



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**FLORA Y VEGETACIÓN DE NUEVE ÁREAS
NATURALES DE CIUDAD UNIVERSITARIA,
MÉXICO, D.F.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGA**

P R E S E N T A:

MELINA CECILIA MARAVILLA-ROMERO



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. ZENÓN CANO-SANTANA**

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Datos del Jurado

1. Datos del Alumno
Maravilla
Romero
Melina Cecilia
57 32 29 16
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
097311861
2. Datos del Tutor
Dr
Zenón
Cano
Santana
3. Datos del sinodal 1
Dr
Antonio
Lot
Helgueras
4. Datos del sinodal 2
Dra
Silvia
Castillo
Argüero
5. Datos del sinodal 3
M en C
Iván Israel
Castellanos
Vargas
6. Datos del sinodal 4
Arq Psj
Pedro Guillermo
Camarena
Berruecos
7. Datos del trabajo escrito
Flora y Vegetación de nueve Áreas Naturales de Ciudad Universitaria, México,
D.F.
93 p
2012

A INOCENCIA Y SIXTO por mostrarme lo sorprendente que es vivir y enseñarme a buscar siempre la felicidad. Por acompañarme, cuidarme y escucharme en todo momento. Gracias Sixto y zapatitos rojos por ser mis mejores amigos.

A MIS HERMANOS Laura, Cándido, Alicia, Mónica, Adriana y Eduardo por quererme tanto, por estar siempre conmigo y por su confianza. ¡Los amo!

A MI TÍA LOLA por sus consejos y apoyo. Por ser una mujer valiente.

A ANAID, PABLO, JOSUÉ E ITZEL por su apoyo y todas las sonrisas que me provocaron durante los recorridos y días de trabajo que han compartido conmigo.

A ELÍAS por todos los knockouts que me permitieron crecer y enseñaron a tener siempre una sonrisa.

A VANESA Y JACOB por su amistad, complicidad, compañía y apoyo en todos los momentos que hemos compartido. ¡Gracias!

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Zenón Cano-Santana por todo tu apoyo y paciencia en este largo proceso. Por preocuparte y alentarme a continuar, por ser una gran persona, sencilla y sincera, siempre preocupado por sus alumnos. Por ser más que un asesor.

A Yuriana Martínez Orea por tu tiempo, dedicación, asesoría y apoyo en todos los recorridos realizados para la colecta del material y la identificación de especies.

Al Biól. Marco Romero Romero y a la Biól. Ariana Romero-Mata por el apoyo técnico en la realización de este proyecto.

Al M. en C. Iván Israel Castellanos Vargas por el apoyo técnico en laboratorio.

Este trabajo fue apoyado por el **proyecto PAPIIT IN222006** otorgado al Dr. Zenón Cano-Santana, instancia que me apoyó con una beca tesis de licenciatura

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	8
II. JUSTIFICACIÓN.....	19
III. OBJETIVOS.....	20
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1. Selección de Sitios.....	20
4.2. Censo de la Flora y Estado de Conservación.....	21
4.3. Composición y Riqueza Florística.....	24
4.4. Densidad de Eucaliptos.....	24
4.5. Valor de Cada Zona para la Conservación	26
V. RESULTADOS.....	27
5.1. Listado Florístico	27
5.2. Diagnóstico por Zona.....	29
__5.2.1. Facultad de Ciencias (FC).....	30
__5.2.2. Circuito Exterior Norte 1 (A1-1).....	31
__5.2.3. Circuito Exterior Norte 2 (A1-2).....	31
__5.2.4. Circuito Exterior Norte 3 (A1-3).....	34
__5.2.5. Circuito Exterior Sur 1 (A2-1).....	35
__5.2.6. Circuito Exterior Sur 2 (A2-2).....	37
__5.2.7. Biomédicas (A7).....	38

__5.2.8. Biológicas (A8).....	39
_5.2.9. Estadio de Prácticas (A9).....	40
5.3. Análisis de Diversidad y Cobertura Vegetal.....	41
5.4. Comparación de Comunidades.....	43
5.5. Densidad de Eucaliptos.....	43
5.6. Estado y Valor de Conservación de Cada Zona.....	45
VI. DISCUSIÓN.....	49
6.1. La Diversidad Vegetal de los Sitios Estudiados.....	49
6.2. Los Disturbios.....	50
6.3. El Área Verde no Protegida FC.....	54
6.4. La Importancia de las ZAM.....	54
VII. CONCLUSIONES.....	56
LITERATURA CITADA.....	58
APÉNDICES.....	70
Apéndice 1.....	70
Apéndice 2.....	82

Maravilla-Romero, M.C. 2012. Flora y Vegetación de Nueve Áreas Naturales de Ciudad Universitaria, México, D.F. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 93 pp.

RESUMEN

Las Zonas de Amortiguamiento son sitios de suma importancia para la protección y conservación de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), ya que son la primera línea de defensa ante el constante embate antropogénico. El objetivo de este trabajo fue elaborar el listado florístico, analizar la composición vegetal y diagnosticar el estado de conservación de cinco Zonas de Amortiguamiento y de un área natural no protegida denominada Facultad de Ciencias. Se registró un total de 175 especies vegetales lo que representa el 46% de las 377 especies registradas para las zonas núcleo de la REPSA. El índice de similitud de Sørensen indica que los sitios comparten más del 70 % de las especies. Los sitios con mayor riqueza florística fueron Circuito Exterior Norte Tres y Biomédicas, en tanto que los más diversos de acuerdo al índice de Shannon-Wiener fueron Facultad de Ciencias, Biomédicas y Circuito Exterior Sur Uno. El estado de conservación depende de la intensidad y número de disturbios presentes en cada zona, principalmente de la introducción de especies exóticas como el eucalipto y la fragmentación que reduce la superficie de los sitios. Las zonas con mayor valor para la conservación fueron Biológicas, Facultad de Ciencias y Biomédicas. Las Zonas de Amortiguamiento son importantes para la conservación de la REPSA, por lo que requieren de un plan de manejo adecuado, que garantice la conservación a largo plazo de todo el ecosistema. Se propone la incorporación como zona de Amortiguamiento al sitio Facultad de Ciencias para asegurar su protección.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad una de las principales causas de la pérdida de la biodiversidad es la fragmentación de los ecosistemas, la cual se deriva principalmente como resultado de las actividades antropogénicas (Peña y Neyra, 1998).

La fragmentación de los hábitats conduce a diversas alteraciones en los ecosistemas como son (Estrada y Coates-Estrada, 1994; Turner, 1996; Cano-Santana y Meave, 1996; Santos y Tellería, 2006): (1) la reducción del intercambio genético y de los procesos de inmigración; (2) la disminución del éxito reproductivo; (3) cambios drásticos en la estructura demográfica que generan poblaciones demográficamente inviables con alto riesgo de extinción local, ya que la abundancia de ciertas especies está relacionada con el tamaño y el grado de aislamiento de los parches de vegetación; (4) efectos negativos en los procesos de polinización; (5) pérdida de la biodiversidad, y (6) desplazamiento de especies.

Algunos de los ecosistemas que más han resentido el efecto de las actividades humanas son los que se localizan en los grandes asentamientos humanos. La ciudad de México es un claro ejemplo, ya que en los últimos años la población ha aumentado a 18,333 millones de habitantes y sus áreas verdes se han reducido de manera alarmante (Bonfil *et al.*, 1997).

Ante la continua pérdida y fragmentación de los ecosistemas se ha tratado de constituir un sistema eficaz de áreas protegidas, cuyos principales objetivos son (Peña y Neyra, 1998): (1) preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas del país, así como los

ecosistemas más frágiles; (2) asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos; (3) asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad; (4) proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas; (5) rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan conservar la biodiversidad nacional y proteger los entornos naturales.

Para el cumplimiento de las disposiciones y requerimientos de lo que define un área natural protegida, habitualmente éstas se diseñan subdividiendo y delimitando las porciones del territorio que la conforman, zonas núcleo y zonas de amortiguamiento, acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos (Diario Oficial, 2005). Las *Zonas Núcleo* (ZN) tienen como principal objetivo la preservación de los ecosistemas y sus elementos a largo plazo, donde sólo se pueden autorizar actividades de preservación, investigación, colecta científica y educación ambiental, y limitarse o prohibirse los aprovechamientos de recursos que alteran los ecosistemas (Diario Oficial, 2005). Las *Zonas de Amortiguamiento* (ZAM), por su parte, son espacios definidos por su capacidad de minimizar el impacto de los contaminantes y demás actividades humanas que se realizan de manera natural en el entorno inmediato a las áreas naturales protegidas y su finalidad es el de proteger la integridad de la misma (Bustamante, 2003) y aunque no suelen formar parte del bien propuesto, cualquier modificación a éstas debe ser aprobada previamente por el comité o administración responsable del área protegida (UNESCO, 1972, 2005). Estas zonas surgen a partir de la necesidad de

controlar las actividades humanas que ejercen una presión que potencialmente se traduce en deterioro y destrucción (Hall y Rodgers, 1992). Las ZAM tendrán como función principal orientar las actividades de aprovechamiento que ahí se lleven a cabo, encaminándolas hacia el desarrollo sustentable y sin que estas representen algún riesgo para la conservación del área natural protegida (Boehnert, 2005; Diario Oficial, 2005).

Las ZAM son sitios clave que requieren de normas y planes de manejo en conjunto con las zonas núcleo (ZN) (Hall y Rodgers, 1992; Navarro *et al.*, 2003), ya que sus principales funciones son: (a) apoyar en la conservación de la biodiversidad del área protegida (AP) como un conjunto; (b) evitar el aislamiento geográfico por la fragmentación ocasionada por factores administrativos, políticos y sociales; (c) fomentar el desarrollo y disminuir gradualmente la intensidad de uso e impacto, de modo que se proteja la integridad de los sitios más susceptibles; y (d) en éstas se promoverá el ecoturismo y el manejo o recuperación de flora y fauna.

Un ecosistema en el que se vislumbran los problemas anteriores es el Pedregal de San Ángel, el cual se originó por la erupción del Volcán Xitle hace 1670 ± 35 años (Siebe, 2000). Se localiza en las partes más bajas del Valle de México entre la cota 2,400 msnm en la mitad meridional del país, una de las regiones florísticamente más ricas del mundo (Rzedowski, 1954; Carrillo-Trueba, 1995; Castillo-Argüero *et al.*, 2004). Originalmente tuvo una extensión aproximada de 70 a 80 Km², donde predominaba el matorral de *Pittocaulon* (=Senecio) *praecox* o palo loco y el bosque de encino (Rzedowski, 1954; Siebe, 2000) y a la

fecha se encuentra modificado casi en un 90% (Fig. 1.1 y 1.2; Cano-Santana *et al.*, 2006, 2008).



Fig. 1.1. El Pedregal de San Ángel hacia la década de 1950, antes del acelerado crecimiento demográfico de la Ciudad de México. Tomado de Carrillo (1995).



Fig. 1.2. El Pedregal de San Ángel a la mitad de la década de 1980, después del acelerado crecimiento urbano. Tomado de Carrillo (1995).

Actualmente se encuentran protegidas 1,312 ha (12.3 %) de la superficie original, en cinco zonas (Cano-Santana *et al.*, 2006): 1) el Parque Ecoguardas (150 ha), 2) el Parque Ecológico de la Ciudad de México (727 ha), 3) el Parque Urbano Bosque de Tlalpan (252 ha), 4) la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria (en lo sucesivo, REPSA o Reserva del Pedregal) (237 ha) y 5) el Parque Ecoarqueológico Cuicuilco (22 ha). Sin embargo, todos estos sitios sin excepción, presentan múltiples alteraciones derivadas principalmente del incontrolado proceso de urbanización (Panti, 1984; Crooks *et*

al., 2004; Lot y Camarena, 2009) a pesar de las cuantiosas investigaciones y publicaciones que prueban su valor para la investigación, la docencia y los beneficios que brindan a los habitantes de la ciudad (ver, p. ej., Rzedowski, 1954; Álvarez *et al.*, 1982; Rojo, 1994; Carrillo, 1995; Castillo-Argüero *et al.*, 2004; Cano-Santana *et al.*, 2006; Lot y Cano-Santana, 2009).

Como respuesta a la inminente necesidad de brindar protección al ecosistema de pedregal inmerso en Ciudad Universitaria fue creada la REPSA el 30 de septiembre de 1983 (Carabias y Meave, 1987). Ésta se localiza al suroeste de la Ciudad de México (19° 18'31"-19° 19'17" norte, 99°10'20"-99° 11'52" oeste) a una altitud de entre 2200 y 2277 m.

Desde su creación se han ejecutado cinco decretos con el objetivo de resguardar superficies mayores y optimizar la conservación de toda el área protegida (Tabla 1.1; Peralta y Prado, 2009). En la actualidad ocupa el 33% del territorio del *campus* con una superficie de 237 ha, de las cuales 171 ha son consideradas como zona núcleo y 66 ha como zonas de amortiguamiento (Fig. 1.3; De la Fuente, 2005).

La REPSA, como parte del ecosistema del Pedregal de San Ángel contiene elementos florísticos con afinidades neotropicales y neárticas (Rzedowski, 1962); su clima es templado subhúmedo con una temporada de lluvias de junio a octubre y una de secas de noviembre a mayo (Rzedowski, 1954; García, 1988). Su temperatura media anual es de 14-15°C con una precipitación promedio de 700 a 900 mm (REPSA, 2007); suelo escaso, joven y poco desarrollado (4.5 ± 0.27 cm),

que se acumula en grietas, fisuras y depresiones por agentes eólicos y pluviales (Cano-Santana y Meave, 1996).

La REPSA alberga 377 especies de plantas vasculares, siendo la familia Asteraceae la mejor representada con 105 especies, y gran variedad de animales y hongos (Castillo-Argüero *et al.*, 2004, 2009) que se distribuyen a lo largo de las cinco diferentes zonas clasificadas para el ecosistema (Bye *et al.*, 1996).

La REPSA en su conjunto ofrece diversos servicios ambientales como: (1) absorción de bióxido de carbono, (2) producción de O₂, (3) captación de agua de lluvia, (4) mantenimiento de mantos acuíferos, (5) acervo genético, (6) prevención de tolveneras que afectan la pureza del aire, (7) regulación del ciclo hidrológico al proteger el suelo, (8) amortiguamiento de los cambios diurnos y estacionales de temperatura, (9) mantenimiento de la humedad del aire y de un entorno natural para la comunidad universitaria y el público (Álvarez *et al.*, 1982; Carrillo-Trueba, 1995; Cano-Santana y Meave, 1996; Nava-López *et al.*, 2009).

Sin embargo, aun cuando es satisfactorio el hecho de ser la única institución educativa que cuenta con un área natural, el deterioro que ésta ha sufrido a través del tiempo es significativo, enfrentando diversas alteraciones, tal como se discute a continuación.

Tabla 1.1. Acuerdos en los que la superficie de la REPSA ha tenido modificaciones [basado en: ¹Álvarez *et al.* (1982), ²Sarukhán (1990), ³Sarukhán (1996), ⁴Sarukhán (1997), ⁵De la Fuente (2005)].

ACUERDO	MODIFICACIONES	SUPERFICIE (ha)
30 de octubre 1983 ¹	Se crea la REPSA	124.5
1 de septiembre 1990 ²	Reordenamiento y ampliación	146.8
14 de marzo 1996 ³	Reordenamiento y ampliación	172
13 de enero 1997 ⁴	Reordenamiento y ampliación y creación de las "Áreas Verdes de Manejo Especial (AVME)"	212
2 de junio 2005 ⁵	Reordenamiento, ampliación y creación de las "Áreas de amortiguamiento"	237
24 de noviembre 2008	Se propone su incorporación al sistema nacional de áreas naturales protegidas bajo una nueva categoría: la de Reserva Ecológica Urbana.	237

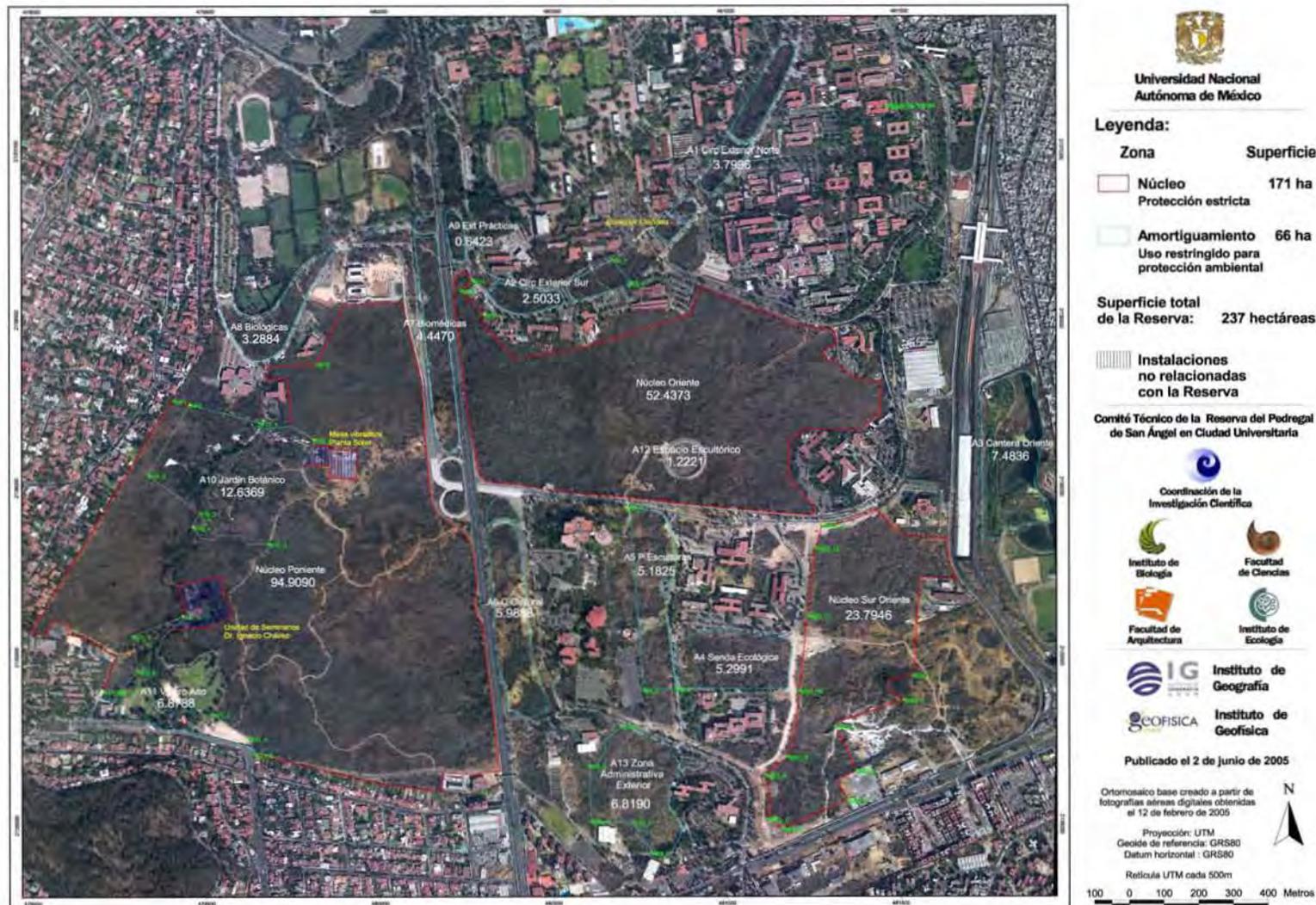


Fig. 1.3. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en Ciudad universitaria.

a) La introducción de especies exóticas que en muchas ocasiones desplazan a las especies nativas al convertirse en fuertes competidoras, plagas o malezas (p. ej., el pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* y *Leonotis nepetaefolia*, ambas de origen africano, así como los eucaliptos, *Eucalyptus* spp.) o la fauna feral portadora de enfermedades para el humano y la fauna silvestre (Keane y Crawley, 2002; Gaston *et al.*, 2003; Cruz-Reyes, 2009). El pasto kikuyo y los eucaliptos pueden favorecer la incidencia de incendios (Juárez-Orozco y Cano-Santana, 2007). La presencia de los eucaliptos, de origen australiano, ha ocasionado diversos efectos negativos sobre la estructura y funcionalidad de la REPSA, tales como: (1) cambio en la ruta sucesional, formando un estrato arbóreo que no corresponde a la etapa en que se encuentra la comunidad vegetal nativa (Segura-Burciaga, 2001); (2) el mantillo formado por la caída de sus hojas, flores y frutos es de lenta descomposición por lo que afecta el funcionamiento del ecosistema (Toky y Singh, 1993), además de contener sustancias alelopáticas (terpenos y fenoles) volátiles y solubles en el agua (Barton *et al.*, 1989) que al ser liberados al suelo tienen un efecto dañino sobre la microbiota edáfica (Espinosa-García, 1996); (3) la composición química de las recompensas que ofrecen sus flores provocan la muerte de abejas y abejorros (Cano-Santana *et al.*, 2006); (4) compiten con gran ventaja con las plantas nativas ya que presentan rápido crecimiento, fuerte desarrollo radicular, alta capacidad de absorción de agua, resistencia a la sequía, al fuego y a las bajas temperaturas (Pryor, 1976); y (5) compiten exitosamente por la radiación solar, afectando a las plantas xerófilas que se encuentran debajo de su copa (Segura-Burciaga, 2009).

b) La modificación o destrucción del paisaje, que ocasiona la fragmentación provocando que las tasas de extinción aumenten (MacArthur y Wilson, 1967), y que los procesos biológicos se interrumpan o alteren (Didham y Lawton, 1999; Vega y Peters, 2003; Fernández-Juricic, 2004). Por lo anterior, ha sido de suma importancia la delimitación de la superficie que permite distinguir los vértices y fragmentos que conforman esta Reserva (Peralta y Prado, 2009).

Dentro de las estrategias de zonificación para la conservación de la REPSA se encuentran las zonas de amortiguamiento, que son los parches de vegetación natural (algunas ubicadas en camellones) en su mayoría denominados alguna vez como áreas verdes de manejo especial (AVMEs) en el decreto de 1996 (Sarukhán, 1996; De la Fuente, 2005), que se han resguardado y que soportan con mayor incidencia las perturbaciones ocasionadas por las actividades humanas, tales como la carga excesiva de visitas, la introducción de especies exóticas, el desplazamiento y extracción de especies, la construcción de nueva infraestructura y el depósito de basura y cascajo.

Dadas estas características, es posible afirmar que todas las modificaciones y el manejo que se realice en este tipo de sitios puede afectar negativamente a los elementos bióticos y abióticos del área núcleo, por lo que las ZAM requieren de un manejo especial que garantice la conservación de todo el ecosistema a largo plazo (Navarro *et al.*, 2003).

Sin embargo, pese a los diversos estudios realizados en la REPSA, la información de la importancia ecológica y biótica de las ZAM es inexistente o

limitada. Por lo que surge la necesidad de generar el conocimiento que permita su adecuada protección y manejo.

II. JUSTIFICACIÓN

Los inventarios biológicos constituyen la primera etapa en todo proyecto que intenta obtener información para la conservación y el mantenimiento de la vegetación, ya que permiten la evaluación de las condiciones para definir la calidad del paisaje y así realizar el planteamiento de un plan de manejo adecuado a las condiciones de cada ecosistema (Toledo, 1994).

La elaboración del listado florístico de las zonas de amortiguamiento y la detección de los disturbios a los que están sujetas, permitirá comprender de forma más detallada procesos como la capacidad de adaptación, los efectos de la pérdida de diversidad y la fragmentación que origina la reducción del hábitat; de modo que se tengan nuevos conocimientos sobre las funciones que desempeñan y beneficios que proporcionan estos sitios (Dobson *et al.*, 1997; Didham y Lawton, 1999).

Este trabajo busca elaborar los listados florísticos e iniciar la inclusión de las áreas de amortiguamiento como refugios potenciales para diferentes poblaciones vegetales y/o animales, como áreas de mitigación del impacto de las actividades antropogénicas que se realizan en torno al área núcleo y como sitios que requieren un manejo particular para su conservación y como parte del sistema.

III. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es conocer la riqueza florística de cinco zonas de amortiguamiento de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y de un área natural no protegida de Ciudad Universitaria.

Los objetivos particulares, derivados del anterior, son los siguientes: (1) conocer la composición vegetal en cada sitio de estudio; (2) determinar la estructura de la vegetación; (3) determinar la densidad de eucaliptos que albergan; y (4) conocer los tipos de disturbio a los que están sujetas las áreas y determinar la importancia de las zonas de amortiguamiento en la conservación de la REPSA.

Los resultados del presente trabajo permitirán determinar la importancia de las áreas de amortiguamiento en el manejo integral y conservación a largo plazo de las zonas núcleo de la Reserva del Pedregal.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Selección de Sitios

El trabajo se realizó en cinco zonas de amortiguamiento: Circuito Exterior Norte (A1), Circuito Exterior Sur (A2), Biomédicas (A7), Biológicas (A8), Estadio de Prácticas (A9), y el área natural no protegida adyacente al estacionamiento de profesores de la Facultad de Ciencias (FC). Como las zonas Circuito Exterior Norte y Circuito Exterior Sur se encuentran fragmentadas, éstas se subdividieron

de modo que se reconocen como sitios independientes, los cuales fueron denominados como: A1-1, A1-2, A1-3 y A2-1, A2-2 (Tabla 4.1 y Fig. 4.1). Se seleccionó al sitio FC que, a pesar de no ser un área de amortiguamiento formal, tiene aparentemente una alta riqueza florística, mantiene actividad de fauna nativa y un alto grado de conservación que funciona de manera natural como un área de amortiguamiento *de facto*.

4.2. Censo de la Flora y Estado de Conservación

El listado florístico se elaboró mediante la prospección y colecta de las especies vegetales presentes en cada sitio entre junio de 2005 y noviembre de 2006. La clasificación de las especies se basó en la nomenclatura utilizada por Castillo-Argüero *et al.* (2004, 2009).

Se realizó la descripción de las zonas clasificándolas como: (a) ecosistemas intactos, donde se distinguen tres tipos de sitios: muy heterogéneo, heterogéneo y planos; (b) sitios donde el ecosistema original ha sido modificado distinguiéndose dos categorías: bosques de eucalipto y áreas con sustrato modificado y sin presencia de eucalipto (Bye *et al.*, 1996).

De forma cualitativa se determinaron los disturbios presentes como: desechos orgánicos e inorgánicos, actividad de fauna feral, carga de visitas, caminos y veredas, de acuerdo a su presencia, abundancia y frecuencia espacial o temporal, ya que cada sitio se visitó al menos tres veces en el período de estudio.

Tabla 4.1. Superficie y simbología designada para las zonas de amortiguamiento y un área natural no protegida seleccionadas para este estudio. Circ. Ext.: circuito exterior.

ZONA	SUBZONA	SÍMBOLO	SUPERFICIE (ha)
Facultad de Ciencias		FC	0.97
	Circ. Ext. Norte 1	A1-1	1.04
Circuito Exterior Norte	Circ. Ext. Norte 2	A1-2	1.99
	Circ. Ext. Norte 3	A1-3	0.85
	Circ. Ext. Sur 1	A2-1	1.12
Circuito Exterior Sur	Circ. Ext. Sur 2	A2-2	1.39
Biomédicas		A7	4.45
Biológicas		A8	3.29
Estadio de Prácticas		A9	0.64

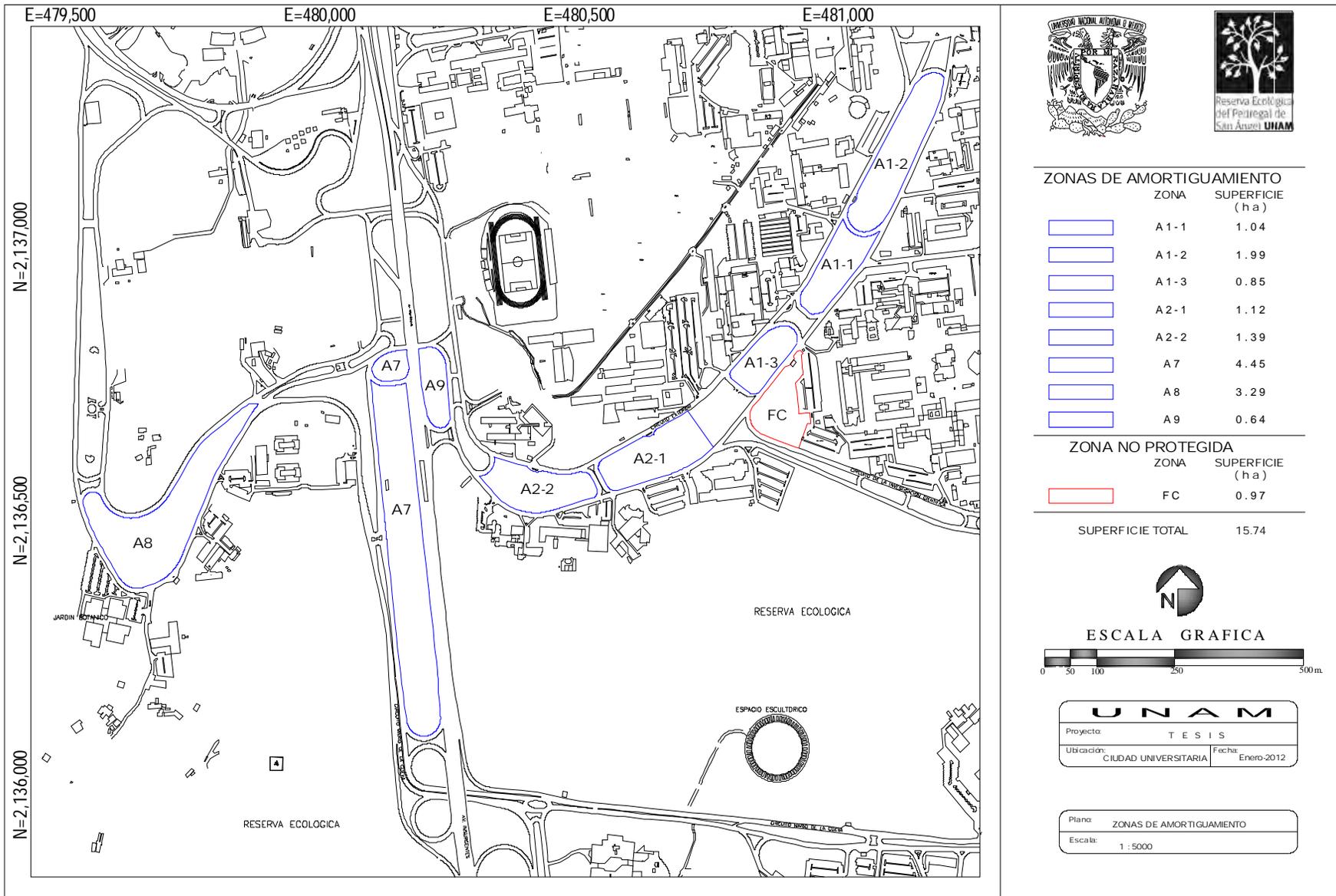


Fig 4.1. Ubicación de las cinco ZAM con sus subdivisiones y el área no protegida FC.

4.3. Composición y Riqueza Florística

Para determinar la cobertura y frecuencia de cada especie vegetal, se trazaron líneas de Canfield (1941), a razón de 50 m por hectárea (Tabla 4.2), de julio a octubre de 2006. Se calculó el valor de importancia (VI_i) de cada especie i en cada sitio, con la siguiente ecuación: $VI_i = Frec_{rel\ i} + Cob_{rel\ i}$, siendo:

$$Frec_{rel} = \frac{Frec_{abs} \times 100}{\sum_{i=1}^s Frec_i}$$

y $Cob_{rel} = \frac{Cob_{abs} \times 100}{\sum_{i=1}^s Cob_i}$ de cada especie i , donde $Frec_{rel}$ es la frecuencia relativa, $Frec$ y

$Frec_{abs}$ indican la frecuencia absoluta, Cob_{rel} es la cobertura relativa, Cob y Cob_{abs} indican la cobertura absoluta. Asimismo, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (usando logaritmo natural; H') y la equidad (J') para cada sitio utilizando los datos de cobertura (Magurran, 1988).

Se comparó la composición de especies entre sitios con el índice de similitud de Sørensen (Krebs, 1989).

4.4. Densidad de Eucaliptos

Se hicieron muestreos de la densidad de eucaliptos, en noviembre de 2006, como una medida de deterioro con el siguiente método. En FC, A9 y A1-3 se llevó a cabo un censo, mientras que en: A1-1, A1-2, A2-1, A2-2 y A8 se trazaron cuadros de 10 x 10 cada 10 m a lo largo de transectos de 50 m alineados a 2 m de la línea de borde, que es donde se concentran los eucaliptos. En A7 se trazaron transectos en el centro de la zona, ya que allí la distribución de eucaliptos era

uniforme. El número de transectos trazados varió de acuerdo con la superficie de cada sitio, a razón de uno por ha de terreno. En todos los casos se registró el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los árboles de eucalipto que tuvieran una altura mínima de 2 m.

Tabla 4.2. Longitud y número (*N*) de las líneas de Canfield trazadas en cada sitio en función de su superficie.

SITIO	ÁREA (ha)	LONGITUD DE LÍNEA (m)	<i>N</i>
FC	0.97	25	2
A1-1	1.04	25	2
A1-2	1.99	50	2
A1-3	0.85	25	2
A2-1	1.12	50	1
A2-2	1.39	50	1
A7	4.45	50	4
A8	3.29	50	3
A9	0.64	25	2

4.5. Valor de Cada Zona para la Conservación

Se calculó un índice de valor para la conservación basado en el esquema utilizado por Cano-Santana *et al.* (2008), que denota la suma de puntos que tiene cada sitio por cada parámetro medido.

En este caso tenemos nueve zonas a evaluar, por lo que se le otorga cero puntos al sitio más pobre para la conservación, y se incrementa sucesivamente hasta otorgar ocho puntos al sitio más valioso. En caso de que dos sitios tengan el mismo valor en un parámetro, se les asignan a ambos los puntos correspondientes al promedio de la suma de los rangos.

Los parámetros que se identificaron de forma cualitativa de acuerdo a la presencia en cada sitio fueron: a) presencia de desechos que alberga cada sitio (basura); b) presencia de caminos y veredas; c) presencia de visitas; d) actividad de fauna feral (perros y gatos); e) actividad de fauna silvestre (reptiles, aves y mamíferos). Por otra parte, los parámetros cuantitativos fueron: a) superficie de cada zona; b) distancia a la zona núcleo; c) riqueza específica; d) número de especies con distribución restringida (*i.e.*, aquéllas que se localizan únicamente en México *sensu* basado en Castillo-Argüero *et al.*, 2009); e) número de especies nativas; f) número de especies introducidas (basado en Villaseñor *et al.*, 2002 y Villaseñor y Magaña, 2006); g) número de especies de malezas (basado en Espinosa y Sarukhán, 1997; Villaseñor *et al.*, 1998 y Castillo-Argüero *et al.*, 2009), y h) densidad de eucaliptos.

V. RESULTADOS

5.1 Listado Florístico

Se registró un total de 175 especies en las nueve áreas: 125 especies en A1-3 y A7; 117 en FC; 108 en A2-2; 106 en A1-2; 100 en A1-1; 97 en A8; 91 en A2-1 y 83 especies en A9 (Fig. 5.1 y Apéndice 1). Estas especies se encuentran agrupadas en 69 familias y 137 géneros.

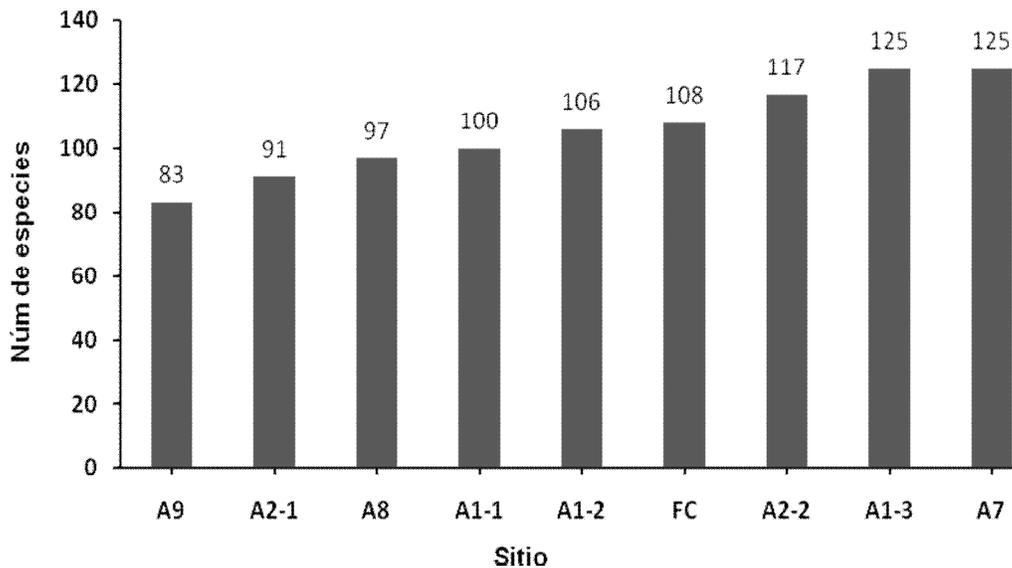


Fig. 5.1. Número de especies vegetales registradas en cada zona en estudio.

La familia mejor representada fue Asteraceae con 32 especies, seguida de Fabaceae y Poaceae con 10 especies cada una (Fig. 5.2). La forma de crecimiento dominante es la herbácea con 133 especies, seguida de la arbustiva con 30 y por último la arbórea con 12.

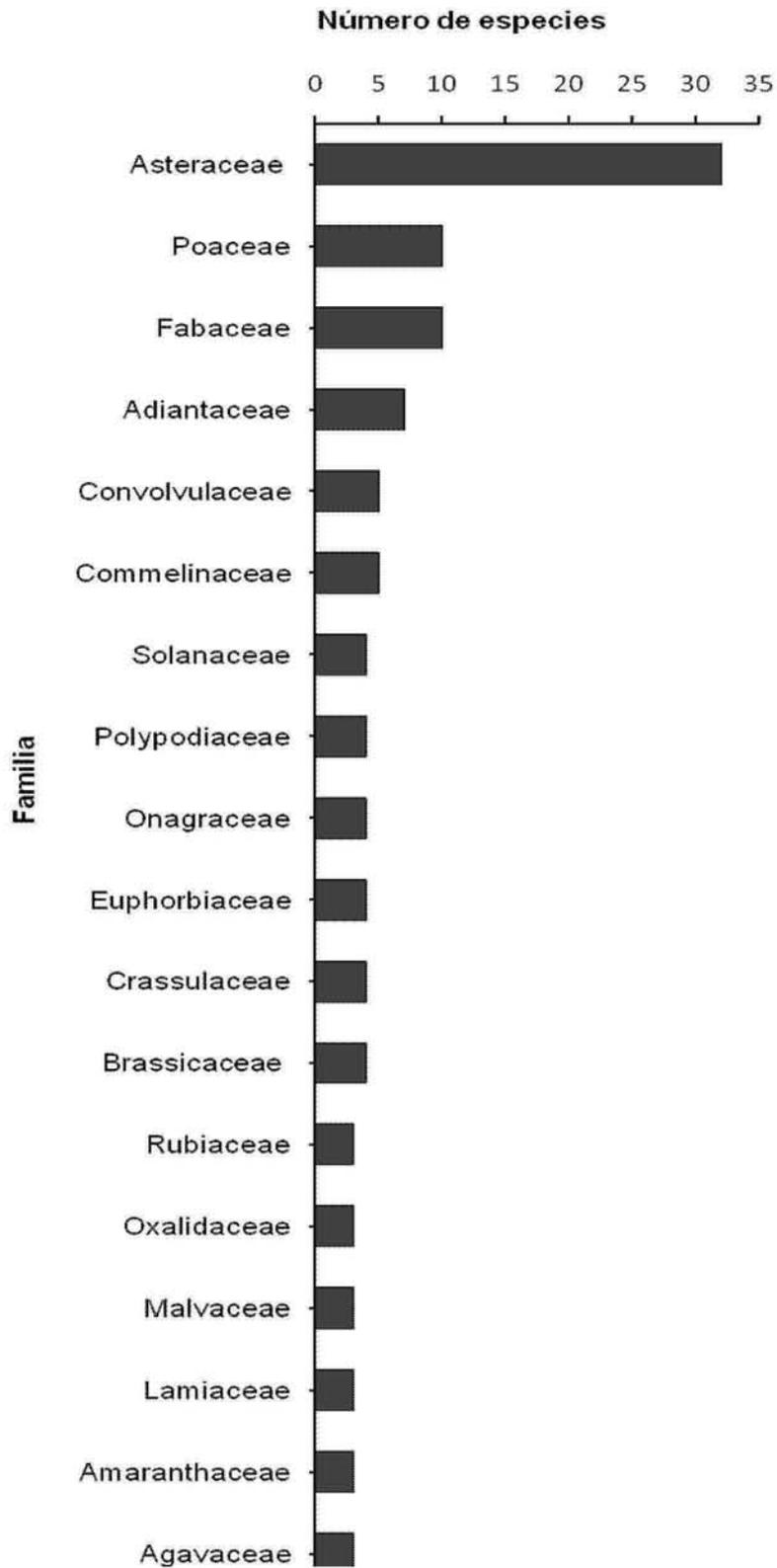


Fig. 5.2. Familias registradas con mínimo dos especies para las zonas en estudio.

Según su forma de vida, el grupo de las criptófitas es la dominante con 46 especies, seguida de las terófitas con 43 y las hemicriptófitas con 36. Por último, 128 especies fueron perennes y 47 anuales.

Se registraron 40 especies con distribución restringida, 27 introducidas, 84 malezas y 141 nativas (Fig. 5.3).

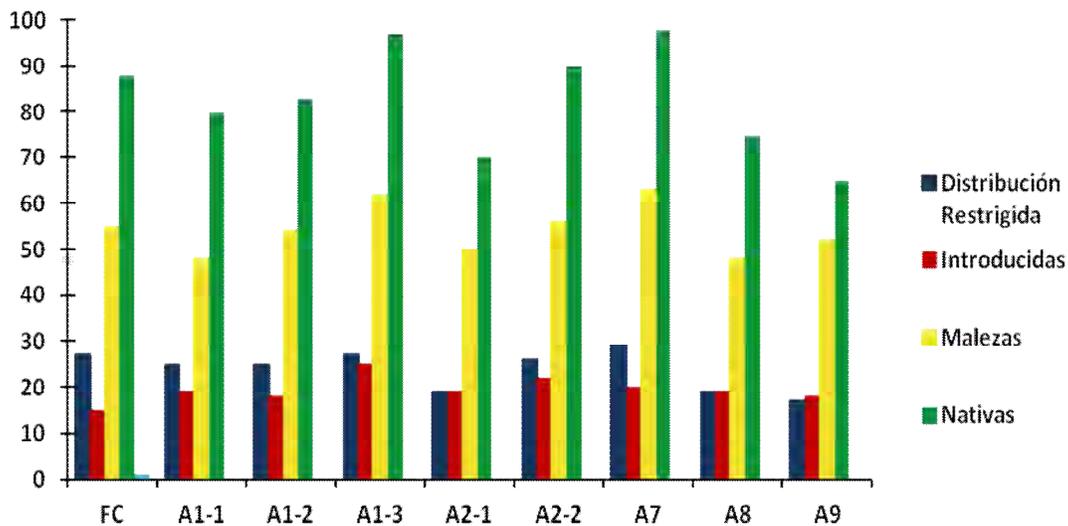


Fig. 5.3. Número de especies registradas con distribución restringida, introducidas, malezas y nativas para cada sitio.

5.2. Diagnóstico por Zona

A continuación se presentan los datos de riqueza florística, especies dominantes, topografía y tipos de disturbio, así como la actividad de animales registrada en cada zona.

Para comparar el Valor de Importancia (*VI*) se eligieron por sitio las diez especies con los valores más altos, el resto se agrupó en una sola categoría

denominada "Otras". Los valores de VI de todas las especies se encuentran en el Apéndice 2.

5.2.1. *Facultad de Ciencias (FC)*. Esta zona se encuentra delimitada por malla ciclónica. La zona puede clasificarse como heterogénea; es decir, presenta una topografía accidentada, con hoyos y grietas profundas, principalmente hacia su centro y sin presencia de eucaliptos.

Se registraron 27 especies con distribución restringida, 88 nativas, 15 exóticas y 55 malezas (Fig. 5.3). Las especies más representativas por considerarse importantes para el ecosistema son: *Buddleia cordata*, *Pittocaulon praecox* y *Verbesina virgata*.

Las especies mejor representadas de acuerdo al valor de importancia fueron: *Buddleia cordata* (20.1), *Cissus sicyoides* (16.1), *Schinus molle* (15.5), *Plumbago pulchella* (13.9) y *Dahlia coccinea* (11.5) (Fig. 5.4).

Se detectó la presencia de acumulación de basura, plásticos, latas, restos de muebles, ropa y en su momento montículos de cascajo derivado de la construcción del estacionamiento de profesores de la Facultad. Se detectó la presencia de pequeñas poblaciones de vertebrados como: lagartijas, aves y ratones silvestres, así como actividad de perros y gatos ferales.

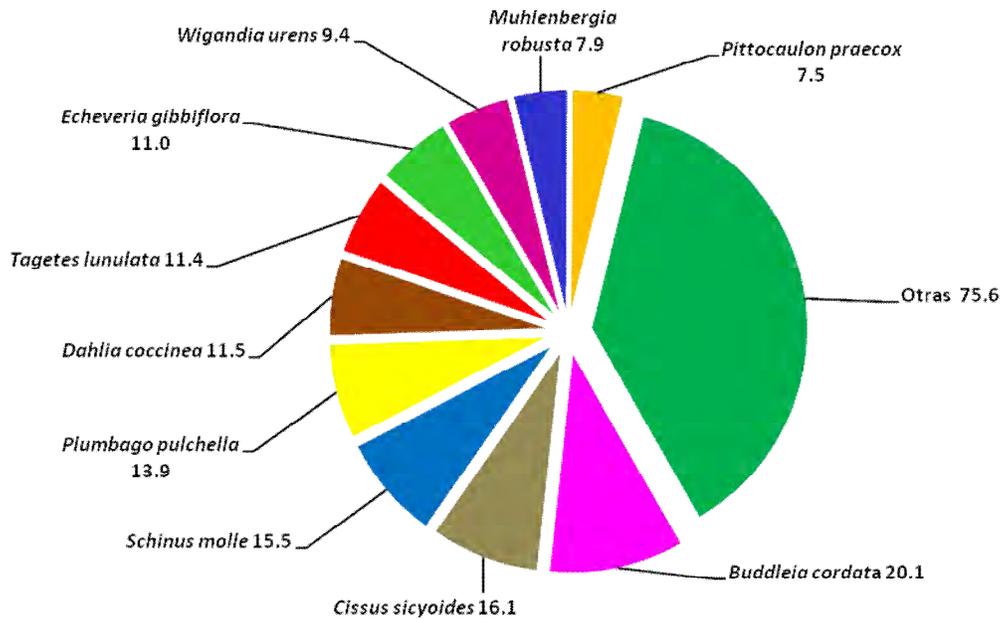


Fig. 5.4. Especies registradas en FC con el mayor valor de importancia.

5.2.2. *Circuito Exterior Norte 1 (A1-1)*. El sitio puede clasificarse como zona muy heterogénea ya que presenta una topografía muy accidentada con grietas, hondonadas y oquedades. La vegetación tiene un estrato arbustivo muy desarrollado y cerrado hacia el centro del sitio, donde no hay señales de aparentes disturbios.

Registró 100 especies vegetales, de las cuales 25 son de distribución restringida, 80 son nativas, 19 son exóticas y 48 son malezas, entre las que se encuentra el pasto *Rhynchelytrum (=Melinis) repens*, que predomina en los primeros 2 m de la línea de borde (Fig. 5.3).

De acuerdo al valor de importancia las especies con mayor valor para esta zona fueron: *Muhlenbergia robusta* (30.0), *Plumbago pulchella* (18.7), *Buddleia cordata* (14.4), *Bursera cuneata* (13.8) y *Dahlia coccinea* (12.9) (Fig. 5.5).

Dentro de la zona se ubican sitios específicos con perturbación antropogénica, presencia de ropa y utensilios, altares religiosos, montículos de pasto y vegetación que fue podada y abandonada en el mismo sitio por los jardineros encargados del mantenimiento, hacia su parte noroeste se registraron montículos de cascajo y bolsas con animales muertos y desechos inorgánicos.

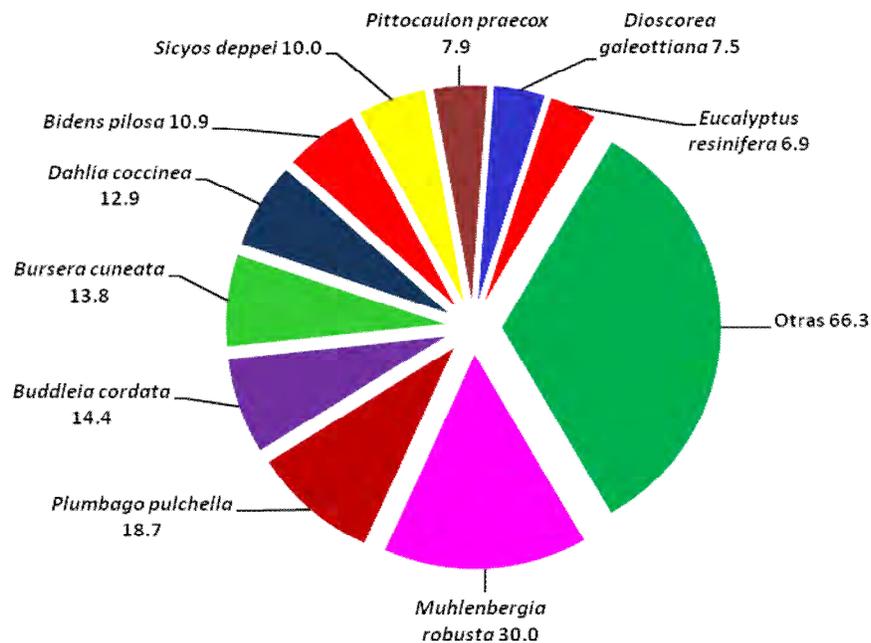


Fig. 5.5. Especies registradas con el mayor valor de importancia en A1-1.

5.2.3. *Circuito Exterior Norte 2 (A1-2)*. El relieve topográfico de esta zona hacia su centro es muy accidentado con grietas de diferente profundidad (de 0.3 a 3.5 m) y hondonadas donde crecen helechos. Las zonas planas se localizan en los bordes,

donde los eucaliptos son los elementos dominantes. De las 106 especies vegetales registradas en este sitio, 25 se consideran con distribución restringida, 83 son nativas, 18 son exóticas y 54 son consideradas malezas (Fig. 5.3).

Las especies con mayor valor de importancia fueron: *Plumbago pulchella* (28.3), *Eucalyptus resinifera* (27.3), *Montanoa tomentosa* (21.4), *Buddleia cordata* (18.2) y *Pittocaulon praecox* (14.9) (Fig. 5.6).

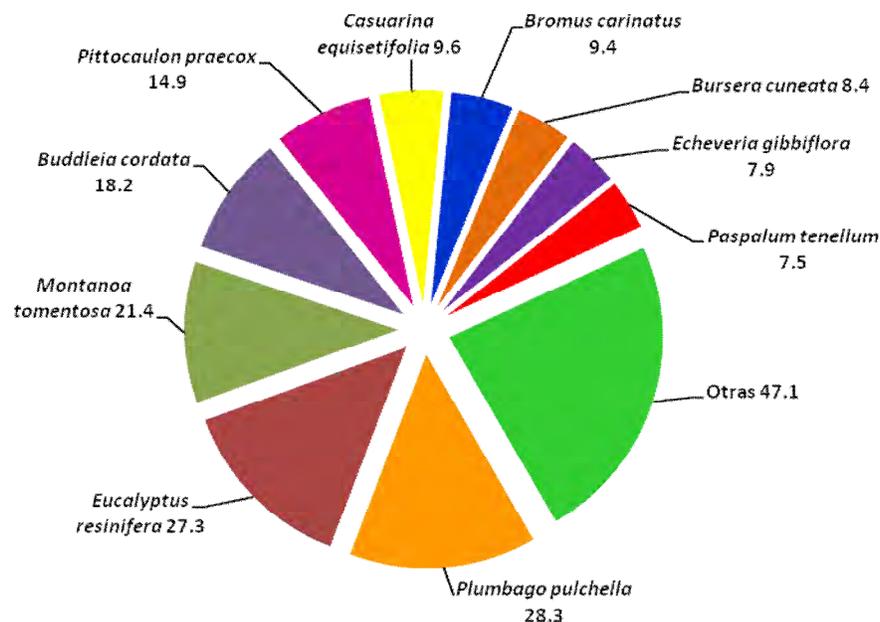


Fig. 5.6. Especies registradas con el mayor valor de importancia en A1-2.

Se encontraron restos de basura inorgánica y restos de pasto y vegetación que fue podada y abandonada por los jardineros, excretas, presencia de perros y gatos muertos, indigentes y lugares específicos donde los estudiantes o grupos externos se reúnen. El centro de esta zona se encuentra más conservado, ya que la

heterogeneidad del terreno permite que haya refugios para la fauna silvestre y a la vez dificulta el acceso de personas.

5.2.4. *Circuito Exterior Norte 3 (A1-3)*. Este lugar se encuentra fragmentado por el paso peatonal que comunica a la Facultad de Ciencias con el Anexo de ingeniería y la cafetería que se ubica al centro del área. Hacia su extremo este, se observaron reducidas poblaciones de mayitos [*Zephyranthes* (= *Habranthus*) *concolor*] y helechos, predomina la roca expuesta y las plantas. En el fragmento oeste, se encontraron montículos de material vegetal de desecho por actividades de jardinería. Alrededor de la cafetería la presencia de desechos inorgánicos es evidente, prevaleciendo las especies de origen ornamental como: *Bougainvillea glabra*, *Catharanthus roseus* y el pasto *Pennisetum clandestinum* considerado maleza e indicador de disturbio.

Hacia el centro la topografía se hace más accidentada lo que permite que la vegetación sea mucho más cerrada y desarrollada. De las 125 especies registradas para el sitio, 27 se consideran con distribución restringida, 97 son nativas, 18 son exóticas y 54 son malezas (Fig. 5.3).

Las especies con mayor valor de importancia fueron: *Plumbago pulchella* (25.4), *Eupatorium petiolare* (25.0), *Echeveria gibbiflora* (19.5), *Muhlenbergia robusta* (17.6) y *Catharanthus roseus* (14.6) (Fig. 5.7).

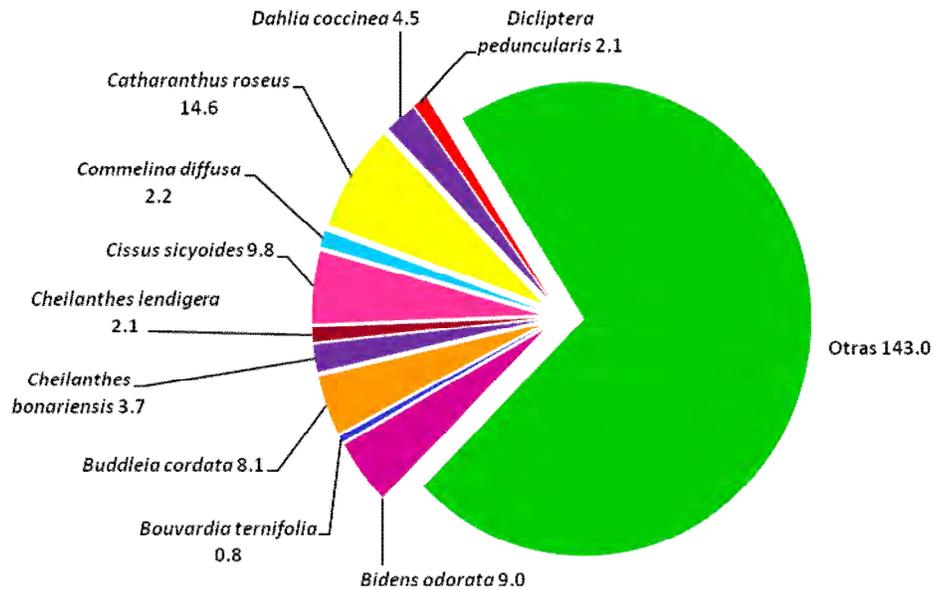


Fig. 5.7. Especies registradas con el mayor valor de importancia en A1-3.

5.2.5. *Circuito Exterior Sur 1 (A2-1)*. El terreno es homogéneo y no presenta hondonadas pronunciadas. Se encuentra fragmentado por un paso peatonal donde se localiza un establecimiento comercial.

Los restos inorgánicos de origen antropogénico son evidentes a las orillas del camino y alrededor de dicho establecimiento. Sobre la línea de borde la vegetación predominante son los pastos y algunas especies rastreras acompañadas de montículos de cascajo y basura, materia orgánica como mantillo. Se registró la presencia de ardillas, excretas de conejo, lagartijas y diversas aves e insectos.

Se observaron sitios específicos, pequeñas oquedades que se caracterizan por la humedad que resguardan y permiten el crecimiento de diferentes especies de

helechos y otras especies vegetales. De las 91 especies registradas para el sitio, 19 se consideran con distribución restringida, 70 son nativas, 19 son exóticas y 50 son malezas (Fig. 5.3).

Las especies con mayor valor de importancia fueron: *Eupatorium petiolare* (30.1), *Dahlia coccinea* (28.8), *Eucalyptus resinifera* (22.5), *Muhlenbergia robusta* (19.9) y *Rhynchelytrum repens* (8.9) (Fig. 5.8).

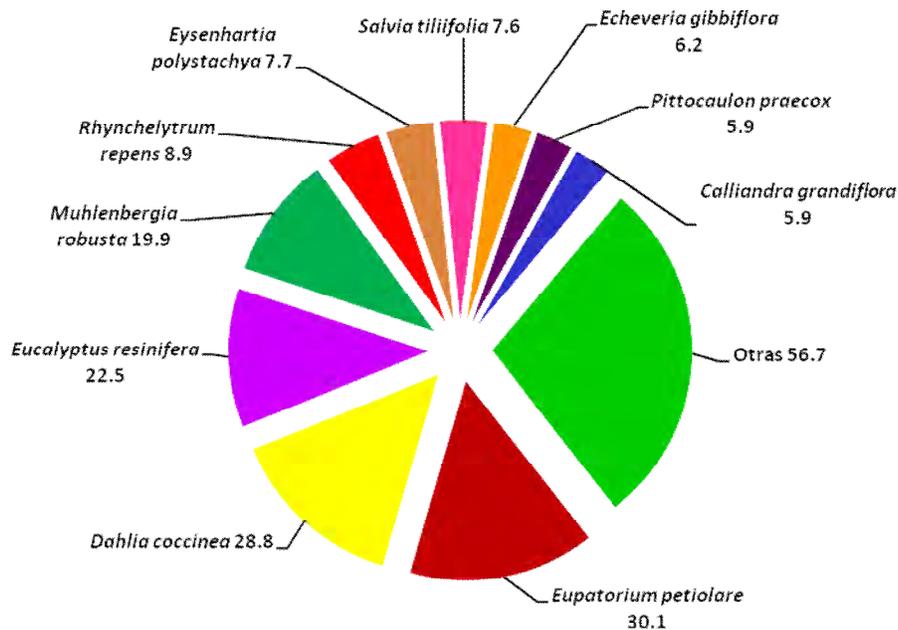


Fig. 5.8. Especies registradas con el mayor valor de importancia en A2-1.

5.2.6. *Circuito Exterior Sur 2 (A2-2)*. Es una zona plana, conservada sobre todo hacia su centro. Sobre la línea de borde se registró basura inorgánica, que los estudiantes y público desechan, aunque su cantidad es reducida.

Se registró un total de 117 especies de las cuales destacan 26 por su distribución restringida. Noventa especies son nativas, 22 se consideran como exóticas y 56 son malezas (Fig. 5.3).

Las cinco especies con mayor valor de importancia fueron: *Muhlenbergia robusta* (20.5), *Schinus molle* (20.2), *Eucalyptus resinifera* (19.4), *Pittocaulon praecox* (17.4) y *Echeveria gibbiflora* (13.9) (Fig. 5.9).

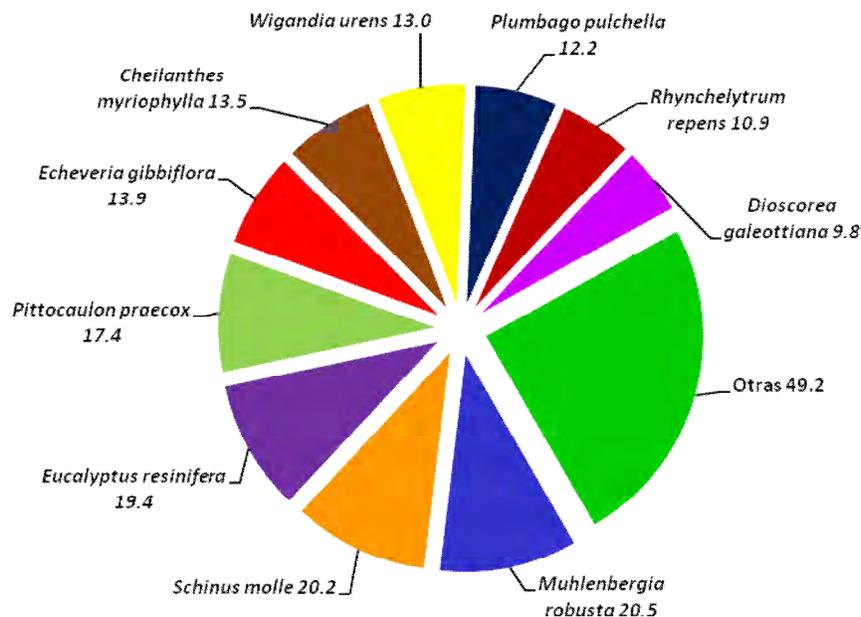


Fig. 5.9. Especies registradas con el mayor valor de importancia en A2-2.

5.2.7. *Biomédicas (A7)*. Es un área heterogénea, relativamente bien conservada, la línea de borde es muy pronunciada rodeada por eucaliptos. Dentro del área se ubica una planta de electricidad y dos pasos peatonales.

En el extremo norte la vegetación natural ha sido podada en su totalidad, sólo se observan eucaliptos y algunos otros árboles, como casuarinas. En su extremo sur la vegetación es abierta predominando los eucaliptos y el pasto *Muhlenbergia robusta*, se observaron bolsas de desechos inorgánicos, animales muertos e indigentes que pernoctaban en el sitio. Hacia el centro la vegetación es muy cerrada con una topografía accidentada, se encontró un sitio específico donde había desechos inorgánicos domésticos.

En la zona se desarrollan 125 especies, entre las que se encuentran 29 con distribución restringida, 98 nativas, 20 exóticas y 63 malezas (Fig 5.3).

Las especies con mayor valor de importancia fueron: *Paspalum tenellum* (35.9), *Buddleia cordata* (22.8), *Muhlenbergia robusta* (14.4), *Montanoa tomentosa* (9.8) y *Dahlia coccinea* (9.3) (Fig. 5.10).

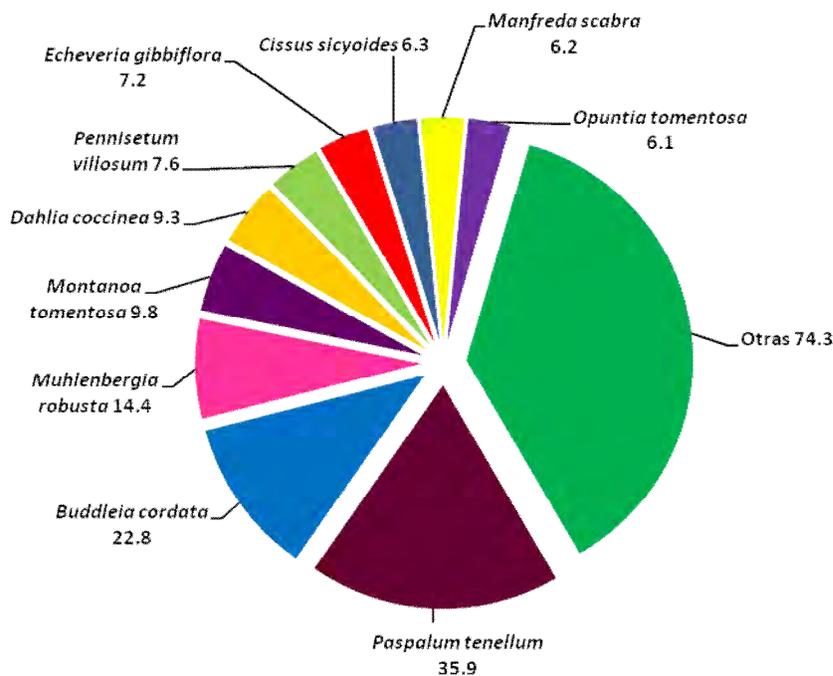


Fig. 5.10. Especies registradas con el mayor valor de importancia en A7.

5.2.8. *Biológicas (A8)*. En la parte sur, el terreno es plano con dominancia de zacatonés, hacia la su parte central el terreno es más heterogéneo con grietas y hondonadas pronunciadas. En su parte noroeste se llevaron a cabo labores de restauración ecológica (Antonio-Garcés, 2008; Antonio-Garcés *et al.*, 2009).

Se registraron 97 especies vegetales entre las que se encuentran 19 especies de distribución restringida, 75 nativas, 10 especies exóticas y 48 malezas (Fig 5.3).

Las cinco especies con mayor valor de importancia fueron: *Paspalum tenellum* (33.1), *Eucalyptus resinifera* (= *E. camaldulensis*, 25.2), *Dahlia coccinea* (24.6), *Muhlenbergia robusta* (14.7) y *Eysenhardtia polystachya* (14.6) (Fig. 5.11).

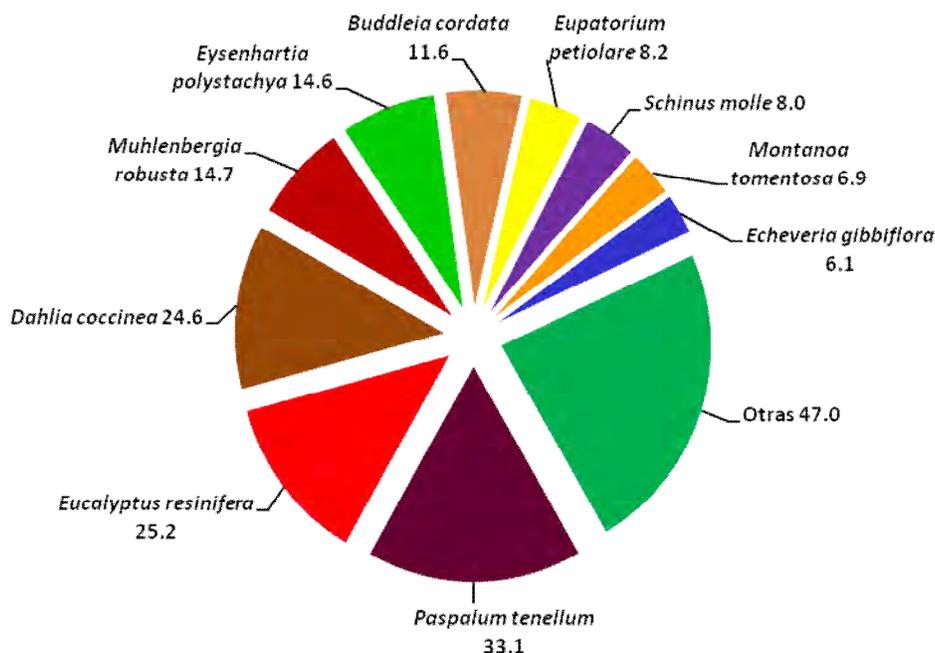


Fig. 5.11. Especies registradas con el mayor valor de importancia en A8.

5.2.9. *Estadio de Prácticas (A9)*. La topografía es plana y la vegetación se distribuye por manchones con sitios muy abiertos. Es una zona muy dañada, con veredas que son utilizadas como caminos alternos para ingresar al campus universitario, con abundantes desechos inorgánicos (envolturas de comida, plásticos, botes, latas, restos de revistas, cigarrillos y ropa usada, entre otros). Funciona como centro de reunión para estudiantes o grupos de personas que encuentran en ella un lugar atractivo para ingerir bebidas alcohólicas y para los indigentes como sitio para pernoctar.

A pesar del grado de alteración en que se encuentra el sitio, se registraron un total de 83 especies de las cuales 17 se consideran con distribución restringida, 65 son nativas, 18 son exóticas y 52 son malezas (Fig. 5.3).

Las especies con mayor valor de importancia fueron: *Pittocaulon praecox* (31.7), *Bidens odorata* (22.6), *Oxalis tetraphylla* (22.1), *Cissus sicyoides* (19.9) y *Montanoa tomentosa* (18.8) (Fig. 5.12).

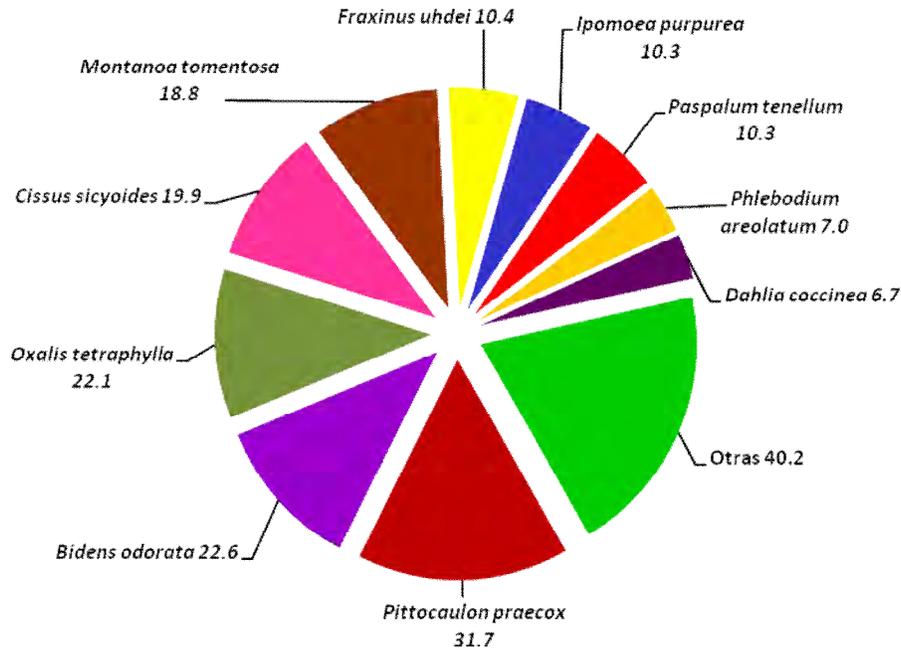


Fig. 5.12. Especies registradas con el mayor valor de importancia en A9.

5.3. Análisis de Diversidad y Cobertura Vegetal

El índice de Shannon-Wiener varió entre sitios de 1.22 a 1.45. Las zonas más diversas fueron: FC, A7, y A2-1, en tanto que las menos diversas fueron A9, A1-1 y A1-3. La equidad varió de 0.33 a 0.64. Las zonas con mayor equidad fueron: FC, A2-1 y A1-3 y la de menor valor fue A1-1 (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Riqueza específica (S), Índice de Shanon-Wiener (H'), Equidad (J').

SITIO	S	H'	J'
FC	41	1.45	0.64
A1-1	31	1.27	0.33
A1-2	32	1.29	0.53
A1-3	25	1.28	0.61
A2-1	30	1.33	0.61
A2-2	26	1.29	0.60
A7	44	1.42	0.54
A8	37	1.31	0.53
A9	25	1.22	0.57

Los sitios FC y A7 coincidieron en registrar los valores más altos de diversidad vegetal ($H' \approx 1.45$ y 1.42) y equidad ($J' \approx 0.64$ y 0.54), lo que indica que a pesar de mantener un alto índice de diversidad, el número de individuos entre las especies existentes es muy similar.

Los sitios A9 y A1-3 registraron una diversidad vegetal baja ($H' \approx 1.22$ y 1.28) pero la equidad se encuentra entre los valores más altos ($J' \approx 0.57$ y 0.61).

En contraste a los sitios anteriores, A1-1 registra bajos valores de diversidad ($H' = 1.27$) y equidad ($J' = 0.33$), debido a la alta dominancia de especies.

5.4. Comparación de Comunidades

Con los datos del censo de plantas mostrada en el Apéndice 1, se obtuvo que el índice de similitud de Sørensen (IS) varió entre 0.73 y 0.86 (Tabla 5.2). Siendo los más altos entre los sitios FC y A1-1 y entre A2-1 y A2-2, en ambos casos con un valor de 0.86. En contraste los sitios más disímiles fueron A1-3 y A9 (0.73), A9 y A7 (0.74), y A9 y A2-2 (0.75). Sin embargo, todos los sitios comparten más del 70% de la especies, por lo que se infiere que son sitios muy homogéneos en cuestión de diversidad vegetal.

5.5. Densidad de Eucaliptos

La densidad de eucaliptos varió de 0 registrado en el sitio FC a 17.3 ind/100 m² registrado en el sitio A1-1. Los sitios que registran menos de 9 eucaliptos/100 m² fueron, en orden creciente A1-3, A9 y A2-2; en tanto que los que registran más de 9 eucaliptos/100 m² son en orden creciente A8, A1-2 y A1-1 (Tabla 5.3).

Tabla 5.2. Índice de valores de similitud de Sørensen entre las comunidades vegetales estudiadas. Basado en los datos presentados en el Apéndice 1. En negritas se presentan los valores más altos

SITIO	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8
A1-1	0.86							
A1-2	0.79	0.83						
A1-3	0.77	0.80	0.77					
A2-1	0.81	0.85	0.80	0.79				
A2-2	0.77	0.80	0.83	0.83	0.86			
A7	0.78	0.78	0.81	0.81	0.99	0.83		
A8	0.79	0.84	0.82	0.79	0.82	0.80	0.80	
A9	0.76	0.81	0.81	0.73	0.64	0.75	0.74	0.81

Sitios como A1-3 y A9 que tienen el menor número de eucaliptos, registraron los individuos con el DAP promedio más alto, lo que sugiere que se trata de eucaliptos adultos. Mientras que A1-1 y A8 a pesar de ser los sitios con el mayor número de individuos, el DAP registrado fue el de menor rango, lo que puede indicar que son sitios donde la población de eucaliptos es joven y se encuentra extendiéndose. En la línea de borde se localiza el mayor número de individuos y disminuye hacia el centro de cada sitio donde la vegetación nativa del pedregal es más abundante.

Tabla 5.3. Densidad de eucaliptos registrado en nueve áreas verdes de Ciudad Universitaria (noviembre 2006). Los cuadros tuvieron un tamaño de 10 × 10 m².

SITIO	NO. DE INDIVIDUOS	DENSIDAD (No./100 m²)	DAP PROMEDIO (cm)	MÉTODO Y TAMAÑO DE MUESTRA
FC	0	0	0	Censo
A1-1	104	17.3	45	6 cuadros
A1-2	61	10.2	67	6 cuadros
A1-3	60	0.3	88	Censo
A2-1	50	8.3	68	6 cuadros
A2-2	31	5.2	59	6 cuadros
A7	106	8.8	61	12 cuadros
A8	85	9.4	44	9 cuadros
A9	96	1.5	83	Censo

5.6. Estado y Valor de Conservación de Cada Zona

Los disturbios detectados ordenados por la frecuencia en la que se observaron fueron: (1) depósito de desechos inorgánicos, (2) desechos de jardinería, (3) presencia de infraestructura (establecimientos comerciales y caminos pavimentados), (4) presencia de indigentes, (5) depósito de cadáveres de animales domésticos, (6) sitios de reunión de personas, (7) depósito de cascajo,

(8) presencia de veredas, (9) fecalismo al aire libre y (10) siembra de plantas de ornato.

La distancia a la zona núcleo más cercana de la REPSA para cada sitio fueron las siguientes (Tabla 5.4):

Tabla 5.4. Distancia a la zona núcleo más cercana para cada sitio.

ZONA	SÍMBOLO	DISTANCIA A LA ZONA NÚCLEO MÁS CERCANA (m)
Facultad de Ciencias	FC	34.4
	A1-1	280
Circuito Exterior Norte	A1-2	465
	A1-3	172.1
	A2-1	145
Circuito Exterior Sur	A2-2	40
Biomédicas	A7	30
Biológicas	A8	25
Estadio de Prácticas	A9	20

Con base en los datos obtenidos del índice de conservación (Tabla 5.5), se encontró que los sitios registraron los siguientes valores: A8: 71 puntos, FC: 65.5, A7: 62.5, A2-2: 61, A1-2: 48, A1-1: 38, A2-1: 33.5, A1-3: 30, y A9: 23.5.

Sitios con valores para la conservación altos como A8, A7 y FC coinciden con índices de diversidad altos, pero no necesariamente están relacionados con la superficie de las zonas. FC con la tercer área más pequeña de las nueve zonas (0.97 ha), registró los valores más altos tanto en el valor para la conservación como en el índice de diversidad, además es el único sitio donde no se registró presencia de eucaliptos; A8, el segundo sitio con mayor superficie y el cuarto con mayor índice de diversidad fue el sitio con el más alto puntaje para el valor de la conservación; mientras que A7 con la superficie más grande (4.45 ha) se colocó en el tercer lugar de puntaje en el valor para la conservación.

En contraste con los sitios anteriores, se encuentran A1-3 y A9 que se colocaron en el penúltimo y último lugar, respectivamente de puntaje en el valor para la conservación, lo que se relaciona con los índices de diversidad más bajos y las superficies más pequeñas.

Tabla 5.5. Frecuencia de los parámetros para medir el grado de conservación en cada sitio. 0 denota el sitio más dañado mientras que 8 denota el sitio más conservado.

SITIO	ÁREA	DISTANCIA A LA ZONA NÚCLEO	RIQUEZA ESPECÍFICA	DISTRIBUCIÓN RESTRINGIDA	ESPECIES NATIVAS	ESPECIES INTRODUCIDAS	MALEZAS	DENSIDAD DE EUCALIPTOS	BASURA	CAMINOS	CARGA DE VISITAS	FAUNA NOCIVA	FAUNA SILVESTRE	TOTAL
FC	2	5	5	6.5	8	3	3.5	8	5	6	6	5	6	65.5
A1-1	3	1	3	3.5	4	7.5	0.5	0	3	4	3	3	3	38
A1-2	6	0	4	3.5	6.5	4	3.5	2	4	5	5	4	4	48
A1-3	1	2	7.5	6.5	0	1	7	7	1	1	1	1	1	30
A2-1	4	3	1	1.5	4	6	2	4	2	2	2	2	2	33.5
A2-2	5	4	6	6	1	2	5.5	5	6	7	7	7	5	61
A7	8	8	7.5	8	2	0	8	1	7	3	4	6	8	62.5
A8 ¹	7	7	2	1.5	4	7.5	0.5	3	8	8	8	8	7	71
A9	0	6	0	0	6.5	5	5.5	6	0	0	0	0	0	23.5

¹Datos del sitio sin considerar la franja noreste de la zona A8 que ha estado sujeta a acciones de restauración ecológica de 2005 a la fecha.

VI. DISCUSIÓN

6.1. La Diversidad Vegetal de los Sitios Estudiados

Sin duda el resultado más relevante es la elaboración del primer listado florístico de las cinco zonas de amortiguamiento (ZAM) y el área natural no protegida FC. Este primer análisis permitió reconocer (1) la riqueza florística, identificar similitudes que comparten con las zonas núcleo, (2) los principales disturbios que los afectan, la lista de especies que podrían significar un riesgo para el funcionamiento del ecosistema, (3) la importancia, el funcionamiento y el potencial en la conservación de la diversidad vegetal que resguarda cada una de estas zonas.

A pesar de las condiciones poco favorables de los sitios estudiados, registraron en conjunto una riqueza vegetal de 175 especies, lo que equivale al 46% de las 377 especies registradas para las zonas núcleo de la REPSA (Castillo-Argüero *et al.*, 2009). En conjunto, la riqueza específica y el compartir más del 70% de las especies entre sitios, se traduce en mayor tamaño poblacional, mayor viabilidad e incremento de reservorios genéticos y menor probabilidad de extinción (Rzedowski, 2001; Bye *et al.*, 1996; Cano-Santana *et al.*, 2005), razones por las que las ZAM de la REPSA y el área FC pueden considerarse como importantes refugios para el desarrollo de una significativa riqueza vegetal.

A pesar de lo anterior, las ZAM y en general cualquier área con vegetación característica del pedregal enfrentan severas alteraciones. Por lo que las condiciones en la diversidad en cada zona dependerán de diversos factores, pero

principalmente de los disturbios derivados del constante influjo antropogénico. Estos factores determinan las condiciones de tal forma que cada zona presenta una estructura vegetal particular y el valor de importancia muestra que las especies presentes toman un valor diferente de acuerdo al estado de conservación en que se encuentra cada sitio.

Es necesario efectuar actividades como el monitoreo del listado florístico de las zonas bajo estudio, realizando recorridos en diferentes épocas del año, con el fin de integrar especies no identificadas y lograr un análisis más detallado.

6.2. Los Disturbios

En general todos los sitios cuentan con pequeñas superficies, están alejadas en mayor o menor grado de las zonas núcleo y están sujetas a constantes y crecientes disturbios. La intensidad de estos disturbios en las ZAM y en la zona no protegida FC está directamente relacionada a la cercanía con las principales vías de acceso a edificios o vialidades e inversamente asociada a la heterogeneidad de la topografía debido a que ésta dificulta el acceso.

De la lista de disturbios registrados, se acentúan dos particularmente relevantes; el primero es la introducción de especies exóticas, que es considerado como la segunda causa más importante en la extinción de especies nativas (Vitoussek *et al.*, 1996) y la segunda es la pérdida y fragmentación del hábitat.

Para la introducción de especies exóticas en la REPSA, el ejemplo más evidente y preocupante por sus conocidos efectos nocivos es el caso del

eucalipto, el cual se registró en todos los sitios, excepto el área no protegida FC. Particularmente, los eucaliptos se localizan principalmente en las líneas de borde de las ZAM, contribuyen en el incremento de esta franja y favorecen a que la pérdida de vegetación nativa del pedregal sea más severa ya que inhiben el desarrollo de especies como: *Agave* sp., *Buddleia cordata*, *Buddleia parviflora*, *Dahlia coccinea*, *Echeveria gibbiflora*, *Mammillaria magnimamma*, *Muhlenbergia robusta*, *Opuntia* sp., *Salvia mexicana*, *Pittocaulon praecox* y *Verbesina virgata*, (Espinosa-García, 1996; Segura-Burciaga, 1995, 2001), todas presentes en los sitios estudiados.

Otro grupo importante de especies exóticas registrado en los sitios son: *Bougainvillea glabra*, *Catharanthus roseus*, *Heliconia* sp., *Lilium candidum*, *Pelargonium zonale* y los pastos *Pennisetum clandestinum* y *Rhynchelytrum repens* que, al igual que el eucalipto, contribuyen al incremento de la línea de borde. Su presencia en las zonas puede deberse a la introducción de forma accidental o probablemente fueron establecidas intencionalmente por considerarse agradables o estéticas a la vista del público. Los efectos que podrían tener no se conocen del todo; sin embargo, *Bougainvillea glabra*, *Catharanthus roseus*, *Lilium candidum* y *Pelargonium zonale* aún no se encuentran registradas para las zonas núcleo pero existe un evidente riesgo que se dispersen a éstas, lo cual podría tener un efecto negativo al competir con las especies nativas, pudiendo incluso desplazarlas (Callaway y Aschehoug, 2009), sin embargo, se requieren estudios para probar esto.

Para cualquiera que sea la especie exótica será necesario implementar acciones, adecuar y ejecutar los programas ya existentes, como los de manejo y sustitución de eucaliptos, con el fin de erradicar o frenar la proliferación de estas especies que en la mayoría de los casos su establecimiento resulta sumamente perjudicial para el funcionamiento del ecosistema (Segura-Burciaga, 1995, 2001; Terrazas *et al.*, s.a.). Es altamente recomendable restaurar y recuperar espacios alterados con especies nativas y de ser posible con individuos cuyo germoplasma provenga de la REPSA, así como dar continuidad y enriquecer la metodología basada en experiencias exitosas (ver por ej. SEREPSA, 2008; SEREPSA, 2009; Mendoza-Hernández y Cano-Santana, 2009; Camarena, 2010).

La segunda presión antropogénica más evidente en las zonas de amortiguamiento es la fragmentación. La modificación de la superficie de los sitios, la cual de por sí ya es reducida, en parches cada vez más aislados y pequeños representa un innegable reto para la conservación de las ZAM y de cualquier área verde, incluso de las zonas núcleo de la REPSA.

Este proceso es alarmante, ya que la abundancia de ciertas especies está relacionada con el tamaño y el grado de aislamiento de los parches de vegetación, por lo que al convertirse en parches cada vez más pequeños se interrumpen funciones indispensables para la estabilidad del ecosistema (MacArthur y Wilson, 1967).

Sin embargo, tal como se observa en los resultados obtenidos, esta regla puede variar, es decir, la riqueza vegetal puede estar o no relacionada con las

superficie de las zonas. Por lo tanto el alto índice de diversidad en sitios como FC y A1-3 con superficies reducidas puede atribuirse a otros factores, tales como su cercanía con una zona núcleo, la carga reducida de visitas y, en el caso particular de FC, a la protección con malla ciclónica. Esto significa que, además del tamaño del área, se deben considerar otros componentes para la conservación de cada sitio como: las características y distancias entre las áreas adyacentes, las condiciones ambientales y la variación anual del clima, entre otras (Didham y Lawton, 1999).

Finalmente, aun cuando los sitios registraron un considerable índice de diversidad, no se debe perder de vista que la fragmentación de los hábitats conduce a la reducción de las poblaciones, la disminución de los procesos de migración y la consecuente pérdida de diversidad, ya que la abundancia de ciertas especies está relacionada con el tamaño y el grado de aislamiento de los parches de vegetación (Andrén, 1994). La teoría de biogeografía de islas predice que es mejor tener áreas con superficies grandes y cercanas que soportan mayor diversidad de especies, que áreas pequeñas y alejadas con un reducido número de especies donde las migraciones se complican por la distancia (MacArthur y Wilson, 1967). Es necesaria la creación de nuevas propuestas que permitan mitigar la continua parcelación del ecosistema de la REPSA derivado por la constante demanda de espacios para la construcción de nueva infraestructura.

Lo anterior sugiere la necesidad de continuar investigando el papel de las plantas exóticas y de la fragmentación sobre la pérdida y desplazamiento de especies, la disminución de la biodiversidad y las alteraciones en la estructura de

las poblaciones en la REPSA (Orozco y Vázquez, 1993; Dobson *et al.*, 1997; Didham y Lawton, 1999).

Por consiguiente, debe reconocerse el alto valor de estos sitios como “amortiguadores” ante los diversos impactos, que de no existir podrían verse reflejados directamente en las zonas núcleo de la REPSA.

6.3. El Área Verde no Protegida FC

El sitio FC es particularmente especial. Al no considerarse como ZAM de la REPSA está propensa a sufrir mayor intensidad de alteraciones como lo fue la disminución de su superficie por la construcción del estacionamiento de profesores. Sin embargo, a pesar de dicha modificación y de no considerarse estrictamente como zona protegida, las cualidades que presentó como: la ausencia de eucaliptos; veredas o caminos prácticamente inexistentes; baja carga de visitantes; alta actividad de fauna silvestre; además de estar protegida por una malla ciclónica que reduce la incidencia de actividades humanas, la colocaron como el segundo sitio con mayor valor para la conservación.

Por lo anterior, se justifica que este sitio sea considerado seriamente para mantener un estatus de protección a largo plazo como ZAM de la REPSA.

6.4. La Importancia de las ZAM

Las zonas de amortiguamiento son sitios de gran importancia que se encargan de resguardar a las zonas núcleo de los disturbios más frecuentes, es decir, son la primera línea de defensa de la REPSA.

Al proveer esta protección, es innegable la necesidad de generar un plan integral de manejo que evite su acelerado deterioro que representaría un eminente riesgo en la estructura, composición biológica y conservación de la REPSA (Peña *et al.*, 1998; Bustamante, 2003).

La planificación adecuada de las ZAM permitirá que el ecosistema de la REPSA y los servicios ambientales que nos ofrece se mantengan en el futuro. Para que esto sea posible es preciso que en cada zona se realicen acciones como: (1) supresión de las fuentes de disturbio, (2) extracción de desechos inorgánicos, (3) extracción de desechos de jardinería, (4) recuperación de sustrato basáltico, (5) control de eucaliptos, plantas exóticas y fauna feral, (6) reintroducción de especies nativas, (7) control de malezas, (7) vigilancia adecuada y constante, (8) colocación de mallas perimetrales únicamente en los sitios que sea necesario y con las medidas adecuadas para que no restrinjan la movilidad de la fauna silvestre, (9) diseño de un programa de educación ambiental dirigido a visitantes y estudiantes, y (10) capacitación y talleres al personal de vigilancia y de jardinería acerca de las características, importancia y manejo de este tipo de zonas.

El compromiso e involucramiento del personal de jardinería será fundamental para que los proyectos encaminados a la recuperación y protección de la REPSA sean exitosos, ya que el adecuado manejo de la vegetación nativa y de los desechos orgánicos que se generan del mantenimiento de los sitios permitirá un mejor control y mitigación de muchos de los impactos presentes en las zonas, tales como la constante propagación de especies exóticas y el incremento de la

línea de borde que en todos los sitios se ha favorecido por la constante poda de pastos y la presencia de eucaliptos.

Además es deseable que las instituciones responsables, como la Secretaría Ejecutiva de la Reserva del Pedregal de San Ángel, la Dirección de Obras y Conservación y la Secretaría Administrativa mantengan sinergias constantes con el objetivo de dar difusión y seguimiento al reglamento interno de la misma, encontrar soluciones y alternativas para la protección, administración y mitigación de los diferentes problemas que presenta la REPSA, resaltando que ésta la integran tanto zonas núcleo como de amortiguamiento, y cada uno de estos sitios presenta características particulares con un valor específico por lo que debe de realizarse un manejo integral (SEREPSA, 2008; SEREPSA, 2009; Camarena, 2010).

VII. CONCLUSIONES

El conjunto de los datos obtenidos permitirá que posteriores estudios proporcionen nuevos conocimientos que ayuden a comprender a la REPSA como unidad integral con sus áreas de amortiguamiento, de modo que se logre un mejor entendimiento en los efectos que tienen (1) la conectividad con otras áreas de vegetación natural, (2) la pérdida y desplazamiento de especies, (3) la fragmentación, (4) la disminución de la diversidad, y (5) la introducción de especies exóticas, todo lo cual indudablemente causa importantes cambios en la

estructura básica de las comunidades (Dobson *et al.*, 1997; Didham y Lawton, 1999).

El futuro de las cinco zonas de amortiguamiento y el área no protegida FC sin lugar a duda es incierto, si bien hasta el momento han cumplido su función mitigando toda una serie de disturbios, la constante presión de las necesidades humanas y la comunidad universitaria ocasionan que su superficie disminuya constantemente y los niveles de disturbio se incrementen.

Para evitar que las ZAM de la REPSA desaparezcan en el futuro, es fundamental que se reconozca su importancia y se continúe actualizando los listados florísticos y elaborando los de otros lugares no protegidos que podrían estar funcionando como amortiguadores y reservorios genéticos, además de los ya establecidos (Cano-Santana *et al.*, 2005, 2008), tales como el denominado Facultad de Ciencias y las ocho zonas de amortiguamiento que no fueron consideradas en este estudio.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, J., J. Carabias, J. Meave, P. Moreno, D. Nava, Z. Fuensanta, C. Tovar y A. Valiente-Banuet, 1982, *Proyecto para la creación de una reserva en el Pedregal de San Ángel*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Andrén, H. 1994. Effect of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* **71**: 355-366.
- Antonio-Garcés, J. 2008. Restauración ecológica de la zona de amortiguamiento 8 de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D.F. (México). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Antonio-Garcés, J., M. Peña, Z. Cano-Santana, M. Villeda y A. Orozco. 2009. Cambios en la estructura de la vegetación derivados de acciones de restauración ecológica en las zonas de Amortiguamiento Biológicas y Vivero Alto. Pp. 523-532. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana. *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Barton, A.F.M., J. Tjandra y P.G. Nicholas. 1989. Chemical evaluation of volatile oils in Eucalyptus species. *Journal of agricultural and Food Chemistry* **37**: 1253-1257.

Bonfil, C., I. Pisanty, A. Mendoza y J. Soberón. 1997. Investigación y restauración ecológica: El Caso del Ajusco Medio. *Ciencia y Desarrollo* **135**:14-23

Bustamante, T. 2003. Las zonas de Amortiguamiento y su rol en la conservación de la biodiversidad. Pp. 235-276. En: *Las Zonas de Amortiguamiento: un Instrumento para el Manejo de la Biodiversidad. El caso de Ecuador, Perú y Bolivia*. La Paz Quito Córdoba: Centro Boliviano de estudios multidisciplinarios. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Universidad de Córdoba. Zentrum für Internationale Entwicklungs und Umweltforschung. Comisión Europea.

Bye, R., A. Cabeza, Z. Cano-Santana, J. Meave, M. Mazari y A. Rojo. 1996. Informe Técnico de la Comisión Especial del Comité Técnico de la Reserva del Pedregal de San Ángel. Entregado a la Coordinación de la Investigación Científica, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Camarena, P. 2010. *Xerojardinería. Guía para el Diseño de los Jardines de Ciudad Universitaria*. Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 92 pp.

Canfield, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. Forestry* **39**:388-394.

Cano-Santana, Z. y J. Meave 1996. Sucesión primaria en derrames volcánicos: El caso del Xitle. *Ciencias*, **41**: 58-68.

Cano-Santana Z., S. Castillo-Argüero, P.E. Mendoza, Y. Martínez-Orea, S. Juárez-Orozco, I. Castellanos-Vargas, I. Victoria-Salazar, L. Padilla-Hernández, M. Flores, O. Núñez-Castillo y M. Romero-Romero. 2005. Diversidad y estado de conservación de dos terrenos del sur de Ciudad Universitaria para ser incorporados a la Reserva Ecológica. Informe Técnico entregado a la Coordinación de la Investigación Científica. Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Cano-Santana, Z., I. Pisanty, S. Segura, P.E. Mendoza, R. León-Rico, J. Soberón, E. Tovar, E. Martínez-Romero, L. Ruiz y A. Martínez-Ballesté. 2006. Ecología, conservación, restauración y manejo de las áreas naturales y protegidas del Pedregal del Xitle. Pp. 203-226, en: Oyama K. y A. Castillo (comps.). *Manejo, conservación y restauración de los recursos naturales en México*. Siglo XXI y Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Cano-Santana Z., S. Castillo-Argüero, Y. Martínez-Orea y S. Juárez-Orozco. 2008. Análisis de la riqueza vegetal y el valor de conservación de tres áreas incorporadas a la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D.F. (México). *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. **82**: 1-14.

Carabias J. y J. Meave. 1987. La reserva ecológica del Pedregal de San Ángel. *Información Científica y Tecnológica* **9**: 16-19.

Carrillo-Trueba, C. 1995. *El Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Castillo-Argüero S., G. Montes-Cartas, M.A. Romero-Romero, Y. Martínez-Orea, P. Guadarrama-Chávez, I. Sánchez-Gallén y O. Núñez-Castillo. 2004. Dinámica y conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva del Pedregal de San Ángel (D.F., México). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **74**: 51-75.

Castillo-Argüero, S., Y. Martínez-Orea, J.A. Meave, M. Hernández-Apolinar, O. Núñez-Castillo, G. Santibáñez-Andrade y P. Guadarrama-Chávez. 2009. Flora: susceptibilidad de la comunidad a la invasión de malezas nativas y exóticas. Pp. 107-133. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.). *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Crooks, R.K., A. Suarez y D. Bolger, 2004. Avian assemblages along a gradient of urbanization in a highly fragmented landscape. *Biological Conservation* **115**: 451-462.

Cruz-Reyes, A. 2009. Fauna feral, fauna nociva y zoonosis. Pp. 455-463. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.). *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

De la Fuente, J.R. 2005. Acuerdo por el que se rezonifica, delimita e incrementa la zona de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. *Gaceta UNAM*, Universidad Nacional Autónoma de México **3813**: 19-20.

Diario Oficial de la Federación. 2005.

Didham, R.K. y J.H. Lawton. 1999. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. *Biotropica* **31**: 17-30.

Dobson, A.P., A.D. Bradshaw y A.J.M. Baker. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. *Science* **277**:515-522.

Espinosa-García, F.J. 1996. Revisión sobre la alelopatía de *Eucalyptus* L'Herit, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **58**: 55-74.

Espinosa-García, F. J. y J. Sarukhán. 1997. *Manual de Malezas del Valle de México*. Ediciones Científicas Universitarias, Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 407 pp.

Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2002. Bats in Continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* **2**:237-245.

García, E. 1988. *Modificaciones al Sistema Climático de Köppen*. Larios, México.

Gaston, K.J., A.G. Jones, C. Hänel y S.L. Chown. 2010. Rates of species introduction to a remote oceanic island, *Biological Sciences* **270**: 1091-1098.

Hall, J.B. y W.A. Rodgers. 1992. Buffers at the boundary. Pp. 1-17. En: *Rural Development Forestry Network*. Russell Press Ltd., Nottingham.

- Juárez-Orozco, S. y Z. Cano-Santana. 2007. El cuarto elemento y los seres vivos. *Ecología del fuego. Ciencias* **85**: 4-12.
- Keane, R. y M. Crawley. 2002, Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution* **17**: 164-170.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper and Row Publishers, Nueva York. 654 pp.
- Lot, A. y P. Camarena. 2009. El Pedregal de San Ángel: reserva ecológica urbana de la Universidad Nacional. Pp. 19-25. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana. *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.). 2009. *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 538 pp.
- Mac Arthur, R.H. y E.O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, N.J. 215 pp.
- Mendoza-Hernández, P.E., y Z. Cano-Santana. 2009. Elementos para la restauración ecológica de pedregales: la rehabilitación de áreas verdes de la Facultad de Ciencias en ciudad Universitaria. Pp. 523-532. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana. *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Nava-López, M., J. Jujnovski, R. Salinas-García, J. Álvarez-Sánchez y L. Almeida-Leñero. 2009. Servicios ecosistémicos. Pp. 51-60. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana. *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Navarro M. R., J. Blanes, D. Uwe, A. Moscoso y A. Torres. 2003. Zonas de Amortiguamiento como instrumento para el manejo de la biodiversidad en los bosques tropicales de la vértice oriental andina. Pp. 11-44. En: *Las Zonas de Amortiguamiento: un Instrumento para el Manejo de la Biodiversidad. El Caso de Ecuador, Perú y Bolivia*. La Paz Quito Córdoba: Centro Boliviano de estudios multidisciplinarios. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Universidad de Córdoba. Zentrum für internationale entwicklungs und Umweltforschung. Comisión Europea.

Orozco, A. y C. Vázquez. 1993. *Especies Invasoras: su Impacto sobre las Comunidades Bióticas*. Serie Cuadernos de Conservación No. 2. Pronatura A.C., México. 53 pp.

Orozco, A., A. Gamboa y V. Barradas. 2009. La diversidad funcional del ecosistema. Pp. 297-318. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana. *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Pantí, M.M.A. 1984. Contribución al conocimiento del Pedregal de San Ángel sobre el problema de su flora y conservación. Tesis de Licenciatura.

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
72 pp.

Peña, A., L. Durand y C. Álvarez. 1998. Conservación. Pp. 183-210. En: *La Diversidad Biológica de México: Estudio de País*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Peña, A. y L. Neyra. 1998. Amenazas a la Biodiversidad. Pp. 157-181. En: *La Diversidad Biológica de México: Estudio de País*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Peralta, A. y J. Prado. 2009. Los límites y la cartografía. Pp. 27-42. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana. *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Pryor, L.D. 1976. *Biology of Eucalyptus*. Studies in Biology No. 61. Edward Arnold, Londres. 82 pp.

Rojo, A. (comp.). 1994, *Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 410 pp.

Rzedowski, J. 1954. Vegetación del pedregal de San Ángel (Distrito Federal, México). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México* **8**:59-129.

- Rzedowski, J. 1962. Contribuciones a la fitogeografía florística e historia de México y algunas consideraciones acerca del elemento endémico de la flora mexicana. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **27**:52-65.
- Santos, T. y J.L. Tellería. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*. **15** (2):3-12.
- Sarukhán, J. 1990. Acuerdo por el que se redefine la Reserva Ecológica de Ciudad Universitaria. *Gaceta UNAM*, Universidad Nacional Autónoma de México **2494**: 1-2.
- Sarukhán, J. 1996. Acuerdo por el que se reordena e incrementa la zona de la Reserva Ecológica de la Ciudad Universitaria. *Gaceta UNAM*, Universidad Nacional Autónoma de México **2998**: 9-11.
- Sarukhán, J. 1997. Acuerdo por el que se reestructura e incrementa la zona de la Reserva Ecológica y se declaran las áreas verdes de manejo especial de la Ciudad Universitaria. *Gaceta UNAM*, Universidad Nacional Autónoma de México **3070**: 15-17.
- Segura-Burciaga, S.G. Sin año. Plan de control y sustitución de eucaliptos en Ciudad Universitaria. Folleto. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Segura-Burciaga, S.G. 2009. Introducción de especies: la invasión y el control de *Eucalyptus resinifera*. Pp. 533-538. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana.

Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Segura-Burciaga, S.G. 1995. Estudio poblacional de *Eucalyptus resinifera* Smith (Myrtaceae) en la reserva ecológica del Pedregal de San Ángel, C.U., México, D.F. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 90 pp.

Segura-Burciaga, S.G. y J. Meave. 2001. Effect of the removal of the exotic *Eucalyptus resinifera* on the floristic composition of a protected xerophytic shrubland in southern Mexico City. Pp. 319-330. En: G. Brundu, J. Brock, I. Camarda, L. Child y M. Wade (eds.). *Plant Invasions: Species Ecology and Ecosystem Management*. Backhuys Publishers, Leiden, Holanda.

SEREPSA, Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. 2008. *Manual de Procedimientos*. Programa de Adopción de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Coordinación de la Investigación Científica, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 108 pp.

SEREPSA, Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, 2009. *Bitácora del Jardinero del Pedregal*. Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Coordinación de la Investigación Científica, UNAM, México. 94 pp.

- Siebe C. 2000. Age and archaeological implications of Xitle volcano, southwestern Basin of Mexico-City. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **104**: 45–64.
- Terrazas T., E. Cortés, S. Segura, B. Torres, I. Olalde, L. Villasana y J. Veda. Sin año. La vegetación urbana del campus universitario y la polémica del eucalipto. Folleto. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Toky, O.P. y V. Singh. 1993. Litter dynamics in short-restoration high density tree plantations in an arid region of India. *Agriculture Ecosystems and Environment* **45**:129-145.
- Toledo, V.M. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias* **34**: 43-57.
- Turner, S. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of Applied Ecology* **33**:200-209
- UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura. 1972. 17^a. Conferencia General de la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural. París, 16 de noviembre de 1972.
- UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura. 2005. Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial. 2 de febrero de 2005.

Vega, E. y E. Peters. 2003. Conceptos generales sobre el disturbio y sus efectos en los ecosistemas. Pp. 137-150. En: *Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México*. Instituto Nacional de Ecología, México.

APÉNDICES

Apéndice 1.

Lista de especies vegetales registradas en cada uno de los sitios de estudio de Ciudad Universitaria y su Reserva ecológica. 0 denota ausencia y 1 presencia. Los símbolos están explicados en la Tabla 4.1.

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Aeonium arboreum</i>	Crassulaceae	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Agave salmiana</i>	Agavaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ageratum corymbosum</i>	Asteraceae	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Anoda cristata</i>	Malvaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Archibaccharis serratifolia</i>	Asteraceae	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Arracacia toluensis</i>	Apiaceae	1	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>Asclepias linaria</i>	Asclepiadaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Asplenium praemorsum</i>	Aspleaniaceae	0	0	1	1	0	1	1	1	0
<i>Baccharis serraefolia</i>	Asteraceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis sordescens</i>	Asteraceae	1	1	0	0	0	1	0	1	1

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Begonia gracilis</i>	Begoniaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bidens lemmonii</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bidens odorata</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bidens serrulata</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bougainvillea glabra</i>	Nyctaginaceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Rubiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Brickellia secundiflora</i>	Asteraceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Brickellia veronicifolia</i>	Asteraceae	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Bromus carinatus</i>	Poaceae	0	1	0	1	0	0	1	1	0
<i>Brongniartia intermedia</i>	Fabaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Buddleia cordata</i>	Loganiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bursera cuneata</i>	Burseraceae	1	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Calliandra grandiflora</i>	Mimosaceae	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Calochortus barbatus</i>	Calochortaceae	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Sapindaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Catharanthus roseus</i>	Apocynaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Adiantaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cheilanthes lendigera</i>	Adiantaceae	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Cheilanthes myriophylla</i>	Adiantaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cheilanthes sinuata</i>	Adiantaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Chenopodiaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cissus sicyoides</i>	Vitaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Commelina coelestis</i>	Commelinaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Conyza canadensis</i>	Asteraceae	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Conyza coronopifolia</i>	Asteraceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Conyza sophiifolia</i>	Asteraceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cosmos bipinnatus</i>	Asteraceae	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Crotalaria pumila</i>	Fabaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Crusea diversifolia</i>	Rubiaceae	0	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Crusea longiflora</i>	Rubiaceae	0	0	1	1	0	1	1	0	0
<i>Cuphea wrightii</i>	Lythraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Cyperus esculentus</i>	Cyperaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cyperus seslerioides</i>	Cyperaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cystopteris fragilis</i>	Woodsiaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Dahlia coccinea</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Dahlia pinnata</i>	Asteraceae	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Dalea leporina</i>	Fabaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Dicliptera peduncularis</i>	Acanthaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Dioscorea galeottiana</i>	Dioscoreaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Dodonaea viscosa</i>	Sapindaceae	1	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Drymaria laxiflora</i>	Caryophyllaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Echeandia mexicana</i>	Anthericaceae	0	0	0	1	1	1	1	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Echeveria gibbiflora</i>	Crassulaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eragrostis mexicana</i>	Poaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Eruca sativa</i>	Brassicaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Erythrina coralloides</i>	Leguminosae	0	1	1	1	0	1	0	1	0
<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eucalyptus resinifera</i>	Myrtaceae	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eupatorium petiolare</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Euphorbia dentata</i>	Euphorbiaceae	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Euphorbia graminea</i>	Euphorbiaceae	0	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Euphorbia potosina</i>	Euphorbiaceae	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Fabaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Fraxinus uhdei</i>	Oleaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gaudichaudia cynanchoides</i>	Malpighiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Geranium seemannii</i>	Geraniaceae	0	0	1	1	0	1	1	0	1
<i>Gnaphalium americanum</i>	Asteraceae	1	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Gnaphalium oxyphyllum</i>	Asteraceae	1	1	0	1	0	1	1	1	0

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Habenaria novemfida</i>	Orchidaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Heliconia</i> sp.	Heliconiaceae	0	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Heterosperma pinnatum</i>	Asteraceae	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Ipomoea purpurea</i>	Convolvulaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Ipomoea trifida</i>	Convolvulaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Iresine cassiniiformis</i>	Amaranthaceae	1	1	0	1	0	1	1	0	1
<i>Iresine diffusa</i>	Amaranthaceae	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Jaegeria hirta</i>	Asteraceae	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Lagascea rigida</i>	Asteraceae	0	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>Lamourouxia</i> sp.	Scrophulariaceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Leonotis nepetifolia</i>	Lamiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lepidium sordidum</i>	Brassicaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lepidium virginicum</i>	Brassicaceae	1	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Lilium candidum</i>	Liliaceae	0	0	0	1	0	1	0	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Lopezia racemosa</i>	Onagraceae	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Macroptilium gibbosifolium</i>	Fabaceae	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Mammillaria magnimamma</i>	Cactaceae	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Manfreda scabra</i>	Agavaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Metastelma angustifolium</i>	Asclepiadaceae	0	1	1	0	0	1	1	0	0
<i>Microchloa kunthii</i>	Poaceae	1	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>Milla biflora</i>	Alliaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Mirabilis jalapa</i>	Nyctaginaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Montanoa tomentosa</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Muhlenbergia rigida</i>	Poaceae	0	0	1	0	1	1	1	0	0
<i>Muhlenbergia robusta</i>	Poaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nicotiana glauca</i>	Solanaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Oenothera pubescens</i>	Onagraceae	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Oenothera purpusii</i>	Onagraceae	0	0	1	1	0	0	0	1	0
<i>Oenothera rosea</i>	Onagraceae	1	0	0	1	1	1	0	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Opuntia tomentosa</i>	Cactaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidaceae	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Oxalis divergens</i>	Oxalidaceae	1	1	1	1	0	0	0	0	1
<i>Oxalis tetraphylla</i>	Oxalidaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Paspalum tenellum</i>	Poaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Passiflora subpeltata</i>	Passifloraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pelargonium zonale</i>	Geraniaceae	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Pellaea ovata</i>	Adiantaceae	1	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>Pellaea sagittata</i>	Adiantaceae	1	0	1	0	0	1	1	0	1
<i>Pellaea ternifolia</i>	Adiantaceae	0	0	1	1	0	1	1	1	0
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Poaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Penstemon roseus</i>	Scrophulariaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Peperomia campylotropa</i>	Piperaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Phaseolus coccineus</i>	Fabaceae	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Phaseolus pauciflorus</i>	Fabaceae	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Phaseolus pedicellatus</i>	Fabaceae	0	0	1	1	0	1	1	1	1

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Phaseolus pluriflorus</i>	Fabaceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Phlebodium araneosum</i>	Polypodiaceae	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Phlebodium areolatum</i>	Polypodiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Physalis costomatl</i>	Solanaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phytolacca icosandra</i>	Phytolaccaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Piqueria trinervia</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pittocaulon praecox</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Plumbago pulchella</i>	Plumbaginaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Polanisia uniglandulosa</i>	Capparaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Polypodium polypodioides</i>	Polypodiaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium thyssanolepis</i>	Polypodiaceae	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Prunus capuli</i>	Rosaceae	1	1	0	1	0	0	1	1	0
<i>Quamoclit gracilis</i>	Convolvulaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Reseda luteola</i>	Resedaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rhynchelytrum repens</i>	Poaceae	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Rubus liebmanni</i>	Rosaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salvia mexicana</i>	Lamiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Salvia tiliifolia</i>	Lamiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sedum oxypetalum</i>	Crassulaceae	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Sellaginella lepidophylla</i>	Sellaginellaceae	1	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Sellaginella sellowii</i>	Sellaginellaceae	1	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Senna septemtrionalis</i>	Caesalpinaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Setaria</i> sp.	Poaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sicyos deppei</i>	Cucurbitaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sisymbrium altissimum</i>	Brassicaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Spiranthes cinnabarina</i>	Orchidaceae	1	0	1	1	0	1	0	0	0
<i>Stevia ovata</i>	Asteraceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Stevia salicifolia</i>	Asteraceae	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Tagetes lunulata</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Talinum napiforme</i>	Portulacaceae	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Talinum paniculatum</i>	Portulacaceae	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	0	1	1	0	0	0	0	1	1
<i>Tigridia pavonia</i>	Iridaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tillandsia recurvata</i>	Bromeliaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Tinantia erecta</i>	Commelinaceae	0	0	1	0	0	0	0	1	1
<i>Tithonia tubaeformis</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Tradescantia crassifolia</i>	Commelinaceae	0	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Tripogandra purpurascens</i>	Commelinaceae	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Tripsacum dactyloides</i>	Poaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Tropaeolum majus</i>	Tropaeolaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Verbena carolina</i>	Verbenaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbesina virgata</i>	Asteraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Villadia misera</i>	Crassulaceae	0	1	1	0	0	1	1	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Wigandia urens</i>	Hydrophyllaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Yucca</i> sp.	Agavaceae	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Zephirantes concolor</i>	Amaryllidaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Zephirantes longifolia</i>	Amaryllidaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Zinnia peruviana</i>	Asteraceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Apéndice 2.

Valor de importancia para las especies registradas en cada área de estudio de Ciudad Universitaria y su Reserva ecológica. Los símbolos están explicados en la Tabla 4.1.

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Aeonium arboreum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agave salmiana</i>	0	0	0	0	0	2.86	0	0	0
<i>Ageratum corymbosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amaranthus hybridus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anoda cristata</i>	0	0	0	0	0	0	0.95	0	0
<i>Archibaccharis serratifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arracacia toluensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asclepias linaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asplenium praemorsum</i>	0	0	0	0	0	0.97	0	0.36	0
<i>Baccharis serraefolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis sordescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Begonia gracilis</i>	0	0.97	0	0	0	0	0	0	2.16

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Bidens lemmonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens odorata</i>	7.45	0	0	9.00	0	0	0	1.31	22.60
<i>Bidens pilosa</i>	0	10.88	3.39	0	4.92	4.00	0	0	0
<i>Bidens serrulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bougainvillea glabra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bouvardia ternifolia</i>	2.48	0.85	0	0.85	0	0	2.92	0	0
<i>Brickellia secundiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brickellia veronicifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bromus carinatus</i>	0	0	9.41	0	0	0	1.34	0	0
<i>Brongniartia intermedia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Buddleia cordata</i>	20.12	14.37	18.19	8.10	1.13	6.31	22.77	11.61	3.35
<i>Bursera cuneata</i>	0	13.80	8.37	0	3.95	0	1.35	0	0
<i>Calliandra grandiflora</i>	0	0	0	0	5.87	0	0	0	1.26
<i>Calochortus barbatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	0	0	0	0	4.38	2.35	4.57	0.81	4.27
<i>Casuarina equisetifolia</i>	0	0	9.63	0	0	0	0	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Catharanthus roseus</i>	0	0	0	14.60	0	0	0	0.97	0
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	3.15	4.45	0	3.73	0.85	0	1.79	2.06	0
<i>Cheilanthes lendigera</i>	1.80	0	0	2.09	0	0	0	0	0
<i>Cheilanthes myriophylla</i>	2.40	1.92	0	0	5.08	13.47	2.71	0.37	0
<i>Cheilanthes sinuata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cissus sicyoides</i>	16.12	5.02	6.65	9.80	2.34	2.83	6.31	1.17	19.94
<i>Commelina coelestis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1.22
<i>Commelina diffusa</i>	2.93	1.60	0	2.21	0	0	1.61	3.23	0
<i>Convolvulos arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza canadensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza coronopifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sophiifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmos bipinnatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crotalaria pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crusea diversifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Crusea longiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cuphea wrightii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cupressus lusitanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyperus esculentus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyperus seslerioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dahlia coccinea</i>	11.49	12.88	0	4.53	28.77	2.96	9.34	24.61	6.70
<i>Dahlia pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dalea leporina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Datura stramonium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dicliptera peduncularis</i>	0	1.67	2.24	2.07	2.95	3.77	4.43	1.82	0
<i>Dioscorea galeottiana</i>	1.68	7.51	0	0.97	0	9.83	0.76	1.72	3.60
<i>Dodonaea viscosa</i>	0	0	0	0	2.87	0	1.69	0	0
<i>Drymaria laxiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Echeandia mexicana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Echeveria gibbiflora</i>	11.04	0	7.88	19.47	6.17	13.95	7.22	6.09	0

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Eragrostis mexicana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eruca sativa</i>	3.19	0	0	1.45	0	0	0.64	0	0
<i>Erythrina coralloides</i>	0	0	1.86	0	0	0	0	0	0
<i>Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucalyptus resinifera</i>	0	6.90	27.30	5.43	22.51	19.43	5.37	25.22	0
<i>Eupatorium petiolare</i>	6.51	6.87	6.47	24.98	30.12	0	3.89	8.16	0
<i>Euphorbia dentata</i>	0.66	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia graminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia potosina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0	0	0	0	7.68	5.54	0	14.64	0
<i>Fraxinus uhdei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10.44
<i>Gaudichaudia cynanchoides</i>	0	0	0	7.76	0	0	0	1.41	1.52
<i>Geranium seemannii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium americanum</i>	0	0	0	5.18	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium oxyphyllum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Habenaria novemfida</i>	0	0	0	0	0.83	0	0	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Heliconia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heterosperma pinnatum</i>	0.68	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ipomoea purpurea</i>	3.92	0	1.65	0	0	0	0	0	10.32
<i>Ipomoea</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ipomoea trifida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Iresine cassiniiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Iresine diffusa</i>	1.61	2.30	1.86	0	0	0	0	0	0
<i>Jaegeria hirta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lagascea rigida</i>	0	4.60	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lamourouxia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leonotis nepetifolia</i>	0	1.30	0.99	0	0	0	3.23	3.06	0
<i>Lepidium sordidum</i>	1.43	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepidium virginicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lilium candidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lopezia racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0.50	0.40	0

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Macroptilium gibbosifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mammillaria magnimamma</i>	0.68	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Manfreda scabra</i>	0.99	3.51	0.49	0	0	1.47	6.17	5.88	0
<i>Medicago sativa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metastelma angustifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microchloa kunthii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Milla biflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mirabilis jalapa</i>	0	0	0.49	0	0	0	0	0.65	0
<i>Montanoa tomentosa</i>	1.16	0	21.44	11.43	3.46	8.15	9.77	6.87	18.78
<i>Muhlenbergia rigida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muhlenbergia robusta</i>	7.92	29.98	3.72	17.55	19.92	20.49	14.44	14.67	1.85
<i>Nicotiana glauca</i>	1.41	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera pubescens</i>	0	0	0	0	0.73	0.77	0.57	0.66	0
<i>Oenothera purpusii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera rosea</i>	0.81	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Opuntia tomentosa</i>	3.76	4.98	0.93	2.09	2.99	0	6.06	1.47	0.96

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis divergens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis tetraphylla</i>	0	0	0.47	0	0	0	0	0	22.05
<i>Paspalum tenellum</i>	0	6.14	7.50	0	0	0	35.92	33.13	10.29
<i>Passiflora subpeltata</i>	0	0	0	3.77	2.83	2.75	1.61	0.80	5.80
<i>Pelargonium zonale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pellaea ovata</i>	0	0	0	0	0	0	1.21	0	0
<i>Pellaea sagittata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pellaea ternifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pennisetum clandestinum</i>	6.29	0	0	0	0	0	7.64	0	4.18
<i>Penstemon roseus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia campylotrapa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phaseolus coccineus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phaseolus pauciflorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phaseolus pedicellatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phaseolus pluriflorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Phlebodium araneosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phlebodium areolatum</i>	4.82	1.24	5.09	4.88	3.17	1.23	5.96	2.75	7.05
<i>Physalis costomatl</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phytolacca icosandra</i>	0	2.30	0.55	0	0	0	0	0	1.26
<i>Piqueria trinervia</i>	0.90	4.51	3.53	0	0	0	0.67	1.26	0
<i>Pittocaulon praecox</i>	7.50	7.90	14.88	3.47	5.89	17.44	5.27	0.34	31.66
<i>Plumbago pulchella</i>	13.90	18.67	28.27	25.43	1.00	12.17	1.13	2.61	4.53
<i>Polanisia uniglandulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium polypodioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium thyssanolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prunus capuli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quamoclit gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reseda luteola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhynchelytrum repens</i>	7.18	0	0	9.15	8.91	10.88	5.49	1.05	0
<i>Ricinus communis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rubus liebmannii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Salvia mexicana</i>	0	0	1.09	0	0	0	0	0	0
<i>Salvia tiliifolia</i>	0	2.71	0	0	7.56	0	0.67	0	0
<i>Schinus molle</i>	15.49	0	1.53	0	0	20.16	2.01	8.00	0
<i>Sedum oxypetalum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sellaginella lepidophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sellaginella sellowii</i>	0.65	0	0	0	0.94	1.04	0	0	0
<i>Senna septemtrionalis</i>	0	0	1.57	0	0	0	1.85	0	0
<i>Setaria</i> sp.	0.65	2.30	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sicyos deppei</i>	0	10.00	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sida rhombifolia</i>	1.85	0	0	0	0	0	0	0.40	0
<i>Sisymbrium altissimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	1.34	0	1.04	0	0	0	2.39	0	1.07
<i>Spiranthes cinnabarina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stevia ovata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stevia salicifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Tagetes lunulata</i>	11.36	0	0	0	0	0	0.41	0	3.12
<i>Talinum napiforme</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Talinum paniculatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tecoma stans</i>	0	0	0.55	0	0	0	0	4.23	0
<i>Tigridia pavonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tillandsia recurvata</i>	0	0	0	0	0	0	0.30	0	0
<i>Tinantia erecta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tithonia tubaeformis</i>	0	0	0	0	0	0	3.99	0	3
<i>Tradescantia crassifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tripogandra purpurascens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tripsacum dactyloides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tropaeolum majus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbena carolina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbesina virgata</i>	0.78	1.24	0	0	2.55	4.18	0.44	0.89	0
<i>Villadia misera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Wigandia urens</i>	0	2.70	0	0	3.96	12.98	2.08	5.29	0

NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR DE IMPORTANCIA								
	FC	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A7	A8	A9
<i>Yucca</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zephirantes concolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zephirantes longifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zinnia peruviana</i>	9.43	0	0	0	0	0	0	0	0