

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES
LABORATORIO DE INTERACCIONES Y PROCESOS ECOLÓGICOS

**ESTADO DE CONSERVACIÓN Y VALOR AMBIENTAL DE LOS PEDREGALES
REMANENTES DE LA ZONA DE INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN EN
HUMANIDADES DE LA UNAM, CIUDAD UNIVERSITARIA**

INFORME TÉCNICO PRELIMINAR

Dr. Zenón Cano Santana
Profesor Titular —CII de Tiempo Completo
RESPONSABLE

M. en C. Iván Castellanos Vargas
Técnico Académico Titular —AII de Tiempo Completo
APOYO TÉCNICO

PARTICIPANTES:
Biól. Luis Enrique Juárez Sotelo
Biól. Manuel Bonilla Rodríguez
Biól. Yury Glebskiy
Biól. Andrea Trejo Mellado
Biól. Jesús Morelos Rebollar
P. de Biól. Miguel Hernández Palacios
P. de Biól. Alejandra Argüelles Castañeda
P. de Biól. Ariel Elimelec Quintero-Ortiz
P. de Biól. Fernanda Jacqueline Jasso Cerón
P. de Biól. Mariana Figueroa Aquino
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

APOYO TÉCNICO Y LOGÍSTICO:
M. en C. María Guadalupe Guadarrama Huerta
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

PROYECTO APOYADO POR PAPIIT-UNAM IV200117

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, a 29 de mayo de 2019.

RESUMEN EJECUTIVO

Se presentan los resultados preliminares sobre el diagnóstico sobre la biodiversidad, valor ambiental, estado de conservación, amenazas y recomendaciones de uso de los pedregales remanentes localizados en la zona de Institutos de Investigación en Humanidades (ZIIH) de la UNAM en Ciudad Universitaria. Esto a petición del Dr. Raúl Ornelas Bernal, investigador titular adscrito al Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM y por interés de varios académicos adscritos a este instituto. En la ZIIH existen 18 pedregales remanentes (PR) que ocupan en conjunto 1.67 ha distribuidos en forma de mosaico entre las edificaciones de la zona. Durante un muestreo realizado en la época de secas (abril-mayo de 2019), que es la más pobre en términos de actividad de organismos, se registraron 133 especies de organismos, aunque se espera tener más registros en muestreos futuros. Se han encontrado al momento 73 especies de plantas, 36 especies de animales invertebrados, dos de lagartijas, 15 de aves y siete de mamíferos. Entre los organismos de importancia se encuentran los cacomixtles, los tlacuaches, los ardillones y los ratones piñoneros, así como la lagartija *Sceloporus grammicus*, una especie catalogada como especie sujeta a protección especial, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como una tarántula endémica de la Ciudad de México: la tarántula del Pedregal, *Brachypelma anitahoffmanae* y colibríes. Entre las plantas importantes por su belleza están la biznaga del chilito, el copal y el palo loco. Esta amplia diversidad biológica subsiste a pesar de que los 18 PR sufren de afectaciones por actividades humanas (basura, actividades de perros, fecalismo, consumo de alcohol y drogas), todo lo cual afecta potencialmente la seguridad y salud de las personas que allí estudian y trabajan. A pesar de estos embates, los PR estudiados ofrecen los siguientes servicios ambientales a todas las personas que llevan a cabo sus actividades allí: amortiguamiento de ruido; amortiguamiento de cambios microclimáticos; belleza estética del paisaje, la flora y la fauna silvestre; reducción de contaminantes y prevención de inundaciones. A los habitantes de la Ciudad estos PR tienen importancia porque permiten la infiltración de agua a los mantos freáticos y constituyen un refugio importante para la rica biodiversidad de la Ciudad. Además, las especies que albergan estos PR proveen alimento, medicinas, material de ornato, combustible y refugio de polinizadores, dispersores de semillas y controladores de

plagas. Por lo anterior, se recomienda la protección y la implementación actividades de restauración ecológica en los PR de la zona para recuperar a plenitud los servicios ambientales que gozarían los miembros de la comunidad universitaria que allí laboran y estudian. No se recomienda la construcción de nueva infraestructura civil, pues nuevas construcciones podrían acarrear efectos dañinos a la rica flora y fauna silvestre que lleva sus actividades, al funcionamiento del ecosistema natural (incluyendo el que alberga la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel [REPSA]) y un deterioro en la calidad y cantidad de servicios ambientales que estos PR ofrecen a los universitarios y a los habitantes de la zona. Asimismo, se reduciría el potencial que tienen estos PR como corredores (zonas de conectividad) entre de las áreas de amortiguamiento —Senda Ecológica (A4) y —Paseo de las Esculturas (A5) con las zonas núcleo oriente y núcleo sur-oriente de la REPSA.

INTRODUCCIÓN

Las reservas ecológicas y las áreas verdes urbanas (representadas por parques y jardines) son hábitats relictuales para una gran diversidad de especies que sobreviven dentro de la matriz urbana (Gaston *et al.*, 2005; Angold *et al.*, 2006). El crecimiento constante de la población humana hace que la mancha urbana extienda sus límites hacia las áreas que mantienen ecosistemas naturales reduciendo el tamaño de éstos, generando importantes efectos de borde que acentúan la fragmentación del paisaje y que potencializan la pérdida de continuidad de la cubierta vegetal, así como las extinciones locales de algunas especies (Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors, 2009; Cherrill, 2010; Castellanos-Vargas *et al.*, 2015).

Algunas estimaciones sobre la extensión original del Pedregal de San Ángel sugieren que el campo de lava alcanzó cerca de 80 km² (Carrillo-Trueba, 1995), y a mediados del siglo XX inició su fragmentación como un resultado del proceso de urbanización debido al crecimiento de la población de la Ciudad de México. Lot y Camarena (2009) indican que los principales proyectos de obra urbana que se construyeron en la década de 1950 en la zona del Pedregal fueron: el Fraccionamiento Jardines del Pedregal, el Anillo Periférico y la Ciudad Universitaria. Esta última se

asentó sobre un terreno de 719 ha, de las cuales el 33% (237.3 ha) corresponden actualmente a la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria (REPSA) y aproximadamente 199 ha pertenecen a la Reserva Territorial Universitaria (RTU). Por su parte, las áreas verdes y la Infraestructura de obra civil (edificios universitarios) ocupan 150 y 73 ha, respectivamente y las rutas de vialidad que comunican a los *campi* alcanzan 59.7 ha (Lot *et al.*, 2012). Las zonas de RTU ostentan fragmentos relictuales de la comunidad vegetal que colonizó el ecosistema natural del Pedregal de San Ángel y actualmente son una muestra de la complejidad estructural de la vegetación y del sustrato del mismo (Castellanos-Vargas *et al.*, 2015).

Interesados por el valor ambiental que representan los remanentes con sustrato del Pedregal que existen en los sitios aledaños a la zona de institutos de investigación en Humanidades, el 5 de abril de 2019 se recibió una invitación por parte del Dr. Raúl Ornelas Bernal, investigador titular —CII adscrito al Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, para realizar un levantamiento florístico y faunístico de los sitios, así como para determinar su estado de conservación y valor ambiental.

Los objetivos particulares del presente *Informe técnico preliminar* se centran en listar las especies presentes en los remanentes de pedregal en términos de vegetación, invertebrados así como anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Así como emitir juicios en términos de 1) su estado de conservación, 2) su valor ambiental, 3) su potencial de restauración ecológica, y 4) recomendaciones sobre su manejo.

SITIO DE ESTUDIO

La Zona de Institutos de Investigación en Humanidades (ZIIH) de la UNAM se localiza en el sur del campus principal de Ciudad Universitaria. Está limitada al Norte, Este y Sur por el circuito Mario de la Cueva y al Oeste limita con un lindero que la separa del Paseo de las Esculturas, así como de las -Serpientes del Pedregall obra de Federico Silva (González-Pérez, 2013; Figura 1).

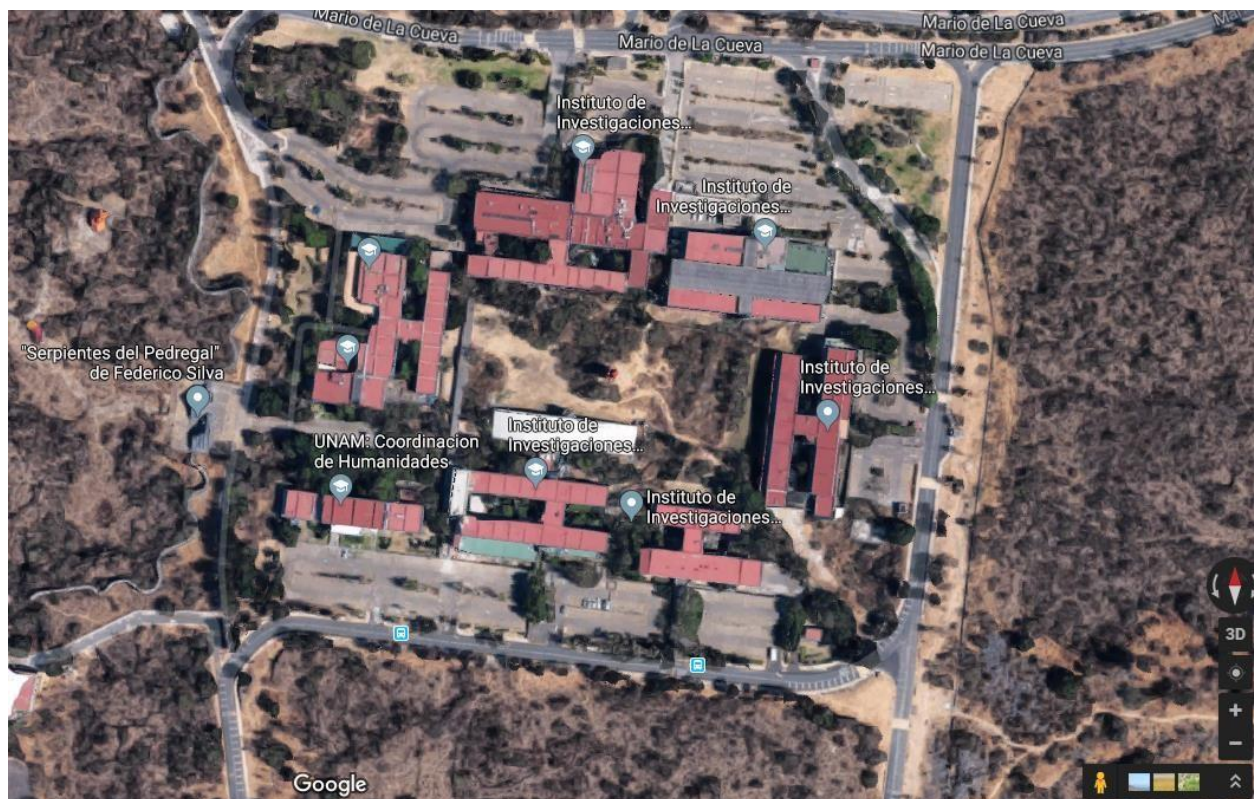


Figura 1. Ubicación de la Zona de Institutos de Investigación en Humanidades de la UNAM (Foto: Google Maps, 2019).

La ZIIH comprende una extensión de aproximadamente 10 ha (considerando sus estacionamientos y áreas verdes). Su coordenada de georreferencia central es 19.315 N, 99.180 O y su registro corresponde a la escultura denominada -Aniversarioll obra del artista Sebastián (Figura 2).

La zona está rodeada por los edificios del Instituto de Investigaciones Económicas, el Instituto de Investigaciones Estéticas, el Instituto de Investigaciones Filológicas, el Instituto de Investigaciones Filosóficas, el Instituto de Investigaciones Históricas, el Instituto de Investigaciones Jurídicas y del Instituto de Investigaciones Sociales y la Coordinación de Humanidades.

En los pedregales remanentes del sitio existen manchones de matorral xerófilo cuyo elemento florístico emblemático es la planta conocida como —palo locoll [*Pittocaulon (ex Senecio) praecox*]. Este tipo de vegetación es el mejor representado de los nueve que se asentaron sobre el sustrato basáltico del derrame del volcán Xitle (Rzedowski, 1954).



Figura 2. Escultura en formato monumental —Aniversarioll obra del artista Sebastián. Corresponde al punto central de georreferencia del sitio de estudio de los pedregales remanentes de la Zona de Institutos de Investigación en Humanidades de la UNAM (Foto: Iván Castellanos-Vargas, 1997).

El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano; presenta estacionalidad marcada, la época de lluvias comprende de junio a octubre mientras que la temporada seca comprende el resto del año (de noviembre a mayo); la temperatura media anual es de 15.6°C; su precipitación media anual es de 833 mm (Lot y Camarena 2009).

SELECCIÓN DE SITIOS

El 12 de abril de 2019 se visitó la zona de pedregales remanentes de la ZIIH de la UNAM. En un reconocimiento de 3 horas de recorrido se identificaron 18 remanentes de Pedregal (Figura 3). Se estima que los 18 polígonos de remanentes conjuntan 1.67 ha (Cuadro 1).



Figura 3. Croquis de ubicación de los remanentes de Pedregal (polígonos rojos) en las inmediaciones de la Zona de Institutos de Investigación en Humanidades de la UNAM. Con cruces en rojo se precisa la ubicación de árboles de eucalipto. También se presentan los nombres de los institutos en el área y de las zonas de la Reserva Ecológica que la rodean (Foto: Google Maps, 2019).

Cuadro 1. Área estimada de los 18 pedregales remanentes (PR) del área de Humanidades de la Zona de Institutos de Investigación en Humanidades de la UNAM en Ciudad Universitaria. El cálculo fue realizado con base en la herramienta Google Maps 2019.

Pedregal remanente	Área (m²)
PR1	222
PR2	313
PR3	4193
PR4	69
PR5	1946
PR6	186
PR7	663
PR8	1545
PR9	33.7
PR10	1401
PR11	2466
PR12	2042
PR13	96.5
PR14	817
PR15	91.5
PR16	93.4
PRH-17	262
PRH-18	266
SUMA	16,706.1

En cada polígono se abordaron los grupos prioritarios de investigación de este Informe Técnico.

MÉTODOS

Flora, vegetación y estado de conservación

Para conocer la vegetación de los sitios, en mayo de 2019 se realizaron prospecciones dirigidas en bandas de 5 m de ancho por la longitud mayor de cada polígono. En cada recorrido se registró la identidad taxonómica de cada especie así como las presencias de fuentes de disturbio.

Para evaluar el estado de conservación de los remanentes en estudio se tomaron como indicadores los datos del número de especies de plantas nativas no arvenses (sucesionalmente tardías, indicadoras de un ecosistema maduro), número de tipos de disturbios, el porcentaje del total de especies que son exóticas (indeseables para representar el ecosistema original), y el tamaño del pedregal remanente, y se estimaron cualitativamente el porcentaje de cobertura de especies de plantas nativas no arvenses, el porcentaje de área de roca cubierto con tierra y el porcentaje del área impactada con disturbios distintos al recubrimiento de roca e introducción de especies exóticas.

Animales invertebrados

Entre el 10 y 11 de abril del presente, tres personas del equipo realizaron dos caminatas en las inmediaciones de los pedregales remanentes, la primera de 17:00-19:30 h y la segunda de 8:30-12:00 h, dando un total de 18 h-persona de trabajo de campo. En dichas caminatas se revisó la vegetación, así como la cubierta rocosa buscando animales invertebrados que estuvieran a la vista sin coleccionar dichos organismos.

Anfibios y reptiles

Para identificar la riqueza de especies de reptiles se realizaron cuatro visitas entre el 12 de abril y el 14 de mayo de 2019 para lo cual se recorrieron todos los pedregales remanentes. Los recorridos se llevaron a cabo en dos horarios alternados de 10:00 a 12:00 h y de 17:00 a 19:00 h.

Aves

El 4 de mayo de 2019 entre las 7:30 y las 9:30 h, tres miembros del equipo realizaron observaciones directas en el dosel, sotobosque y suelo de los pedregales remanentes.

Mamíferos

Para detectar los mamíferos presentes en los pedregales remanentes se utilizaron tres métodos: fototrampeo, trampas Sherman y búsqueda de rastros. Para el fototrampeo se colocó una trampa marca Bushnell y se utilizó atrayente que consistió de avena, cacahuate, vainilla, naranja y comida para gato comercial (Whiskas® de salmón). La trampa se dejó desde las 20:00 hasta las 6:00 h del día siguiente. Se realizó un esfuerzo de muestreo de 5 noches/trampa.

Las trampas Sherman se cebaron con una mezcla de avena, amaranto, cacahuate y vainilla para granívoros, una mezcla de frutas (guayaba papa y naranja) para los frugívoros y comida comercial de gato y chapulines deshidratados para los carnívoros. Se colocaron en un horario de 20:30 a 7:00 h del día siguiente. Realizando un esfuerzo de 45 noches/trampa.

Para la búsqueda de rastros se inspeccionaron los pedregales remanentes y se registraron todas las letrinas de tlacuaches y cacomixtles encontradas.

Todo esto se realizó entre abril y mayo de 2019.

RESULTADOS PRELIMINARES

Flora y vegetación

Se registraron 73 especies de plantas en los pedregales remanentes (PR) de la ZIIH (ver Cuadro 2). Los PR que presentaron el mayor número de especies de plantas fueron el PR10 y el PR11 (34 especies), el que tuvo más especies nativas no arvenses fue el PR11 (23 especies), mientras que el PR13 tuvo menos especies exóticas (una especie), en tanto que el 10 tuvo mayor número de exóticas (10 especies).

Cuadro 2. Listado de especies de plantas encontradas en los remanentes que se estudiaron. La presencia de cada especie en los remanentes de pedregal se indica con el número 1. Se indica el estatus de cada especie de la siguiente manera: NnA, plantas nativas del pedregal o de la Ciudad de México no arvenses; E, especies exóticas al pedregal o la Ciudad de México; NA, especies nativas arvenses (malezas); D, desconocido.

Especie	Estatus	No. de Pedregal Remanente (PR)										
		1	2	3	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Acanthus mollis</i>	E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agave americana</i>	NnA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Agave salmiana</i>	NnA	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Aloe sp.1</i>	E	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aloe sp. 2</i>	E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amaranthus hybridus</i>	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
-Bambúll	E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Persicaria capitata</i>	E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens sp.</i>	D	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Bouvardia ternifolia</i>	NnA	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
<i>Brickellia veronicifolia</i>	NnA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Buddleja cordata</i>	NnA	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Bursera cuneata</i>	NnA	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	NA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cenchrus clandestinus</i>	E	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	NnA	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Cheilanthes myriophylla</i>	NnA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Anredera cordifolia</i>	E	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Cissus sicyoides</i>	NnA	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cladocolea loniceroides</i>	NA	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Commelina tuberosa</i>	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cuscuta sp.</i>	NnA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Dodonaea viscosa</i>	NnA	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Echeveria gibbiflora</i>	NnA	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	E	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Eupatorium petiolare</i>	NnA	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	NnA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Fraxinus uhdei</i>	NnA	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
<i>Gaudichaudia cynanchoides</i>	NnA	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Geranium sp.</i>	D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium sp.</i>	D	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Grevillea robusta</i>	E	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hedera helix</i>	E	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Hylocereus undatus</i>	E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Especie desconocida	D	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Iresine cassiniiformes</i>	NnA	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	E	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Leonotis nepetifolia</i>	E	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Mammillaria magnimamma</i>	NnA	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Manfreda scabra</i>	NnA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Melinis repens</i>	E	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Metastelma angustifolium</i>	NnA	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0

<i>Montanoa tomentosa</i>	NnA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Muhlenbergia robusta</i>	NnA	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Oenothera rosea</i>	NA	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Opuntia</i> sp.	D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Opuntia imbricata</i>	NnA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Opuntia rzedowskii</i>	NnA	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	NA	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Passiflora subpeltata</i>	NnA	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
-Pastoll (Poaceae)	D	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Sprekelia formosissima</i>	NnA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phlebodium areolatum</i>	NnA	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Physalis chenopodiifolia</i>	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Phytolacca icosandra</i>	NA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Sonchus asper</i>	E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pittosporum tobira</i>	E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pittocaulon praecox</i>	NnA	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Plumbago pulchella</i>	NnA	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Polypodium thysanolepis</i>	NnA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Reseda luteola</i>	E	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>Ricinus communis</i>	E	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Rubus liebmannii</i>	NnA	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Schinus molle</i>	E	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0
<i>Sedum</i> sp.	D	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
<i>Sida rhombiifolia</i>	NA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum americanum</i>	NA	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Pachycereus marginatus</i>	NnA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Wigandia urens</i>	NA	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Yucca</i> sp.	D	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Zephyranthes</i> sp.	NnA	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
No. especies nativas de ecosistema maduro		9	8	14	2	17	23	16	4	11	4	0
No. especies exóticas		2	6	9	3	10	8	7	1	5	2	0
Total de especies		12	17	28	5	34	34	32	7	28	7	16

En la Figura 4 se presentan fotografías de algunas de las especies nativas con interés para la conservación y algunas especies exóticas que pueden tornarse invasivas. En general hay pocos eucaliptos en el jardín central (ver Figura 3) y la especie exótica que parece ser más invasiva de los remanentes de pedregal en la zona es el pasto —kikuyoll *Cenchrus clandestinum*.

Disturbios

En la zona de estudio se identificaron nueve tipos de disturbios antropogénicos: poda de la vegetación, depósito de residuos inorgánicos, orgánicos y sanitarios, pisoteo, recubrimiento del sustrato rocoso y sombreado por infraestructura. En la Cuadro 3 se muestra la presencia de estos tipos de disturbio en los distintos PR. Los tipos de

disturbio que se encontraron en más remanentes fueron los desechos inorgánicos y la introducción de especies exóticas. Por otro lado, los remanentes con mayor número de disturbios fueron PR3, PR11, PR12 y PR14 que se encuentran en el jardín central de la zona de estudio.

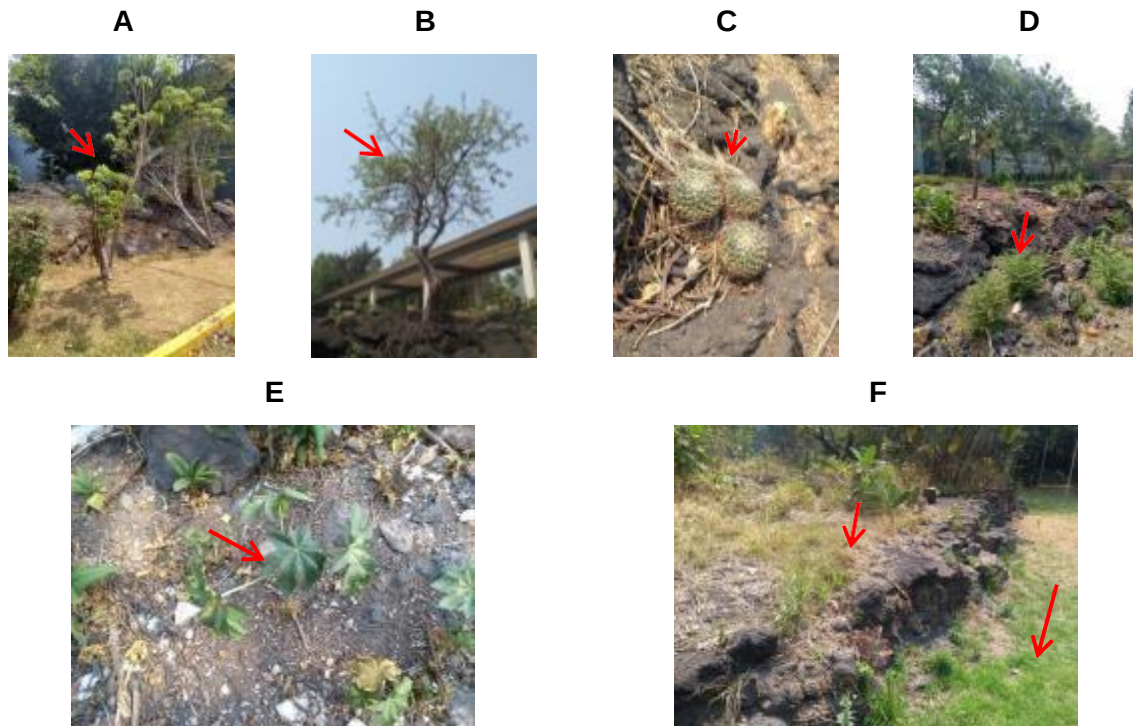


Figura 4. Fotografías de plantas nativas no arvenses de interés para la conservación (A, B y C) y de plantas exóticas con potencial invasivo (D, E y F). A, palo loco (*Pittocaulon praecox*); B, copal (*Bursera cuneata*); C, biznaga del chilito (*Mammillaria magnimamma*); D, jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*); E, ricino (*Ricinus communis*); F, pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinum*). Las plantas a las que se hace referencia en las fotografías se señalan con flechas rojas (Fotos: Manuel Bonilla Rodríguez, 2019).

Cuadro 3. Presencia de distintos tipos de disturbio en los remanentes de pedregal de la zona de institutos de humanidades y ciencias sociales. La presencia de los disturbios se denota con el número 1 y su ausencia con el 0. PR, número de pedregal remanente; Po, poda; DI, desechos inorgánicos; IEE, introducción de especies exóticas; C, cascajo; DO, desechos orgánicos; Ps, pisoteo; RR, recubrimiento de roca; RS, residuos sanitarios; S, sombreado; TD, número total de tipos de disturbio por remanente; NPR, número de pedregales remanentes afectados por un tipo de disturbio.

PR	Po	DI	IEE	C	DO	Ps	RR	RS	S	TD
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
3	0	1	1	1	1	0	1	0	0	5
9	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
10	0	1	1	1	0	0	1	0	0	4
11	1	1	1	1	0	0	1	0	0	5
12	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
13	0	1	1	0	0	0	1	0	1	4
14	1	1	1	1	0	0	1	0	0	5
15	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
16	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
NR	6	10	10	6	2	0	6	2	1	

En las Figuras 5 y 6 se presentan fotografías de los disturbios que encontraron en algunos de los PRAH.

Estado de conservación

En la Cuadro 4 se presentan los valores considerados para estos indicadores. Los indicadores se consideraron negativos si el aumento en sus valores se relaciona a un menor estado de conservación y positivos si se asocia a un mayor estado de conservación.



Figura 5. Ejemplos de disturbios encontrados en los pedregales remanentes del área de Humanidades (PRAH) de Ciudad Universitaria. A, basura inorgánica en el PR 1; B, botella de cerveza en el PR 1; C, botella de plástico bajo agave en PR2; D, depósito de basura inorgánica y desechos de jardinería en el PR3; E, residuo sanitario (pañal) en el PR12; F, depósito de cascajo en el PR14 (Fotos: Manuel Bonilla Rodríguez, 2019).

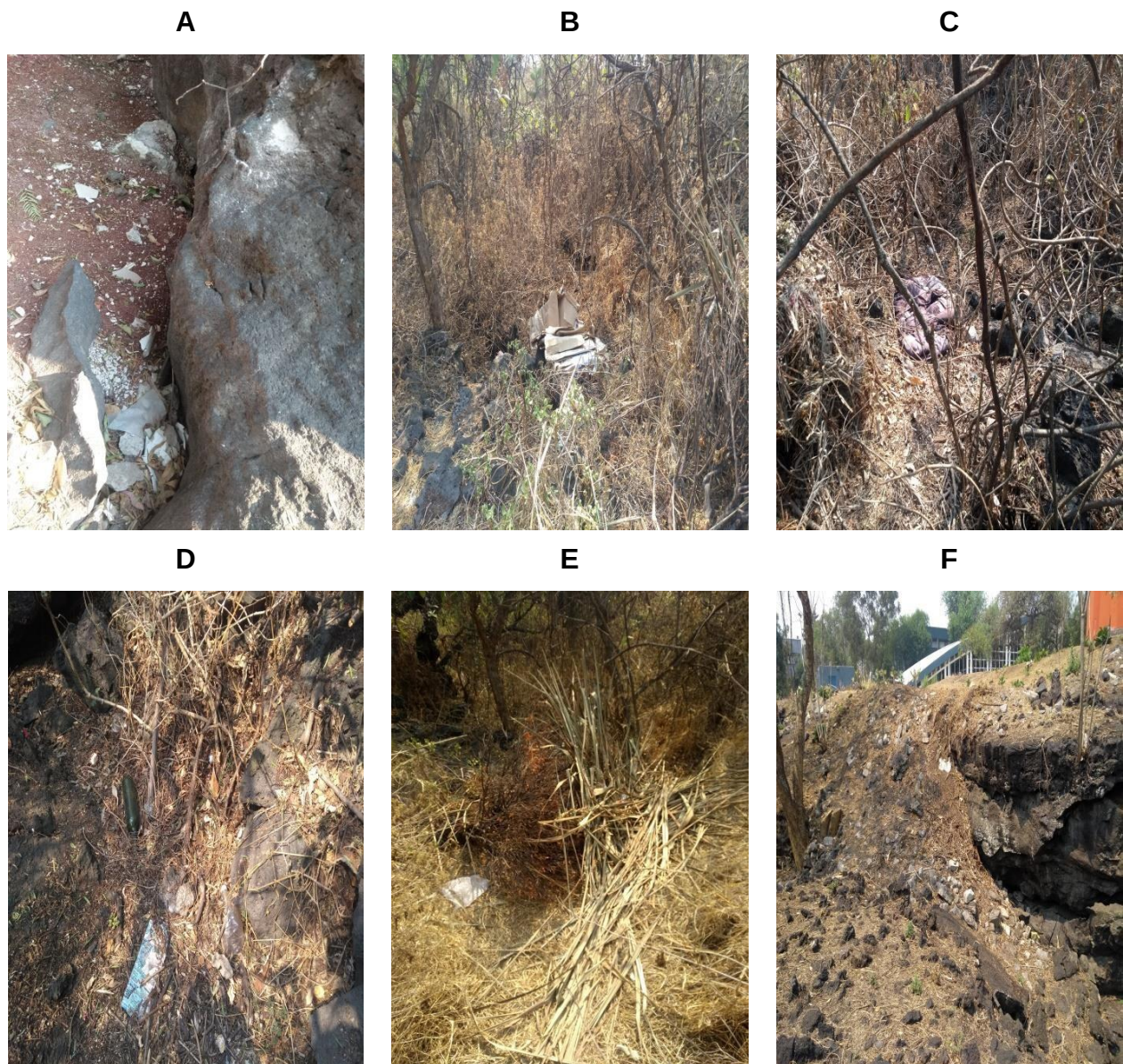


Figura 6. Más ejemplos de disturbios encontrados en los PRAH. A, basura inorgánica y cascajo en el PR13; B, cajas de archivo en el PR12; C, colchoneta en el PR12; D, depósito de basura inorgánica y botellas de bebidas alcohólicas en el PR12; E, residuos de jardinería en el PR12; F, recubrimiento de la roca con cascajo y tierra en el PR 11 (Fotos: Manuel Bonilla Rodríguez, 2019).

Cuadro 4. Valores obtenidos para los indicadores del estado de conservación de remanentes de pedregal. NPNnA, número de especies de plantas nativas no arvenses; CPNnA, estimación del porcentaje de cobertura de especies de plantas nativas no arvenses; %E, estimación del porcentaje del total de especies que son exóticas; %RC, estimación del porcentaje de área de roca cubierto con tierra; NTD, número de tipos de disturbios; %D, porcentaje del área impactada con disturbios distintos al recubrimiento de roca e introducción de especies exóticas; T, tamaño del remanente en hectáreas. Se especifica si los indicadores son negativos, es decir si el aumento en sus valores se relaciona a un menor estado de conservación, o positivos si se asocian a un mayor estado de conservación.

No. Pedregal Remanente	Criterios positivos				Criterios negativos		
	NPNnA	CPNnA	%E	%RC	NTD	%D	T
1	9	50	16.7	0	3	10	0.002
2	8	70	37.5	0	4	10	0.005
3	14	50	32.1	50	4	50	0.438
9	2	30	60	0	2	70	0.006
10	17	30	29.4	50	4	15	0.072
11	23	70	23.5	25	5	90	0.276
12	16	90	21.9	25	8	15	0.201
13	4	20	14.3	10	4	90	0.007
14	11	30	17.9	30	5	90	0.068
15	4	10	28.6	0	2	10	0.005
16	0	0	0	0	3	10	0.006

A los indicadores se les asignó una calificación en una escala del 1 al 10. A los positivos se asignó un valor mayor cuando sus valores originales eran mayores y a los negativos un valor menor cuando sus valores eran más altos. En la Cuadro 5 se presentan las calificaciones para los indicadores así como el valor promedio de las calificaciones para cada remanente. A mayor calificación promedio (valor de estado de conservación) se considera que el sitio está en mejor estado de conservación considerando los distintos indicadores evaluados. Tomando esto en cuenta, el PR12 es el mejor conservado, seguido del PR11 y el PR3. Los que están más degradados serían PR13 y PR9.

Cuadro 5. Calificaciones para el estado de conservación (EC) y sus indicadores. Los remanentes se presentan en orden descendente de acuerdo a su valor de estado de conservación. NPNnA, número de especies de plantas nativas no arvenses; CPNnA, porcentaje de cobertura de especies de plantas nativas no arvenses; %E, porcentaje del total de especies que son exóticas; %RC, estimación del porcentaje de área de roca cubierto con tierra; NTD, número de tipos de disturbios; %D, porcentaje del área impactada con disturbios distintos al recubrimiento de roca e introducción de especies exóticas; T, tamaño del remanente. Se especifica si los indicadores son negativos, es decir si el aumento en sus valores se relaciona a un menor estado de conservación, o positivos si se asocian a un mayor estado de conservación.

No. Pedregal Remanente	Criterios positivos				Criterios negativos			
	NPNnA	CPNnA	%E	%RC	NTD	%D	T	EC
12	7	9	7.8	8	0	9	4.59	6.34
11	10	7	7.6	8	4	1	6.30	6.17
3	6	5	6.8	5	5	5	10.00	6.12
1	4	5	8.3	10	6	9	0.05	6.08
2	3	7	6.3	10	5	9	0.11	5.83
10	7	3	7.1	5	5	9	1.64	5.37
15	2	1	7.1	10	8	9	0.11	5.21
16	0	0	10	10	6	9	0.14	5.06
14	5	3	8.2	7	4	1	1.55	4.19
9	1	3	4	10	8	3	0.14	4.07
13	2	2	8.6	9	5	1	0.16	3.92

Animales invertebrados

Se registraron durante las visitas un total de 36 especies de animales invertebrados: un caracol, cinco arañas (que incluye a la tarántula del Pedregal, *Brachypelma anitahoffmanae*), un ácaro, un pseudoescorpión, un escorpión, dos escarabajos, dos moscas, seis hemípteros (chinchas y chicharritas silvestres), cuatro especies de abejas (incluyendo la abeja mielera europea y un abejorro, así como dos abejas silvestres), tres especies de hormigas, una palomilla, dos mariposas, dos especies de crisopas y cuatro especies de chapulines (Cuadro 6). En la zona se ha reportado presencia de alacranes *Vaejovis* sp. (que no son de importancia médica), así como de la —tarántula del Pedregal *B. anitahoffmanae* (G. Guadarrama Huerta, obs. pers.), ésta última que tiene gran importancia por ser especie endémica de la Ciudad de México (Mendoza, 2016) y cuyas poblaciones se concentran en la REPSA (Durán *et al.*, 2016). Este

número de especies es una subestimación de la riqueza real de invertebrados dado el tipo de muestreo que se utilizó y que en la época de abril-mayo no es la mejor temporada para capturar la máxima biodiversidad..

Cuadro 6. Listado preliminar de animales invertebrados presentes en los pedregales remanentes de la Zona de Institutos de Investigación en Humanidades de la UNAM. Datos de dos prospecciones hechas en abril de 2019, excepto los marcados con asterisco que son registros *in situ* de G. Guadarrama Huerta detectados en los últimos 10 años. Algunos especímenes fueron fotografiados y presentados en el Apéndice 2 (Figs. A2.1 a A2.9).

1. Gasteropoda I (caracol; Mollusca)	19. Pentatomidae (chinche olorosa) (Fig. A2.1)
2. Araneae I (Fig. A2.5)	20. Psyllidae I (cigarrita)
3. Lycosidae (Araña lobo) (Fig. A2.3)	21. <i>Apis mellifera</i> (abeja europea) (Fig. A2.9)
4. Salticidae I (Araña saltarina) (Fig. A2.4)	22. <i>Bombus</i> sp. (abejorro)
5. Salticidae II (Araña saltarina)	23. Hymenoptera III (abeja)
6. Salticidae III (Araña saltarina)	24. Hymenoptera IV (abeja)
7. <i>Brachypelma anitahoffmanae</i> (tarántula del Pedregal)*	25. Formicidae I (hormiga)
8. <i>Vaejovis</i> sp. (alacrán)*	26. Formicidae II (hormiga)
9. Acarii I (ácaro)	27. Formicidae III (hormiga)
10. Pseudoscorpiones I (querneto)	28. Pyralidae I (palomilla) (Fig. A2.7)
11. <i>Cactophagus spinolae</i> (gorgojo del nopal)	29. <i>Papilio multicaudata</i> (mariposa amarilla)
12. Coleoptera I (escarabajo)	30. Pieridae I (mariposa blanca)
13. Diptera I (mosca) (Fig. A2.6)	31. Neuroptera I (crisopa) (Fig. A2.2)
14. Diptera II (mosca)	32. Chrysopidae (crisopa)
15. <i>Collaria</i> sp. (Chinche fitófaga) (Fig. A2.8)	33. <i>Achurum sumichrasti</i> (chapulín)
16. Cicadellidae I (cicada)	34. <i>Melanoplus gladstoni</i> (chapulín)
17. Hemiptera I (chinche)	35. <i>Opeia obscura</i> (chapulín)
18. Hemiptera II (chinche)	36. <i>Orphulella</i> sp. (chapulín)

En el Apéndice 2 se muestran fotos de los ejemplares registrados..

Anfibios y reptiles

No se han encontrado anfibios. Sólo se registró la presencia de dos especies de reptiles, que son lagartijas del género *Sceloporus*. La lagartija *S. torquatus* se registró en los 18 afloramientos, mientras que la lagartija *S. grammicus* solo se ha encontrado en seis de ellos (Cuadro 7). Ésta última es de gran importancia por estar registrada como especie sujeta a protección especial, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

En mayo de 2019 se obtuvo en total 55 avistamientos de lagartijas distribuidas en los 18 afloramientos de estudio. *Sceloporus torquatus* es la especie dominante con 48 avistamientos, mientras que de *Sceloporus grammicus* se obtuvieron siete.



Figura 8. Lagartijas del género *Sceloporus*. A) *Sceloporus torquatus*. B) *Sceloporus grammicus* representativas de los pedregales remanentes de la Zona de Institutos de Investigación en Humanidades de la UNAM en Ciudad Universitaria. (Fotos: Fernanda Jacqueline Jasso Cerón, 2019).

Los pedregales remanentes de la zona de Humanidades con mayor número de avistamientos de lagartijas en el mes de mayo fueron PR11 y PR14, con siete y seis avistamientos, respectivamente; mientras que los de menor frecuencia fueron PR2, PR4 y PR13 con un avistamiento, los dos últimos de pequeño tamaño.

Los afloramientos rocosos son de gran importancia como hábitat para las lagartijas (Fig. 9), por lo cual sería deseable su conservación y rescate.

Cuadro 7. Registro de la presencia en los 18 pedregales remanentes del Área de Humanidades de Ciudad Universitaria. Datos de mayo de 2019.

Especie	Pedregales Remanentes																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>S. torquatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>S. grammicus</i>					X	X	X					X					X	X



Figura 9. Aspecto de un afloramiento rocoso que proporciona las condiciones adecuadas para la presencia de las lagartijas de la especie *Sceloporus torquatus* (detalle en el óvalo). (Fotos: Fernanda Jacqueline Jasso Cerón, 2019).

Aves

En los PR de la ZIIH se han registrado hasta el momento 15 especies de aves (Cuadro 8). La especie con mayor frecuencia de avistamientos en todos los estratos (dosel, sotobosque y suelo) ha sido la ave exótica *Passer domesticus* (el gorrión inglés), seguida en orden de importancia por la ave granívora *Columbina inca* (la tórtola mexicana o coquita). Fotografías de algunas de estas aves se presentan en el Apéndice 3.

Cuadro 8. Lista de especies de aves avistadas en los pedregales remanentes de la Zona de Institutos de Investigación en Humanidades de la UNAM en Ciudad Universitaria. Se ofrecen detalles de su conducta. Datos de una visita en mayo de 2019.

No. avistamientos	Especies	Actividades
4	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Percha, volando
1	<i>Turdus migratorius</i>	Percha
6	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Percha
3	<i>Pipilo fuscus</i>	Forrajeo
15	<i>Passer domesticus</i>	Forrajeo, volando, anidamiento
5	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Percha, volando
7	Colibríes no identificados	Volando, consumo de néctar
9	<i>Columbina inca</i>	Forrajeo
3	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Percha
3	<i>Hirundo rustica</i>	Forrajeo
1	<i>Passerina caerulea</i>	Percha
1	<i>Psaltriparus minimus</i>	Forrajeo
3	<i>Molothus aeneus</i>	Forrajeo
2	<i>Thryomanes bewickii</i>	Volando
1	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Forrajeo

Mamíferos

Se han registrado en la zona cinco especies de mamíferos silvestres y dos exóticos. Los mamíferos silvestres son el tlacuache (*Didelphis virginiana*), el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), el ratón piñonero (*Peromyscus gratus*) y el ratón silvestre *Peromyscus* sp., así como el ardillón *Spermophilus variegatus*. Las grabaciones de actividad de las tres primeras especies pueden ser vistas en YouTube en la dirección <https://www.youtube.com/watch?v=J5aBAKFC52A> (Yury Glebskiy, mayo de 2019; ver Figura 10). Al mismo tiempo, se encontraron dos especies de mamíferos exóticos: el gato doméstico (*Felis catus*) y la ardilla arborícola *Sciurus aureogaster*, el primero registrado por fototrampa y el segundo por avistamiento directo.

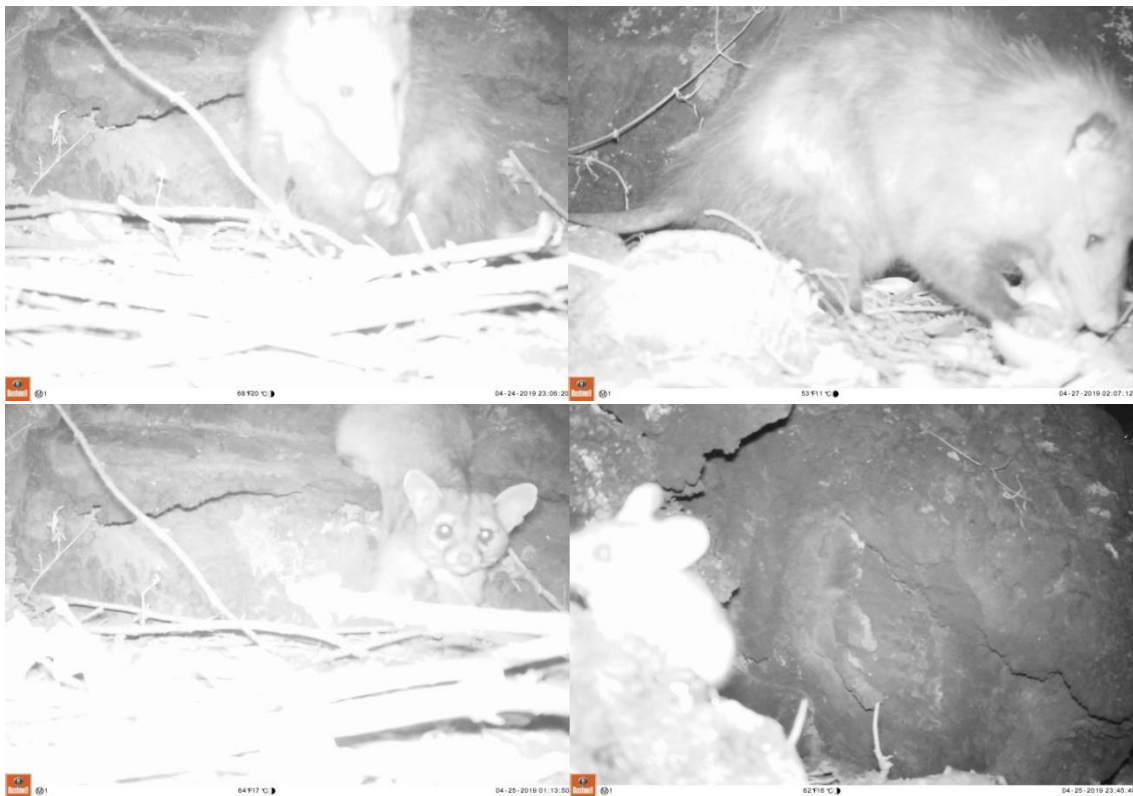


Figura 10. Fotos superiores: tlacuaches avistados con fototrampa. Foto inferior izquierda: un cacomixtle. Foto inferior derecha: el ratón piñonero *Peromyscus gratus*. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=J5aBAKFC52A> (Fototrampa: Yury Glebskiy, mayo 2019).

Por otra parte, se registró un total de 45 letrinas de cacomixtles y tlacuaches distribuidas en prácticamente todos los pedregales remanentes de la ZIIH (Figura 11). Se lograron detectar, incluso, letrinas en las ventanas del Instituto de Investigaciones Económicas (Z. Cano-Santana, obs. pers.).

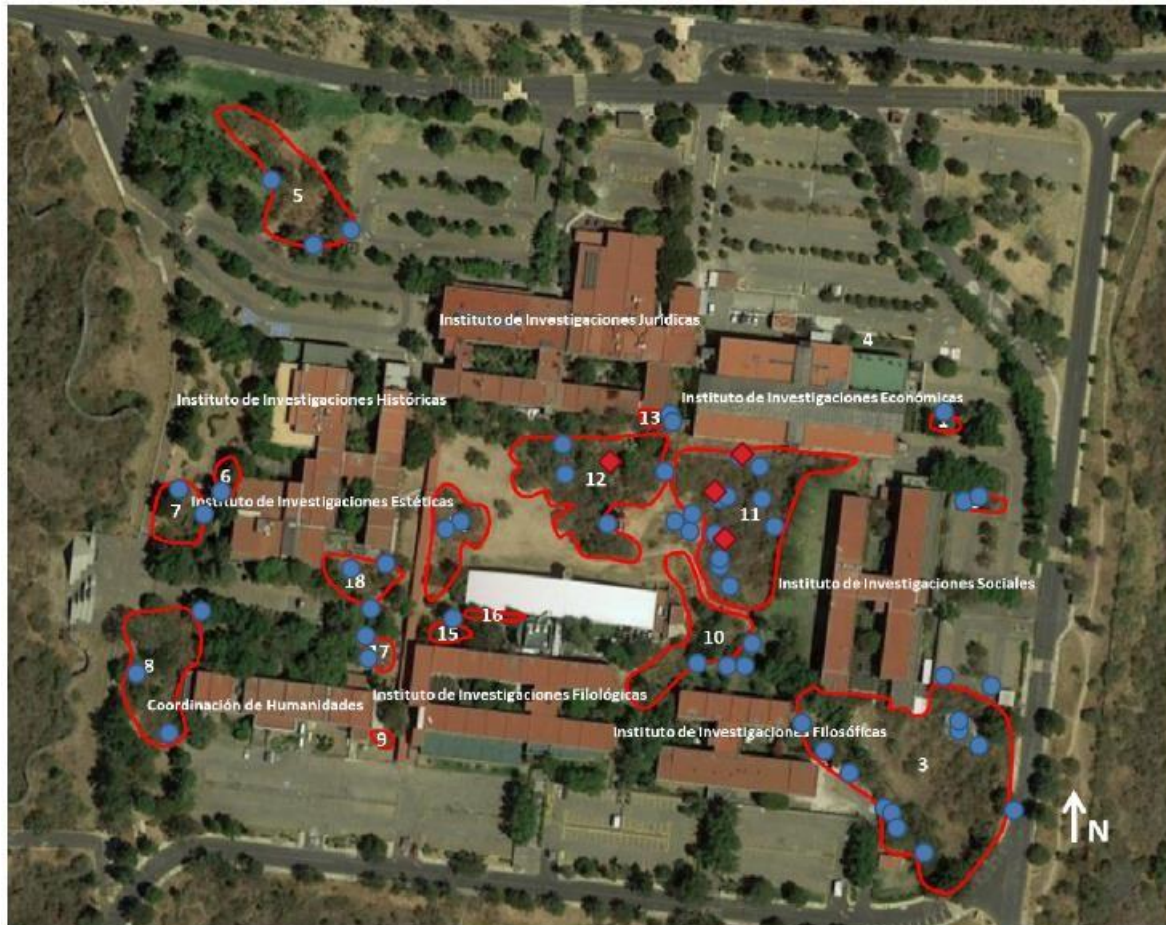


Figura 11. Distribución de las letrinas de tlacuaches y cacomixtles dentro de la Zona de Institutos de Investigación en Humanidades. Los rombos rojos marcan los sitios donde se colocaron las fototrampas y los círculos azules las letrinas de tlacuaches y cacomixtles encontradas (Foto: Google Maps, 2019).

Amenazas y riesgos detectados

En el área se registró una importante cantidad de basura en los pedregales remanentes, lo cual destruye el hábitat natural de los animales y representa un peligro para la salud del ecosistema y de las personas que laboran a su alrededor. En especial, en el PR 12 se concentran desechos orgánicos e inorgánicos, entre botellas de vidrio,

ropa, pañales y bolsas de plástico, entre otros. Las actividades de las lagartijas constantemente se ven interrumpidas por personas que pasean a sus perros. Asimismo, estos animales pueden ser un factor de amenaza para los mamíferos silvestres.

El número de personas que realizan dicha actividad fue de 2 a 7 por hora, siendo el sábado el día más visitado. Cada persona puede pasear de uno a ocho perros, los cuales en su mayoría no cuentan con cadena y andan libres por toda el área. Eso provoca que en muchos de los afloramientos se concentren sus heces, los cuales ponen en riesgo la salud del ecosistema y de las personas que trabajan en la zona.

Otro peligro registrado es la presencia de fauna no nativa, en especial los gatos, que, como los perros, pueden atacar y transmitir enfermedades a los animales del ecosistema natural.

Durante el levantamiento se encontraron evidencias de problemas de seguridad en la zona como son: evidencias de consumo de bebidas alcohólicas, restos de cables por robo de cobre, restos de colillas que podrían generar incendios, bolsos y carteras abandonados que podrían ser evidencia de robos, así como personas ajenas a la Universidad que consumen enervantes.

Durante este estudio el equipo de trabajo se enfrentó a la presencia de perros agresivos no controlados por sus dueños y un caso de exhibicionismo, lo cual fue reportado a las autoridades a través de la secretaría Ejecutiva de la REPSA.

Todos estos aspectos deben ser considerados y conocidos por la comunidad de los institutos que se encuentran allí, como elementos adicionales que requieren de atención integral..

Valor ambiental de los pedregales remanentes de la zona: servicios ambientales

La Zona de Institutos de Investigación en Humanidades de la UNAM se encuentra rodeada por la Zona Núcleo Suroriente, la Zona de Amortiguamiento A4 y la Zona de Amortiguamiento A5. Esta área funciona claramente como un corredor importante del flujo de animales silvestres. Al alterar la heterogeneidad del sitio supondría una modificación en la dinámica de las poblaciones de estas especies.

Debido a la gran cantidad de roca expuesta en la zona es posible la presencia de lagartijas, ya que le brinda los recursos necesarios como protección y alimento para su sobrevivencia. La dinámica poblacional de los reptiles y aves depende de la disponibilidad de hábitats abiertos, y es particularmente importante sobre todo para las especies depredadoras (Videla y Puig, 1994).

La presencia de *S. torquatus* y *S. grammicus*, así como de ratones, cacomixtles y tacuaches tiene efectos significativos sobre otras poblaciones de organismos, al fungir como presas, depredadores y potenciales dispersores de semillas (Galindo-Urbe y Hoyos-Hoyos, 2007, A. Carrasco, en prep.; Y. Glebskiy, en prep.).

Dados los datos obtenidos sobre la fauna silvestre se concluye que toda nueva edificación alteraría los tamaños poblacionales de las especies registradas, lo cual redundaría en un impacto sobre el ecosistema natural de pedregal que alberga Ciudad Universitaria y su reserva ecológica. La conservación de los pedregales remanentes reside en la alta actividad que presentan los animales silvestres y la presencia de una gran cantidad de especies de plantas. Dado lo limitado de este estudio, es muy probable que en época de lluvias se registren nuevos elementos de la biota que resguardan los pedregales remanentes de la ZIIH. Por ejemplo, es posible que la zona sea visitada por murciélagos y haya sido zona actividad de las zorras grises, especie registrada en la adyacente zona núcleo suroriente y que es un orgullo de nuestra Universidad (DGCS-UNAM, 2017). Los pedregales remanentes de la ZIIH constituyen un importante puente de conexión de la biota existente las zonas de amortiguamiento A4 (Senda Ecológica) y A5 (Paseo de las Esculturas) con las zonas núcleo oriente y sur-oriente, lo cual permite un intercambio genético, lo cual favorece la conservación de las especies a largo plazo.

En el sentido inverso, un peligro importante para los organismos de la zona es la fragmentación del terreno, los parches de vegetación que se presentan son de tamaño reducido y tienen baja capacidad para mantener una población sustentable; no obstante, al tener una buena conectividad (lo que al parecer se observa actualmente) los animales se pueden desplazar y aprovechar los recursos disponibles aún en los parches más pequeños de vegetación, los cuales aún tienen importancia como hábitat

para los animales invertebrados. Si la conectividad se perdiera por la construcción de edificios y bardas, se afectaría negativamente a los seres vivos que allí habitan.

Es conocido que el ecosistema del Pedregal de San Ángel ofrece una multitud de servicios ambientales (Cano-Santana et al., 2006; Nava-López et al., 2009). Los pedregales remanentes (PR) de la zona ofrecen a las comunidades de estudiantes y trabajadores del área los siguientes servicios que son claramente detectados por quienes allí llevan a cabo sus actividades: amortiguamiento de ruido; amortiguamiento de cambios microclimáticos; belleza estética del paisaje, la flora y la fauna silvestre y reducción de contaminantes del aire. El exceso de construcciones ha provocado inundaciones en Ciudad Universitaria, como el ocurrido el pasado 30 de agosto de 2018 (Eje Central, 2018), que inundó el estacionamiento de la Tienda UNAM en la estación del Metro Universidad. El sustrato basáltico poroso de los pedregales remanentes previenen claramente este tipo de eventos. Estos PR proveen también a todos los habitantes de la Ciudad el aprovisionamiento de agua al alimentar los mantos freáticos y, como se ha demostrado, constituyen un refugio para la rica biodiversidad de la Ciudad. Además, las especies que albergan estos PR proveen alimento, medicinas, material de ornato, combustible y refugio de polinizadores, dispersores de semillas y controladores de plagas (Nava et al., 2009), que son importantes para las actividades agrícolas y apícolas de la capital.

Viabilidad para la restauración ecológica

Considerando que todos los remanentes se encuentran perturbados, se considera necesario llevar a cabo acciones de restauración en todos ellos. Sin embargo, en algunos de ellos la restauración podría ser más factible. Los pedregales remanentes mejor conservados que tienen prioridad para ser protegidos son PR12, PR11 y PR3, ya que tienen mayor factibilidad de restauración sobre todo por su tamaño y dominancia de especies nativas no arvenses.

Además del estado de conservación, otro factor importante a considerar para evaluar la factibilidad de restauración de un sitio es la conectividad con otros remanentes. En este sentido, los pedregales localizados al poniente de la ZIIH (PR6,

PR7 y PR8) están próximos entre sí y respecto a la zona de amortiguamiento Paseo de las Esculturas, que está en muy buen estado de conservación y desde donde podrían provenir organismos a colonizar estos remanentes. La separación de esta zona de amortiguamiento y la ZIIH es a través de una barda de roca volcánica que podría no representar un obstáculo importante para los organismos del pedregal. Esto contrasta con la frontera oriente donde se encuentra la zona núcleo sur-oriente, en la cual se ubica una vialidad y una cerca de metal. Debido a esto, los remanentes del oriente podrían tener menor conectividad con zonas mejor conservadas en comparación con los del poniente. El aislamiento es particularmente importante en el caso de los remanentes PR1 y PR2 que se encuentran rodeados por estacionamientos del resto de los PR. En el caso del PR3, si bien se conecta por un área verde a los remanentes del jardín central, hay una cerca de metal que podría limitar su conectividad. Por otro lado, los remanentes del jardín central se encuentran dentro de un área verde en común sin obstáculos entre ellos, por tanto, su conectividad es buena entre ellos aunque se encuentran más alejados de zonas de la REPSA.

Acciones propuestas para conservar y recuperar los pedregales remanentes

Dado el alto valor para la biodiversidad de los pedregales remanentes de la ZIIH se recomienda su protección para beneficio del trabajo académico cotidiano de los institutos del área.

Por otra parte, se proponen las siguientes acciones:

1. Introducir especies de plantas nativas no arvenses en sitios con baja cobertura y riqueza de las mismas.
2. Recuperar el sustrato rocoso en los sitios donde domina el pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinum*).
3. Evitar la poda de plantas nativas no arvenses para que puedan recuperarse y establecerse en los pedregales remanentes.
4. Mejorar la vigilancia en la zona para evitar el consumo de drogas, el depósito de residuos inorgánicos y de cascajo, el desarrollo de actividades ilícitas, el depósito de colillas de cigarro que pueden causar incendios, la extracción de biota nativa, el

establecimiento de asentamientos humanos irregulares, el depósito de residuos de jardinería en los remanentes, así como la presencia de perros.

5. Retirar los residuos inorgánicos e inorgánicos, cascajo y residuos sanitarios.

6. Remover de eucaliptos y otras plantas exóticas para evitar que invadan y compitan con las nativas y sustituirlos con plantas nativas como *Tecoma stans*, *Bursera cuneata*, *Dodonaea viscosa*, encinos o fresnos.

7. Desenterrar el sustrato basáltico cubierto con materiales no consolidados y basura orgánica e inorgánica.

8. Colocar rejas que eviten el ingreso de las personas y que, a la vez, permitan el tránsito de la fauna silvestre.

9. Diseñar una campaña de difusión y educación ambiental en los institutos de la zona para concientizar a la población sobre la importancia del ecosistema del pedregal y los remanentes que alberga la zona para que la población en la zona contribuya a su recuperación y conservación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la Zona de Institutos de Investigación en Humanidades (ZIIH) de la UNAM existen 18 pedregales remanentes (PR) que ocupan en conjunto 1.67 ha, distribuidos a manera de mosaico entre y alrededor de las edificaciones de la zona. Durante un muestreo realizado en la época de secas (abril-mayo de 2019), que es la más pobre en términos de actividad de organismos, se registran al menos 133 especies de organismos: 73 especies de plantas, 36 especies de animales invertebrados, dos de lagartijas, 15 de aves y siete de mamíferos. Entre los organismos de importancia se encuentran el cacomixtle, el tlacuache, el ardillón y el ratón piñonero, así como la lagartija *Sceloporus grammicus*, una especie catalogada como especie sujeta a protección especial, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), así como una tarántula endémica de la Ciudad de México: la tarántula del Pedregal, *Brachypelma anitahoffmanae*, pseudoescorpiones y colibríes. Entre las plantas importantes por su belleza están la biznaga del chilito, el copal y el palo loco.

Los Pedregales remanentes de la ZIIH poseen un gradiente de conservación que está en función de su extensión: desde pequeños altamente antropizados (como el PR5), hasta grandes medianamente conservados (como el PR3).

Estos pedregales remanentes (PR) ofrecen a las comunidades que estudian y laboran en esa zona, los siguientes servicios ambientales: amortiguamiento de ruido; amortiguamiento de cambios microclimáticos; belleza estética del paisaje, la flora y la fauna silvestre; reducción de contaminantes y prevención de inundaciones. A los habitantes de la Ciudad estos PR permiten la infiltración de agua a los mantos freáticos y un refugio para la rica biodiversidad de la Ciudad. Además, las especies que albergan estos PR proveen alimento, medicinas, material de ornato, combustible y refugio de polinizadores, dispersores de semillas y controladores de plagas.

Por lo anterior **se recomienda la protección y actividades de restauración ecológica en la zona para recuperar a plenitud los servicios ambientales que gozarían los miembros de la comunidad universitaria que laboran y estudian allí.**

No se recomienda la construcción de nueva infraestructura civil, pues nuevas construcciones podrían acarrear los siguientes efectos dañinos:

1. Bloqueo e interrupción del flujo génico de las poblaciones entre los pedregales remanentes, y entre éstos y las zonas protegidas dentro de la REPSA que los rodean. Se reduciría la conectividad.
2. Daño por depósito de residuos inorgánicos y en especial de cascajo en los remanentes. Si durante la construcción no se contempla un manejo adecuado de los residuos de construcción, estos podrían ser depositados en los remanentes de pedregal —como ya ha pasado anteriormente de acuerdo a lo observado en el levantamiento—, lo cual degradaría la estética de los mismos y podría generar la necesidad de reemplazar los remanentes por otro tipo de áreas verdes.
3. Alteración de relaciones tróficas y funcionalidad del ecosistema por generación y manejo deficiente de residuos de alimentos, lo cual podría acarrear la presencia de roedores domésticos.
4. Incremento de la contaminación lumínica. La luz producida por las luminarias de ésta durante la noche podría aumentar la afectación de los ciclos biológicos de la biota de la zona por contaminación lumínica.

LITERATURA CITADA

- Angold, P. G., Sadler, J. P., Hill, M. O., Pullin, A., Rushton, S., Rushton, S., Small, E., Wood, B., Wadsworth, R., Sanderson, R. y Thompson, K. 2006. Biodiversity in urban habitat patches. *Science of the Total Environment*, 360: 196-204.
- Cano-Santana, Z., I. Pisanty, S. Segura, P.E. Mendoza-Hernández, R. León-Rico, J. Soberón, E. Tovar, E. Martínez-Romero, L.C. Ruiz y A. Martínez-Ballesté, 2006, Ecología, conservación, restauración y manejo de las áreas naturales y protegidas del Pedregal del Xitle. En: Oyama, K. y A. Castillo (eds.). *Manejo, conservación y restauración de recursos naturales en México*. UNAM y Siglo XXI, México, pp. 203-226.
- Carrillo-Trueba, C. 1995. *El Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Castellanos-Vargas, I., García-García, P. L. y Cano-Santana, Z. 2015. Diversidad ortopterológica de la Reserva Territorial Sureste de la Ciudad Universitaria (UNAM). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 31(1): 97-108.
- Cherrill, A. 2010. Species richness of Orthoptera along gradients of agricultural intensification and urbanization. *Journal of Orthoptera Research*, 19: 293-301.
- DGCS-UNAM, Dirección General de Comunicación Social de la UNAM. 2017. Encuentran una zorra gris en la reserva ecológica de la UNAM. En: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2017_565.html, última consulta: 29 de mayo de 2019.
- Durán, C.G., G. Montiel, A. Valdez, G. Villegas, R. Paredes y T.M. Pérez. Arácnidos (Arachnida). En: *Biodiversidad en la Ciudad de México*, vol. 2. CONABIO/SEDEMA, México, pp. 229-238.
- Eje Central. 2018. Bajo el agua CU y Zaragoza. Consultado en: <http://www.ejecentral.com.mx/se-junta-todo-granizo-lluvia-e-inundaciones-en-ciudad-de-mexico/>, fecha de consulta: 29 de mayo de 2019.

- Galindo-Urbe, D. y J.M. Hoyos-Hoyos. 2007. Relaciones planta-herpetofauna: Nuevas perspectivas para la investigación en Colombia. *UniversitaS Scientiatum*, 12: 9-34.
- Gaston, K.J., R.M. Smith, K. Thompson y P.H. Warren. 2005. Urban domestic gardens (II): experimental tests of methods for increasing biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 14: 395–413.
- Lot, A. y P. Camarena. 2009. El Pedregal de San Ángel de la Ciudad de México: Reserva Ecológica Urbana de la Universidad Nacional. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana (comps.). *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 19-25.
- Lot, A., M. Pérez, G. Gil., S. Rodríguez y P. Camarena. 2012. *La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Atlas de riesgos*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Mendoza, J.I. 2016. Las tarántulas endémicas: problemática y conservación. En: *Biodiversidad en la Ciudad de México, vol. 2*. CONABIO/SEDEMA, México, pp. 245-248.
- Nava-López, M., J. Jujnovsky, R. Salinas-Galicia, J. Álvarez-Sánchez y L. Almeida-Leñero. 2009. Servicios ecosistémicos. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.). *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 51-60.
- Ortega-Álvarez, R. e I. MacGregor-Fors. 2009. Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. *Landscape and Urban Planning*, 90: 189-195.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel (D.F., México). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional de México*, 8: 59-129.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- Videla, F. y S. Puig. 1994. Estructura de una comunidad de lagartos del monte. Patrones de uso espacial y temporal. *Multequina*, 3: 99-112.

APÉNDICE 1

Fotografías de los pedregales remanentes de pedregal estudiados entre abril y mayo de 2019.



Figura 4. Fotografías de algunos pedregales remanentes. A, pedregal remanente (PR) 1; B, PR2; C, PR3; D, PR14; E, PR13; F, PR12; G, PR11; H, PR10; I, PR16; J, PR9; K, PR15 (Fotos: Manuel Bonilla Rodríguez, 2019).

APÉNDICE 2

Fotos de animales invertebrados registrados en los pedregales remanentes del área de Humanidades de Ciudad Universitaria. (Fotos: Luis Enrique Juárez Sotelo abril de 2019).

A2.1



A2.2

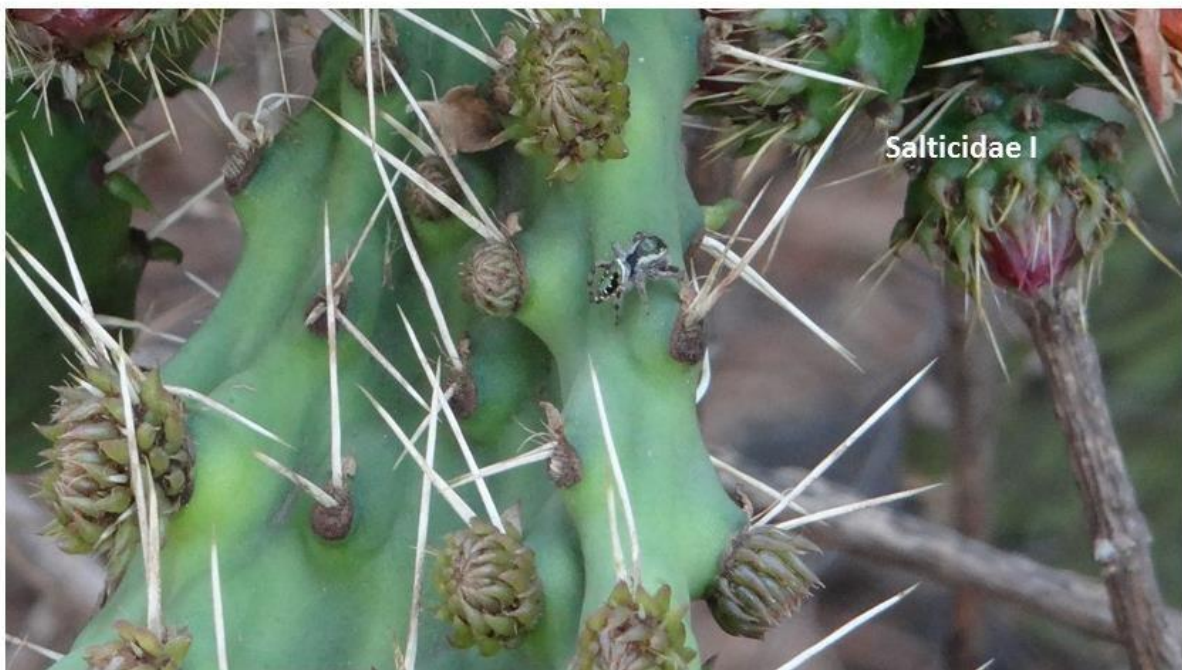


(Fotos: Luis Enrique Juárez Sotelo, abril de 2019).

A2.3



A2.4

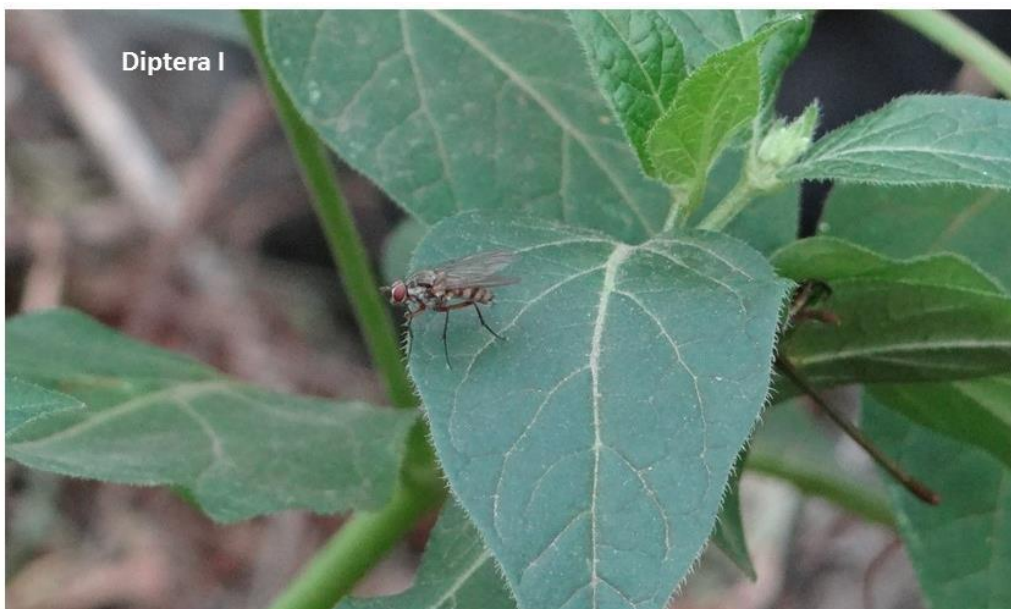


(Fotos: Luis Enrique Juárez Sotelo, abril de 2019).

A2.5



A2.6



(Fotos: Luis Enrique Juárez Sotelo, abril de 2019).

A2.7



A2.8



(Fotos: Luis Enrique Juárez Sotelo, abril de 2019).

A2.9



(Fotos: Luis Enrique Juárez Sotelo, abril de 2019).

APÉNDICE 3

Fotografías de aves registradas en mayo de 2019 en los pedregales remanentes de la zona de Institutos de investigación en Humanidades de Ciudad Universitaria.



Pyrocephalus rubinus

Imagen: "Creative Commons" por Pablo Leautaud. Licencia bajo CC BY-NC 2.0



Haemorhous mexicanus

Imagen: "Creative Commons" por Pablo Leautaud. Licencia bajo CC BY-NC 2.0



Passerina caerulea

Imagen: "Creative Commons" por tcmurray 74. Licencia bajo CC BY-NC 2.0



Cardinalis cardinalis

Imagen: "Creative Commons" por Arthur Chapman. Licencia bajo CC BY-NC 2.0



Psaltriparus minimus

Imagen: "Creative Commons" por Mathesont.
Licencia bajo CC BY-NC 2.0



Pheucticus melanocephalus

Imagen: "Creative Commons" por Alan Vernon.
Licencia bajo CC BY-NC-SA 2.0



Thryomanes bewickii

Imagen: "Creative Commons" por jkirkhart35.
Licencia bajo CC BY 2.0



CANO, SANTANA, Z. 2019. ESTADO DE CONSERVACION Y VALOR AMBIENTAL DE LOS PEDREGALES REMANENTES DE LA ZONA DE INSTITUTOS DE INVESTIGACION EN HUMANIDADES DE LA UNAM, CIUDAD UNIVERSITARIA by ZENON CANO SANTANA is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).