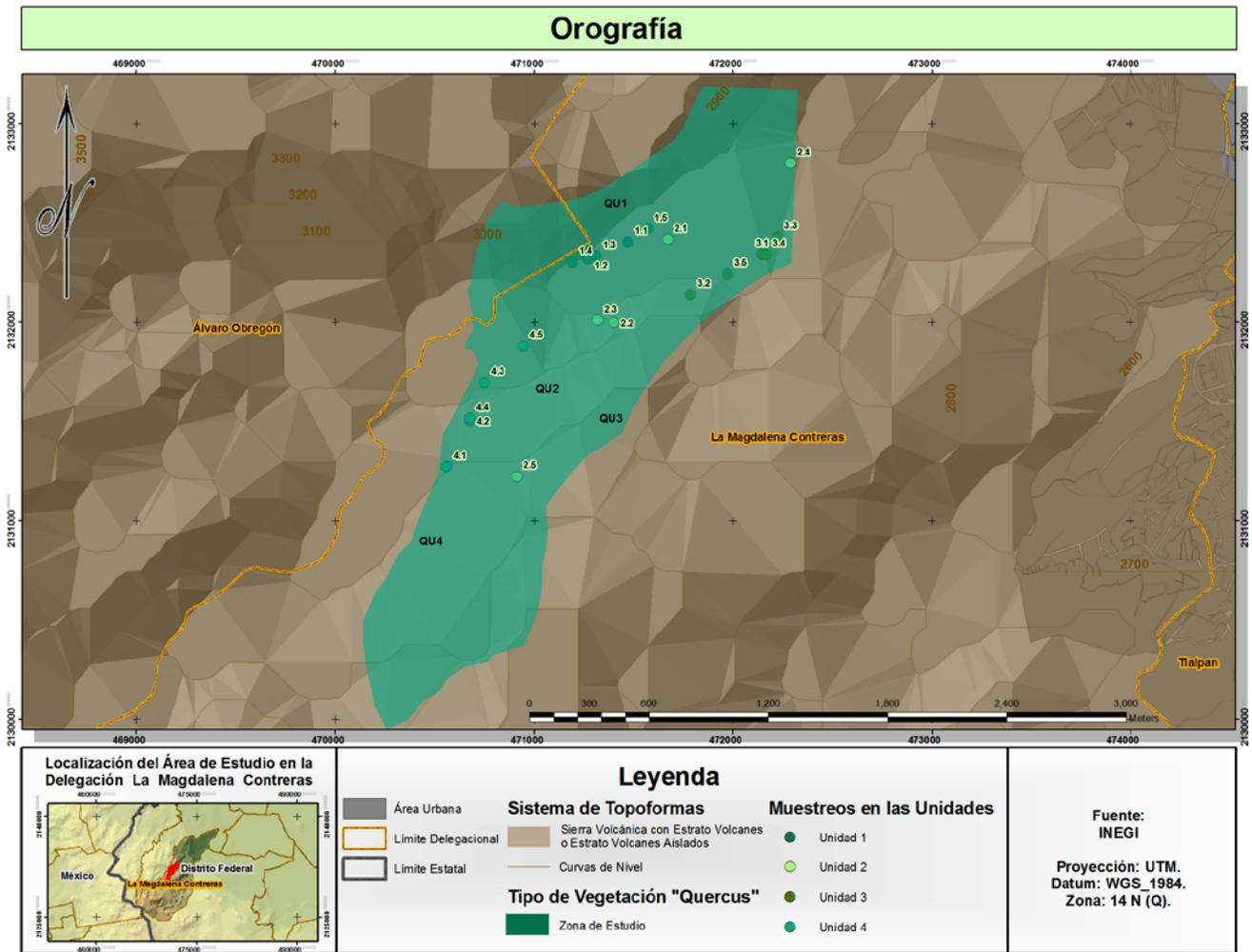
Modificado de INEGI

Figura 8. Mapa de las cuatro unidades ambientales (QU) ubicadas dentro del área de estudio.

Geología

La CRM posee una gran complejidad geológico-estructural, ya que se pueden encontrar rocas volcánicas asociadas con la Sierra de las Cruces, dada por la presencia al sur del cráter de San Miguel, así como las fallas con dirección noroeste suroeste, a lo largo del Volcán Tres Cruces, la Caldera Ocotlal y la Caldera Santa Rosa-Judío. Al noroeste se observa una reducción en la elevación topográfica, por la formación Tarango (Figura 9). Los suelos son principalmente

andosoles mólicos y ócricos y mezcla de litosoles, de textura franco arcilloso y arenoso (Jujnovsky, 2003).



Modificado de INEGI

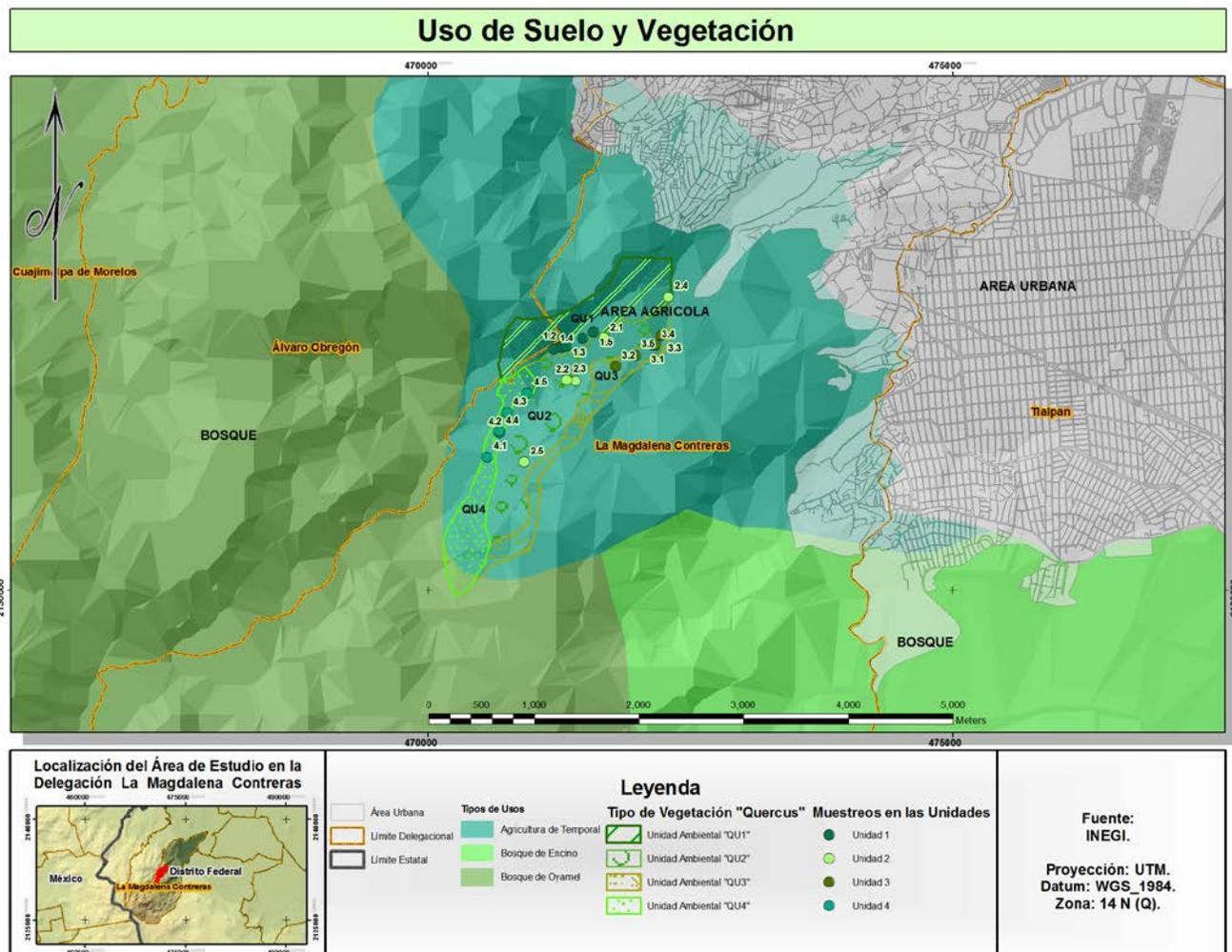
Figura 9. Mapa de las características orográficas del área de estudio.

Clima

El clima es el factor determinante de la distribución de la vegetación, ya que afecta a las plantas y los procesos del suelo, modificando la distribución de los seres vivos de la región (Rzedowsky, 1978). Los encinares son típicos de las regiones montañosas del país con un clima templado a frío y semihúmedo. El clima de la región se ve modificado por el marcado gradiente altitudinal. De esta manera, según la clasificación de García (1988), en la parte urbana y hasta los 3,500 m s.n.m. que abarca hasta el primer Dinamo, el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano C(w2)(w)b y en la parte más alta de los 2,900 a los 3,800 m s.n.m., es semifrío húmedo con abundantes lluvias (Olivera, 2009).

Vegetación

La vegetación forma parte de la provincia florística de las Serranías Meridionales dentro de la Región Mesoamericana de Montaña, con elementos holárticos y neotropicales (Rzedowski, 1978), lo que resulta en una amplia diversidad de vegetación. Predominan tres tipos de comunidades, representadas por el bosque de *Pinus hartwegii* localizado en la parte más alta (3,420 – 3,800 m s.n.m.); *Abies religiosa* en la parte media de la cuenca y que abarca aproximadamente 50% de la superficie (2,750 – 3,500 m s.n.m.) y bosque mixto y de *Quercus* spp. que están en la parte más baja de la cuenca, cercana a la zona urbana (2,620 – 3,370 m s.n.m.) (Figura 10).



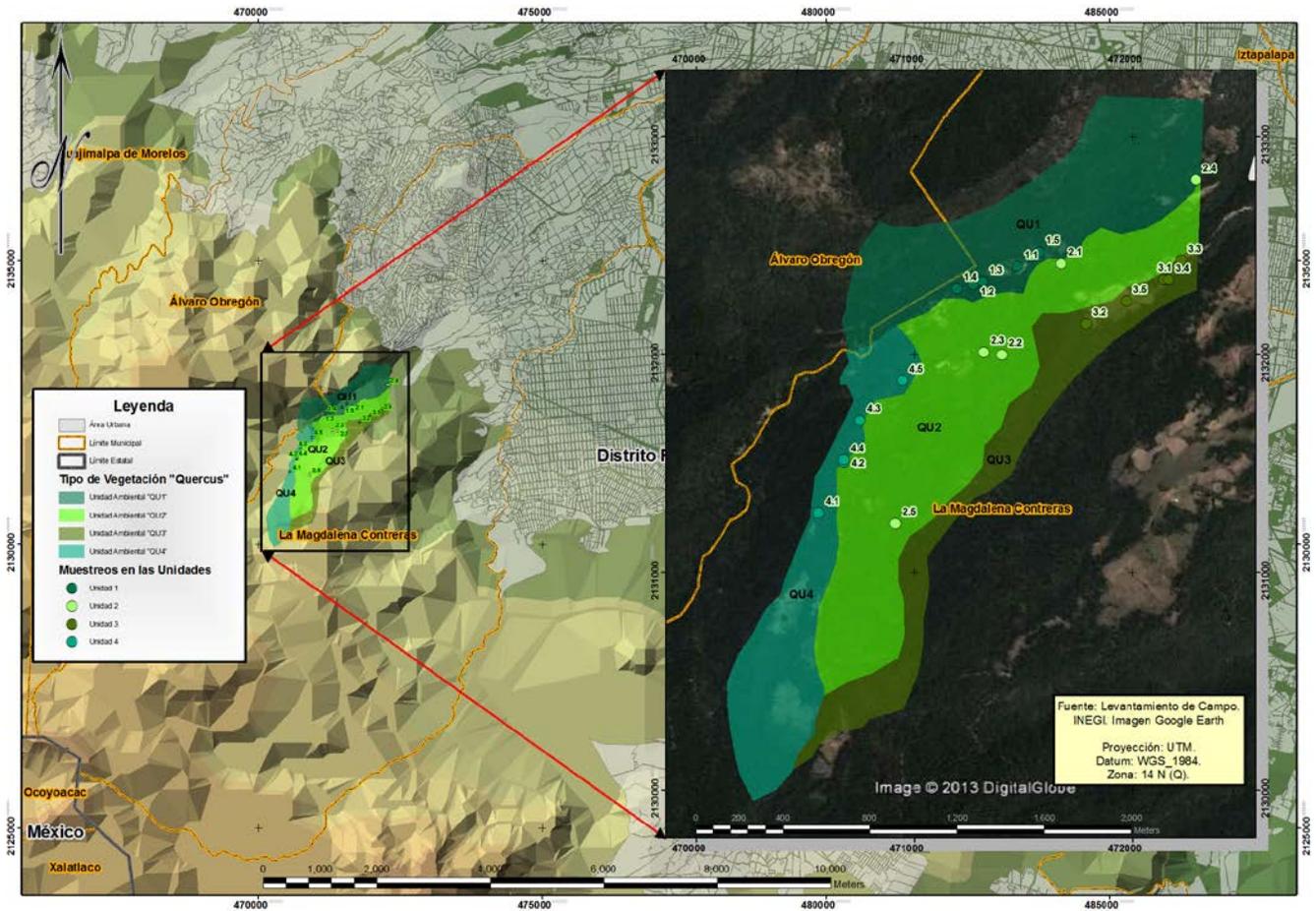
Modificado de INEGI

Figura 10. Mapa de los tipos de vegetación y uso de suelo en el área de estudio.

Método de campo

El muestreo se llevó a cabo de octubre de 2009 a febrero del 2011, dentro de las cuatro unidades ambientales delimitadas para el bosque de *Quercus* spp. (Santibáñez-Andrade, 2009), donde se establecieron 20 parcelas que se seleccionaron al azar, cinco para cada una de las unidades ambientales determinadas. Cada una de las parcelas se georreferenció y se ubicó dentro del mapa de la cuenca (Figura 11).

Localización de Puntos de Muestreo



Modificado de INEGI

Figura 11. Mapa que muestra las cuatro unidades ambientales y las parcelas que se muestrearon en cada una.

En cada una de las parcelas con un área de 25 x 25 m (625 m²) se trazaron cinco cuadros de 3 x 3 m (9 m²) cuatro en cada una de las esquinas de la parcela y uno en el centro de la misma (Figura 12)

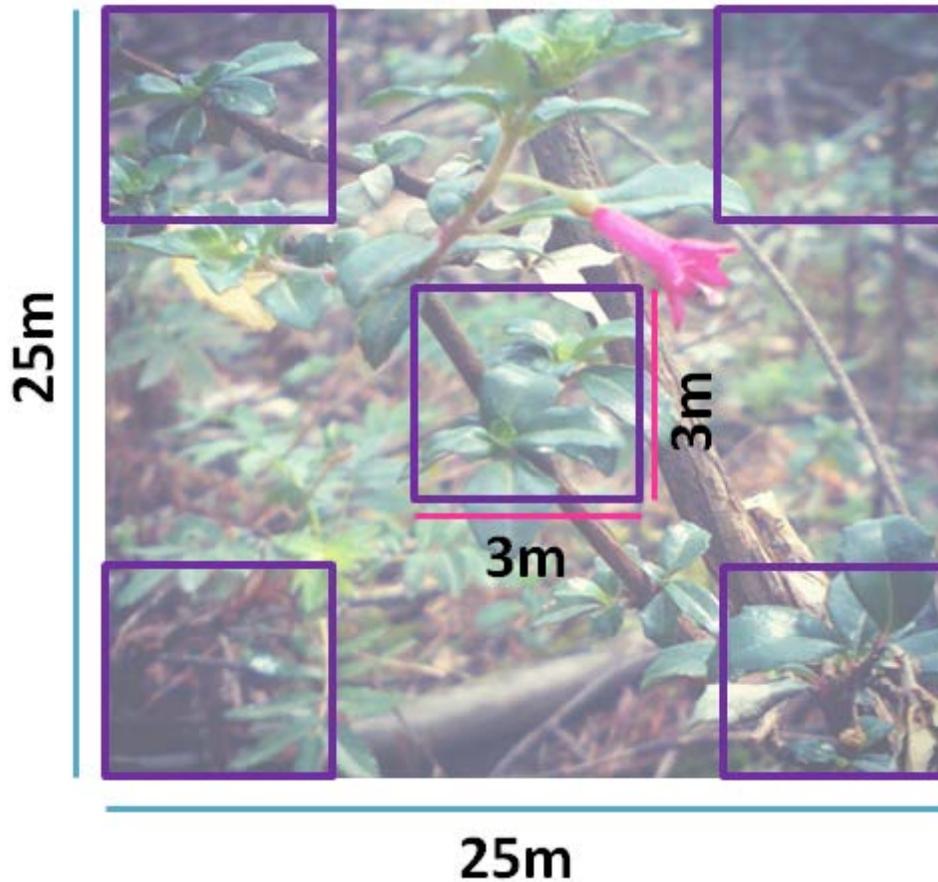


Figura 12. Diseño de las parcelas usadas para el muestreo de la estructura herbácea de bosque de *Quercus* spp. De la CRM

En cada uno de los cuadros delimitados, las variables de la vegetación del estrato herbáceo que se midieron fueron la altura y la cobertura de cada uno de los individuos por especie por medio de fluxómetros. Esta información se incorporó a la base de datos que se genera en el proyecto Determinación del estado de conservación de la cuenca del río Magdalena en el laboratorio de Dinámica de Comunidades con el objetivo de actualizar el listado e incorporar los atributos de cada una de las especies encontradas en este estudio como: forma de vida, forma de crecimiento, origen, distribución geográfica y estatus en México, con el fin de poder facilitar el manejo de la información y la determinación de la estructura. La identificación de las especies se llevó a cabo en el herbario de la Facultad de Ciencias (FACME) y las especies ya determinadas se incorporaron en un

microherbario del laboratorio de Dinámica de Comunidades de la Facultad de Ciencias UNAM. Una vez identificadas las especies, se buscaron en el listado perteneciente a CONABIO, tanto el de las Malezas de México, como el de especies invasoras para poder conocer cuáles son las especies características del bosque y las especies introducidas.

Los parámetros ambientales que se registraron en cada parcela fueron, la temperatura y la humedad por medio de medidores de temperatura y humedad ambientales (HOBO-data loggers). Por medio de un Termohidrómetro a nivel del suelo se obtuvo información de la temperatura y la humedad de cada cuadro de las parcelas. Estas variables eran registradas el día que se realizaba el muestreo, por lo general se trabajaba una parcela por día (Figura 13).

La intensidad lumínica se midió con un luxómetro (Fotómetro Li-COR LI 250A Light Meter) entre las 10 y las 11 del día. Se tomaron los datos de luz de cinco sitios al azar de cada cuadro de la parcelas, a los 0 y 1 m para conocer la variación lumínica de la zona de estudio.

Para el análisis físico-químico del suelo, se tomaron tres muestras de suelo a 10 cm de profundidad en cada cuadro de la parcela. El suelo colectado se analizó en el laboratorio de suelos del Colegio de Postgraduados de la Universidad de Chapingo; los datos obtenidos fueron el pH, porcentaje de materia orgánica, Nitrógeno, Fósforo y Potasio disponibles y carga eléctrica.

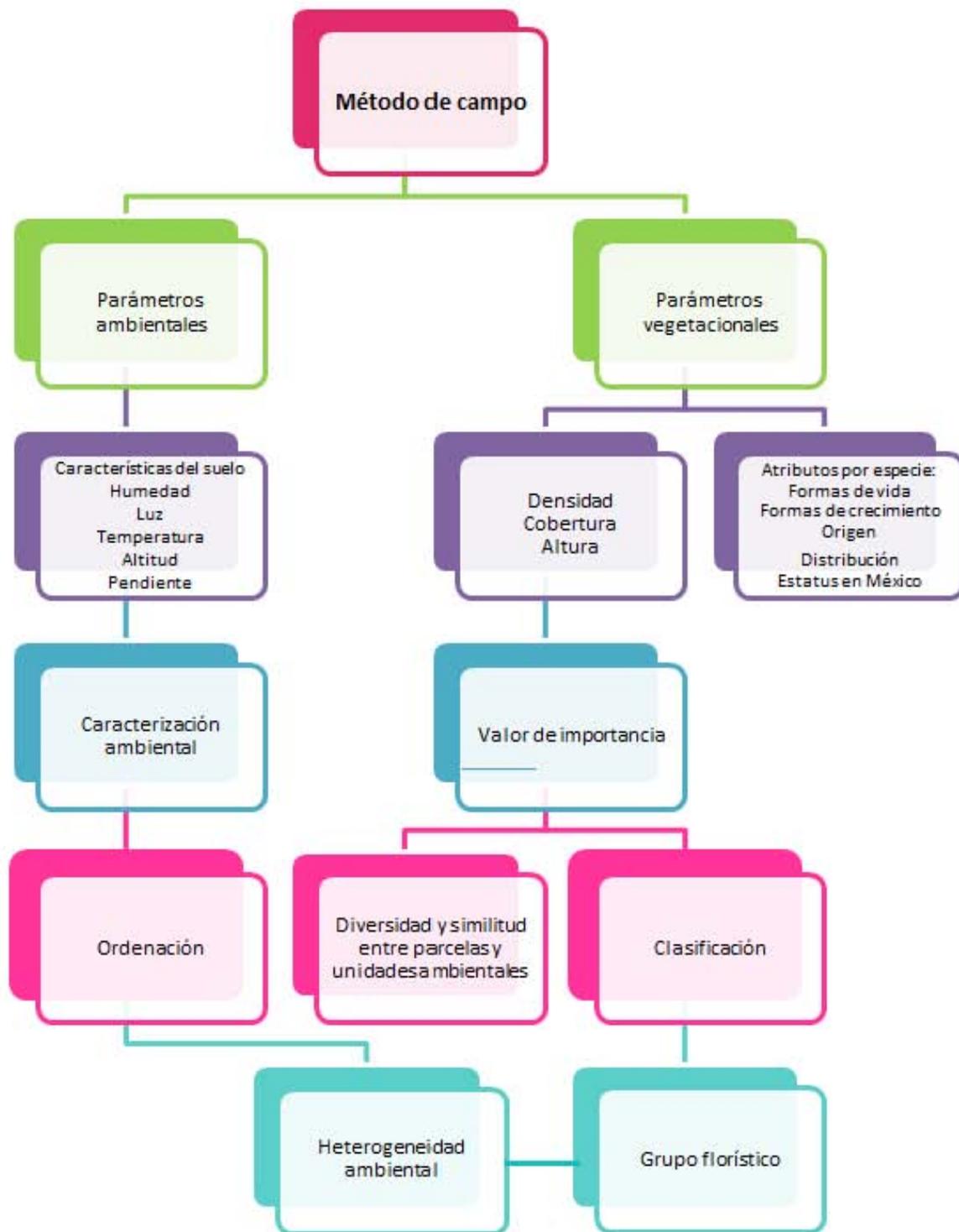


Figura 13. Diagrama de flujo que resume el método de campo y análisis

Análisis de datos

Parámetros de la vegetación

Las variables de la vegetación se calcularon con las siguientes fórmulas:

Cobertura. Es el área de terreno ocupada por la proyección de las partes aéreas de cada individuo (Müller-Dombois y Ellenberg, 1974).

$$C = \frac{(D1 + D2)^2 \pi}{4}$$

Dónde:

C= cobertura,

D1= diámetro mayor,

D2= diámetro menor perpendiculares entre si y

π = 3.1416.

Densidad relativa. Densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área (Krebs, 1978).

$$DR = \frac{\text{Número de individuos de cada especie}}{\text{Total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

Frecuencia relativa. La probabilidad de encontrar a cada una de las especies en cualquier cuadrante (Krebs, 1978).

$$FR = \frac{\text{Frecuencia por cada especie}}{\text{Suma de los valores de frecuencia todas las especies}} \times 100$$

Dominancia relativa. Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies del área. (Krebs, 1978)

$$DR = \frac{\text{Área basal de cada especie}}{\text{Área basal total de todas las especies}} \times 100$$

Índice de dominancia Berger-Parker (ID), se usa para conocer cuál es la especie dominante dentro del bosque de *Quercus* spp. (Magurran, 1988).

$$ID = \frac{N_{max}}{N} \times 100$$

Dónde:

N_{max} = número de individuos de la especie más dominante y

N = número total de especie presentes

Valor de importancia (VI), es la suma de la cobertura y la densidad relativa

$$VI = FR + DR + cobertura$$

El Índice de valor de importancia (IVI) se determinó para cada una de las especies a escala de parcela y a escala de unidad ambiental que define al índice estructural para jerarquizar y evaluar la importancia de cada especie dentro de la comunidad (Curtis & McIntosh, 1951).

$$\text{Proporcion del VI} = \left(\frac{VI \text{ especie } x}{300 (\text{variables ambientales})} \right) \times 100$$

La suma de la cobertura, densidad y frecuencia se divide entre el valor máximo de las variables estructurales que es 300 (Matteucci, 1982; Rocha *et al.*, 2011).

Diversidad Índice de Shannon-Weiner. Expresa la complejidad y el grado de organización de las comunidades que ocupan los lugares de muestreo. (Moreno, 2001; Magurran, 1988)

$$H' = \sum p_i \log p_i$$

Dónde:

Σ = la sumatoria de ($p_i \log p_i$)

P_i = es la proporción de individuos de la especie i ($P_i = n_i/n$, siendo n_i el número de individuos de la especie i y n el número total de individuos).

Similitud. Coeficiente de Sørensen, el cual se utiliza para medir cuán similares son una serie de comunidades en términos de composición de especies, utilizado para datos cualitativos de presencia/ausencia (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Moreno, 2001)

$$IS = \frac{2C}{A+B} * 100$$

Dónde:

A= Es el número de especies de una de las muestras,

B= Número de especies de la otra muestra y

C= Número de especies comunes en ambas muestras

Análisis Multivariados.

Para conocer las relaciones que existen entre las comunidades de especies del sotobosque de las diferentes unidades ambientales y parcelas, se aplicó una clasificación jerárquica por medio del Análisis de Especies Indicadoras de Dos Vías (TWINSPAN), por medio del programa PC-ORD 5.10 (McCuney Mefford, 2006). Este estudio tiene por objetivo agrupar entidades de acuerdo a las relaciones que tienen, por lo que se generó un dendrograma el cual muestra los grupos y las similitudes entre las especies (Zavala, 1986; Becker *et al.*, 1998). La ordenación se generó a través del Análisis Canónico (CCA), para conocer la heterogeneidad, y cómo se estructura la comunidad e identificar los gradientes ambientales que ejercen una influencia en las variables estructurales de las especies vegetales, por medio de la elaboración de dos matrices, una contiene los valores de importancia de las especies introducidas, las características del bosque y las malezas nativas y en la otra se tiene los valores promedio de las variables ambientales. Este análisis se llevó a cabo con el programa PC-ORD versión 2008 (Velázquez, 1994).

Análisis de los parámetros ambientales

Las variables ambientales que se midieron fueron la temperatura del suelo y la humedad relativa. Las variables edáficas evaluadas fueron: porcentaje de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), materia orgánica (MO) y carga eléctrica (CE) en suelo. Para estimar la heterogeneidad ambiental se calculó el coeficiente de variación de todos los parámetros para así comparar la variabilidad entre ellos. Se realizó una tabla con los valores mínimos y máximos, el promedio, desviación estándar y coeficiente de variación de cada variable ambiental del bosque de *Quercus* spp. de la CRM. El coeficiente de variación calcula la media y la desviación estándar de cada una de las variables ambientales (Santibáñez, 2009; Magurran, 1988), según la fórmula:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

Dónde:

CV= Coeficiente de variación

S= Varianza.

\bar{X} =Promedio de la variable

Las diferencias entre las variables ambientales de las unidades se obtuvieron por medio de los valores promedio de las variables y su coeficiente de variación.

Resultados

Composición florística

La composición del bosque está integrada por 105 especies, pertenecientes a 42 familias y 75 géneros (Figura 14). Las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae (28), Poaceae (9), Lamiaceae (8), Solanaceae (6); los géneros mejor representados fueron *Salvia* con seis especies, *Bromus* y *Trisetum* con tres especies cada uno. Se identificó un total de cinco especies introducidas pertenecientes a diferentes familias y un total de 23 especies nativas que se comportan como malezas (Cuadro 1) (Apéndice 1).

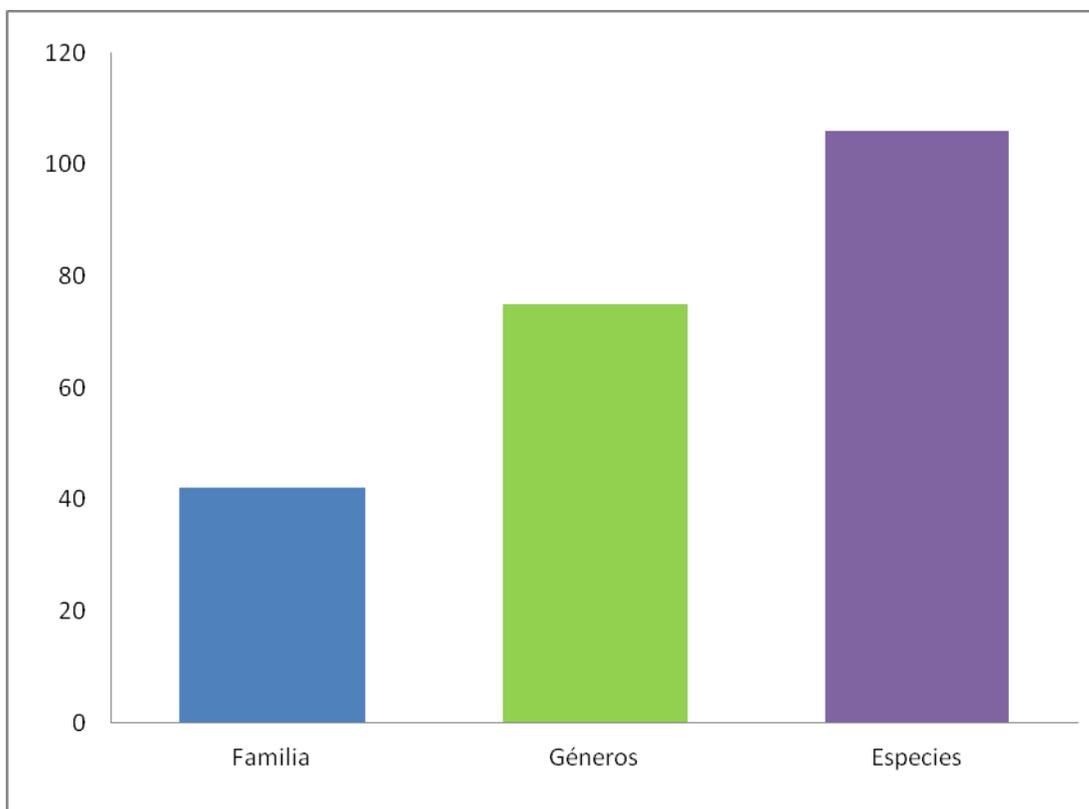


Figura 14. Número de familias, de géneros y de especies encontradas en las cuatro unidades ambientales del bosque de *Quercus* spp. de la CRM.

Cuadro 1. Listado de malezas introducidas y nativas del estrato herbáceo del bosque de *Quercus* spp. de la Cuenca del Río Magdalena

Familia	Género	Especie	Estatus migratorio en México
Amaranthaceae	<i>Iresine</i>	<i>diffusa</i>	Nativa
Araliaceae	<i>Hedera</i>	<i>helix</i>	Introducida
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i>	<i>monanthes</i>	Introducida
Asteraceae	<i>Archibaccharis</i>	<i>serratifolia</i>	Nativa
Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>odorata</i>	Nativa
Asteraceae	<i>Cosmos</i>	<i>bipinnatus</i>	Nativa
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>americanum</i>	Nativa
Asteraceae	<i>Melampodium</i>	<i>repens</i>	Nativa
Asteraceae	<i>Sigesbeckia</i>	<i>jorullensis</i>	Nativa
Brassicaceae	<i>Cardamine</i>	<i>hirsuta</i>	Introducida
Caryophyllaceae	<i>Arenaria</i>	<i>lanuginosa</i>	Nativa
Geraniaceae	<i>Geranium</i>	<i>seemanii</i>	Nativa
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia</i>	<i>platycarpa</i>	Nativa
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>mexicana</i>	Nativa
Lamiaceae	<i>Stachys</i>	<i>coccinea</i>	Nativa

Linaceae	<i>Linum</i>	<i>usitatissimum</i>	Introducida
Onagraceae	<i>Lopezia</i>	<i>racemosa</i> subsp. <i>racemosa</i>	Nativa
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>corniculata</i>	Nativa
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i>	<i>icosandra</i>	Nativa
Poaceae	<i>Stipa</i>	<i>ichu</i>	Nativa
Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>catharticus</i>	Introducida
Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>carinatus</i>	Nativa
Poaceae	<i>Trisetum</i>	<i>spicatum</i>	Nativa
Ranunculaceae	<i>Clematis</i>	<i>dioica</i>	Nativa
Rosaceae	<i>Acaena</i>	<i>elongata</i>	Nativa
Rosaceae	<i>Alchemilla</i>	<i>procumbens</i>	Nativa
Rubiaceae	<i>Galium</i>	<i>mexicanum</i>	Nativa
Solanaceae	<i>Physalis</i>	<i>chenopodifolia</i>	Nativa

La composición entre las unidades se encontró más o menos la misma, sin embargo la unidad **1** fue la más rica, presentando el mayor número de familias (31), géneros (45) y especies (56), siendo el componente herbáceo (65) predominante al arbustivo (32). La unidad **3** fue la más pobre en composición presentando un total de 23 familias, 40 géneros y 54 especies. (Figura 15)

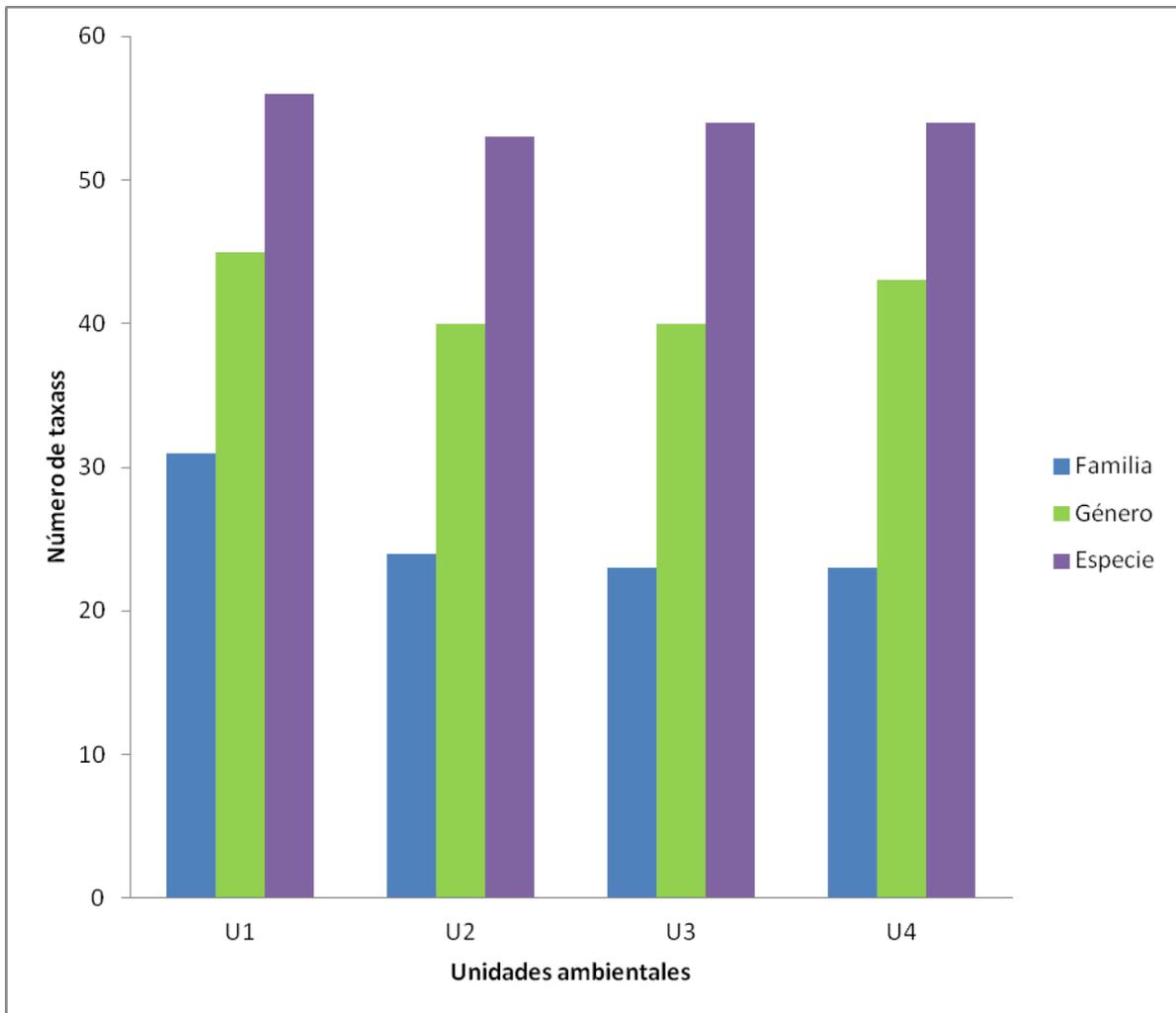


Figura 15. Composición florística en las cuatro unidades ambientales estudiadas en la CRM

Dominancia y abundancia de especies en el estrato herbáceo y arbustivo

Las especies que dominaron fueron las del estrato herbáceo con 62%, seguido del arbustivo 34% (Figura 16). Las especies con categoría de introducidas en el estrato herbáceo fueron *Linum usitatissimum*, *Cardamine hirsuta*, *Cardamine spp.* y *Asplenium monanthes*, mientras que en el estrato arbustivo predominó *Hedera helix*.

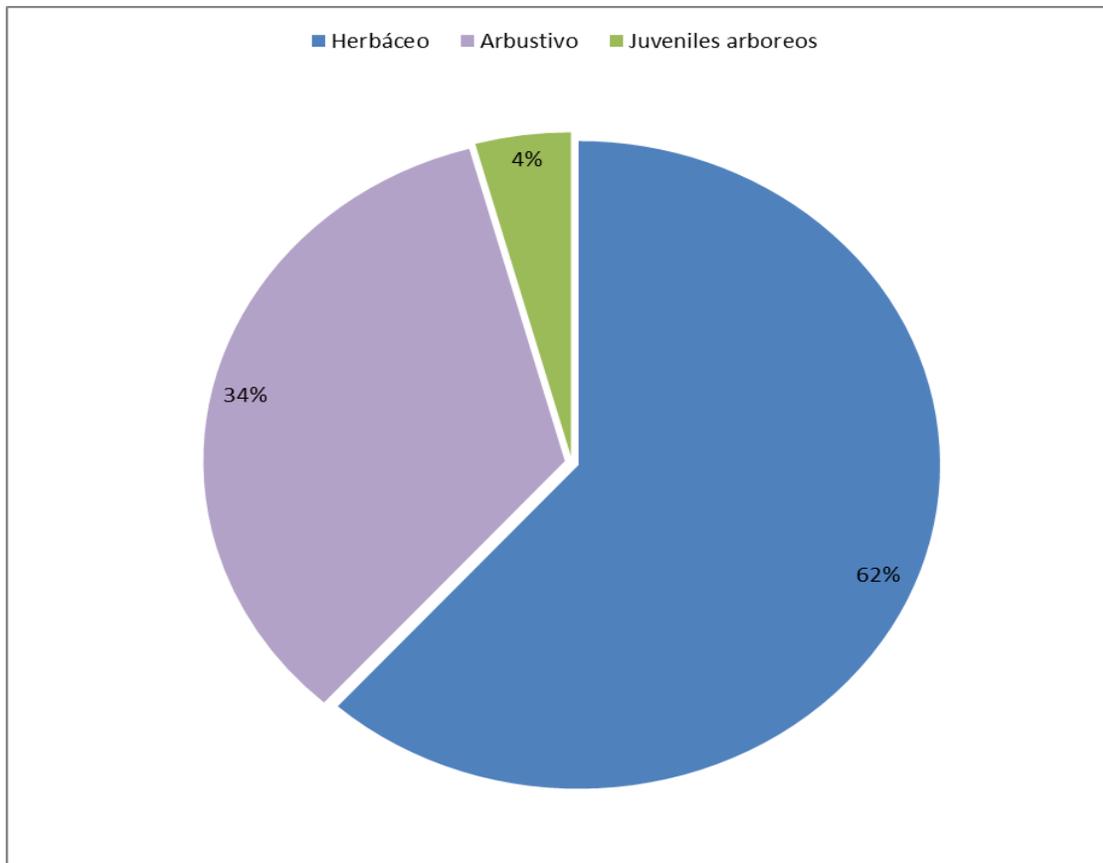


Figura 16. Presenta la proporción de las formas de crecimiento de los estratos bajo del bosque de *Quercus* spp. de la CRM.

La distribución de las formas de crecimiento a nivel de unidad ambiental se describe en la Figura 17 donde la unidad 1 reúne 38 especies de hierbas y un menor número de especies arbustivas (14). Los arbóreos juveniles tuvieron mayor presencia en las unidades 1 y 4 con especies como *Buddleja cordata*, *Garrya laurifolia*, *Fraxinus uhdei*, *Clethra mexicana* y *Fragaria mexicana*.

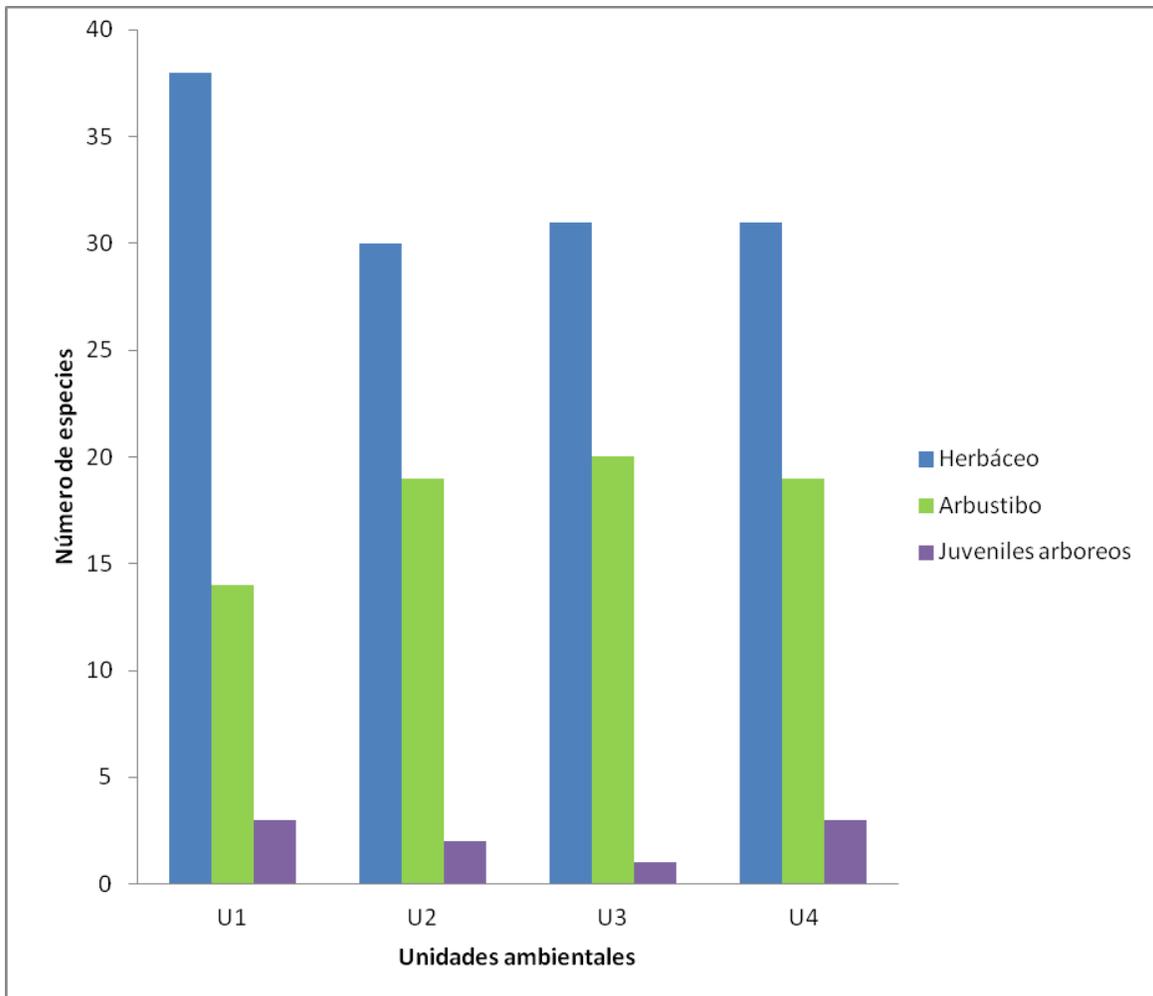


Figura 17. Formas de crecimiento presentes en las cuatro unidades ambientales en el bosque de *Quercus* spp. de la CRM.

La Figura 18 muestra que *Salvia mexicana* fue la especie con una mayor número de individuos en la unidad 1 (44), lo que equivale al 2.7% cabe resaltar que en esta unidad *Hedera helix*, especie introducida presenta 30 individuos, 1.845%. En la unidad 2 *A. monanthes* con 65 individuos (3.5%) fue la especie dominante, seguida de *H. helix* con 47 individuos (2.89%) y *A. elongata* con 37 (2.27%), lo que sugiere que la unidad presenta un alto grado de perturbación. En la unidad 3 *S. mexicana* fue la especie dominante con 38 individuos (2.33%) y *Malus pumilas* con 17 individuos (1.04%). En la unidad 4, los valores más altos de dominancia son para *A. monanthes* con 26 individuos (1.59%), seguida de *A. elongata* con 21 (1.29%) y *Bromus catharticus* con 17 (1.04%).

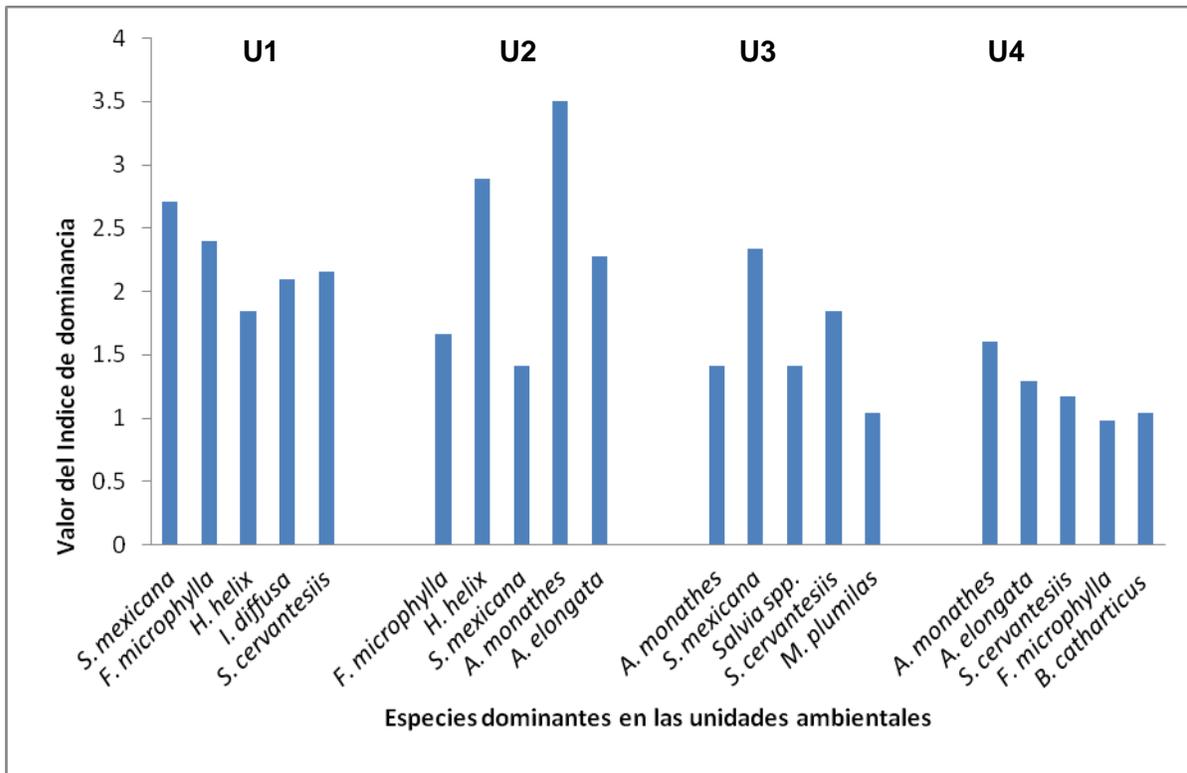


Figura 18. Proporción de las especies más abundantes en las unidades ambientales del bosque de *Quercus* spp. de la CRM.

La especie introducidas *A. monanthes* y *H. helix*, están presentes en las cuatro unidades ambientales, siendo dominantes en la unidad **2**; donde también predomina *A. elongata*, maleza nativa considerada indicadora de disturbio. Así mismo, *Iresine diffusa* se encontró en tres de las cuatro unidades, con mayor abundancia en la unidad **1**; *Salvia mexicana* también estuvo presente en las cuatro unidades, teniendo mayor índice de dominancia la unidad **2**; *Fuchsia microphylla* está en todas las unidades, siendo dominante en la unidad **1**. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores de importancia de las especies de las cuatro unidades ambientales y formas de crecimiento de las especies nativas e introducidas que se comportan como malezas en el bosque de *Quercus* spp. en la CRM. (Las cifras en negro representan los VI más altos).

Familia	Especie	Forma de crecimiento	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4	Estatus en México
Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	Arbusto	6.88	10.16	0.14	1.10	Introducida
Aspleniaceae	<i>Asplenium monanthes</i>	Hierba erecta	3.63	5.80	3.04	6.84	Introducida
Brassicaceae	<i>Cardamine hirsuta</i>	Hierba erecta	0.56	0.39			Introducida
Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i>	Hierba erecta				1.16	Introducida
Poaceae	<i>Bromus catharticus</i>	Hierba erecta	0.84	1.25	0.37	3.85	Introducida
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i>	Hierba erecta	6.34		0.37	0.26	Nativa
Asteraceae	<i>Archibaccharis serratifolia</i>	Arbusto			1.12		Nativa
Asteraceae	<i>Bidens odorata</i>	Hierba erecta	0.14			1.45	Nativa
Asteraceae	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Hierba erecta	0.10				Nativa
Asteraceae	<i>Gnaphalium americanum</i>	Hierba erecta	1.23		0.27		Nativa
Asteraceae	<i>Melampodium repens</i>	Hierba erecta		1.41			Nativa
Asteraceae	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	Hierba erecta	1.20	1.68	1.32	0.59	Nativa
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i>	Hierba erecta	0.38	1.23			Nativa
Geraniaceae	<i>Geranium seemanii</i>	Hierba erecta	0.10		0.13		Nativa
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia platycarpa</i>	Hierba erecta		0.40			Nativa
Lamiaceae	<i>Salvia mexicana</i>	Hierba erecta	9.02	5.02	8.26	2.30	Nativa
Lamiaceae	<i>Stachys coccinea</i>	Hierba erecta	1.97	0.33		0.62	Nativa
Onagraceae	<i>Lopezia racemosa subsp. racemosa</i>	Hierba erecta				0.40	Nativa
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	Hierba erecta		0.09			Nativa
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	Hierba erecta	0.28				Nativa
Poaceae	<i>Stipa ichu</i>	Hierba erecta				0.96	Nativa
Poaceae	<i>Trisetum spicatum</i>	Herbácea	0.73	2.35	1.63		Nativa
Poaceae	<i>Bromus carinatus</i>	Herbácea	2.16	3.02	2.24	2.41	Nativa
Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i>	Arbusto		0.26			Nativa
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i>	Arbusto		7.38		6.24	Nativa
Rosaceae	<i>Alchemilla procumbens</i>	Hierba erecta			1.75	1.88	Nativa
Rubiaceae	<i>Galium mexicanum</i>	Hierba erecta			1.08		Nativa
Solanaceae	<i>Physalis chenopodifolia</i>	Hierba erecta	0.48	0.14	0.26		Nativa

Valor de importancia

La Figura 19 muestra a las 14 especies que tuvieron los mayores valores de importancia a nivel de todo el bosque de *Quercus spp.* Se resaltar que nueve de las especies son características del bosque, de las cuales tres especies (*S. mexicana*, *A. elongata* y *B. carinatus*) son malezas nativas y solo *A. monanthes* y *H. helix* son malezas introducidas.

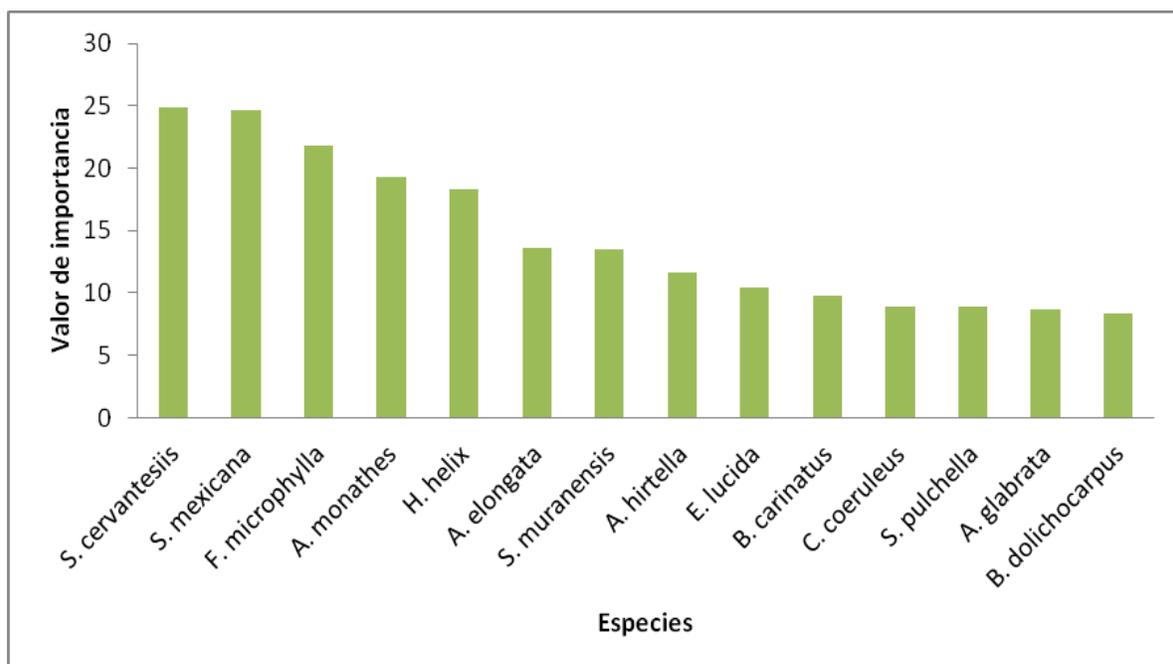


Figura 19. Valores de importancia de las especies en el estrato herbàceo de la Cuenca del Rò Magdalena

La Figura 20 también muestra a las especies con los valores de importancia altos, pero a nivel de unidad ambiental. Destaca que en la unidad 1 *S. cervantesii* tiene el valor más alto (10.71%) seguida de *S. mexicana*, con 9.01%. En la unidad 2 *H. helix* es la especie con el valor de importancia más alto (10.15%), seguida de *C. coeruleus* con 7.67%, *A. elongata* con 7.38% y *F. microphylla* con 5.97%. En la unidad 3 las especies con mayor valores de importancia son: *S. mexicana* con 8.26%, seguida de *Smilax muranensis* con 8.01%; y para la unidad 4 *S. cervantesii* con un 7.07%, *A. monanthes*, 6.83%, y *A. elongata* 6.24%. (Apéndice 4)

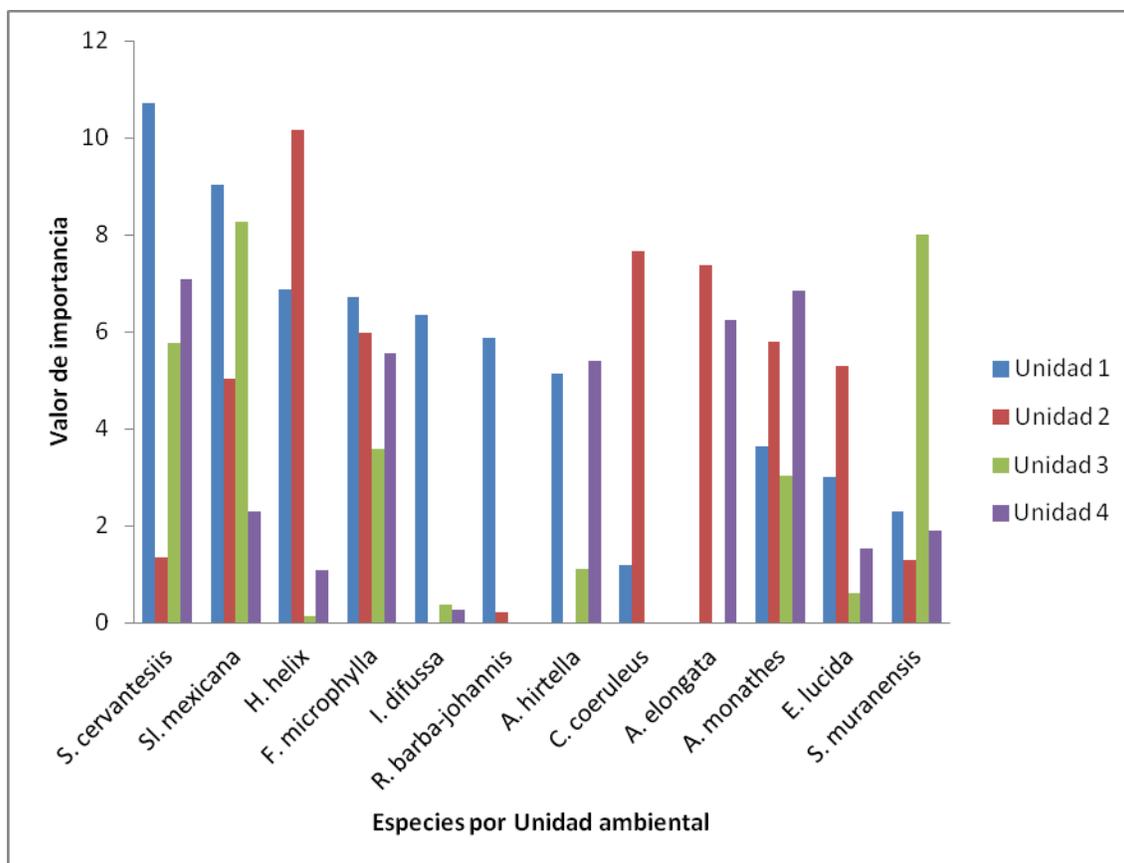


Figura 20. Especies con valores de importancia más altos en las cuatro unidades ambientales en la Cuenca del Río Magdalena.

A nivel de parcela, las especies con mayor valor de importancia en la Unidad 1, parcela 1 (1.1) fueron, *F. microphylla* con 27.44% siendo la especie dominante; en la 1.2 fue *S. cervantesii* con 32.55%, 1.3 *S. mexicana* con 21.36%, 1.4 *Archibaccharis hirtella* con 13.01%, 1.5 *H. helix* con 34.37%, mientras que en la unidad 2, por parcela fueron, 2.1 *H. helix* con 34.36%, 2.2 *C. coeruleus* 38.36%, 2.3 con *F. microphylla* 13.36%, 2.4 con *Bromus dolichocarpus* 14.86% y 2.5 *A. elongata* 25.90%; en las parcelas de la unidad 3 se obtuvieron los siguientes valores: 3.1 *Ageratina enixa*. 24.85%, 3.2 *S. muranensis* 32.15%, 3.3 *S. mexicana* 17.17%, 3.4 *Agave spp.* 12.57% y 3.5 *Agave spp.* 19.70%. Y en la unidad 4 resultó 4.1 para *F. microphylla* con 15.12%, 4.2 *B. catharticus* 10.88%, 4.3 *A. monanthes* 22.50%, 4.4 *S. cervantesii* 22.83% y 4.5 *Baccharis. conferta* 24.06% (Figura 21) (Apéndice 2 y 3).

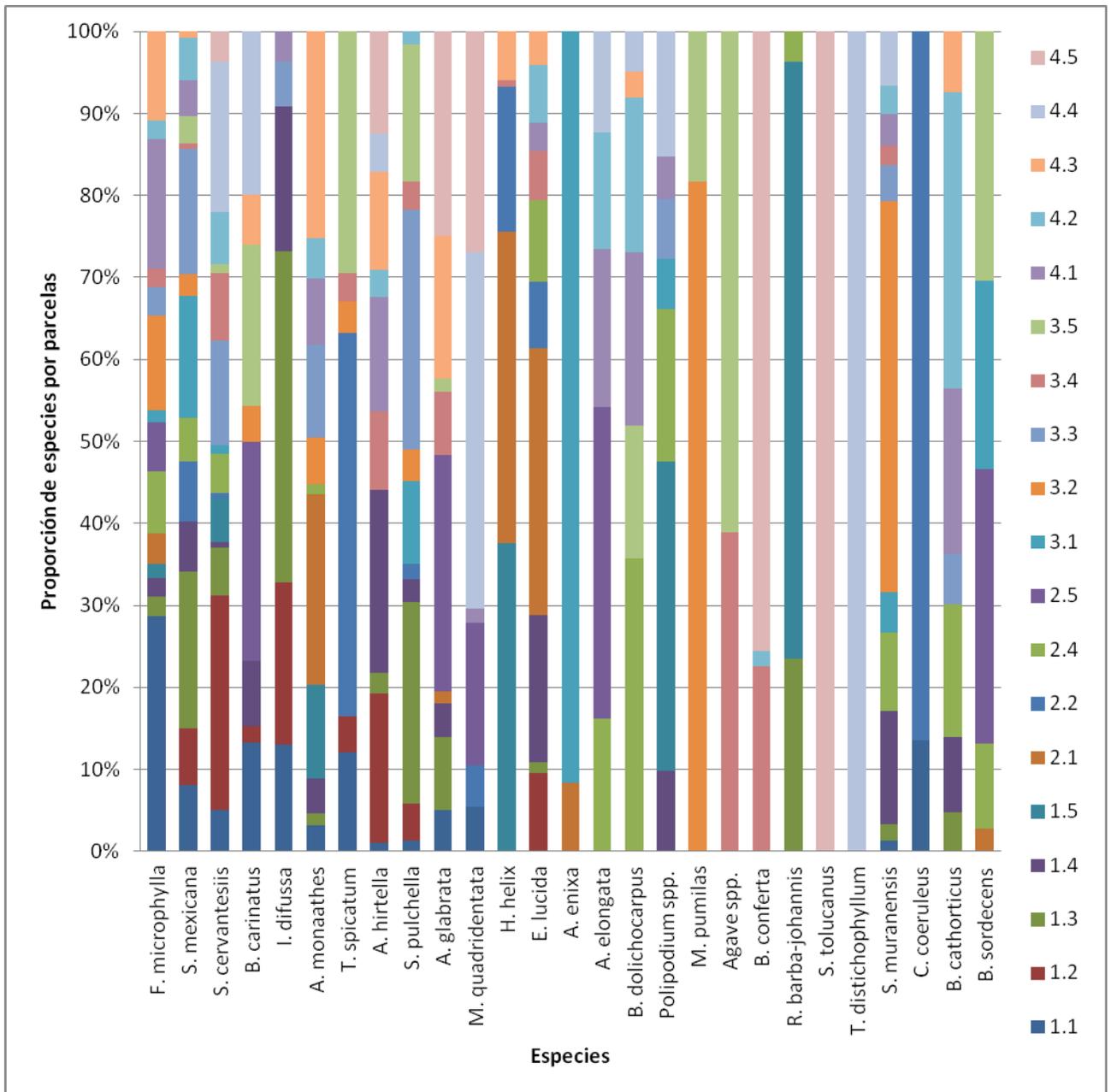


Figura 21. Valor de importancia para cada una de las parcelas del bosque de *Quercus* spp. en la Cuenca del Río Magdalena.

Diversidad α

El valor del índice de diversidad de Shannon-Weiner por unidad ambiental para el sotobosque del bosque de *Quercus* spp. de la CRM se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Valores del índice de diversidad de Shannon-Weiner (H') para el sotobosque del bosque de *Quercus* spp. de la CRM. Se muestran los resultados de las pruebas de t para la comparación de H' entre las Unidades ambientales según Hutcheson (1970)

Unidades	H'	Unidades	$t_{0.05(2)}$	t calculada
U1	1.47073	U1-U2	1.97	< 13.092
U2	0.53418	U1-U3	1.97	< 2.324
U3	1.53722	U1-U4	1.97	< 4.996
U4	1.60493	U2-U3	1.97	< 14.098
		U2-U4	1.97	< 15.195
		U3-U4	1.97	< 2.623

Se observa que la t calculada con respecto a la t de tablas, es mayor, por lo tanto la diversidad de especies entre las unidades no es igual.

Similitud

Los índices de similitud indican que la unidad **1** compartió 33 especies con la unidad **2** (34%), y 28 con la unidad **3** (27.72%) y con la unidad **4** (27%). La unidad **2** compartió 32 especies con la unidad **3** (34.59%) y 30 con la unidad **4** (31.57%). La unidad **3** compartió 28 especies con la unidad **4** (28.14%) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores del índice de similitud por unidades ambientales, donde se muestra en la diagonal de arriba los números absolutos de las especies que se comparten entre las unidades ambientales y en la diagonal de abajo se muestran las proporciones de las especies que se comparte entre las unidades ambientales.

	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4
Unidad 1	0	33	28	28
Unidad 2		0	32	30
Unidad 3	0.27722		0	28
Unidad 4	0.27053		0.28140	0

Por parcelas se muestran similitudes obtenidas a través del índice de Sørensen, los valores empleados fueron los que representaban el 50%, donde la parcela 4.3 y la parcela 4.1 compartieron 56% de las especies. Mientras que la parcela 3.4 y la parcela 3.5 compartieron 55% de las especies (Apéndice 5).

Factores abióticos

Las variables ambientales mostraron diferencias por el coeficiente de variación (CV); los factores con mayor CV fueron la luz a nivel del suelo y las concentraciones de P y N del suelo- (Cuadro 5) (Apéndice 6).

Cuadro 5. Datos estadísticos de los factores ambientales del bosque de *Quercus* spp. de la CRM.

Variables ambientales	Máximo	Mínimo	Promedio	Desviación estándar	CV %
P Olsen (ppm)	94.00	3.13	13.74	13.32	103.12
N (%)	1.55	0.00	0.51	0.30	172.65
CE 1:5 H₂O (mmhos/cm)	1.27	0.03	0.17	0.15	110.79
MO (Walkley-Black %)	69.26	0.00	14.17	10.11	140.07
K NH₄OAc 1 N pH 7 (meq/100g)	3.55	0.45	1.43	0.60	239.17
Humedad relativa %	74.08	44.41	62.00	13.75	22.18
Temperatura del suelo	22.31	17.32	19.31	2.19	11.36
Temperatura del ambiente	19.34	12.26	15.73	2.90	18.45
Luz a nivel del suelo	749.59	218.15	464.97	243.56	52.38

Clasificación y ordenación

Con el objeto de poder interpretar de una manera más evidente el papel de las especies introducidas y la malezas solo se realizó la clasificación y la ordenación con las 37 especies de mayor valor de importancia y se incluyó en este análisis a las malezas nativas, malezas introducidas y las especies características del bosque con los valores de importancia más altos, con el objetivo de diagnosticar el efecto de las malezas y las especies introducidas en el sistema. Los resultados de la clasificación muestran que se separaron en siete grupos florísticos con una variabilidad del 50%, sin embargo hay que resaltar que hay una alta heterogeneidad a nivel de parcela. (Figura 22).

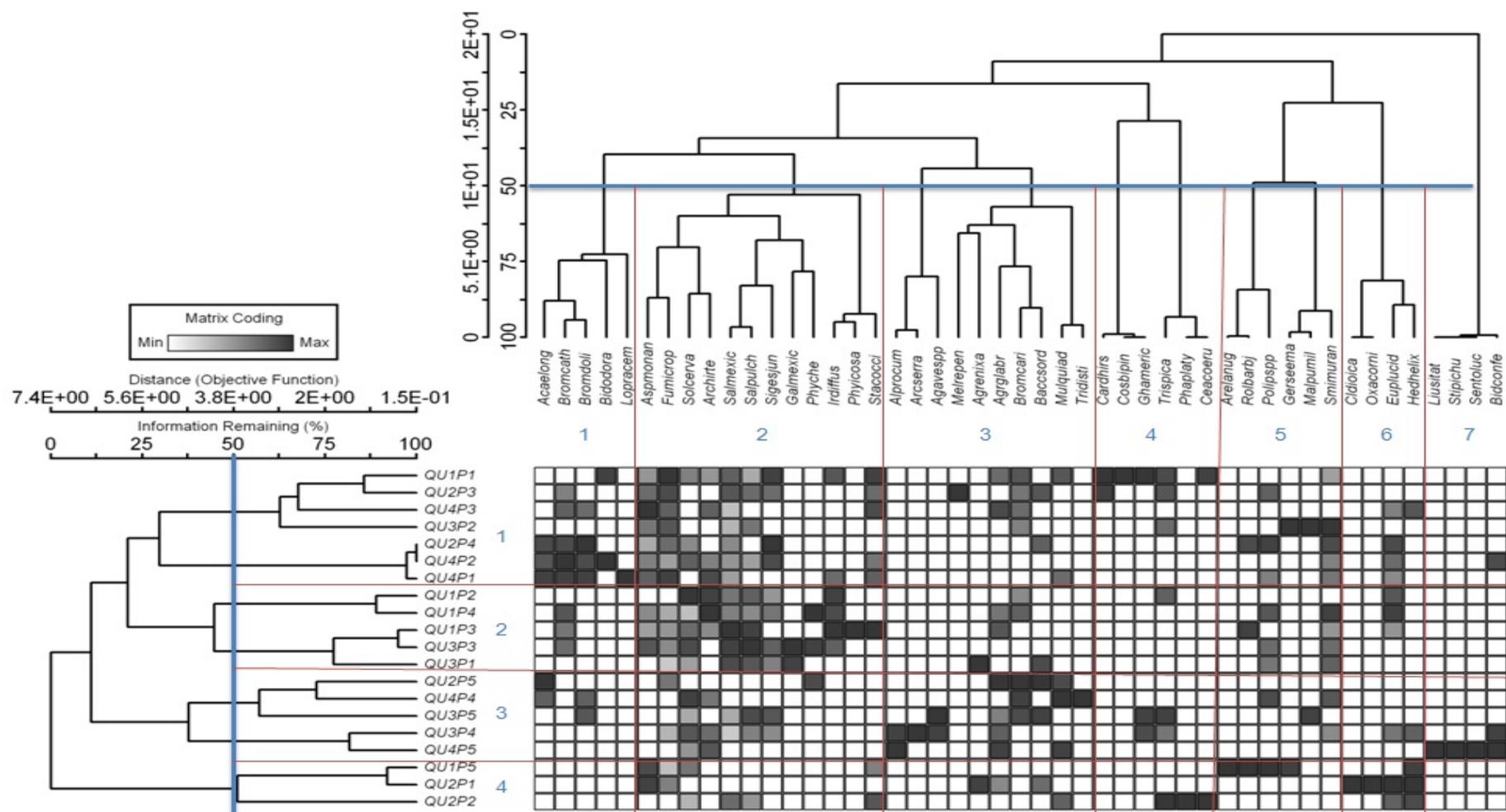


Figura 22. Dendrograma de las especies presentes en el sotobosque de *Quercus* spp. de la Cuenca del Río Magdalena. Unidades ambientales (QU) y P (parcelas).

El grupo **uno** caracterizado por *B. catharticus*, especie introducida y por las especies nativas que se comportan como malezas entre las que se encuentra *A. elongata*; el grupo **dos** caracterizado por las malezas *S. mexicana*, *Sigesbeckia jorullensis*, y especies características como *Salvia pulchella* y *F. microphylla* y la especie introducida *A. monanthes* las cuales se encuentran en tres de las cuatro unidades. El grupo **tres** está representado por malezas y especies nativas como *Alchemilla procumbens* y *Ageratina enixa*, respectivamente. En el grupo **cuatro** *C. hirsuta* es la especie introducida y *C. coreolis* la especie característica del bosque de *Quercus* spp. El grupo **cinco** está conformado por la especie *Arenaria lanuginosa* que es una maleza y *Roldana barba-johannis*, especie característica del bosque. El grupo **seis** la especie mejor representada es *H. helix* con valores altos en las parcelas tres unidades donde se encuentra, lo que indica que existe un grado de perturbación en el bosque. En el grupo **siete** se presentan especies propias del bosque, las cuales no tiene una amplia distribución en las parcelas, esto lo hace un grupo muy heterogéneo, caracterizado por *Senecio toluccanus* y la especie introducida *L. usitatissimum*.

La ordenación de las variables ambientales y de las especies se obtuvo por medio de un Análisis Canónico de Correspondencia (CCA). El diagrama de ordenación proporciona una representación de la distribución de las especies y las variables ambientales (Figura 23). Las parcelas que están relacionadas con el potasio, se encuentran en el cuadrante superior derecho, representadas por las especies introducidas y en su mayoría las malezas, principalmente de las parcelas de la unidad **4** (4.3, 4.4, 4.5); en el cuadrante superior izquierdo la temperatura del suelo (interna y externa) se asocia con las unidades **1** (1.1), **3** (3.4 y 3.5), **2** (2.3) y **4** (4.1) que corresponden a parcelas con especies nativas y malezas, al igual que el cuadrante inferior izquierdo que se asocia con el parámetro de luz a los cero metros, como sucede con las especies de la unidad **1** (1.4) y **3** (3.1, 3.3).



Figura 23. Diagrama de ordenación de las especies introducidas (asterisco rojo*), especies nativas que se comportan como malezas (asterisco verde*) y las especies nativas de las parcelas del bosque de *Quercus* spp. de la CRM y su relación con los factores climáticos.

El Cuadro 6 muestra que la unidad 1 es la más relacionada con la materia orgánica (MO Walkley-Black %) y fósforo en el suelo (POlsen (ppm)), potasio (K NH₄OAc 1 N pH 7 (meq/100g)), porcentaje de nitrógeno y CE 1:5 H₂O (mmhos/cm), lo que infiere es una zona conservada donde se encuentran especies típicas del bosque de encino aunadas a especies introducidas y malezas ya que la calidad del suelo es mayor que en las demás unidades, lo que sugiere una riqueza de especies.

Cuadro 6. Ordenación de los factores ambientales y las parcelas del bosque de *Quercus* spp. de la CRM.

	U1	U2	U3	U4
p-ppmols	23.95	9.84	14.78	6.89
nitropor	0.81	0.46	0.47	0.31
ce-mmhos	0.29	0.18	0.12	0.08
mo-wbpor	23.49	10.27	13.35	9.39
k-meqcml	1.50	1.32	1.43	1.46
luzcerom	2248.78	2065.04	5037.08	5854.55
humedad	72.00	74.08	44.41	58.51
temp-int	19.50	17.32	22.31	18.11
temp-ext	15.50	12.26	19.34	15.31

Discusión

Composición florística

Los estudios de los bosques templados han estado enfocados al conocimiento y descripción de la vegetación, su relación con algunos factores físicos y con los disturbios (Sánchez-González *et al.*, 2003). Este trabajo se enfocó en la caracterización del estrato herbáceo del bosque de *Quercus* spp. en la CRM como una contribución al conocimiento de los bosques templados, ya que al igual que la mayoría de los bosque del Valle de México, el bosque de *Quercus* spp. todavía alberga una gran diversidad biológica. Esto lo convierte en un recurso natural valioso y proporciona servicios ambientales para la ciudad más grande del país (Ávila-Akerberg, 2002; Almeida-Leñero *et al.*, 2007). Sin embargo, al igual que los bosques aledaños a las metrópolis, el bosque de *Quercus* spp. ha sufrido cambios por fragmentación del ecosistema, lo que los ha dejado en una condición de vulnerabilidad al deterioro estructural y funcional (Lonsdale, 1999; Sánchez-González *et al.*, 2005; O'Brien *et al.*, 2012).

La composición florística en el área de estudio es similar a la descrita para bosques templados de otros lugares, como es el caso del Cerro Huitepec, Chiapas (Ramírez–Marcial *et al.*, 1998); en San Luis Potosí en la Sierra de Álvarez (García-Sánchez *et al.*, 1999); la Reserva de las Biosfera de la Mariposa Monarca en Michoacán (Cornejo-Tenorio *et al.*, 2003); en el bosque templado de la cuenca del río Magdalena, México D.F. (Ávila-Akerberg *et al.*, 2008); en la Sierra de Zapalinamé, Coahuila (Encina-Domínguez *et al.*, 2009). En los bosques templados la familia mejor representada es Asteraceae, seguida de Poaceae, Lamiaceae, Rosaceae y Fabaceae; así como de los géneros *Ageratina*, *Baccharis*, *Eupatorium*, *Salvia*, *Stevia*, *Lamourouxia*, *Senecio* y *Muhlenbergia*, los cuales también se han reportado en trabajos como la Flora del Valle de México (Rzedowski, 1954; Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2005.). En el presente trabajo la familia predominante, Asteraceae (27), debe desempeñar un papel importante en el bosque de *Quercus* spp., ya que destaca por su gran número de

especies y géneros.

Se sabe que uno de los géneros mejor representados en el país es *Salvia* con 292 especies, que en la zona de estudio, reúne a seis especies, y está ampliamente distribuido en todas las unidades ambientales y tiene valores altos de importancia (Calderón de Rzedowski, 2005). Por otro lado, de los géneros en el bosque de *Quercus* spp., *Solanum*, *Ageratina*, *Muhlenbergia* y *Stevia* son de los 20 con mayor número de especies en el país (Villaseñor, 2004), así como otros en diversos ecosistemas como *Cestrum*, *Baccharis*, *Eupatorium*, *Lamourouxia*, *Salvia*, *Stevia*, *Verbesina* y *Muhlenbergia* (García-Sánchez *et al.*, 1999, Cornejo-Tenorio *et al.* 2003, Ávila-Akerberg *et al.*, 2008). La mayoría de ellos incluyen especies con crecimiento de forma herbácea (62%), seguidos por arbustos (34%) y 4% con crecimiento de forma arbórea. En el trabajo de Martínez-Orea (2011) de la lluvia de semillas se reconocieron de la vegetación en pie que las formas de crecimiento herbáceo corresponden al 62%, 29% de arbustivas y 7% de crecimiento arbóreo, y Villaseñor (2004) sugiere que el 72% presenta crecimiento herbáceo y son hierbas anuales o perennes, en comparación con el bosque de *Quercus* spp., que se expone en este trabajo, donde la vegetación en pie mostró 62% de crecimiento herbáceo.

Los bosques templados en México registran un gran número de géneros (1,656) que, en su mayoría son de origen americano seguido de los de origen norteamericano, pantropical y cosmopolita. Muy pocos son restringidos, según Rzedowski (1991) y Villaseñor (2004); solamente 406 especies son restringidas. En este estudio 15 especies son de origen americano destacando *Bidens odorata*; nueve especies cosmopolitas, tres de ellas introducidas *H. helix*, *L. usitatissimum* y *B. catharticus*; 29 especies mesoamericanas entre las que se incluye la especie introducida *Cardamine hirsuta*; especies pantropicales como *A. monanthes* que corresponde a una especie introducida, y 26 especies restringidas, sobresaliendo algunos arbustos como, *Ceanothus coeruleus* y *Baccharis conferta* y *Salvia mexicana*, *Heuchera orizabensis*, *Echaendia mexicana* y *Senecio toluccanus* en el

estrato herbáceo.

La introducción de plantas en ecosistemas fuera de su área de distribución natural, son causa de invasiones biológicas que se consideran como la segunda causa más importante de extinción de especies nativas, además de los efectos negativos que causan sobre la composición de los suelos, alterando así los ciclos naturales de los bosques y reduciendo su productividad; (Vitousek *et al.*, 1997; Espinosa García, 2000). Se cree que alrededor del mundo existen 260,000 plantas vasculares y solamente el 10% tiene un potencial invasor, de las cuales, del 1% al 5% pueden causar problemas severos en los ecosistemas nativos donde no han sido manejados y en sistemas agropecuarios (Williamson, 1996).

Las especies introducidas amenazan la biodiversidad ya que su rápido reemplazo local propicia una erradicación de la flora nativa, además de que pueden convertirse en malezas, favoreciendo con ello grandes pérdidas biológicas y económicas (Espinosa- García, 2000; Muñoz *et al.*, 2009) por lo que resulta de suma importancia conocer su papel dentro de una comunidad. Sin embargo a pesar de que hay listas de especies para el Valle de México (Espinosa y Sarukhán, 1997; Villaseñor y Espinosa, 1998; Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2005) hay pocos trabajos que estudien su impacto, por lo que este trabajo es un buen acercamiento al papel que juegan este tipo de especies en el bosque de *Quercus* spp.

En este contexto, las especies introducidas encontradas en el bosque de *Quercus* spp. fueron: *B. catharticus* que es un pasto anual o bianual, que se comporta como una especie ruderal, que crece en ambientes abiertos, suelen ser cultivado para forrajeo (Rosso, 2001; Espinosa- García, 1997). *Hedera helix* es una especie introducida, proveniente de Europa, Asia y el norte de África, que se usa como planta de ornato y ha sido naturalizada en muchas partes del mundo (Medina, 1994). *Linum usitatissimum* es una hierba de vida corta que se le conoce como linaza, tiene propiedades benéficas para la salud y se emplean las hojas junto con

las semillas, por lo que se cultiva en invernaderos. Es de origen europeo y de cercano oriente (Gleason, 1991). *Cardamine hirsuta* es originaria de Asia central hasta Turquía, Hungría y Ucrania (Hegi, 1986) y se ha establecido muy bien en zonas templadas del país; es una hierba anual o bianual, comestible y que se van expandiendo en el bosque. *Asplenium monanthes* es un helecho bien distribuido en el mundo, en gran parte de América, así como en África y se desarrolla muy bien en bosques templados, pero su amplia distribución en la república mexicana sugiere que son tolerantes a distintas condiciones ambientales (Mickel y Smith, 2004).

Todo lo anterior sugiere que la introducción de estas especies al bosque de *Quercus* spp. se debe entre otros factores, a la fragmentación del ecosistema, lo que permite la posibilidad de que distintas poblaciones de especies no nativas puedan crecer y subsistir en áreas de distribución distintas a las propias. Es importante el hecho de que una de las principales causas para la invasión de especies son las actividades humanas, que han favorecido la dispersión de especies de plantas fanerógamas en el mundo (Challenger, 1998; Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Las malezas son especies generalistas, lo que les permite ser muy tolerantes y que posean una capacidad de invadir y persistir con un potencial de colonización y dispersión muy eficiente (Baker, 1974). En la cuenca del Valle de México varias especies introducidas y nativas se comportan como malezas, mismas que pueden crecer sobre todos los tipos de suelos y en casi todos los tipos de climas (Espinosa y Sarukhán, 1997). Se sabe que las especies nativas que se comportan como malezas son aquéllas que se establecen rápidamente en ambientes agrícolas o perturbados y muestran una gran facilidad de prosperar, adaptarse y resistir a las malezas extranjeras (Espinosa-García *et al.*, 2004; Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2004). En el bosque de *Quercus* spp. se identificaron 23 especies nativas que se comportan como tales.

De las especies nativas, las más dominantes en términos de abundancia, en las investigaciones realizadas en la cuenca del Valle de México son: *Bidens odorata* y *L. racemosa subsp. racemosa*, con una amplia presencia en el banco de semillas (Molina-Freaner *et al.*, 2008). En este trabajo la composición florística se integró principalmente por malezas nativas. Martínez-Orea (2011) refiere que en la lluvia de semillas del bosque templado de la cuenca del río Magdalena, se identificaron especies características de zonas perturbadas y de la vegetación secundaria que suelen comportarse como malezas, como son *A. elongata*, *S. cervantesii*, *S. mexicana*, *M. frutescens*, entre otras; mientras que en el banco de semillas que sirve para la regeneración natural del bosque, se reconocieron algunas especies de *Senecio spp.*, *Baccharis conferta*, *Acaena elongata*, *Sigesbeckia. jorullensis*, *Galium ascherbornii*, *Oxalis corniculata* y *Gnaphalium americanum*, misma que se desarrolla en sucesiones tempranas de esta comunidad forestal; tanto en banco como en lluvia de semillas se tiene un mayor número de especies herbáceas. De las especies mencionadas por Martínez-Orea (2011) del banco y lluvia de semillas en el bosque de *Abies religiosa* de la CRM, algunas corresponden a las encontradas en el presente estudio como malezas nativas, y de las cuales forman parte de la vegetación en pie.

Por lo anterior, se concluye que las malezas no necesariamente invaden todas las regiones o no todas las plantas que son malezas tienen la suficiente habilidad para competir de manera peligrosa con los cultivos u otras plantas. Por ello, pueden brindar beneficios a las regiones agrícolas ya que sirven como plantas forrajeras, melíferas o alimenticias, de ornato o medicinales y protección del suelo para evitar su erosión (Rzedowski, 2004). Las malezas, entonces, son plantas silvestres que, de manera preferente, prosperan en las parcelas sembradas o en sus bordes, en orillas de caminos, carreteras, vías de ferrocarril, huertos familiares, alrededor de los asentamientos humanos, basureros y lotes baldíos (Rzedowski, 2004).

Dominancia y valor de importancia

El índice de dominancia muestra que las especies que tuvieron mayor contribución a nivel de unidad ambiental fueron las introducidas *A. monanthes* y *H. helix*, y las malezas nativas como *A. elongata*, *I. diffusa* y *S. mexicana*, lo que indica que la dominancia de las especies introducidas puede ser un indicador de deterioro de la zona, causado por la deforestación, generando así la apertura del dosel del estrato arbóreo lo que favorece el crecimiento del estrato arbustivo (Rzedowski, 1978; Ávila-Ackerberg, 2000). De esta manera las malezas nativas indicadoras de disturbio por actividades humanas como el pastoreo e incendios como *A. elongata*, se manifiestan con mayor crecimiento en sitios abiertos con mayor iluminación, en caminos y cercana a carreteras, lo que sugiere que ha habido disturbio en la vegetación (Madrigal, 1967)

Los valores de importancia implican la aportación que presentan las especies en la estructura del bosque de *Quercus* spp. Los disturbios pueden contribuir a regular la dinámica, estructura y composición del bosques, por lo que la combinación de varios factores afectan fuertemente la estructura y calidad de las especies (Pickett y White, 1985). Sánchez *et al.* (2003) mencionan que las especies con mayor valor de importancia para las áreas estudiadas en la Sierra Nevada fueron *A. procumbens*, *A. monanthes*, *B. conferta*, *Galium ascherbornii*, *Geranium seemanii*, *Muhlenbergia macroura*, *Salvia elegans*, *Salvia microphylla*, *Stevia monardifolia*, *Trisetum virletii* y *C. coeruleus* y para Aragón-Piña (2010) en Durango, las principales especies del sotobosque fueron los géneros *Salvia*, *Senecio*, *Stevia* y *Muhlenbergia*. En comunidades de *Quercus* en el Estado de México se encuentran especies como *Monnina ciliolata*, *Cestrum* spp., *Archibaccharis hirtella*, lo que indica que la vegetación en estos bosques está bien conservada (Rubio-Lincona *et al.*, 2011). Los resultados reportados por estos autores son semejantes a los obtenidos en el presente trabajo, ya que los valores de importancia de las especies se derivan de una alta densidad y frecuencia de individuos, lo cual sugiere que las especies nativas que actúan como malezas son *S. mexicana*, *A.*

elongata y *B. carinatus* que tienen valores de importancia altos, así como especies introducidas como *H. helix* y *A. monanthes* que también los tienen y actúan como malezas en el bosque. Así mismo se obtuvieron valores de importancia considerables para las especies características del bosque como *F. microphylla*, *S. cervantesii*, *A. hirtella* y *S. muranensis*, lo que nos hace suponer que el bosque todavía mantiene elementos que refieren que el bosque tiene un grado de conservación. Por lo que a nivel de unidad ambiental, la unidad denominada **2** se puede considerar la más perturbada ya que *H. helix* tuvo valores de importancia altos, además de presentar especies que se comportan como malezas. Los asentamientos humanos cercanos al bosque de encino y la actividad agrícola principalmente ejercen cambios en la vegetación, con la incorporación de especies introducidas y de especies nativas que se vuelven malezas (malas hierbas) que pueden provocar enfermedades y plagas.

Diversidad α

La estimación de la diversidad permite conocer cómo se encuentra un ecosistema, cómo es el reparto de individuos entre las especies, puesto que a mayor dominancia existirá una menor diversidad. El valor más alto de diversidad del índice de Shannon-Weiner que se obtuvo en este estudio, se presentó en la unidad **4** ($H'1.604$) lo que refiere mayor riqueza de especies y en la unidad **2** ($H'0.534$) se obtuvo la menor riqueza, ya que *H. helix* dominó en esta unidad haciéndola menos diversa. En estudios realizados en bosques templados, la riqueza del sotobosque a lo largo del gradiente altitudinal en estudios realizados en bosques templados (Encina-Domínguez *et al.*, 2007; Cornejo-Tenorio *et al.*, 2005), se diferencias al igual que en la diversidad, ya que los estratos herbáceo y arbustivo tienden a disminuir con la altitud. Por lo tanto, la diversidad se encuentra condicionada por los factores climáticos, como la luz y la humedad, siendo estos los principales determinantes de la diversidad del bosque (Hervás-Serrano, 2002; González-Espinosa *et al.*, 2004; Zacarías-Eslava, 2010) ya que en un dosel cerrado la cantidad de la luz que pasa al sotobosque es limitada y de esta manera

se ve modificado el microclima y la composición herbácea y arbustiva del bosque (Decoq, 2002).

El índice de similitud entre unidades ambientales del bosque de *Quercus* spp. de la CRM, midió el recambio de las especies a lo largo del gradiente entre unidades ambientales y parcelas, por medio de las diferencias entre las especies presentes. En este estudio el índice de Sørensen reveló que las unidades ambientales aunque estén muy cercanas entre sí, sólo comparten un 30% de las especies presentes, lo que significa que existe una alta heterogeneidad en las unidades. A nivel de parcela se demostró que se comparte un 50% de las especies entre las parcelas de la unidad 4 y 3, afirmando que el bosque de *Quercus* spp. es heterogéneo.

Clasificación y ordenación

Al agrupar a las especies nativas características del bosque con mayor valor de importancia junto con las malezas nativas y las malezas introducidas es posible conocer las relaciones entre las parcelas, demostrando que la alta heterogeneidad del bosque se identifica por medio de grupos con especies muy bien distribuidas en todas las parcelas muestreadas, que incluye a *S. mexicana*, *S. jorullensis* y *A. elongata*, especies nativas que se comportan como malezas y especies nativas como *S. pulchella* y *F. microphylla* que se encuentran en la mayor parte de las parcelas y especies introducidas como *H. helix* y *A. monanthes*. La agrupación de la flora también indica la existencia de especies raras, que son de distribución limitada, esto es, que sólo están presentes una vez, como *Lopezia racemosa* subsp. *racemosa*, *Phytolacca icosandra*, *Archibaccharis serratifolia*, *Melampodium repens*, *Clematis dioica*, *Stipa ichu*, *Arenaria lanuginosa* y *Oxalis corniculata* las cuales se comportan como malezas nativas y *Senecio toluccanus* especie nativa del bosque y la especie introducida *Linum usitatissimum*.

A esta escala tan fina se puede apreciar la heterogeneidad del bosque de *Quercus* spp. que presenta disturbios a lo largo de sus unidades. También se puede

observar que existen parcelas más conservadas, como son la mayoría las que pertenecen a las unidades ambientales **1** y **3**, en los cuales existe mayor número de especies propias del bosque, mientras que en las que pertenecen a las unidades **1** y **4** la mayoría de las especies son introducidas y especies nativas que se comportan como malezas. En la unidad **2** en la mayoría de las parcelas existe un grado de perturbación.

La ordenación indicó que la mayor correlación positiva fue entre las especies introducidas y las malezas nativas, las cuales tiene afinidad por las concentraciones de potasio en el suelo. Las variables con correlación negativa para el mismo eje fueron la temperatura interna y externa y la luz a nivel del suelo, donde las especies características del bosque tienen una afinidad por estas variables, lo que indica los requerimientos de dichas especies para poder desarrollarse en estas zonas. Estos resultados complementan la información de las tendencias que tienen las especies con respecto a las variables ambientales, en las que existe un patrón por las especies introducidas que se distribuyen en zonas con valores altos del catión potasio (K), mientras que las especies propias del bosque se relacionan más con las variables de la temperatura del suelo y la luz del piso forestal. Esto se puede deber a factores físicos que influyen sobre estas condiciones climáticas y ejercer un efecto directo en el crecimiento de la cobertura vegetal, lo que se relaciona de manera específica en cada unidad ambiental (Whittaker, 1970). Por lo tanto, la estructura herbácea propia del bosque y su distribución están relacionadas directamente con la temperatura y también con los nutrientes del suelo (materia orgánica, fósforo, nitrógeno y carga eléctrica). Baker 1986; Rejmanek 1989; Maron, 1996, mencionan que para las especies introducidas además de favorecerse de los factores ambientales y las perturbaciones del sitio, utilizan las características propias del suelo, cambiando las interacciones entre las especies, siendo favorecidas las especies que pueden aprovechar los nutrientes para su rápido crecimiento y establecimiento.

Conclusiones

- El bosque de *Quercus spp.* es altamente heterogéneo, la presencia y dominancia de especies introducidas y malezas indica un grado de perturbación. Sin embargo las especies características del bosque tienen dominancia en las cuatro unidades ambientales
 - Se determinaron 28 especies de malezas de las cuales cinco son introducidas.
 - La unidad **2**, fue la que presentó valores más altos de importancia de las malezas e introducidas.
 - La ordenación mostró que el patrón de distribución de las comunidades vegetales está influenciado principalmente por el potasio, para las especies introducidas y la temperatura para las especies características y el bosque y malezas nativas.
 - Las diferencias en composición y distribución de las especies introducidas, muestra la relación que tienen entre la vegetación nativa y el ambiente, lo cual representa una alta heterogeneidad en el bosque de *Quercus spp.* de la CRM.
 - Este trabajo permite definir estrategias puntuales de manejo y restauración a nivel de unidad ambiental:
 - Fomentar el uso y protección de las especies características del bosque.
 - Implementar métodos de erradicación de las especies introducidas, así como impulsar la investigación y elaboración de métodos efectivos de control para evitar la dispersión de estas especies.
 - Generar información sobre los efectos que tiene las especies introducidas, así como la elaboración de un plan de control y manejo.

Bibliografía

- Aguirre-Muñoz, A., R.E. Mendoza-Alfaro, H. Arredondo. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: R. Dirzo, R. González e I.J. March (comp.). Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 277-318 pp.
- Alanís-Rodríguez E., Jiménez-Pérez J., Espinoza-Vizcarra D., Jurado-Ybarra E., Aguirre-Calderón O., González-Tagle M. 2008. Evaluación del estrato arbóreo en un área restaurada post-incendio en el parque ecológico Chipinque, México. Revista Chapingo. Serie: Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. 14 (2): 113-118 pp.
- Almeida-Leñero L., Nava M., Ramos A., Espinosa M., Ordóñez M. J. y Jujnovsky J. 2007. Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, D.F. Gaceta ecológica 84-85: 53-64 pp.
- Álvarez K.E. 2000. Geografía de la educación ambiental: algunas propuestas de trabajo en el Bosque de los Dinamos, Área de Conservación Ecológica de la Delegación Magdalena Contreras. Tesis de licenciatura en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, D.F., México, 127pp.
- Aragón-Piña E., Garza-Herrera A., González-Elizondo S., Luna-Vega I. 2010. Composición y estructura de las comunidades vegetales del rancho El Duranguense, en la Sierra Madre Occidental, Durango, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 81: 771-787 pp.
- Ávila-Akerberg, V. 2002. La vegetación en la cuenca alta del río Magdalena: un enfoque florístico, fitosociológico y estructural. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., México. 92 pp.
- Ávila Akerberg, V., B. González-Hidalgo, Nava-López M. y L. Almeida-Leñero. 2008. Refugio de fitodiversidad en la Ciudad de México, el caso de la Cuenca del Río Magdalena. Journal of the Botanical Research Institute of Texas. Texas

- 2(1): 605-619 pp.
- Baev, P.V. y L.D. Penev. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Version 5.1. Pensoft, SofiaMoscow, 57 pp.
- Baker, H. G. 1974. The evolution of weeds. *Ann. Rev. Ecol. Systemal.* 5, 1-24.
- Baker JH (1986) Patterns of plant invasions in North America. In: Mooney HA, Drake JA (eds.) *Ecology of biological invasions of North America and Hawaii.* Springer, Berlin Heidelberg New York, 44-57 pp.
- Becker, B., M. Terrones y P. Horchler.1998. Especies indicadoras de la flora acompañante en campo de cultivo de los Andes.
- Bravo-Núñez E. 1991. Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica.* Vol. 1 (1): 87-93 pp.
- Cadenasso M.L. y Pickett A.T. 2001. Effect of edge structure on the flux of species into forest interiors. *Conservation Biology.* 15 (1): 91-97 pp.
- Calderón de Rzedowski, G. y Rzedowski J. 1992. Linaceae. In: Calderón de Rzedowski, G. y J. Rzedowski (eds.). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes.* Fascículo 6. Instituto de Ecología-Centro Regional del Bajío. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Calderón de Rzedowski, G. y Rzedowski, J. 2004. Manual de malezas de la región de Salvatierra, Guanajuato. *Flora del Bajío y de regiones adyacentes.* Fascículo complementario XX. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz. 315 pp.
- Calderón de Rzedowski, G. y J. Rzedowski. 2004. Manual de malezas de la región de Salvatierra, Guanajuato. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes.* Fascículo complementario XX. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Mich. 315 pp.
- Calderón de Rzedowski, G. y Rzedowski, J. (eds.) 2005. *Flora fanerógama del Valle de México.* CONABIO-Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.
- Caldwell M.M, Eissenstat DM, Richards JH, Allen MF (1985) Competition for phosphorus: differential uptake from dual iso-tope-labeled soil interspaces

- between shrub and grass. *Science* 229:384-386 pp.
- Callaway R M and Aschehoug E T 2000 Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science* 290, 521–523.
- Callaway RM, Thelen C, Rodriguez A y Holben WE. 2004. Soil biota and exotic plant invasion. *Nature* 427: 731–733 pp.
- Capdevila-Arguelles L., Zilletti B. y Suarez Álvarez V.A. 2011. Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y base de conocimiento sobre impactos y vulnerabilidad. Documento de síntesis. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. 17 pp.
- Crawley MJ.1986 The population biology of invaders. *Philos Trans R Soc Lond* 314:711-731 pp.
- Chacón, E. y Saborío, G. 2006, Análisis taxonómico de las especies de plantas introducidas en Costa Rica, *Lankesteriana*. 6(3):139-147 pp.
- Challenger, A. 2003. Conceptos generales acerca de los ecosistemas templados de montaña de México y su estado de conservación. *In*: O. Sánchez. Vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis (eds.), Conservación de ecosistemas templados de montaña en México. Diplomado en conservación, manejo y aprovechamiento de vida silvestre. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, México, 17-44 pp.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Biología, UNAM- Agrupación Sierra Madre S.C., México. 847 pp.
- Challenger, A., y Soberón J. 2008. Los ecosistemas terrestres, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, 87-108 pp.
- Chao A., Chazdon R., Colwell R., Shen T. un Nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. Capítulo 7. Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma. 85-96 pp.

- CONABIO.1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rbiog4mgw.xml? httpcache=yes& xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc.html.xsl& indent=no>
- CONABIO. 2010. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/invasoras>
- Colín, J. S., López Flores, M., Contreras H. L., 2002. La importancia de rescatar, preservar, mantener y cuidar la microcuenca del Río Magdalena, Distrito Federal. Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle. Vol. 5. No. 019.5-11 pp.
- Contreras-Balderas, Salvador. y M.L. Lozano-Vilano. 2004. Peces y aguas continentales del estado de Tamaulipas, México, en M.L. Lozano-Vilano y A.J. Contreras-Balderas (eds.), Libro homenaje al Dr. Andrés Reséndez-Medina. UANL, Monterrey, NL. México. 283-298 pp.
- CORENADER (Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural). 2003. El Suelo de Conservación del Distrito Federal. Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal. <http://www.sma.df.gob.mx/sma/corenader>.
- Cornejo-Tenorio, G., A. Casas, B. Farfán, J.L. Villaseñor y G. Ibarra-Manríquez G. 2003. Flora y vegetación de las zonas núcleo de la reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México. Bol. Soc. Bot. Méx. 73: 43-62 pp.
- Cox, B. y P. Moore. 2000. Biogeography. An ecological and evolutionary approach. Sexta edición. Blackwell Science. Oxford, UK.172-179 pp.
- Curtis J.T & McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the Prairie-Forest border region of Wisconsin. Ecology. Ecological Society of America. Vol. 32 (3) 476-496 pp.
- Decoq G. 2002. Patterns of plant species and community diversity at different organization level in a forested riparian landscape. Journal of Vegetation Science 13:91-106 pp.
- Encina Domínguez, J.A, Zárate L.A., Estrada Castillón, E.; Valdés Reyna, J.;

- Villarreal Quintanilla, J. A. 2009. Composición y aspectos estructurales de los bosques de encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana*, Núm. 86: 71-108 pp.
- Espinosa, G.F.J. y J. Sarukhán. 1997. Manual de malezas del Valle de México. Universidad Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. Ediciones Científicas Universitarias, México, D.F. D.F. 407 pp.
- Espinosa G. F. J. 2002. Malezas introducidas en México. Instituto de Ecología, UNAM. Base de datos SNIB-Conabio proyecto U024. México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=U&Numero=24>
- García, E., 1988, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, México, Offset Larios, 217 pp.
- García-Sánchez F., Aguirre-Rivera J.R., Villanueva-Díaz J. y García-Pérez J. 1999. Contribución al conocimiento florístico de la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí, México. *Polibotánica* 10:73-103 pp.
- Gleason, H.A. 1926. The individualistic concept of the plant association. *Torrey Botanical Club Bulletin* 53: 7-26 pp.
- Gleason, H.A. and A. Cronquist. 1991. *Manual of Vascular Plants of Northeastern United States and Adjacent Canada*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York. 910 pp.
- Gilliam F., Turrill N. 1993. Herbaceous Layer Cover and Biomass in a Young versus a Mature Stand of a Central Appalachian Hardwood Forest. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 120 (4): 445-450 pp.
- González-Espinosa M., Rey-Benayas J.M., Ramírez-Marcial N., Huston M.A. y Golicher D. 2004. Tree diversity in the northern Neotropics: regional patterns in highly diverse Chiapas, Mexico. *Ecography* 27:741-756 pp.
- Hartshorn, G.S. 1980. Neotropical forest dynamic. *Biotropica* 12, (2). Supplement: 16-21 pp.
- Hartshorn, G. 1990. An overview of neotropical forest dynamics. In A. H. Gentry, ed., *Four Neotropical Rainforests*, New Haven: Yale University Press. pp. 585–199 pp.

- Hegi, G. 1986. *Illustrarte Flora von Mitteleuropa*. 3a ed., editada por H. J. Conert, U. Hamann, W. Schultz-Motel y G. Wagenitz. Tomo IV, Angiospermae - Dicotyledones 2. Parte 1. Parey, Berlin, Hamburgo. 397 pp.
- Hervás-Serrano J.L. 2002. Diversidad de las provincias boscosas en el centro norte de la provincia de Jaén (Sur de la Península Ibérica). *Blancoana* 19:80-88 pp.
- IMTA, TNC, CONABIO, AridAmérica y GECl. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, The Nature Conservancy, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C). 2007. *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: Prioridades en México. Informe de Rendición de cuentas 2006-2012*. CONANP/SEMARNAT: recuperado de http://www.conanp.gob.mx/contenido/pdf/ANEXO_GRAL_CONANP_1a_Etap_a.pdf
- Kappelle, M. 2006. *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Hutcheson K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* 29:151-154 pp.
- INEGI. 2005a. *Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación: escala 1: 250 000. Serie III (continuo nacional)*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.
- INEGI. 2005b. *Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes. Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/Marco_Geoestadistico.aspx. Consultada: Octubre 2010.
- INEGI - CONABIO – INE. 2007. *Ecorregiones de México, nivel IV, escala 1:1000 000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto Nacional de Ecología, México.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2000. *Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species*. Gland,

Switzerland: Recuperado de:
http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/SSCwebsite/Policy_statements/IUCN_Guidelines_for_the_Prevention_of_Biodiversity_Loss_caused_by_Alien_Invasive_Species.pdf

- Jujnovsky, J. 2003. Las unidades ambientales en la cuenca del río Magdalena, México, D.F. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., México. 75 pp.
- Köppen, 1948. W. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México, 213 pp.
- Lonsdale, M.W. 1999 Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Convention on Biological Diversity. Ecology* 80: 1522–1536 pp.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F.A. 2000 Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecological Applications* 10: 689– 710 pp.
- Madrigal, S. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de Oyamel (*Abies religiosa* H.B.K. Schl. et Cham) en el Valle de México. *Bol. Técnico Instituto Nacional de Investigaciones Forestales*. No. 18, México, 80 pp.
- Maron John L. y Peter G. Connors. 1996. A native nitrogen-fixing shrub facilitates weed invasion. *Oecologia* 105: 302-312 pp.
- Martínez-Cruz, J.; Téllez Valdés, O.; Ibarra-Manríquez, Guillermo 2009. Estructura de los encinares de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, UNAM*. Vol. 80, Núm. 1, 145-156 pp.
- Martínez Orea, Y. 2011. Lluvia y banco de semillas en el bosque templado de la Cuenca del Río Magdalena, D.F. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 157 pp.
- Matteuci S.D. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Organización de los Estados Americanos. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. Washington, EUA.
- Medina Lemos, R. 1994. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fascículo 4

- Araliaceae A. L. Juss. Departamento de Botánica. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F., México. 13 pp.
- Mejía D.N., Meave J., Ruíz J. C. 2004. Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de un bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca), México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 74: 13-29 pp.
- Medina García, C., Guevara-Férrer, F., Martínez R. A., Silvia-Sáenz, P. 2000. Estudio florístico de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Acta Botánica Mexicana. 52: 5-41pp.
- Mickel J.T. y Smith A.R. 2004. The Pteridophytes of México. Memoirs of the New York Botanical Garden. NYBG press. 1054 pp.
- Miranda, F. y A. J. Sharp. 1959. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of Eastern México. Ecology 31: 313-333 pp.
- Molina-Freaner F., F. Espinosa-García y Sarukhán-Kermez J. 2008. Weed population dynamics a rain-fed maize field from the Valley of Mexico. Agrociencia 42 (6): 655-667 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp. Muro Orozco O. 2003. Uso de la simulación para la comparación y selección de índices de diversidad. Tesis de maestría. Colegio de Posgrados, Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. 1-81 pp.
- Mueller-Dombois D. y Ellenberg H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley. Nueva York.
- Nixon, K.C. 1993. The genus *Quercus* in Mexico. Pp. 447-458 en Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. (Ramamorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa, eds.). Oxford University Press, Nueva York.
- O'Brien A., Ailene H. Ettinger, HilleRisLambers J. 2012. Conifer growth and reproduction in urban forest fragments: Predictors of future response to global changes? Urban Ecosyst. Springer. 15: 879-891 pp.
- Olivera Morales, D. 2009. Evaluación de la infectividad de los hongos micorrizogenos arbusculares en un bosque de encino en la Cuenca del Río

- Magdalena y su uso como herramienta en la restauración ecológica Tesis en maestro en Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F., México. 75 pp.
- Ontiveros, A. 1980. Análisis físico y algunos aspectos socioeconómicos de la cuenca del río Magdalena. Tesis de licenciatura en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México. 103 pp.
- Quintana-Ascencio F.P. y González-Espinosa M. 1993. Afinidad fitogeográfica y papel sucesional de la flora leñosa de los bosques de pino-encino de los altos de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*. 21: 43-57 pp.
- Pickett, S.T.A. and P.S. White (Eds.). 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, New York, New York, USA. Pp385
- Pickett S.T.A. y Rogers K.H. 1997. Patch dynamics: the transformation of landscape structure and function. En: Bisonette J.A. Ed. *Wildlife and Landscape Ecology: Effects of Pattern and Scale*, Springer-Verlag, New York. 101-127 pp.
- Pimentel D (1986) Biological invasions of plants and animals in agriculture and forestry. In: Mooney HA and Drake JA (eds.) *Ecology of biological invasions of North America and Hawaii*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 149-162 pp.
- Ramírez-Marcial N., Ochoa-Gaona S., González-Espinosa M. y Quintana-Ascencio P.F. 1998. Análisis florístico y sucesional en la estación biológica Cerro Huitepec, Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana* 44:59-85 pp.
- Rejmanek M (1989) Invasibility of plant communities. In: Drake JA, Mooney HA, Castri F di, Groves RH, Kruger FJ, Rejmanek M, Williamson M (eds.) *Ecology of biological invasions: a global perspective*. Wiley, Chichester, 369-388 pp.
- Ricotta, C., Carranza, M.L., Avena, G.C. & Blasi, C. 2002. Are potential natural vegetation maps a meaningful alternative to neutral landscape models? *Applied Vegetation Science*. 5: 271-275 pp.
- Rivera Hernández J. E. y Espinosa Henze A. 2007. Flora y vegetación del Distrito Federal. *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. UNAM. México D.F. Págs. 231-253 pp.
- Rocha-Ramírez A., Chávez-López R., Ramírez-Rojas A. y Chárazo-Olvera S. 201. *Comunidades: Métodos de estudio*. Universidad Nacional Autónoma de

- México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, D.F., México.
- Rodríguez, J. 2001. Ecología. Ediciones Pirámide. Madrid, España. 411 pp.
- Rosso S., Beatriz. 2001. Colecta y caracterización de cebadilla criolla (*Bromus catharticus* Vahl.) en la región central de Argentina. En Los recursos fitogenéticos del género *Bromus* en el Cono Sur / Programa Cooperativo De Investigación Agrícola Del Cono Sur PROCISUR. Montevideo, Uruguay: PROCISUR, 108 pp.
- Rubio-Licon, L.E; Romero-Rangel, S. y Rojas-Zenteno, C.E. 2011. Estructura y composición florística de dos comunidades con presencia de *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. Revista Chapingo. Vol. 17 (1): 77-90 pp.
- Runkle, JR. 1989. Synchrony of regeneration, gaps, and latitudinal differences in tree species diversity. *Ecology* 70:546-547 pp.
- Runkle, 1998. Change in southern Appalachian canopy tree gaps sampled thrice. *Ecology* 79: 1768-1780 pp.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel, D. F., México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 8: 59–129 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México D.F., México. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica de Mexicana* 14: 3-21 pp.
- Rzedowski, J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Bot. Méx.* 15. 47-64. Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. In: Ramammoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. Comp. Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución, Instituto de Biología, Universidad nacional Autónoma de México; México, D.F. 129-145 pp.
- Sánchez González, A. y L. López Mata 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica. UNAM. Vol. 74 (001): 47-71 pp.
- Sánchez González, A., López Mata, L. y D. Granados-Sánchez. 2005. Semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* (H.B.K.) Cham. & Schtdl. de la

- Faja Volcánica Transmexicana. Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM: 62-76 pp.
- Sánchez, A. y L. López. 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica, 74 (1): 47-71 pp.
- Sánchez-Velásquez, L., Galindo-González J. y Díaz-Fleischer F. 2008. Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México. 1ª edición. Mundi Prensa., México, D.F., México. 393 pp.
- Santibáñez Andrade, G. 2009. Composición y estructura del bosque de *Abies religiosa* en función de la heterogeneidad ambiental y determinación de su grado de conservación en la Cuenca del Río Magdalena, México, D.F. Tesis Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F. 136 pp.
- Santibáñez-Andrade, G. En proceso. Evaluación del estado de conservación de la Cuenca del Río Magdalena a través de indicadores ambientales. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F.
- Sarukhán K., J. (coord.) 2008. Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- Sarukhán K., J. (coord.) 2008. Capital Natural de México. Vol. II. Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- SMA (Secretaría del Medio Ambiente). 2008. Plan maestro de manejo integral y aprovechamiento sustentable de la Cuenca del Río Magdalena del Distrito Federal. Diagnóstico integral. Pp. 90. Recuperado de http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/diagnostico_integral.pdf
- Toledo, V. M. y M. J. Ordóñez. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. *In*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México,

- D.F., México. 757 pp.
- Toledo Knittel G. A. 2007. Potenciales plantas invasoras de los bosques nativos en el centro-sur de Chile. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 71 pp.
- Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A. y Durán, R. 2010, Estructura, composición y diversidad del matorral de dunas costeras en el litoral yucateco. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 86:37-51 pp.
- Valencia-A., S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 75: 33-53 pp.
- Valladares, F.; Aranda, I. y Sánchez-Gómez, D. 2004. La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua. En, Valladares, F. (ed.): Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante, Organismo Autónomo de Parques Nacionales (Ministerio de Medio Ambiente). Madrid. 335-370 pp.
- Van Devender, T., R.S. Felger y A. Búrquez. 1997. Exotic plants in the Sonoran Desert region, Arizona and Sonora. Proceedings of the California Exotic Plant Council. California. 6 pp.
- Velázquez, A. 1994. Multivariate analysis of the vegetation of the volcanoes Tlaloc and Pelado, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 5: 263-270
- Villaseñor, J.L., y F.J. Espinosa-García. 1998. Catálogo de malezas de México. UNAM-Fondo de Cultura Económica, México. 449 pp.
- Villaseñor, J.L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Bol. Soc. Bot. México* 75:105–135 pp.
- Villaseñor, J. L. y Espinosa-García, F.J. 2004. The alien flowering plants of México. *Diversity and Distributions* 10: 113-123 pp.
- Vitousek, P.M., C.M. D'Antonio, L.L. Loope and R. Westbrooks. 1996. Biological Invasions as Global Environmental Change. *Amer. Scientist* 84: 468-78.
- Vitousek PM, Walker LR (1989) Biological invasion by *Myrica faya* in Hawaii: Plant demography, nitrogen fixation, ecosystem effects. *Ecol Monogr* 59:247-265 pp.

- Williamson, M. H. y Fitter A. 1996. The Characters of successful invaders. *Biological Conservation*. ELSEVIER. Great Britain. 78:163-170.
- Whittaker, R. H. 1970. *Communities and ecosystems*. Editorial MacMillan, New York. 385 pp.
- Whitmore, T.C. 1978. Gaps in the forest canopy. En: *Tropical trees as living systems* (P.B. Tomlinson y M.H. Zimmerman, eds.), Cambridge University Press, Cambridge. 639-655 pp.
- Weber, E.F. 1997. The alien flora of Europe: a taxonomic and biogeographic overview. *Journal of Vegetable Science*. 8: 565-572 pp.
- Zacarías-Eslava Y. y Del Castillo R.F. 2010. Comunidades vegetales templadas de la Sierra Juárez, Oaxaca: Piso altitudinales y sus posibles implicaciones ante el cambio climático. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 87:13-28 pp.
- Zavala, J.A. 1986. *Introducción al Enfoque Multivariado en Estudios de Vegetación*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Cuadros de Divulgación. Veracruz. No. 26. 59 pp.

Apéndice 1. Listado de las especies presentes en la estructura herbácea del bosque de *Quercus* spp. de la cuenca del Río Magdalena.

Familia	Especie	Estatus en México Distribución	Ciclo de vida	Forma de vida	Forma de crecimiento
Adiantaceae	<i>Adiantum andicola</i>	Mesoamericana	Perenne	Criptofita	Hierba arrosetada
Agavaceae	<i>Agave spp.</i>	Americana	Perenne	Fanerofita	Hierba arrosetada
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i>	Neotropical	Anual	Terofita	Hierba erecta
Anthericaceae	<i>Echeandia mexicana</i>	Restringida	Perenne		Hierba erecta
Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	Cosmopolita	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Asclapiadaceae	<i>Matelea chrysantha</i>	Restringida	Perenne		Herbácea
Aspleniaceae	<i>Asplenium monanthes</i>	Pantropical	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Ageratina glabatra</i>	Restringida	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Ageratina enixa</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Archibaccharis hirtella</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Archibaccharis serratifolia</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Archibaccharis spp.</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Baccharis coferta</i>	Restringida	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Baccharis sordecens</i>	Neotropical	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Bidens dorata</i>	Americana	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Bidens triplinervia</i>	Americana	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Cirsium nivale</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Americana	Perenne		Hierba erecta
Asteraceae	<i>Dahlia sorensenii</i>	Pantropical	Perenne	Camefita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Eupatorium lucida</i>	Mesoamericana	Perenne	Hemicriptofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Gnaphalium americanum</i>	Neotropical	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Melampodium repens</i>	Neotropical	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Montanoa frutescens</i>	Restringida	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Piqueria pilosa</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Piqueria spp.</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Roldana spp.</i>		Perenne	Fanerofita	Arbusto

Asteraceae	<i>Roldana barba-johannis</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Roldana angulifolius</i>	Restringida	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Senecio toluccanus</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Senecio alboneurius</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	Neotropical	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Stevia monardifolia</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Stevia spp.</i>		Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Verbesina oncophora</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Arbusto
Asteraceae	<i>Verbesina spp.</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Arbusto
Brassicaceae	<i>Cardamine hirsuta</i>	Mesoamericana	Añual	Terofita	Hierba erecta
Brassicaceae	<i>Cardamine spp.</i>	Mesoamericana	Añual	Terofita	Hierba erecta
Buddlejaceae	<i>Buddleja cordata</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Árbol
Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpos mycrophyllus</i>	Americana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i>	Americana	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Caryophyllaceae	<i>Arenaria spp.</i>	Americana	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Americana	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Árbol
Clusiaceae	<i>Hypericum silenoides var.</i>	Neotropical	Añual	Terofita	Hierba erecta
Commelinaceae	<i>Gibasis pulchella</i>	Restringida			Hierba erecta
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Pantropical	Perenne	Criptofita	Hierba arrosetada
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris spp.</i>		Perenne	Criptofita	Hierba arrosetada
Fabaceae	<i>Phaseolus pedicellatus</i>	Restringida			Herbácea
Garryaceae	<i>Garrya laurifolia</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Árbol
Garryaceae	<i>Garrya spp.</i>		Perenne	Fanerofita	Árbol
Geraniaceae	<i>Geranium seemanii</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Hydrangeaceae	<i>Philadelphus mexicanus</i>	Americana		Fanerofita	Arbusto
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia platycarpa</i>	Mesoamericana	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Lamiaceae	<i>Salvia fulgens</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Lamiaceae	<i>Salvia elegans</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Lamiaceae	<i>Salvia gesneraeflora</i>	Americana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Lamiaceae	<i>Salvia mexicana</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Lamiaceae	<i>Salvia microphylla</i>	Neotropical	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta

Lamiaceae	<i>Salvia pulchella</i>	Mesoamericana	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Lamiaceae	<i>Satureja macrsotema</i>	Restringida		Fanerofita	Arbusto
Lamiaceae	<i>Stachys coccinea</i>	Neártica	Perenne	Camefita	Hierba erecta
Liliaceae	<i>Smilax moranensiis</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Liliaceae	<i>Smilax spp.</i>		Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i>	Cosmopolita	Anual	Terofita	Hierba erecta
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	Americana	Perenne	Fanerofita	Árbol
Onagraceae	<i>Fuchsia microphylla</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Onagraceae	<i>Lopezia racemosa var. racemosa</i>	Mesoamericana	Anual	Terofita	Hierba erecta
Orchidaceae	<i>Corallorhiza odontorhiza</i>	Cosmopolita			Hierba erecta
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	Cosmopolita	Perenne	Criptofita	Hierba erecta
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	Mesoamericana	Perenne	Camefita	Hierba erecta
Piperaceae	<i>Peperomia galioides</i>	Neotropical	Perenne	Camefita	Herbácea
Piperaceae	<i>Peperomia spp.</i>		Perenne	Camefita	Hierba erecta
Poaceae	<i>Bromus dolichocarpus</i>	Mesoamericana	Perenne	Criptofita	Hierba erecta
Poaceae	<i>Bromus catharticus</i>	Cosmopolita	Perenne		Hierba erecta
Poaceae	<i>Bromus carinatus</i>	Cosmopolita	Perenne	Criptofita	Hierba erecta
Poaceae	<i>Muhlenbergia quadridentata</i>		Perenne	Criptofita	Hierba
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Mesoamericana	Perenne	Criptofita	Hierba arrosada
Poaceae	<i>Stipa ichu</i>	Neotropical	Perenne		Hierba erecta
Poaceae	<i>Trisetum distichophyllum</i>	cosmopolita	Perenne		Herbácea
Poaceae	<i>Trisetum virletti</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba arrosada
Poaceae	<i>Trisetum spicatum</i>		Perenne		Hierba arrosada
Polygonaceae	<i>Monnina ciliolata</i>	Restringida	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Polypodiaceae	<i>Polipodium spp.</i>				
Pteridaceae	<i>Cheilanthes mexicana</i>	Mesoamericana			
Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i>	Americana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Rhamnaceae	<i>Ceanothus coeruleus</i>	Restringida	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Rosaceae	<i>Alchemilla procumbens</i>	Mesoamericana	Perenne	Hemicriptofita	Hierba erecta
Rosaceae	<i>Fragaria mexicana</i>	Americana	Perenne	Fanerofita	Árbol
Rosaceae	<i>Malus pumila</i>	Cosmopolita			

Rosaceae	<i>Rubus fruticosus</i>	pantropical	Perenne	Fanerofita	
Rubiaceae	<i>Galium aschenbornii</i>	Mesoamericana	Perenne	Hemicriptofita	Bejuco o liana
Rubiaceae	<i>Galium mexicanm</i>	Americana	Perenne		Hierba erecta
Rubiaceae	<i>Didymaea floribunda</i>	Restringida	Perenne	Hemicriptofita	Hierba rastrera
Rosaceae	<i>Rubus pringlei</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Saxifragaceae	<i>Heuchera orizabensis</i>	Restringida	Perenne		Hierba erecta
Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Americana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Scrophulariaceae	<i>Lamourouxia dasyantha</i>	Restringida	Perenne	Fanerofita	Hierba erecta
Scrophulariaceae	<i>Penstemon campanulatus</i>	Mesoamericana	Perenne		Hierba erecta
Solanaceae	<i>Cestrum anagyris</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i>	Cosmopolita	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Solanaceae	<i>Physalis chenopodifolia</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Hierba erecta
Solanaceae	<i>Physalis spp.</i>	Neotropical	Perenne	Fanerofita	Hierba erecta
Solanaceae	<i>Solanum cervantesii</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	Arbusto
Solanaceae	<i>Solanum appendiculatum</i>	Mesoamericana	Perenne	Fanerofita	
Valerianaceae	<i>Valeriana clematis</i>	Neotropical	Perenne		Hierba erecta

Apéndice 2. Valores de importancia de las parcelas de las unidades 1 y 2

Especies	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
<i>A. andicola</i>	0	0.0347	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. elongata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1101	0.259
<i>A. enixa</i>	0	0	0	0	0	0.0226	0	0	0	0
<i>A. glabrata</i>	0.022	0	0.0382	0.0176	0	0.0065	0	0	0	0.1242
<i>A. hirtella</i>	0.0059	0.1061	0.0147	0.1301	0	0	0	0	0	0
<i>A. lanuginosa</i>	0	0	0	0	0.0191	0	0	0	0	0
<i>A. monathes</i>	0.028	0	0.0132	0.0377	0.1026	0.2083	0	0.0721	0.0099	0
<i>A. procumbens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. serratifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agave spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Archibaccharis spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0.074	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>B. carinatus</i>	0.0619	0.0091	0	0.037	0	0	0	0.0269	0	0.1239
<i>B. catharticus</i>	0	0	0.0144	0.0275	0	0	0	0.0135	0.0488	0
<i>B. conferta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. cordata</i>	0	0	0	0.0122	0	0	0	0	0	0
<i>B. dolichocarpus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1486	0
<i>B. odorata</i>	0.0069	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. sordecens</i>	0	0	0	0	0	0.0083	0	0.0686	0.0322	0.1028
<i>Bidens spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. anagyris</i>	0	0	0	0	0	0.0104	0.0279	0	0.0076	0.0268
<i>C. bipinatus</i>	0.0052	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. coeruleus</i>	0.0599	0	0	0	0	0	0.3836	0	0	0
<i>C. dioica</i>	0	0	0	0	0	0.0129	0	0	0	0
<i>C. hirsuta</i>	0.0279	0	0	0	0	0	0	0.0194	0	0
<i>C. mexicana</i>	0.0051	0.0132	0	0	0.0392	0.0271	0	0	0	0
<i>C. mexicana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0956	0	0
<i>C. nivale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0363	0	0
<i>C. nocturnum</i>	0	0.0501	0	0	0	0	0	0	0.0959	0
<i>C. odontorhiza</i>	0	0	0.0223	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. tenuiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cardamine sp.</i>	0	0	0	0.0066	0	0	0	0	0	0
<i>D. floribunda</i>	0.0459	0.0076	0.0302	0.0194	0	0	0	0	0.0285	0
<i>D. pinata</i>	0.0055	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. wallichiana</i>	0	0.0169	0	0	0.0294	0.0423	0	0.0499	0	0
<i>E. gracilis</i>	0	0	0	0	0.0332	0.0128	0	0	0	0.0406
<i>E. lucida</i>	0	0.0499	0.0071	0.0928	0	0.17	0.0425	0	0.0519	0
<i>F. mexicana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>F. microphylla</i>	0.2744	0	0.0227	0.0224	0.0162	0.0353	0	0.1337	0.0725	0.0575
<i>F. uhdei</i>	0	0	0	0	0.0136	0.0464	0	0	0	0
<i>G. americanum</i>	0.0614	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. aschenbornii</i>	0	0	0.023	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. laurifolia</i>	0	0.0071	0	0.0065	0	0	0	0	0	0
<i>G. mexicanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. pulchella</i>	0	0.0106	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. seemanii</i>	0	0	0	0	0.0051	0	0	0	0	0
<i>Garrya spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. glomeratum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>H. helix</i>	0	0	0	0	0.3438	0.347	0.161	0	0	0
<i>H. orizabensis</i>	0	0	0	0.0895	0	0	0	0	0	0
<i>H. silenoides</i>	0	0	0	0.0113	0	0	0	0	0	0
<i>I. difussa</i>	0.0452	0.0689	0.1413	0.0616	0	0	0	0	0	0
<i>L. racemosa subsp. racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. usitatissimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. dasyantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. chrysanta</i>	0	0.0111	0	0	0	0	0	0.0108	0	0
<i>M. ciliolata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. frutescens</i>	0	0	0.0157	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. macroua</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0089	0	0
<i>M. pumilas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. quadridentata</i>	0.0182	0	0	0	0	0	0.0167	0	0	0.0575
<i>M. repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0706	0	0
<i>O. corniculata</i>	0	0	0	0	0	0.0044	0	0	0	0
<i>P. campanulatus</i>	0	0	0	0.0076	0	0	0	0	0	0
<i>P. chenopodifolia</i>	0	0	0	0.0238	0	0	0	0	0	0.007
<i>P. galioides</i>	0	0.0475	0	0.0197	0	0	0	0.0214	0	0
<i>P. icosandra</i>	0	0	0.0138	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. pedicellatus</i>	0	0	0	0.0077	0	0	0	0	0	0
<i>P. pilosa</i>	0	0	0	0	0	0.0067	0	0	0	0
<i>P. platycarpa</i>	0	0	0	0	0	0	0.0202	0	0	0
<i>Peperomiaspp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Physalis spp.</i>	0	0	0.0262	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piqueras pp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polipodium spp.</i>	0	0	0	0.0268	0.1032	0	0	0.0216	0.0512	0
<i>R. barba-johannis</i>	0	0	0	0.0138	0	0	0	0.0598	0.0512	0
<i>R. fruticosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>R. pringlei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0066
<i>Roldana spp.</i>	0	0	0	0	0	0.0356	0	0	0.0209	0
<i>S. angulifolius</i>	0	0.0878	0	0	0	0	0	0.0367	0.0124	0.0628
<i>S. appendiculatum</i>	0	0.0398	0.0183	0	0	0	0	0	0	0.0068
<i>S. cervantesiis</i>	0.0634	0.3255	0.0729	0.0079	0.0662	0	0.0087	0	0.0585	0
<i>S. coccinea</i>	0.0348	0	0.058	0	0.0059	0	0.0099	0.0068	0	0

<i>S. elegans</i>	0	0	0	0.0332	0	0	0	0.06	0	0.0119
<i>S. fulgens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. gesneriflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. ichu</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. junilleasis</i>	0.0365	0.0079	0	0.0156	0	0	0	0.0192	0.0649	0
<i>S. macrostema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. mexicana</i>	0.0902	0.0777	0.2137	0.0693	0	0	0.0819	0.1104	0.0586	0
<i>S. microphylla</i>	0	0	0.0637	0.0474	0	0	0	0.0255	0	0.0679
<i>S. microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. monardifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. muranensis</i>	0.0084	0	0.0143	0.0927	0	0	0	0	0.0651	0
<i>S. pulchella</i>	0.0055	0.019	0.1044	0.012	0	0	0.0082	0.0185	0	0
<i>S. tolucanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio spp.</i>	0	0	0.0719	0	0.2223	0	0	0	0.0115	0
<i>Smilax spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stevias pp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0381
<i>T. distichophyllum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. spicatum</i>	0.0267	0.0097	0	0	0	0	0.104	0.0136	0	0
<i>T. virletti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>V. clematis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>V. oncophora</i>	0	0	0	0	0	0.0034	0	0	0	0
<i>Verbesina spp.</i>	0.0609	0	0	0.0501	0	0	0	0	0	0

Apendice 3. Valores de importancia de las parcelas de las unidades 2 y 3.

Especies	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
<i>A. andicola</i>	0	0	0	0	0	0.014	0.0224	0	0.0425	0
<i>A. elongata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0755	0	0.1076
<i>A. enixa</i>	0.2486	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. glabrata</i>	0	0	0	0.0337	0.0066	0.1314	0.0965	0	0.0842	0
<i>A. hirtella</i>	0	0	0	0.0553	0	0.0815	0.0195	0.069	0.0275	0.0724
<i>A. lanuginosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>A. monathes</i>	0	0.0518	0.1003	0	0	0.0726	0.0443	0.2251	0	0
<i>A. procumbens</i>	0	0	0	0.0877	0	0	0	0	0	0.0939
<i>A. serratifolia</i>	0	0	0	0.0559	0	0	0	0	0	0
<i>Agave spp.</i>	0	0	0	0.1258	0.197	0	0	0	0	0
<i>Archibaccharis spp.</i>	0.0136	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0.2272	0.0379	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. carinatus</i>	0	0.0204	0	0	0.0916	0	0	0.0281	0.0926	0
<i>B. catharticus</i>	0	0	0.0186	0	0	0.0609	0.1089	0.0225	0	0
<i>B. conferta</i>	0	0	0	0.072	0	0	0.006	0	0	0.2407
<i>B. cordata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. dolichocarpus</i>	0	0	0	0	0.0677	0.0877	0.0785	0.0136	0.0203	0
<i>B. odorata</i>	0	0	0	0	0	0	0.0725	0	0	0
<i>B. sordecens</i>	0.0705	0	0	0	0.0937	0	0	0	0	0
<i>Bidens spp.</i>	0	0	0	0	0	0.0061	0	0	0	0
<i>C. anagyris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0092	0
<i>C. bipinatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. coeruleus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. dioica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hirsuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. mexicana</i>	0	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. mexicana</i>	0	0	0	0	0	0.0177	0	0.0198	0	0
<i>C. nivale</i>	0	0.0139	0	0	0	0	0.026	0.0091	0	0
<i>C. nocturnum</i>	0	0	0.0278	0	0	0.0522	0.0087	0	0.0071	0
<i>C. odontorhiza</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. tenuiflora</i>	0	0	0	0	0.0238	0	0	0	0	0
<i>Cardamine sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. floribunda</i>	0.0329	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. pinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. wallichiana</i>	0	0.0058	0	0	0	0	0	0.037	0	0

<i>P. chenopodifolia</i>	0	0	0.0128	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. galioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. icosandra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0642	0	0
<i>P. pedicellatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. pilosa</i>	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0
<i>P. platycarpa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomiaspp.</i>	0	0	0	0	0	0	0.0472	0	0	0
<i>Physalis spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piqueras pp.</i>	0	0	0	0	0	0.0127	0.0513	0	0	0
<i>Polipodium spp.</i>	0.0165	0	0.0201	0	0	0.0143	0	0	0.0417	0
<i>R. barba-johannis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>R. fruticosus</i>	0	0	0	0	0	0	0.0485	0	0	0
<i>R. pringlei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0069	0
<i>Roldana</i>	0	0	0	0	0	0.0448	0	0	0	0
<i>S. angulifolius</i>	0	0	0.0961	0	0	0.0059	0	0.0477	0.0248	0
<i>S. appendiculatum</i>	0	0	0.043	0.0074	0	0.0543	0	0	0.0213	0
<i>S. cervantesiis</i>	0.014	0	0.1581	0.103	0.0139	0	0.0799	0	0.2283	0.0454
<i>S. coccinea</i>	0	0	0	0	0	0.0078	0.0065	0.0166	0	0
<i>S. elegans</i>	0.0423	0	0	0.069	0.0194	0	0	0.064	0	0
<i>S. fulgens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0259	0.0126	0
<i>S. gesneriflora</i>	0	0	0	0.069	0	0	0	0	0	0
<i>S. ichu</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.048
<i>S. junilleasis</i>	0.0151	0	0.0199	0.0108	0.0202	0	0.0296	0	0	0
<i>S. macrostema</i>	0	0	0	0.0121	0	0	0	0	0	0
<i>S. mexicana</i>	0.167	0.029	0.1718	0.0067	0.0385	0.0488	0.0581	0.0084	0	0
<i>S. microphylla</i>	0.0103	0	0.0658	0.0124	0.0239	0.0122	0	0	0	0
<i>S. microphylla</i>	0	0.0865	0	0.0184	0.0176	0	0	0	0	0
<i>S. monardifolia</i>	0	0	0	0.0311	0.0798	0	0	0	0	0

<i>E. gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0076	0
<i>E. lucida</i>	0	0	0	0.0307	0	0.0185	0.0368	0.0211	0	0
<i>F. mexicana</i>	0	0	0	0	0		0	0	0	0.0585
<i>F. microphylla</i>	0.0146	0.1104	0.0328	0.0217	0	0.1512	0.0226	0.1036	0	0
<i>F. uhdei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. americanum</i>	0	0	0	0.0062	0.0071	0	0	0	0	0
<i>G. aschenbornii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. laurifolia</i>	0	0	0	0	0.0066	0	0.0434	0.067	0	0
<i>G. mexicanum</i>	0.0129	0	0.041	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. pulchella</i>	0	0	0.0065	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. seemanii</i>	0	0.0065	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Garrya spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0083	0	0
<i>H. glomeratum</i>	0	0	0	0	0.0252	0	0	0	0	0
<i>H. helix</i>	0	0	0	0.0071	0	0	0	0.0548	0	0
<i>H. orizabensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. silenoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>I. difussa</i>	0	0	0.0186	0	0	0.013	0	0	0	0
<i>L. racemosa subsp. racemosa</i>	0	0	0	0	0	0.0201	0	0	0	0
<i>L. usitatissimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.058
<i>L. dasyantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0488
<i>M. chrysanta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. ciliolata</i>	0	0	0	0.0097	0	0	0.0068	0	0.0368	0
<i>M. frutescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. macroura</i>	0	0	0	0.0625	0.0828	0	0	0	0	0
<i>M. pumilas</i>	0	0.2125	0	0	0.0477	0	0	0	0	0
<i>M. quadridentata</i>	0	0	0	0	0	0.0061	0	0	0.1443	0.0893
<i>M. repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. campanulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>S. muranensis</i>	0.0334	0.3216	0.0295	0.0162	0	0.0267	0.0226	0	0.0452	0
<i>S. pulchella</i>	0.0424	0.0168	0.1238	0.0145	0.0713	0	0.0067	0	0	0
<i>S. tolucanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1374
<i>Senecio spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Smilax spp.</i>	0.0178	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stevias pp.</i>	0.021	0.0736	0	0	0	0	0.0323	0.0189	0.0209	0
<i>T. distichophyllum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1263	0
<i>T. spicatum</i>	0	0.0084	0	0.0077	0.0656	0	0	0	0	0
<i>T. virletti</i>	0	0	0	0	0	0.0245	0	0	0	0
<i>V. clematis</i>	0	0	0	0.0135	0	0	0	0	0	0
<i>V. oncophora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbesina spp.</i>	0	0	0	0	0	0.015	0.0244	0	0	0

Apéndice 4. Valores de importancia por Unidad Ambietal

Especies	1	2	3	4	Especies	1	2	3	4
<i>A. andicola</i>	0.6934	0	0	1.5774	<i>L. usitatissimum</i>	0	0	0	1.1599
<i>A. elongata</i>	0	7.3824	0	3.6616	<i>L. dasyanthe</i>	0	0	0	0.9755
<i>A. enixa</i>	0	0.4515	4.9713	0	<i>M. chrysanta</i>	0.2214	0.2170	0	0
<i>A. glabrata</i>	1.5552	2.6131	0.8050	6.2425	<i>M. ciliolata</i>	0	0	0.1947	0.8730
<i>A. hirtella</i>	5.1355	0	1.1052	5.3958	<i>M. frutescens</i>	0.3146	0	0	0
<i>A. lanuginosa</i>	0.3829	0	0	0	<i>M. macroura</i>	0	0.1782	2.9062	0
<i>A. monathes</i>	3.6316	5.8048	3.0431	6.8397	<i>M. pumilas</i>	0	0	5.2041	0
<i>A. procumbens</i>	0	0	1.7548	1.8782	<i>M. quadridentata</i>	0.3636	1.4844	0	4.7943
<i>A. serratifolia</i>	0	0	1.1180	0	<i>M. repens</i>	0	1.4110	0	0
<i>Agave spp.</i>	0	0	6.4567	0	<i>O. corniculata</i>	0	0.0883	0	0
<i>Archibaccharis spp.</i>	0	1.4791	0.2718	0	<i>P. campanulatus</i>	0.1527	0	0	0

<i>Asteraceae</i>	0	0	5.3005	0	<i>P. chenopodifolia</i>	0.4764	0.1398	0.2568	0
<i>B. carinatus</i>	2.1606	3.0160	2.2394	2.4140	<i>P. galioides</i>	1.3434	0.4290	0	0
<i>B. catharticus</i>	0.8374	1.2462	0.3713	3.8455	<i>P. icosandra</i>	0.2756	0	0	0
<i>B. conferta</i>	0	0	1.4398	4.9322	<i>P. mexicanus</i>	0	0	0	1.2846
<i>B. cordata</i>	0.2430	0	0	0	<i>P. pedicellatus</i>	0.1539	0	0	0
<i>B. dolichocarpus</i>	0	2.9725	1.3541	4.0019	<i>P. pilosa</i>	0	0.1345	0.8005	0
<i>B. odorata</i>	0.1390	0	0	1.4501	<i>P. platycarpa</i>	0	0.4041	0	0
<i>B. sordecens</i>	0	4.2404	3.2821	0	<i>Peperomiaspp.</i>	0	0	0	0.9433
<i>Bidens spp.</i>	0	0	0	0.1225	<i>Physalis spp.</i>	0.5239	0	0	0
<i>C. anagyris</i>	0	1.4527	0	0.1832	<i>Piqueras pp.</i>	0	0	0	1.2805
<i>C. bipinatus</i>	0.1040	0	0	0	<i>Polipodium spp.</i>	2.6013	1.4555	0.7319	1.1207
<i>C. coeruleus</i>	1.1982	7.6720	0	0	<i>R. barba-johannis</i>	0.2756	2.2198	0	0
<i>C. dioica</i>	0	0.2585	0	0	<i>R. fruticosus</i>	0	0	0	0.9697
<i>C. hirsuta</i>	0.5589	0.3882	0	0	<i>R. pringlei</i>	0	0.1326	0	0.1374
<i>C. mexicana</i>	1.1508	0.5416	0.0992	0	<i>Roldana spp.</i>	0	1.1296	0	0.8954
<i>C. mexicana</i>	0	1.9128	0	0.7492	<i>S. angulifolius</i>	1.7565	2.2376	1.9226	1.5671
<i>C. nivale</i>	0	0.7267	0.2782	0.7036	<i>S. appendiculatum</i>	1.1634	0.1368	1.0072	1.5112
<i>C. nocturnum</i>	1.0013	1.9181	0.5559	1.3595	<i>S. cervantesiis</i>	10.7174	1.3427	5.7808	7.0730
<i>C. odontorrhiza</i>	0.4450	0	0	0	<i>S. coccinea</i>	1.9732	0.3342	0	0.6167
<i>C. tenuiflora</i>	0	0	0.4767	0	<i>S. elegans</i>	0.6645	1.4381	2.6134	1.2791
<i>Cardamine sp.</i>	0.1323	0	0	0	<i>S. fulgens</i>	0	0	0	0.7705
<i>D. floribunda</i>	2.0612	0.5695	0.6581	0	<i>S. gesneriflora</i>	0	0	1.3798	0
<i>D. pinata</i>	0.1107	0	0	0	<i>S. ichu</i>	0	0	0	0.9608
<i>D. wallichiana</i>	0.9246	1.8443	0.1156	0.7405	<i>S. junilleasis</i>	1.1986	1.6814	1.3208	0.5923
<i>E. gracilis</i>	0.6642	1.0691	0	0.1518	<i>S. macrostema</i>	0	0	0.2421	0
<i>E. lucida</i>	2.9964	5.2873	0.6132	1.5270	<i>S. mexicana</i>	9.0187	5.0198	8.2618	2.3040

<i>F. mexicana</i>	0	0	0	1.1699	<i>S. microphylla</i>	2.2226	1.8685	2.2493	0.2446
<i>F. microphylla</i>	6.7135	5.9780	3.5902	5.5474	<i>S. microphylla</i>	0	0	2.4496	0
<i>F. uhdei</i>	0.2727	0.9272	0	0	<i>S. monardifolia</i>	0	0	2.2180	0
<i>G. americanum</i>	1.2286	0	0.2658	0	<i>S. muranensis</i>	2.3090	1.3011	8.0144	1.8898
<i>G. aschenbornii</i>	0.4609	0	0	0	<i>S. pulchella</i>	2.8185	0.5331	5.3755	0.1347
<i>G. laurifolia</i>	0.2717	0	0.1317	2.2085	<i>S. tolucanus</i>	0	0	0	2.7484
<i>G. mexicanum</i>	0	0	1.0768	0	<i>Senecio spp.</i>	5.8853	0.2291	0	0
<i>G. pulchella</i>	0.2120	0	0.1304	0	<i>Smilax spp.</i>	0	0.0000	0.3566	0
<i>G. seemanii</i>	0.1029	0	0.1302	0	<i>Stevias pp.</i>	0	0.7615	1.8909	1.4429
<i>Garrya spp.</i>	0	0	0	0.1663	<i>T. distichophyllum</i>	0	0	0	2.5263
<i>H. glomeratum</i>	0	0	0.5031	0	<i>T. spicatum</i>	0.7296	2.3532	1.6339	0
<i>H. helix</i>	6.8755	10.1594	0.1425	1.0954	<i>T. virletti</i>	0	0	0	0.4904
<i>H. orizabensis</i>	1.7910	0	0	0	<i>V. clematis</i>	0	0	0.2710	0
<i>H. silenoides</i>	0.2259	0	0	0	<i>V. oncophora</i>	0	0.0684	0	0
<i>I. difussa</i>	6.3406	0	0.3729	0.2610	<i>Verbesina spp.</i>	2.2190	0	0	0.7884
<i>L. racemosa</i> subsp. <i>racemosa</i>	0	0	0	0.4012					

Apéndice 5. Valores del índice de similitud de Sørensen entre las parcelas del bosque de *Quercus* spp. de CRM.

	P1.1	P1.2	P1.3	P1.4	P1.5	P2.1	P2.2	P2.3	P2.4	P2.5	P3.1	P3.2	P3.3	P3.4	P3.5	P4.1	P4.2	P4.3	P4.4	P4.5
P1.1	23	10	11	13	5	4	7	8	7	4	6	8	8	10	8	9	11	7	4	4
P1.2	0.465	20	7	11	3	3	5	9	7	3	5	6	9	7	7	8	9	8	7	2
P1.3	0.5	0.341	21	13	5	4	3	7	9	3	7	5	9	10	4	11	10	8	4	3
P1.4	0.51	0.458	0.531	28	3	4	4	12	10	5	10	6	12	11	9	10	12	11	5	3
P1.5	0.278	0.182	0.294	0.146	13	6	3	5	5	2	3	5	4	3	1	4	4	5	3	1
P2.1	0.2	0.162	0.211	0.178	0.4	17	3	4	6	4	3	4	2	5	2	3	3	6	2	1
P2.2	0.389	0.303	0.022	0.195	0.231	0.2	13	4	4	2	4	2	3	6	4	4	5	4	3	2
P2.3	0.348	0.419	0.318	0.471	0.278	0.2	0.222	23	9	6	8	8	8	7	8	7	8	12	2	0
P2.4	0.333	0.359	0.45	0.426	0.313	0.333	0.25	0.429	19	5	8	4	9	6	5	12	11	7	8	1
P2.5	0.205	0.167	0.162	0.227	0.138	0.242	0.138	0.308	0.286	16	5	3	6	5	5	6	3	6	9	2
P3.1	0.3	0.27	0.368	0.444	0.2	0.176	0.267	0.4	0.444	0.303	17	6	9	8	7	5	7	4	4	1
P3.2	0.421	0.343	0.278	0.279	0.357	0.25	0.143	0.421	0.235	0.194	0.375	15	5	6	6	4	7	7	3	0
P3.3	0.39	0.474	0.462	0.522	0.258	0.114	0.194	0.39	0.486	0.353	0.514	0.303	18	8	5	11	8	5	6	1
P3.4	0.4	0.298	0.167	0.4	0.15	0.227	0.3	0.28	0.261	0.233	0.364	0.286	0.356	27	13	7	10	6	5	5
P3.5	0.372	0.35	0.019	0.375	0.061	0.108	0.242	0.372	0.256	0.278	0.378	0.343	0.263	0.553	20	3	6	6	3	2
P4.1	0.375	0.356	0.478	0.377	0.211	0.143	0.211	0.292	0.545	0.293	0.238	0.2	1.048	0.269	0.133	25	14	10	10	2
P4.2	0.458	0.4	0.435	0.453	0.211	0.143	0.263	0.333	0.5	0.146	0.333	0.35	0.372	0.385	0.267	0.56	25	11	9	3
P4.3	0.311	0.381	0.435	0.44	0.286	0.308	0.229	0.533	0.341	0.316	0.205	0.378	0.25	0.245	0.286	0.426	0.468	22	6	2
P4.4	0.19	0.359	0.727	0.213	0.188	0.111	0.188	0.095	0.421	0.514	0.222	0.176	0.324	0.217	0.154	0.455	0.409	0.293	19	3
P4.5	0.235	0.129	0.25	0.154	0.083	0.071	0.167	0	0.067	0.148	0.071	0	0.069	0.263	0.129	0.111	0.167	0.121	0.2	11

Apendice 6. Elementos abióticos tomados para el estudio del bosque de *Quercus* spp. de la CRM

Unidad	Altitud	Grupos	Orientacion	Pendiente	Temp amb	Temp suelo	Humedad	Luz0m	Luz1m	FAD	FSG	Ph	CE	MO	N	P	K
QU1	2650	1	4	28.0	19.5	15.5	72.0	149.9	255.9	10.0	12.1	5.9	0.3	23.5	0.8	23.9	1.5
QU2	2750	2	8	35.6	17.3	12.3	74.1	106.9	261.9	10.4	13.4	5.8	0.2	10.3	0.5	9.8	1.3
QU3	2800	1	8	48.0	22.3	19.3	44.4	143.6	282.6	16.7	24.0	5.9	0.1	13.4	0.5	14.8	1.4
QU4	2900	2	2	50.0	18.1	15.3	58.5	162.6	310.6	10.7	16.8	5.8	0.1	9.4	0.3	6.9	1.5