

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

**DIVERSIDAD BIOLÓGICA,
REMANENTES DE VEGETACIÓN NATURAL Y CONSERVACIÓN
DE LA CAÑADA DE ENCINILLAS
EN POLOTITLÁN ESTADO DE MÉXICO.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)**

PRESENTA

FEDERICO ROMERO ROMERO

DIRECTOR DE TESIS: DR. GERARDO JORGE CEBALLOS GONZÁLEZ

MÉXICO, D. F.

Junio, 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mi Mamá, Papá
y a Martha E. B. E.

*¿Qué sentido tiene la vida,
si no es el de luchar por
causas nobles y hacer
de este mundo enredado un
lugar mejor para aquellos que
vivirán en él después de que
nos hayamos ido?*

(Winston Churchill)

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente al Dr. Gerardo Ceballos González, por haber sido mi director de tesis, por haberme apoyado durante todo el tiempo que duró el desarrollo de la tesis y durante el tiempo que trabajé con él en el Instituto de Ecología, UNAM; desde mi licenciatura siempre he encontrado en él, más que un maestro, un amigo cordial, amable y entusiasta, gracias Gerardo.

Agradezco a los miembros del jurado que revisaron mi tesis y sus valiosos comentarios, gracias Doctores Rodolfo Dirzo y Jorge Meave; a la Dra. María del Consuelo Bonfil además por su atención y amabilidad, al Dr. Rurik List también por ser atento y amistoso desde hace más de 15 años que lo conozco; todos contribuyeron mucho para mejorar las dos versiones de manuscrito de mi tesis.

También estoy muy agradecido con los especialistas de la UNAM que me ayudaron con la determinación o confirmación de la determinación de las diferentes especies de flora y fauna que se mencionan en este trabajo; en la Facultad de Ciencias, Susana Valencia, me apoyó en la determinación de encinos; Manuel Bonilla, con la determinación de algunas cactáceas; Ernesto Velásquez, con los helechos; Martha Martínez, que aparte de su amistad, me ayudó con la determinación de algunas plantas (labiadas y euforbiáceas). Un agradecimiento muy especial a Ramiro Cruz, pues además de encontrar un amigo en él, sus comentarios y ayuda han sido invaluable, no sólo en la determinación de gran número de especies de plantas y en muchos otros aspectos botánicos, y no botánicos de los que he aprendido; Sigfrido Sierra, dedicó tiempo especial para ayudarme con la determinación de diversas especies de hongos; Oscar Flores V. y Edmundo Pérez Ramos, despejaron mis dudas en la determinación de anfibios y reptiles; Adolfo Navarro, Luis A. Sánchez y Erick A. García, me ayudaron mucho con la determinación de varias especies de aves; Livia León P., hizo buenos comentarios en la sección de mamíferos en la primera versión de mi manuscrito.

En el Instituto de Biología, UNAM, encontré apoyo y una relación agradable con diferentes investigadores, con el Dr. José Luis Villaseñor, en la determinación de las primeras asteráceas; agradezco mucho a Jerónimo Reyes, por su ayuda con diversas especies de plantas (nolináceas, agaváceas, cactáceas y crasuláceas), a Abizai García por las nolináceas; a Víctor H. Valenzuela G. y a Teofilo Herrera Suárez por su ayuda en la determinación de algunas especies de hongos; a Adriana González Hernández y Víctor

Hugo Reynoso me ayudaron con algunas especie de anfibios y reptiles, el Dr. Casas Andreu por aportar bibliografía de reptiles. También agradezco la colaboración de Patricia Escalante, Adolfo Navarro, Víctor Hugo Reynoso por facilitarme la consulta de las bases de datos de aves, anfibios y reptiles; además a Patricia Koleff y Carlos Álvarez de la CONABIO, por el apoyo brindado en la consulta de base de datos del Estado de México.

También quiero agradecer a Sergio Cuevas, Alonso Romero B. y a Daniel Romero R. por su asesoría en el los aspectos cartográficos y uso de Autocad- Map; al Arq. E. Collado, su apoyo en la estancia que tuve en la Secretaría de Ecología, y a mis compañeros y amigos del Instituto de Ecología, que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

Finalmente deseo dar un gran abrazo y decirles gracias a mi familia (Papá, Mamá, hermanos y mis cuatro sobrinos) y especialmente a Martha E. Bonilla, por su comprensión, compañía y cariño, pues ellos han sido mi apoyo emotivo y principal apoyo en mi vida, además por acompañarme en diversas ocasiones a realizar muestreos en el área de estudio, Gracias.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	1
Introducción	2
Objetivos	9
Área de Estudio	10
Métodos	22
Resultados	27
Diversidad Biológica.	27
Flora	27
Hongos	31
Vertebrados Terrestres	34
Anfibios	34
Reptiles	36
Aves	38
Mamíferos	40
Vegetación Natural	44
Uso de Flora y Fauna.Silvestre.....	50
Discusión	51
Propuesta de Conservación.	62
Conclusiones	65
Bibliografía	67
Apéndices	
Apéndice 1. Mapas	83
Apéndice 2. Áreas Naturales protegidas	92
Apéndice 3. Plantas, hongos y vertebrados de la cañada del río	
Arroyo Zarco y Encinillas	95
Apéndice 4. Plantas y vertebrados endémicos y en riesgo.....	119
Apéndice 5. Fragmentos de los remanentes de vegetación natural	125

RESUMEN

La pérdida de la diversidad biológica es uno de los daños más graves en los ecosistemas, causado por la fragmentación y destrucción de la vegetación natural; en el centro del país la fragmentación es severa. No obstante, se ha propuesto que el daño a los ecosistemas es menos severo en la cañadas que en las planicies, por lo que en este estudio se evaluó la diversidad biológica y los remanentes de vegetación natural en la cañada del río Arroyo Zarco y la planicie circundante entre los municipios de Polotitlán y Aculco en el noroeste del Estado de México, con la finalidad de proponer una estrategia para su conservación. Esta región que forma el área de estudio ocupa 238 km² con una vegetación muy fragmentada, formada por encinos, matorral xerófilo y pastizal inducido con áreas de cultivo. Después del análisis de mapas en ortofotos digitales, bases de datos de flora y fauna, y más de dos años de muestreos periódicos, se encontró que la vegetación natural ocupa 12% del área de estudio, que hay diferencias notables en el número de especies entre la cañada y la planicie, además se registran por primera vez los principales componentes de la flora y fauna de vertebrados que se encuentran dentro y fuera de la cañada, así como números elevados de especies endémicas y que se encuentran en diversos grados de protección legal. Dado que en esta cañada se encuentran los últimos remanentes de vegetación natural de la región y que puede ser refugio de diversas especies, algunas en diversos grados de protección legal, se propone su protección como santuario de agua. Lo anterior es fundamental no sólo para los 17 municipios de la subcuenca del río San Juan, sino también para las regiones vecinas de los estados de México, Querétaro e Hidalgo.

INTRODUCCIÓN

Se considera que la diversidad biológica es la suma de las especies de plantas, animales, hongos y microorganismos en la tierra, su variación genotípica, fenotípica y las comunidades que ellos forman y los diferentes ecosistemas de las cuales son parte (Dirzo y Raven, 2003). La importancia de la diversidad biológica radica en que es uno de los recursos naturales indispensables para la supervivencia del hombre, pues de ella ha obtenido innumerables beneficios. Por ejemplo, de los bosques y diversos tipos de vegetación natural se ha extraído madera para diversas manufacturas, para ser usada como combustible; en ellos se han encontrado una extensa cantidad de sustancias que luego derivan en muchas otras indispensables para procesos industriales, como la celulosa y gran variedad de productos farmacéuticos. La mayoría de los medicamentos conocidos provienen de las sustancias encontradas en estos ecosistemas y en ellos pueden encontrarse otras sustancias aún no conocidas para el tratamiento de enfermedades incurables hasta la fecha, o que todavía no se conocen (Dirzo, 1996, Ehrlich y Ceballos, 1997). Los bosques y otros ecosistemas igualmente son origen de toda clase de alimentos ya sean domesticados, cultivados o silvestres, de recursos económicos provenientes de comercialización de diversos productos y de actividades turísticas y cinegéticas (Leopold, 1977, Hammond, 1995).

La diversidad biológica o biodiversidad también es muy importante, porque en su conjunto proporciona servicios ambientales cuyo valor es inestimable. Así, la diversidad biológica es responsable del flujo de nutrientes, la generación de suelo, la regulación de las poblaciones de organismos que pueden ser nocivos para humanos, la polinización de cultivos y plantas silvestres, la retención de cierta cantidad de agua en el suelo que es aprovechada entre otros por los vegetales, que evitan los cambios bruscos de

temperatura, producen oxígeno, retienen CO₂ y otros gases que en exceso contribuyen al aumento del efecto invernadero y el cambio climático global; por lo tanto también interviene en la regulación del clima, del ciclo hidrológico y la disminución de la erosión (Turner, 1989; Goudie, 1990; Daily, *et al.*, 1996; Greenland *et al.*, 2003). Por ejemplo, la irradiación solar causa una evaporación menor en ambientes con una cubierta vegetal que en suelos desnudos. Esto hace que la infiltración del agua hacia acuíferos profundos sea mayor que en las regiones sin vegetación (Saunders *et al.*, 1991; Ehrlich y Ceballos, 1997).

Uno de los problemas más graves que enfrentan los ecosistemas es la pérdida de la diversidad biológica, que ocurre principalmente por la fragmentación y destrucción de la vegetación natural (Meffe y Carroll, 1997), debido específicamente al cambio de uso de suelo, pastoreo extensivo e intensivo por el ganado vacuno en la mayoría de los casos, a las malas técnicas agrícolas, a los asentamientos humanos irregulares, la contaminación ambiental (Rzedowski, 1981; Diamond, 1984; Mares, 1986; Wilson, 1985; Ceballos y Navarro, 1991; Challenger, 1998; Dirzo y Raven, 2003), y a la tala de bosques e incendios provocados en bosques y otros tipos de la vegetación (Rzedowski, 1981; SEMARNAP, 1998).

La fragmentación del hábitat y la destrucción de la vegetación natural traen como resultado mayor presión para plantas y animales; obligando a determinados animales a emigrar a otros lugares, exponiéndolos al cruce de barreras naturales y creadas por el hombre voluntaria o involuntariamente. De esta forma muchos son eliminados al no poder superar los riesgos que implica cruzar barreras como cercados, carreteras, caminos, ríos, presas, etc., o pueden ser cazados o destruidos por humanos (Saunders *et al.*, 1991; Meffe y Carroll, 1997; Ceballos, 2001).

Las especies que no tienen la capacidad de emigrar o tienen vagilidad reducida se enfrentan a un fenómeno conocido como efecto de borde, que consiste en que el límite exterior de un fragmento de bosque recibe con mayor intensidad la luz solar y el viento, que el centro del fragmento. De esta forma se altera el microclima del borde, que es una franja que puede variar en sus dimensiones dependiendo de las características propias de bosque. Las zonas borde comúnmente son más secas y menos sombreadas que el interior del bosque, lo que favorece el establecimiento de plantas intolerantes a la sombra, como plantas heliófitas y elimina las de ambientes másicos (Meffe y Carroll, 1997). Se ha encontrado que en los claros producidos por la tala de árboles maduros, cambian los factores físicos provocando el incremento de la mortalidad de plántulas jóvenes, lo que afecta la regeneración diferencial en los bosques (Chen *et al.*, 1992).

La fragmentación de la vegetación natural causa el incremento de la depredación y el parasitismo en muchos animales; por ejemplo en las aves que anidan cerca del borde de bosques (Gates y Gysel, 1987) o en fragmentos de pradera (Johnson y Temple, 1990), las crías sufren mayor depredación y parasitismo y como resultado tienen menor éxito reproductivo, lo que provoca la disminución de sus poblaciones (Robinson *et al.*, 1995). Además, algunas aves y pequeños mamíferos oportunistas, pueden extenderse de 300 a 600 m dentro del bosque incrementando así la competencia con algunos habitantes del interior del bosque (Wilcove *et al.*, 1986).

El hacinamiento es otro problema que se presenta en los habitats fragmentados. Inicialmente se incrementa la densidad poblacional en estas áreas, pero posteriormente la competencia y la sobrepoblación las hace declinar hasta casi desaparecer (Leck, 1979; Lovejoy *et al.*, 1986; Bierregaard *et al.*, 1992). Debido al hacinamiento la transmisión de enfermedades es más eficaz (Suzán, 1998). Además, muchas especies

ven reducida su variabilidad genética al estar expuestas a la endogamia, lo que puede incrementar su riesgo de extinción (Eguiarte y Piñero, 1990; Hagan *et al.*, 1996)

Estudios en diferentes regiones han documentado la ocurrencia de extinciones locales a partir de la fragmentación del hábitat, lo que produce cambios en los patrones de composición y abundancia que pueden favorecer a las especies exóticas (Noss, 1983; Wilcox y Murphy, 1985; Saunders, *et al.*, 1991), además de romper la cadena alimenticia (List, 1997). La fragmentación puede inhibir no sólo la dispersión de animales, sino también de plantas, especialmente aquellas dispersadas por animales (Meave y Kellman, 1994).

En suma, la fragmentación del hábitat produce un cambio en la composición y abundancia de las especies, que simplifica la estructura de los ecosistemas y en consecuencia deteriora la calidad de los servicios ambientales, por ejemplo se afecta la polinización, disminuye la infiltración del agua a los mantos profundos y la formación de suelo (Figura 1).

En este contexto, con la finalidad de conservar el germoplasma para generaciones futuras y una muestra de ciertos ecosistemas poco alterados, que a su vez mantienen los servicios ambientales, en México se creó el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). El paradigma de su creación gira en torno a la protección de ecosistemas con características especiales, ya sea por su elevada diversidad biológica, por su alto número de endemismos, o por que en él se encuentren especies de distribución restringida y vulnerables a la extinción, o ecosistemas que por sus servicios ambientales contribuyen significativamente al mantenimiento de una población humana (Apéndice 2A, 2B). Sin embargo, estas áreas sólo abarcan al alrededor de 7% de la superficie nacional (Carranza Sánchez *et al.*, 2005). Esto tiene consecuencias severas

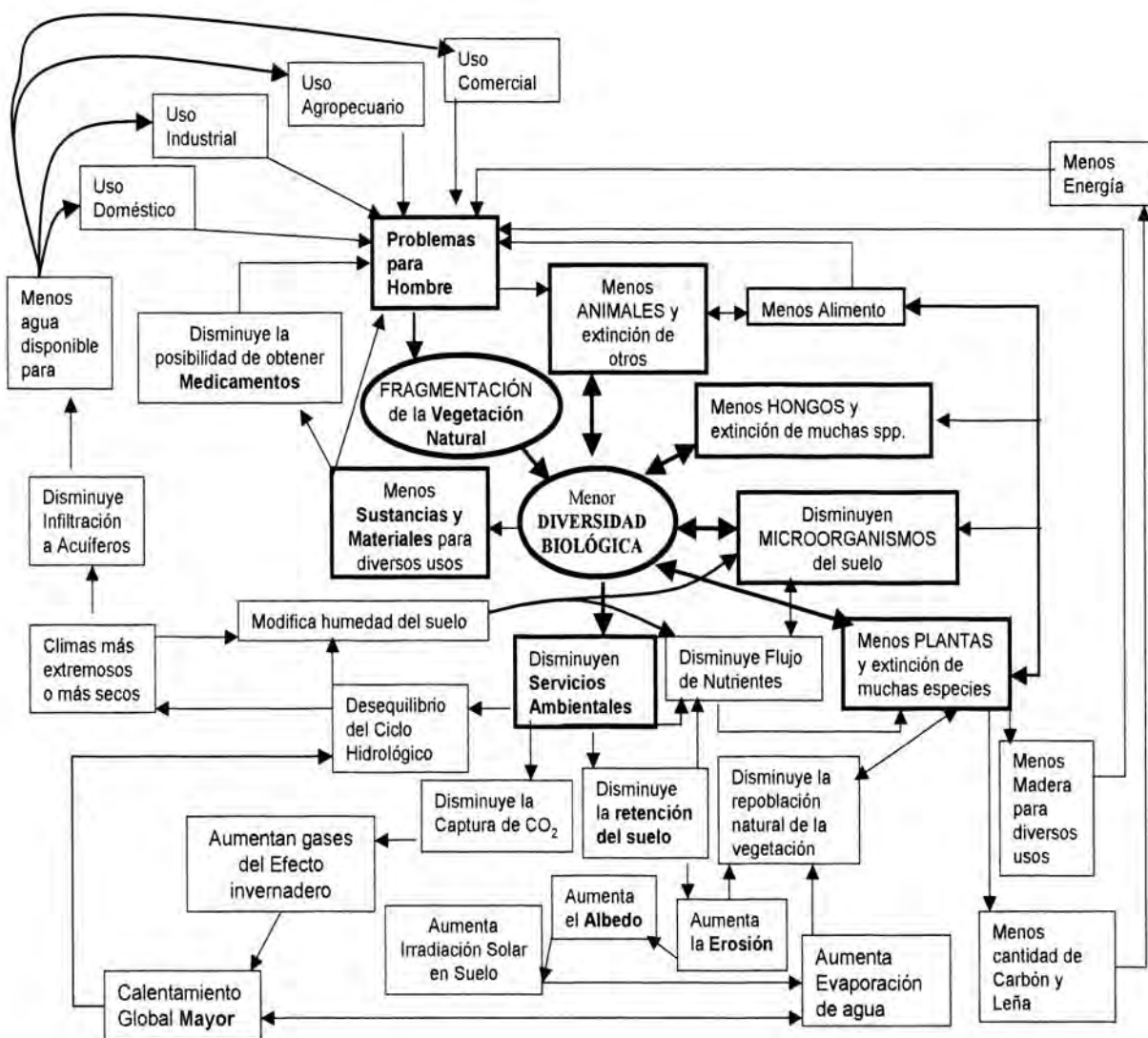


Figura 1. Efectos derivados de la fragmentación de la vegetación natural. Las flechas de doble punta indican una relación mutua; las de una sola punta indican una relación de un solo sentido (Adaptado por este autor a partir de Turner, 1989; Goudie, 1990; Saunders, *et al.*, 1991; Daily, *et al.*, 1996; Dirzo, 1996; Meffe y Carroll, 1997; Ehrlich y Ceballos, 1997 y Greenland *et al.*, 2003).

para el resto del país, pues sólo una mínima proporción del territorio nacional está protegida y el resto (que es la mayoría y que no son áreas naturales protegidas pero, proveen servicios ambientales) está expuesto a un deterioro acelerado. Por ejemplo, se ha estimado que al menos la mitad de la superficie forestal original de México ha

desaparecido o se ha deteriorado, de tal manera que ha perdido su función ecológica principal (Toledo, 1988; Maser, 1996), mientras que a nivel mundial se ha calculado que en los ecosistemas tropicales la tasa de reducción de la biodiversidad puede ser de 25 mil especies por año (Dirzo, 1990).

Lo anterior resalta la importancia de proteger no sólo aquellas áreas bien conservadas, sino también aquellas que no son áreas naturales protegidas, pero mantienen cierta diversidad biológica en remanentes de vegetación natural en paisajes fragmentados, ya que también proveen de servicios ambientales (Medellín *et al.*, 2000; Daily *et al.*, 2001; 2003). Se ha considerado que estos sitios mantienen desde el 10% de especies nativas en áreas de cultivo muy extensas, hasta el 90% de especies naturales en regiones con una cobertura vegetal significativa y poca cacería (Daily *et al.*, 2003). El mantener sólo el paradigma de la creación del SINAP, no resuelve los problemas producidos por el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas; pues la mayor parte del territorio nacional se encuentra habitado por humanos, y mantienen vegetación natural e inducida con diversos grados de fragmentación (Ehrlich y Ceballos, 1997; Noble y Dirzo, 1997; Trejo y Dirzo, 2000). Por ello a pesar de que la calidad de los servicios ambientales disminuye en ambientes con vegetación natural fragmentada, pueden ser fundamentales para mantener una fracción de la diversidad biológica original, incluyendo poblaciones de especies en peligro de extinción en muchos casos así como servicios ambientales, como regular el microclima y evitar o disminuir el impacto de desastres ambientales (Daily *et al.*, 2003).

La pérdida de la cubierta vegetal en las regiones áridas y semiáridas de México y la degradación de los ecosistemas es tan severa, que se ha incrementado la desertificación lo que está causando cuantiosas extinciones, la pérdida de suelo y con

ello la productividad de grandes regiones del país (Flores y Gerez, 1988; Toledo, 1988; Ceballos y Navarro, 1991; Ceballos y Erlich, 2002). En estas regiones, que ocupan el 60% del territorio mexicano, los principales tipos de vegetación son el matorral xerófilo (36%), la selva baja caducifolia (13%) y los encinares (11%), que generalmente persisten en las barrancas y cañadas de estas regiones (Flores y Gerez, 1988). Éstos albergan tal diversidad de vertebrados y un número tan grande de endemismos, que en Mesoamérica los encinares ocupan el primer lugar, el matorral xerófilo el segundo lugar y la selva baja el tercero (Flores y Gerez, 1988; Ceballos y Rodríguez, 1993; Myers *et al.*, 2000); pero estos tipos de vegetación tan ampliamente distribuidos en las cañadas del Eje Neovolcánico Transversal (Rzedowski, 1991), presentan un grado de deterioro muy elevado, pues se ha estimado que el 66% del matorral xerófilo se encuentra perturbado (y este ecosistema es al que menos atención científica se le ha dado) mientras que el 40% de los encinares y 30% la selva baja caducifolia se encuentran perturbados (Flores y Gerez, 1988).

Por lo anterior es de extrema importancia conocer mejor estos ecosistemas para llevar a cabo acciones adecuadas encaminadas a su conservación.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar la diversidad biológica, los remanentes de vegetación natural y determinar las medidas adecuadas de conservación de la cañada de Encinillas Polotitlán, Estado de México.

Objetivos específicos:

- Determinar la diversidad biológica (flora y fauna) en el área de estudio con énfasis en plantas vasculares, hongos y vertebrados terrestres.
- Determinar la vegetación natural y los usos del suelo en el área de estudio.
- Evaluar el valor para la conservación de las áreas con vegetación natural y modificada.
- Proponer una estrategia de conservación para el área de estudio.

HIPÓTESIS

- Se espera que en la región la diversidad biológica sea baja, debido a la extensa fragmentación del hábitat.
- Los remanentes de vegetación natural tienen un valor limitado para la conservación de la diversidad biológica regional por su poca extensión.
- No existen diferencias notables en cuanto al número de especies entre cañada y planicie por lo que son similares en términos de conservación.

ÁREA DE ESTUDIO

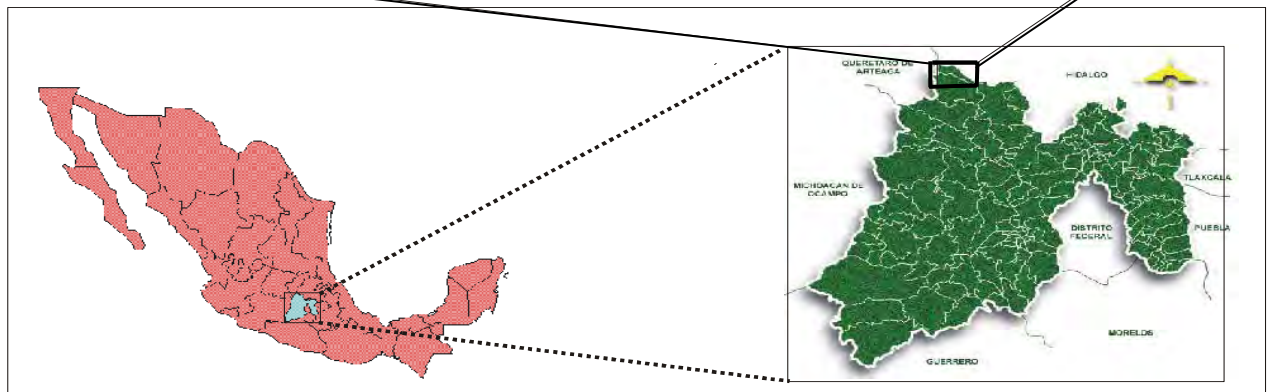
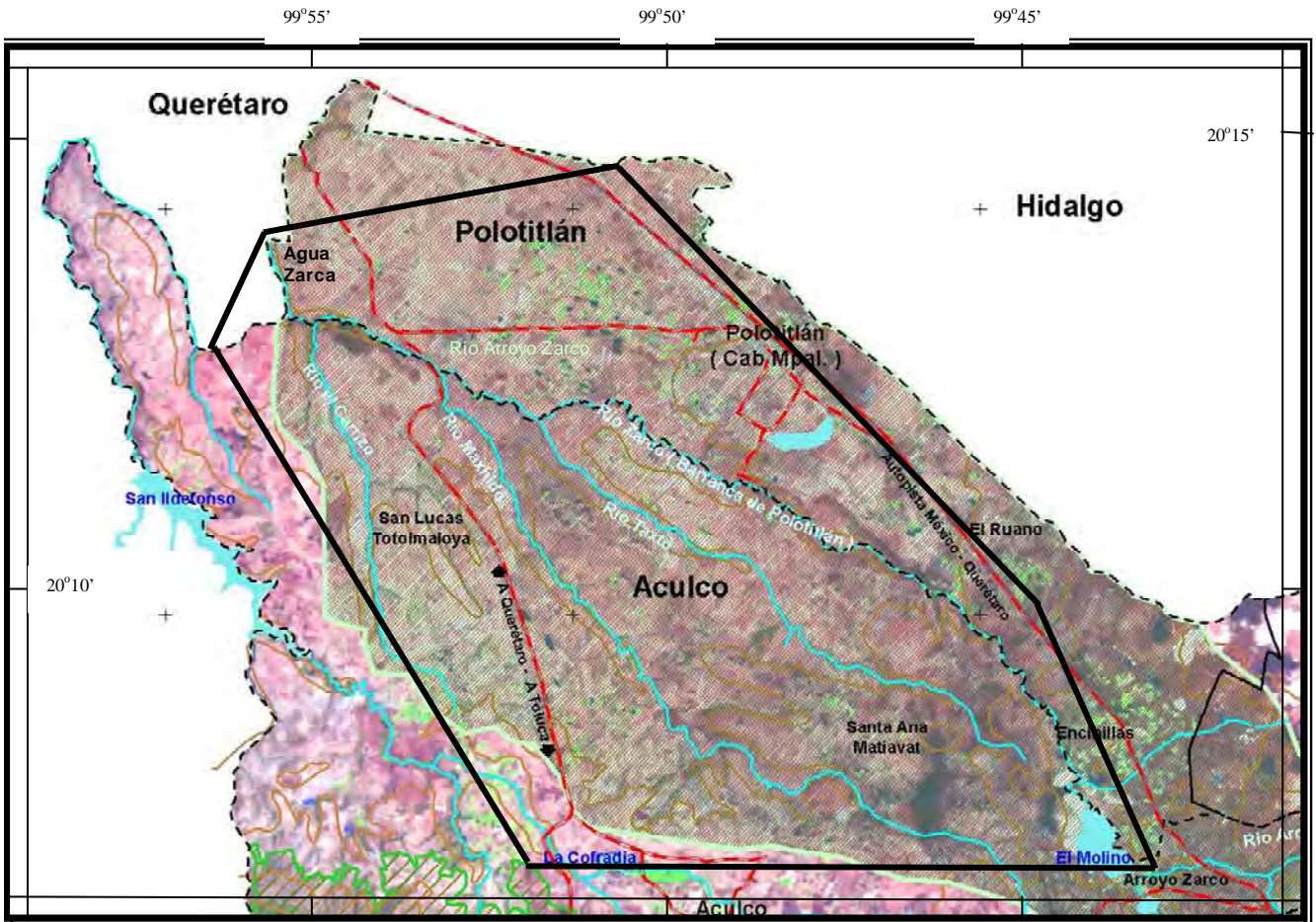
Ubicación

El área de estudio se ubica en la cañada del río Arroyo Zarco entre Polotitlán y Aculco y la planicie que la rodea, enmarcada en una área de 238 km² en el noroeste del Estado de México, entre las coordenadas 99° 45' y 99° 55' de longitud O y 20° 08' y 20° 14' de latitud N (Figura 2). El extremo sur del área de estudio tiene una altitud de 2,500 m s.n.m.; el poblado más cercano es Encinillas, ubicado a 122 km de la ciudad de México. Aquí se origina la cañada que forma parte del cauce natural del río Arroyo Zarco y es el límite entre los municipios de Polotitlán y Aculco. El extremo noroeste de la cañada se encuentra a 2,090 m y los poblados más cercanos son Agua Zarca y San Antonio Escobedo, que limitan con el municipio de San Juan del Río, Querétaro. Limita al sur y al oeste con municipio de Aculco; al este y al norte con la autopista México- Querétaro y por el extremo noroeste a 3.5 km se encuentra el pueblo de Polotitlán.

La cañada del río Arroyo Zarco forma parte de la subcuenca del Río San Juan, en el Eje Neovolcánico Transversal. Esta subcuenca ocupa parte de los estados de Hidalgo, México y Querétaro, al noroeste del Valle de México. El río Arroyo Zarco se origina de la presa Huapango en el Estado de México y sigue una dirección de sur a noroeste hasta unirse con el río San Juan (Apéndice 1A).

Fisiografía y topografía

Al sureste del río Arroyo Zarco, en la cañada de Encinillas, se presentan irregularidades orogénicas entre las que destacan el Cerro del Pilon a 2,500 m s.n.m., que forma parte de la cañada, y los cerros Santa Rosa y Jurica que alcanzan 2,600 m s.n.m. Al noroeste del río Arroyo Zarco sólo se presentan lomeríos y terrenos con diversos grados de



- Simbología:**
- Ríos y cuerpos de Agua.
 - Autopista y carreteras
 - Área de estudio.
 - Límite municipal y estatal.

Figura 2. Ubicación del área de estudio en el noroeste del Estado de México (Adaptación CEPE, 2003).

inclinación. (Apéndice 1B). En el área de estudio se pueden distinguir dos regiones diferentes, una con terrenos semiplanos con diferentes grados de inclinación, a los que se denominará **Planicie**; la otra formada por cerros y una cañada con un río en el fondo a los que se denominará **Cañada** (Apéndice 1B). Alrededor del área de estudio se encuentran las formaciones orogénicas que limitan la subcuenca; éstas son los cerros La Virgen y El Astillero al sur y al suroeste la Peña de Ñadó que alcanza 3,320 m snm. El parteaguas norte de la subcuenca es la Sierra Gorda de Querétaro y en el occidente se encuentra limitada por Sierra Queretana, que separa la subcuenca del río San Juan de la vertiente del Golfo (Apéndice 1C).

Geología

La geología del área de estudio está definida por rocas del Cenozoico; en la mayor parte del municipio de Polotitlán se encuentran rocas del Terciario, mientras que sólo en una pequeña parte del noroeste de Polotitlán, y en el municipio de Aculco, se presentan registros del Cuaternario (Apéndice 1D). Por esta razón, la mayor parte de la cañada del Río Arroyo Zarco se encuentra en un asentamiento rocoso del Terciario (INEGI, 2000). Esta cañada probablemente se formó a partir de una falla por un proceso tectónico que data del Cuaternario; en ella que se puede distinguir un manto de rocas ígneas extrusivas formadas por lava solidificada aproximadamente hace 20 millones de años.

En la cañada del río Arroyo Zarco crece gran variedad de plantas sobre el suelo y el manto ígneo fracturado. El agua de lluvia y la que recorre el río se infiltra hasta los acuíferos profundos (CNA, 1998), dando como resultado una zona con el grado de mayor humedad del municipio de Polotitlán.

Edafología

En el área de estudio se encuentran suelos de tipo Feozem, Vertisol, Vitosol y Rendzina, que forman diferentes asociaciones (Reyes, 1991). En la Cañada predomina el sistema Feozem-Litosol, que son suelos someros y pedregosos de color pardo oscuro, ricos en materia orgánica y nutrimentos, susceptibles a la erosión. En las laderas del noroeste de la cañada hay asociaciones con Rendzina sobre roca caliza, que generalmente son poco profundos algo pedregosos y pegajosos, con alto contenido de carbonato de calcio (Reyes, 1991).

En el área ocupada por la Planicie predominan dos sistemas edáficos: Feozem-Vertisol y Litosol - Vertisol. El primero se refiere a una asociación de suelos gris oscuro a rojizos, que son pegajosos cuando están húmedos y muy duros y agrietados cuando están secos; generalmente se erosionan poco y son salinos; estos suelos están mezclados con suelos ricos en materia orgánica y nutrimentos y la agricultura de riego puede tener éxito, aunque presentan problemas para su manejo por su dureza. El segundo sistema son suelos arcillosos y pedregosos poco profundos, con drenaje pobre, con un rendimiento agrícola precario o menor que el sistema anterior, dependiendo de la cantidad de agua disponible y el grado de erosión (Reyes, 1991).

Hidrología

El río Arroyo Zarco, que es el río que presenta la mejor calidad de agua de la subcuenca (CNA, 1998), se origina en la presa de Huapango a casi 2750 m snm en el Estado de México, después de pasar por la presa El Molino se convierte en el principal afluente del río San Juan, al unirse con el río Prieto. El río San Juan recibe la aportación de otros ríos de Querétaro e Hidalgo y a 1,600 m s.n.m. se une con el río Tula en la

presa Zimapán, donde inicia el río Moctezuma, uno de los principales formadores del río Pánuco (Apéndice 1C). La subcuenca del río San Juan pertenece a la región hidrológica No. 26 en la subregión del Alto Pánuco, junto con las subcuencas del río Tula y la de la Laguna de Metztlán (CNA, 1998; INEGI, 1981).

Las principales obras de almacenamiento de agua de la subcuenca en el Estado de México son las presas Huapango, El Molino y San Antonio, que aportan agua al río Arroyo Zarco. La presa Ñadó en el Estado de México aporta agua al río Prieto en Querétaro y a las presas Constitución de 1917, San Ildefonso, Centenario y La Llave. En Hidalgo se localizan las presas Madero, Nopala y Zimapán. En conjunto las presas de la subcuenca tienen una capacidad total de cerca de 1,720 millones de m³ (CNA, 1998) (Apéndice 1A).

En el subsuelo del área de estudio se localiza un acuífero profundo llamado “Polotitlán” que ocupa un espacio de 267 km², que es mayor que la superficie de todo el municipio (130 km²) (Apéndice 1E). En la subcuenca existen otros cuatro acuíferos profundos, que en total cubren una extensión de 1,925 km², lo que representa 35% de la superficie total de la subcuenca; tres están ubicados en Querétaro y uno más en el valle de Huichapan–Tecoautla, en Hidalgo (CNA (1988).

Estos acuíferos son de tipo libre o semiconfinado, constituidos en su parte superior por rellenos aluviales de geometría irregular y en su estrato inferior por rocas fragmentadas de composición basáltica, de permeabilidad media y porosidad baja. En conjunto se estima una recarga anual de 390 Mm³ (millones de metros cúbicos); sin embargo, la extracción actual es de 580 Mm³. Específicamente del acuífero de Polotitlán se extraen 58 Mm³ al año, pero se tiene un déficit de 20 Mm³, ya que sólo se recargan 38 Mm³ anuales (CNA, 1998) (Apéndice 1E).

Clima

Según García (1973), en el área de estudio el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, con menos de 5% de lluvia invernal, que corresponde a los climas tipo C (w). Específicamente en el área de estudio hay una variación climática de sureste (Arroyo Zarco y Encinillas) a noroeste (Polotitlán, Taxhié), pues en estos últimos a 2,100 m s.n.m. el clima es el más seco de los subhúmedos (C(w''o) (w)b(i'g)), mientras que en el sureste, a 2,450 m s.n.m. el clima es intermedio ente el más seco y el más húmedo de los subhúmedos (C(w₁)(w)b(i')). El régimen térmico medio anual oscila entre 12 y 18 °C, que es la temperatura de mayor influencia y extensión en el Estado de México pues cubre aproximadamente 68% de su superficie (INEGI; CNA, 1998). Existe un periodo de heladas que se puede presentar desde noviembre hasta los primeros días de marzo, siendo diciembre y enero los meses más fríos, con una temperatura promedio mensual que va desde 10.6 a 15.1 °C; y en los meses más cálidos (abril y mayo) el promedio es de 15.8 a 19.7 °C (García, 1973). El periodo de lluvias abundantes es en verano (junio a octubre). Gran parte de estas lluvias son resultado de las tormentas y huracanes que se forman en las costas del Pacífico y del Golfo de México. La precipitación media anual se encuentra entre 700 y 800 mm (Morales, 1991, INEGI; CNA, 1998).

Se estima que la precipitación sobre toda la subcuenca asciende a 3,347 Mm³ por año y que sólo el 11% conforma el escurrimiento superficial (368 Mm³), del cual 37% se genera en la fracción que corresponde en el Estado de México, 48% en Querétaro y el 15% restante en Hidalgo (CNA, 1998).

Demografía

En la cuenca del río San Juan, en la región del Estado de México (Acambay, Aculco, Jilotepec y Polotitlán), había 151 mil habitantes en 1990, lo que representaba 1.53% de

la población estatal. En el 2000, la población de estos municipios llegó a 191,129 personas; sin embargo, esto sólo representó 1.46% del total de los habitantes del estado. En un análisis sobre la evolución poblacional entre 1950 y 2000 se observa que mientras que en el Estado de México la población creció 8.4 veces, la de los municipios referidos se ha poco más que duplicado, con excepción de Aculco, que ha triplicado su población (CONESPO, 1999; INEGI, 2001).

En Polotitlán se reportan 11,065 habitantes, mientras que en Aculco radican 38,827. En ambos municipios la densidad poblacional es poco más de 85 residentes por km²; sin embargo, su crecimiento poblacional es diferente, pues aunque Polotitlán tiene menor extensión territorial, la tasa de crecimiento es la más baja (1.3%) y en Aculco es la más alta, de los municipios mexiquenses de la cuenca (2.9%). En términos generales la población de los 17 municipios de los tres estados que integran la subcuenca era de 789, 036 habitantes en el 2000, presentándose en San Juan del Río, Querétaro, la tasa de crecimiento más alta de toda la subcuenca: 3.6% anual (INEGI, 2001).

Uso del suelo

La mayor parte del suelo en los municipios que ocupa el área de estudio se destina a actividades agropecuarias y pastoreo. INEGI (1994) informa que en Polotitlán 73.5 % de la superficie (9,557 ha) está ocupado por unidades de producción rural. De las cuales 6,171 ha son de superficie ejidal, pero sólo 38% son de producción. También en Aculco menos de la mitad (42.6%) de la superficie ejidal son unidades de producción, y el resto son terrenos que se usan para pastoreo.

En Aculco y Polotitlán prácticamente no existen actividades forestales; más bien los espacios ocupados por bosque de encino y fresnos, en cerros y laderas, son usados

como zonas de pastoreo extensivo y áreas de cultivo (Apéndice 1F). Al mismo tiempo, se extrae leña mediante tala selectiva de arbustos, árboles jóvenes y ramas grandes de árboles maduros. Entre las actividades agropecuarias y forestales, INEGI (1994) incluye al pastoreo, que se realiza en áreas ocupadas por pastizales, áreas boscosas, matorrales, laderas del río y cerros. La producción agrícola se desarrolla en terrenos tanto de régimen ejidal como de pequeña propiedad.

En el municipio de Polotitlán, cerca de Taxhié, y en San Sebastián de las Barrancas, en la región noroeste del río Arroyo Zarco, hay varias zonas de extracción de cantera que es usada para la construcción.

Vegetación y flora

En el área de estudio la vegetación ha sido descrita superficialmente, pues CETENAL (1974) indica que en la cañada del río Arroyo Zarco la vegetación está formada por bosque de encino en el interior, periferia y escasamente en la planicie y cerros cercanos. El matorral xerófilo se encuentra principalmente en las laderas exterior de la cañada; el pastizal inducido y los cultivos se encuentran en planicie y exterior de la cañada (Apéndice 1F).

Con respecto a la flora son escasos los registros en el área de estudio en el municipio de Polotitlán sólo se han registrado siete especies en cuatro localidades. Estas son un helecho (*Pellaea tenifolia*), una poligonacea (*Polygonum punctatum*), y dos especies de cucurbitáceas (*Cyclanthera dissecta*, *Sicyos deppei*) colectadas por Matuda en 1952 en la cabecera municipal, cerca del bordo Los Álamos (Gutiérrez, 1999; Lira, 1998, 2001). Una especie de frijol (*Phaseolus leptostachyus*) cerca de la autopista (Cárdenas, 1997); la espinosilla (*Loeselia mexicana*) en Bañé (Lorea, 2000) y

el encino *Quercus crassipes* en Encinillas (Romero, 1997). En el municipio de Aculco existe un registro de la hepática *Riccia fluitans* en La Estancia (Delgadillo, 2003) y la solanacea *Physalis acuminata* en el Cerro Jurica (Lorea, 2000).

Fuera del área de estudio cerca a la cañada del río Arroyo Zarco en el municipio de Aculco sólo hay nueve especies de plantas registradas. Estas son tres especies de musgo (*Anacolia intertexta*, *Braunia secunda* y *Pogonatum bescherellei*) 7 Km al S de Encinillas (Delgadillo Moya, 1999), la selaginela *Selaginella peruviana* y el encino *Quercus crassifolia* en Arroyo Zarco (Romero, 1997; Aragón, 2001), en la cabecera municipal la bromeliacea *Tillandsia lepidosepala* (Lorea, 2000). Dos cucurbitáceas *Cucurbita pepo* y *C. ficifolia* sobre la carretera a Toluca, cerca de la desviación a Aculco (Lira, 1998) y a 19 Km al SW de Encinillas (en Los Ailes) se tiene el registro del helecho *Marsilea mollis* (Novelo Retana, 2004) y al sur del municipio de Polotitlán, en el estado de Hidalgo, se registró *Phaseolus coccineus* (Cárdenas, 1997).

En Jilotepec, municipio vecino de Polotitlán y Aculco, se ha reportado que el pastizal está representado por las especies *Aegopogon cenchroides*, *Agrostis schaffneri*, *Andropogon gerardi*, *Aristida divaricata*, *Bouteloua chondrosioides*, *Bromus porteri*, *Eragrostis pilosa*, *Panicum bulbosum*, *Sporobolus confusus* y *Stipa eminens* (Rzedowski, 1981).

Hongos

En el área de estudio no existen registros de hongos, los registros más cercanos al área de estudio (Polotitlán-Aculco) se hicieron en diferentes localidades de Acambay (Estrada-Torres y Aroche, 1987). Madó y La Palma son dos de las localidades más cercanas a la cañada de Encinillas, que se encuentran respectivamente a 16 km al S y 23 km al SO de Encinillas, y en ellas se registraron sólo seis especies (*Agaricus*

campestris, *Amanita caesarea*, *Boletus edulis*, *Calvatia cyathiformis*, *Lycoperdon candidum* y *L. perlatum*). No obstante las características bióticas de estas dos regiones son muy diferentes, ya que en Acambay hay más humedad, mayor altitud y una superficie forestal amplia de pino-encino; mientras que en el área de este estudio, el clima es menos húmedo con otro tipo de vegetación. Chio *et al.* (1988, 1989, 1990) en una extensa revisión bibliográfica sobre los hongos del Estado de México encuentran registros de 547 especies en las cinco zonas en las que dividieron al estado, en la Zona II (la menos estudiada), localizada en el noroeste del estado integrada por los municipios de Polotitlán, Aculco, Jilotepec, Acambay, Chapa de Mota y otros once municipios, encontraron el registro de 61 especies pero ninguna cerca del área de estudio. Sin embargo, el estudio más reciente y cercano registró 267 especies en Chapa de Mota (Montaños, 1999).

Fauna

En el Estado de México se han realizado diversos estudios faunísticos (Hall, 1981; Marcó del Pont, 1997; Flores-Villela, 1993; Aguilar *et al.*, 1997; Chávez y Ceballos, 1998; Villa-R. y Cervantes. 2003, Flores-Villela y Canseco- Márquez, 2004), pero en el área de estudio existen muy pocos registros puntuales y otros sólo suponen la presencia de ciertas especies.

No se conocen registros de anfibios en el área de estudio. Los registros más cercanos sólo se refiere a tres especies que son la rana gris (*Hyla arenicolor*), que se colectó a 16.2 km al SO de Polotitlán, sobre la carretera Toluca-Amealco (Casas Andreu, 1999), la rana *Eleutherodactylus angustidigitum*, colectada en 1932 a 7.8 km al SE de Encinillas en San Martín, Aculco y la rana de cascada (*Rana pustulosa*)

colectada a 11.3 Km al SE de Encinillas, cerca de la Presa de Huapango (Flores Villela, 1998).

Sólo se han registrado dos especies de reptiles de reptiles en el área de estudio y son una lagartija (*Sceloporus torquatus melanoganster*) colectada a 1.5 km al O de Taxhié, Polotitlán (Hernández *et al.*, 2003) y la culebra *Conopsis nasus* que se colectó a 35.4 km al N de Acambay, en La Estancia, Aculco (Casas Andreu, 1999).

Los registros de reptiles, más cercanos fuera del área de estudio se encuentran en el municipio de Aculco y se refieren a nueve especies que son las lagartijas *Barisia imbricata*, *Sceloporus grammicus* y *S. mucronatus*, la falsa coralillo (*Lampropeltis triangulum*) y la culebra listonada (*Thamnophis eques*) en Arroyo Zarco. *B. imbricata*, *S. mucronatus* y *T. eques* en la cabecera municipal (Casas Andreu, 1999). El alicante *Pituophis deppei* a 2 km al S de San Andrés (Casas Andreu, 1999). Otros registros son *B. imbricata*, *S. aenus*, *S. grammicus*, *S. torquatus*; y la tortuga *Kinosternon integrum* a 19.31 km al N de Acambay (Flores Villela, 1998).

Se han registrado 18 especies de aves que se colectaron entre 1860 y 2000 y se encuentran en diferentes museos de México y el extranjero (Navarro Sigüenza – CONABIO, E18; Navarro *et al.*, 2003). Los registros no son precisos para lugares específicos, más bien abarcan una región ubicada entre las coordenadas 99°40'-100°00' O y 20°00'- 20°18' N, que incluye varios municipios del noroeste del Estado de México (incluida el área de estudio), parte de dos municipios del sur de Querétaro y parte de uno del suroeste de Hidalgo. Estas especies corresponden a tres colibríes (*Amazilia violiceps*, *Cyananthus latirostris*, *Hylocharis leucotis*), un carpintero (*Picoides stricklandi*) y el resto son passeriformes de diferentes familias (*Amphispiza belli*, *Junco phaeonotus*, *Melospiza lincolni*, *M. melodía*, *Oriturus superciliosus*, *Spizella passerina*,

Toxostoma curvirostre, *Regulus calendula*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Catharus guttatus*, *Turdus migratorius*, *Contopus pertinax*, *Empidonax affinis*, *Sayornis saya*).

Los únicos registros de mamíferos en la zona de estudio se refieren a cinco especies recolectadas en 1984 por F. Romero-R. en Encinillas, que corresponden a un armadillo (*Dasybus novemcinctus*) y zorrillos manchados (*Spilogale gracilis*); otras especies para la misma región (cerca del km 124 de la Autopista México-Querétaro) son los ratones *Peromyscus difficilis felipensis* y *P. melanophrys zamorae*, y el zorrillo listado *Mephitis macroura macroura* (León Paniagua, 1999).

Otros registros cercanos al área de estudio en el municipio de Aculco son siete especies recolectadas por D. Navarro L. y G. Ceballos en 1982 en El Bosque en el km 100 sobre la carretera Toluca-Palmillas. Éstas son el tlacuache *Didelphis virginiana californica*, los murciélagos *Myotis thysanodes thysanodes*, *M. velifera velifera*, *Tadarida brasiliensis mexicana*, los ratones *Peromyscus melanotis*, *P. levipes levipes* y el conejo *Sylvilagus floridanus orizabae*, (León Paniagua, 1999).

MÉTODOS

Delimitación del área de estudio y análisis de la vegetación

Para delimitar el área de estudio se usaron los mapas topográfico de Polotitlán F14-C87 (CETENAL, 1974), el de uso y vegetación (CETENAL, 1973) y la ortofoto digital F14C87 (A, B, C) escala:1:75,000, de 1995, con los que se reconoció la presencia de la cañada, el río Arroyo Zarco y extensión de la cubierta vegetal dentro y fuera de la cañada, que se enmarcaron en un polígono de 238 km².

Los remanentes de vegetación natural se localizaron y midieron usando la misma ortofoto digital. Se asumió que el efecto de borde es mayor al aumentar la relación perímetro/superficie del fragmento (Meffe y Carroll, 1997), y se midió la cantidad de “borde” e “interior” de cada fragmento de vegetación natural, midiendo perímetros y áreas de los fragmentos de encinares y matorral xerófilo y calculando el **índice de dimensión fractal**; que se obtiene usando la siguiente relación: $\text{Log}(A) = d \text{ log}(P)$. Donde **A** es el área de cada fragmento, **P** es el perímetro y **d** es la dimensión fractal (Krummel *et al.* 1987; Turner, 1989). El índice toma valores entre 1 y 2. Si el valor obtenido es cercano a 1, indica una forma cercana a un círculo, lo que revela una baja proporción de borde en relación con el área. Pero si es cercano a 2 indica que la forma del fragmento es muy irregular, por tanto una relación alta perímetro/área, lo que aumentará el efecto de borde. La conectividad entre los fragmentos se evaluó midiendo la distancia de un fragmento a otro. Esto sirvió para tener información cuantitativa del grado de fragmentación y el estado de conservación de la vegetación original.

Para cuantificar la extensión de suelo dedicada a diferentes usos se midió sobre la ortofoto el área ocupada por encinares y matorral xerófilo, el pastizal inducido y malezas, y los cultivos. Para clasificar la vegetación se siguió a Rzedowski (1981).

Flora y fauna

La diversidad biológica se determinó mediante dos métodos, uno de los cuales fue una intensa revisión bibliográfica y de las bases de datos de CONABIO. En el caso de la flora también se revisaron los Herbarios Nacional (MEXU), y de Iztacala (IZTA) de la UNAM y el de la Universidad Autónoma de Querétaro. El otro método fue realizando muestreos periódicos en el área de estudio. Con esta información se hizo un inventario para conocer el número y la composición de especies de la región, además de estimar la abundancia relativa de algunos grupos y el estado general de conservación del área de estudio. También se obtuvo un registro de las especies del área de estudio que se encuentran en diferentes niveles de protección legal, para lo cual se revisaron normas, reglamentos, publicaciones especializadas y acuerdos internacionales [(NOM-059-ECOL-2001, SEMARNAP, 1995, Ceballos y Márquez (2000) y Guzmán *et al.*, (2003), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el Tratado Internacional para el Comercio de Especies Silvestres (CITES)]. Todas las especies registradas en este estudio se encuentran entre las coordenadas geográficas 20°08'00" a 20°14'00" Latitud N y 99°45'00" a 99° 55'00" Longitud O.

Flora

El muestreo de la flora se llevó a cabo mediante 36 recorridos en trayectos lineales de 2.6 km dentro y fuera de la cañada. Durante dos años se colectaron ejemplares con la finalidad de determinar su especie. Se hicieron seis recorridos antes, durante y después del periodo de lluvias acumulando un total de 96 km por año (julio de 2003 a julio de 2005). La determinación de la especie fue realizada con el apoyo de especialistas del Instituto de Biología, UNAM, del Laboratorio de Plantas Vasculares y del Herbario de la

Facultad de Ciencias, UNAM. También se determinaron otras especies con el uso de la “Policlave para la Identificación de Géneros de la Familia Compositae” (Murguía y Villaseñor, 1996) y por comparación con otras publicaciones relacionadas (Serrano *et al.*, 1992; Espinosa y Sarukhán, 1997). La organización sistemática se basó en Cronquist (1988). El criterio de autoridad en la asignación de nombres se basó en Rzedowski y Rzedowski (2001) y para cactáceas se consideró a Guzmán *et al.* (2003). Para determinar los endemismos se consultaron diferentes obras de especialistas, para las pteridofitas a Riba (1993), para cactáceas a Guzmán *et al.* (2003), para el resto de las plantas registradas a Rzedowski y Rzedowski (2001) y a la base electrónica de datos del Jardín Botánico de Missouri (www.netsape/W3tropicos/). También se especifica el uso de la flora presente en el área de estudio con base en la bibliografía especializada (Serrano *et al.*, 1992; Linares *et al.*, 1999; Rzedowski y Rzedowski, 2001) y la comunicación personal con los pobladores del área de estudio sobre las tradiciones de uso de diferentes plantas. Los ejemplares recolectados se depositaron en el Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Hongos

En los 16 recorridos hechos durante el periodo de lluvias dentro y fuera de la cañada (48 km) se recolectaron, fotografiaron e identificaron hongos epígeos, que se determinaron con ayuda de claves de identificación (Guzmán, 1977; Ulloa y Hanlin, 1978; Millips, 1991; Pedraza *et al.*, 1994; Brandon, 1999), y con la ayuda de expertos de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Biología de la UNAM. Se siguió como autoridad en el arreglo taxonómico al Index Fungorum consultado en www.speciesfungorum.org/ Los hongos recolectados se depositaron en la Colección

Micológica del Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM. El uso que se da a las diferentes especies de hongos del área de estudio se determinó con base en las referencias bibliográficas (Guzmán, 1977; Estrada-Torres y Aroche, 1987 y Pedraza *et al.*, 1994) y en las tradiciones de uso de los habitantes.

Fauna

Para conocer las especies de anfibios, reptiles y aves se llevaron a cabo observaciones directas durante veinticuatro recorridos en trayectos lineales de 3 km dentro y fuera de la cañada, sumando un total de 144 km al año. Algunas especies también fueron registradas mediante fotografías. La determinación de las especies fue realizada con el apoyo de expertos del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Biología de la UNAM y con guías de campo (Peterson y Chalif, 1984; Howell y Webb, 1995; García y Ceballos, 1994; Marcó del Pont, 1997; Ceballos y Márquez, 2000). Para la organización taxonómica de los anfibios y reptiles se siguió a Flores-Villela (1993) y Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004); se consideró que una especie de un anfibio o reptil es de distribución restringida cuando sólo se encuentra en una de las regiones bióticas propuestas por Flores-Villela (1993). Para las aves se consideró como autoridad para el arreglo taxonómico al AOU (1998).

Para conocer la mastofauna terrestre se realizaran tres tipos de muestreos durante un año. Para los mamíferos pequeños se usaron trampas “tipo Sherman” (28 x 8 x 9 cm), en dos cuadros, formando una retícula de seis hileras y cinco columnas, con una separación de 15 m entre cada una, para abarcar 9,000 m² de muestreo de cada región (planicie y cañada). De esta forma sumaron 120 trampas para cada región por periodo, pues el muestreo se mantuvo durante dos noches cada mes en cada sitio. El

método para determinar la abundancia relativa fue el conteo directo para determinar el número mínimo de animales vivos (Krebs, 1966; Chávez, 1993). Un segundo tipo de muestreo se hizo para conocer la fauna de mamíferos medianos y mayores. Este consistió en colocar cinco trampas tipo tomahawk cebadas con tiras de tocino, que se ubicaron en cada región (planicie y cañada) aproximadamente a cada 500 m, durante tres noches cada dos meses. Otro tipo de muestreo fue por trayectos de 3 km en cada región, con la finalidad de registrar la presencia de huellas, excretas y restos de alimentación de mamíferos. Los muestreos se hicieron cada dos meses durante dos días, alternando los días de muestreos de los pequeños mamíferos. La determinación de las especies se basó en Ceballos y Galindo (1984) y Hall (1981), y la interpretación de registros indirectos se basó en Aranda (1981). La mayoría de los ejemplares capturados fueron liberados después de tomar sus principales características somáticas y reproductoras; sólo algunos ejemplares se conservaron como muestra y se depositaron en el Instituto de Biología de la UNAM. Para el arreglo taxonómico de estas especies se siguió a Ceballos *et al.* 2002c.

RESULTADOS

Diversidad Biológica

Flora

El total de las especies de plantas (vasculares y no vasculares) registradas fue de 211, que representan 164 géneros, 70 familias, 40 órdenes y 6 clases (Cuadro 1). El 86% (182 especies) fueron registradas por primera vez para el área de estudio (Figura 3).

Se encontraron 65 familias (93%) de plantas vasculares (fanerógamas, helechos y selaginelas), de las cuales 30 estuvieron representadas por una especie, 16 por dos especies y 19 por 3 ó más especies (Cuadro 2). En el grupo de las fanerógamas, que estuvo constituido por Angiospermas (Liliopsida y Magnoliopsida), la clase Magnoliopsida fue la más abundante, con 75% de especies (Cuadro 1).

Las plantas no vasculares (musgos y hepáticas) únicamente fueron 2% (5 especies) y no presentan especies endémicas (Apéndice 3A). En cambio, 33% (69 especies) de las plantas vasculares son endémicas de México (Figura 4a). Éstas se encuentran en 30 de las 65 familias analizadas en este estudio. Las familias con mayor número de especies endémicas fueron Cactáceae (11 especies), Fagáceae (6 especies); Labiatae (5), Crasuláceae (4) y siete especies de Asteraceae (Cuadro 3).

La comparación entre la *Cañada* y la *Planicie* revela diferencias muy interesantes en la diversidad, ya que en la primera se encontraron representadas las seis clases de plantas registradas en el área de estudio, mientras que en la Planicie sólo se encontraron cuatro (Bryopsida, Polypodiopsida, Liliopsida y Magnoliopsida). Sin embargo en la planicie se halló a la mayoría de las especies de plantas (71%), que fueron 140 especies (Cuadro 4). En cuanto a especies endémicas, las que crecen

Cuadro 1. Diversidad de plantas presentes en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Polotitlán - Aculco, Estado de México.

CLASES	Orden	Familia	Género	Especie
1 Hepaticopsida	1	2	2	2
2 Bryopsida	3	3	3	3
3 Polypodiopsida	2	5	8	11
4 Lycopodiopsida	1	1	1	2
5 Liliopsida	5	11	28	34
6 Magnoliopsida	28	48	122	159
Total	40	70	164	211

Cuadro 2. Riqueza específica de las 19 familias de plantas vasculares mejor representadas en la cañada del río Arroyo Zarco y la planicie de Encinillas, Polotitlán-Aculco, Estado de México.

Familia	Especies	Familia	Especies	Familia	Especies
Asteraceae	31	Convolvulaceae	7	Euphorbiaceae	4
Leguminosae	15	Cucurbitaceae	6	Agavaceae	3
Gramineae	13	Solanaceae	6	Malvaceae	3
Cactaceae	13	Pteridaceae	5	Rosacea	3
Labiatae	9	Bromeliaceae	4	Acanthaceae	3
Fagaceae	7	Crassulaceae	4	Rubiaceae	3
				Cyperaceae	3

Cuadro 3. Familias de plantas fanerógamas con mayor número de especies endémicas de México en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Polotitlán-Aculco, Estado de México.

Familias	Especies	Especies endémicas
Cactaceae	13	11
Asteraceae	31	7
Fagaceae	7	6
Labiatae	9	5
Crassulaceae	4	4
Agavaceae	3	3
Leguminosae	15	3

exclusivamente en a la *Planicie* se encontraron 29 especies (30%); en cambio, entre las que sólo crecen en la *Cañada* se encontraron 26 especies pero el porcentaje fue mayor (45%) (Apéndice 4a).

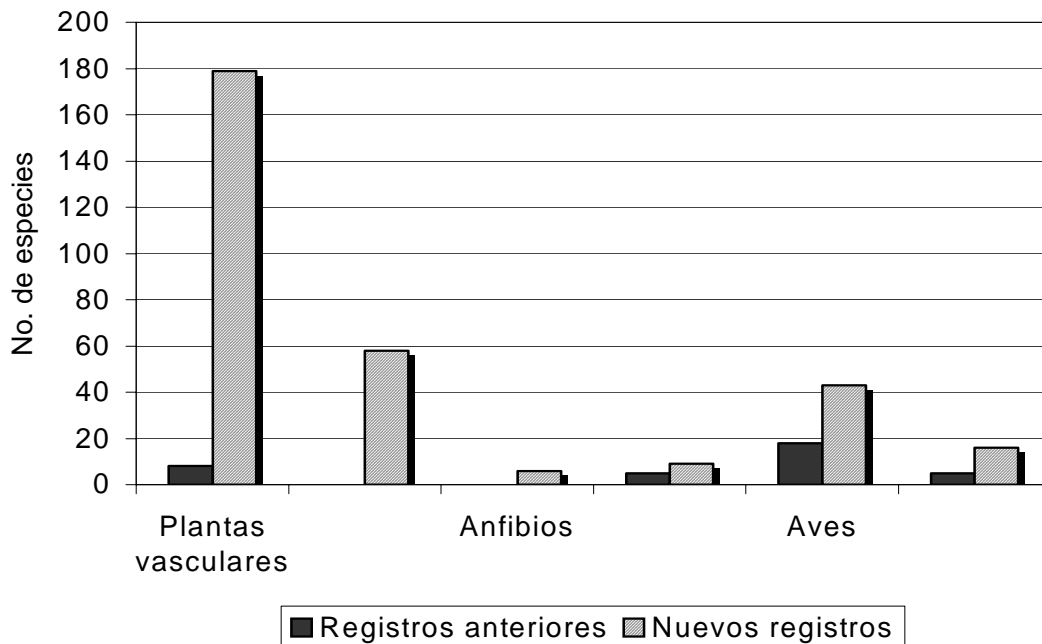


Figura 3. Incremento en el conocimiento de la biodiversidad en la cañada del río Arroyo Zarco en los municipios de Polotitlán y Aculco, Estado de México (ver Apéndice 3).

En términos de las especies prioritarias para la conservación, grupo que incluyen a las especies endémicas de México que están en peligro de extinción se encontraron cinco especies de plantas que además de ser endémicas, están en alguna categoría de riesgo (NOM-059-ECOL-2001) y sólo se presentan en la *Cañada*. Éstas son el laurel (*Litsea glaucescens*) en peligro de extinción (P); la cucharilla (*Dasyilirion acrotriche*), una Nolinacea que se encuentra en la categoría A (amenazada), dos especies de biznagas amenazadas, *Mammillaria rhodantha* var. *aureiceps* que localmente es abundante y es usada para ornato (Figura 4b), *Mammillaria zephyrantoides* que es muy rara en la región y *Gentiana spathacea*, que está sujeta a protección especial (Pr) y no es abundante en la *Cañada*. Además se encontraron, a la crasulácea *Echeveria agavoides*, lo cual constituye el primer registro de esta especie para el Estado de México y el registro más sureño de la distribución de esta planta en el medio silvestre, y muy probablemente una nueva especie del género *Salvia*.

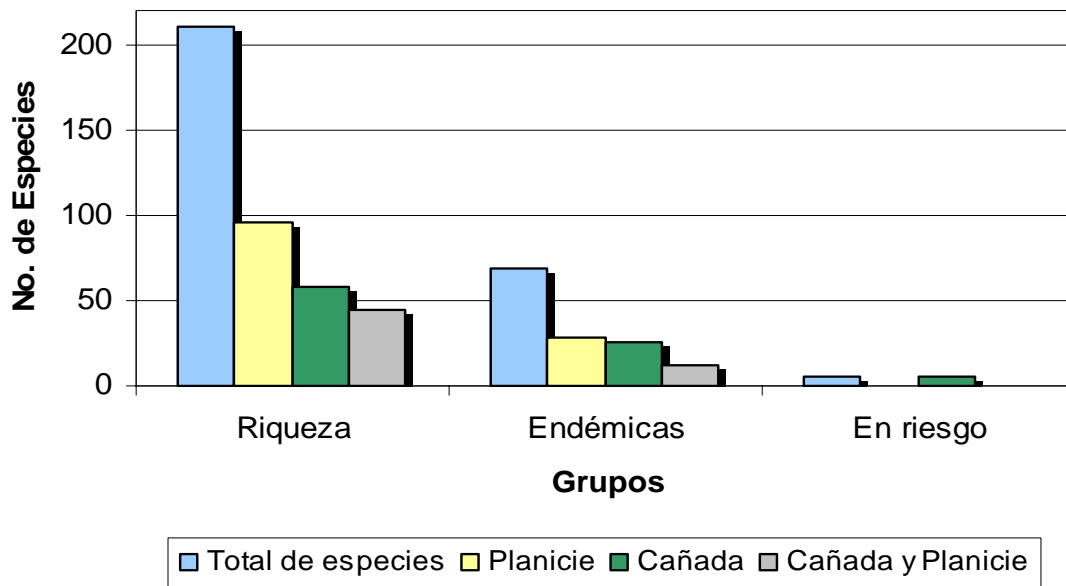


Figura 4a. Riqueza específica, endemismo y especies de plantas en riesgo de extinción en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Municipios de Polotitlán y Aculco, Estado de México.



Figura 4b. Biznaga dorada (*Mammillaria rhodantha* var. *aureiceps*) ejemplo de planta endémica que se encuentra en la categoría de especies amenazadas (NOM-059-ECOL-2001) y que sólo se encuentra en la parte sur de la cañada.

Cuadro 4. Distribución de las especies de las clases de plantas registradas en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas. *Solo se incluyen especies registradas en este y otros estudios que se pueden ubicar en la cañada, planicie o en ambos ambientes. Los números ente paréntesis indican el porcentaje de especies para cada clase.

Clases	CAÑADA	PLANICIE	CAÑADA Y PLANICIE	Total
Hepaticopsida	2 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
Polypodiopsida	6 (3)	1 (1)	4 (2)	11 (6)
Lycopodiopsida	2 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
Liliopsida	6 (3)	13 (7)	5 (3)	*24 (12)
Magnoliopsida	42 (21)	82 (41)	35 (18)	159 (80)
Total	58 (29)	96 (48)	44 (22)	198 (100)

Hongos

La diversidad de macromicetos durante el periodo de lluvias fue alta, ya que se registraron 58 especies en 36 géneros, 25 familias y 10 órdenes, en las clases Ascomycetes, Ustilaginomycetes y Basidiomycetes, en las divisiones Ascomycota y Basidiomycota (Apéndice 3B; Cuadro 5). Todos son nuevos registros para esta región (Figura 3). Doce familias estuvieron representadas por una especie, 6 por dos especies y 7 por tres a ocho especies (Apéndice 3B).

Se encontraron diferencias interesantes entre la *Cañada* y la *Planicie*, pues la mayoría de las especies de hongos (53%) crecen exclusivamente en la *Planicie*, mientras que el 34% sólo crecen en la cañada y el resto crecen indistintamente en una u otra (Figura 5a).

De acuerdo con el sustrato donde crecen y con el tipo de nutrición la mayoría de los hongos, fueron terrícolas (28%) y casi todos crecieron en la *Planicie* a cielo abierto,

mientras que en la *Cañada* los más abundantes son los micorrícicos (Cuadro 6), que en total constituyen 23% de las especies y crecieron sólo bajo el dosel de encinos.

Hubo cuatro especies de hongos se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-ECOL-2001: *Amanita muscaria* que es una especie amenazada y sólo crece en la *Cañada*, y en la *Planicie* dos especies del género *Cantharellus* (complejo *cibarius*) sujetas a protección especial (Figura 5b) y una especie del género *Psilocybe*, todas las especies de este género se encuentran en diferentes categorías de riesgo (P, A o Pr) de acuerdo con la NOM-059.

Cuadro 5. Diversidad de Macromicetos presentes en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Polotitlán - Aculco, Estado de México.

DIVISIÓN	Clases	Ordenes	Familias	Géneros	especies
Ascomycota	1	3	3	4	4
Basidiomycota	2	7	22	32	54
TOTAL	3	10	25	36	58

Cuadro 6. Distribución de las especies de hongos por grupos tróficos en diferentes ambientes en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Polotitlán- Aculco, Estado de México. Los números entre paréntesis indican porcentaje de especies.

Grupos tróficos	Cañada	Planicie	Cañada y Planicie	Total
Terrícolas	0	12 (21)	4 (7)	16 (28)
Micorrícicos	7 (12)	6 (10)	0	13 (22)
Humícolas	6 (10)	5 (9)	0	11 (19)
Parásitos	4 (7)	1 (2)	1 (2)	6 (10)
Coprófilos	0	6 (10)	0	6 (10)
Lignícolas	3 (5)	2 (3)	1 (2)	6 (10)
Total	20 (34)	32 (55)	6 (10)	58 (100)

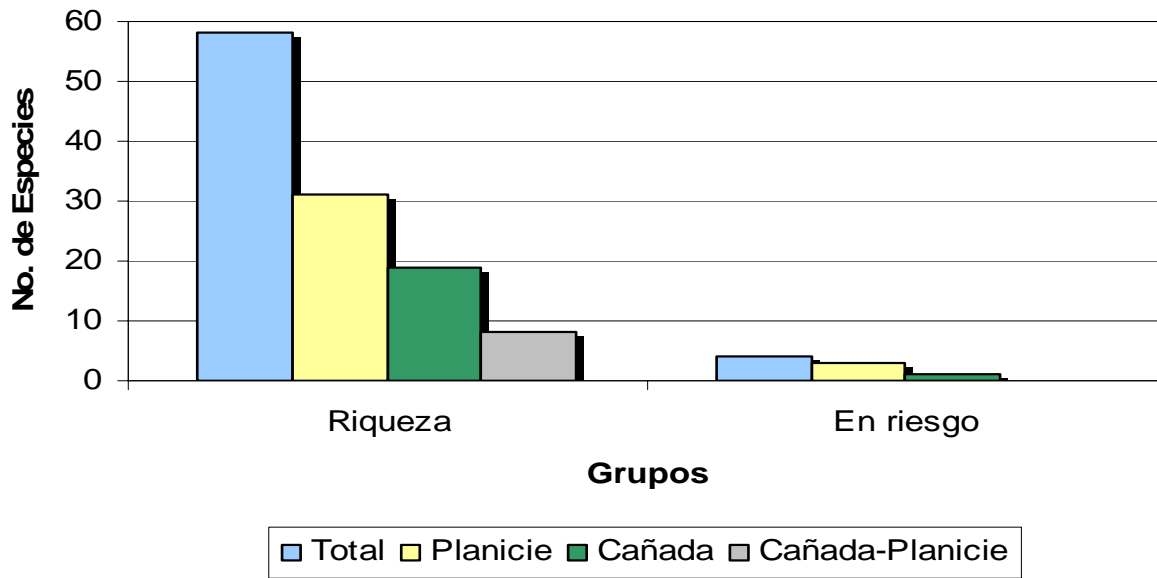


Figura 5a. Riqueza específica de los hongos y especies en riesgo de extinción en diferentes ambientes, en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Municipios de Polotitlán y Aculco, Estado de México.



Figura 5b. Hongo clavito (*Cantharellus* complejo *cibarius*) ejemplo de hongo micorrícico que se encuentra en la categoría de especies bajo protección especial (NOM-059-ECOL-2001) y que sólo se encuentra en los encinares.

Vertebrados Terrestres

Se determinó la presencia de 131 especies de vertebrados terrestres repartidas en 100 géneros, 50 familias, 21 órdenes y 4 clases (Cuadro 7). De éstas 80 (61%) representan registros nuevos para la zona (Figura 3); además 24 especies son endémicas y 29 están en diferentes categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001 (Ceballos y Márquez, 2000; Chávez y Ceballos, 1998); (Apéndice 4b).

Cuadro 7. Diversidad de vertebrados terrestres en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Polotitlán - Aculco, Estado de México.

Clases	Orden	Familia	Género	Especies
Anfibios	2	5	5	8
Reptiles	2	5	11	18
Aves	11	26	56	63
Mamíferos	6	14	30	42
Total	21	50	102	131

Anfibios

Se registraron ocho especies de anfibios, agrupadas en cinco géneros, cinco familias y dos órdenes (Cuadro 7). De éstas, seis especies fueron nuevos registros para el noroeste del estado de México (Apéndice 3C). La riqueza específica por familia estuvo formada por tres familias con dos especies cada una y dos familias con una especie. La mayoría de los anfibios (62%) fueron especies endémicas (Figura 6a), se encuentran en peligro de extinción *Eleutherodactylus angustidigitorum* o sujetas a protección especial como *Rana montezumae*, *R. pustulosa*, *Ambystoma velasci* y *Ambystoma* sp. complejo *tigrinum* (propuesta por NOM-059-ECOL-2001). Además 50% de los anfibios (4) son especies endémicas de distribución restringida.

La riqueza específica en la *Planicie* y en la *Cañada* fueron similares, con diferencia de dos especies, pues sólo en la *Planicie* se encontraron la ranita *Hyla*

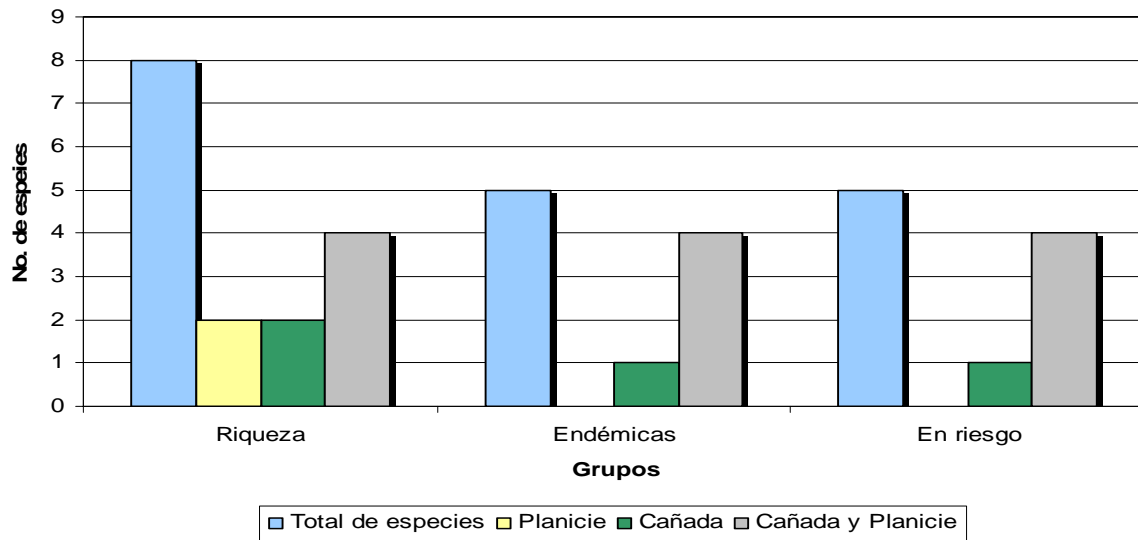


Figura 6a. Riqueza específica, especies endémicas y en riesgo de extinción de anfibios en diferentes ambientes en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Municipios de Polotitlán y Aculco, Estado de México.



Figura 6b. Ajolote *Ambystoma* cf. *velasci* (Dugès, 1888) complejo *tigrinum*, ejemplo de especie endémica de distribución restringida que requiere protección especial (NOM-059-ECOL-2001) y que se encontró en la planicie y cañada del área de estudio.

eximia y el sapo *Spea multiplicatus*, mientras que sólo en la Cañada estuvieron presentes la rana *Hyla arenicolor* y el ajolote *Ambystoma* sp. complejo *tigrinum*. En términos de especies prioritarias para la conservación, en la *Cañada* se encontraron todas las especies en riesgo de extinción (5), de las cuales cuatro son endémicas de distribución restringida (Apéndice 3C), mientras que en la *Planicie* se registraron cuatro especies prioritarias para la conservación, de éstas tres son de distribución restringida (Figura 6b).

Reptiles

Las 18 especies de reptiles del área de estudio se encuentran en 11 géneros, 5 familias y dos órdenes (Cuadro 7). Diez especies son registros nuevos para esta región (Apéndice 3D). Dos familias contienen siete especies cada una, una familia dos especies y dos familias poseen una especie.

Más de la mitad de los reptiles (67%, 12 especies) son endémicos y 9 especies (50%) se encuentran en alguna categoría de riesgo (Figura 7a). De éstas cinco son prioritarias para la conservación y se distribuyen en la *Cañada* y la *Planicie* (*Barisia imbricata*, *Phrynosoma orbiculare*, *Conopsis biserialis*, *Pituophis deppei*, *Kinosternon integrum*); además de ser endémicas se encuentran en riesgo de extinción en diversas categorías (Figura 7a).

Exclusivamente en la *Cañada* se registraron 5 especies de reptiles, de las cuales tres se encuentran en riesgo: dos amenazadas (la falsa coralillo, *Lampropeltis triangulum* y el camaleón *Phrynosoma orbiculare*), la tortuga de río (*Kinosternon hirtipes*) que requiere protección especial. Mientras que sólo en la *Planicie* se registraron 6 especies, cinco de ellas son endémicas de México y tres están riesgo de

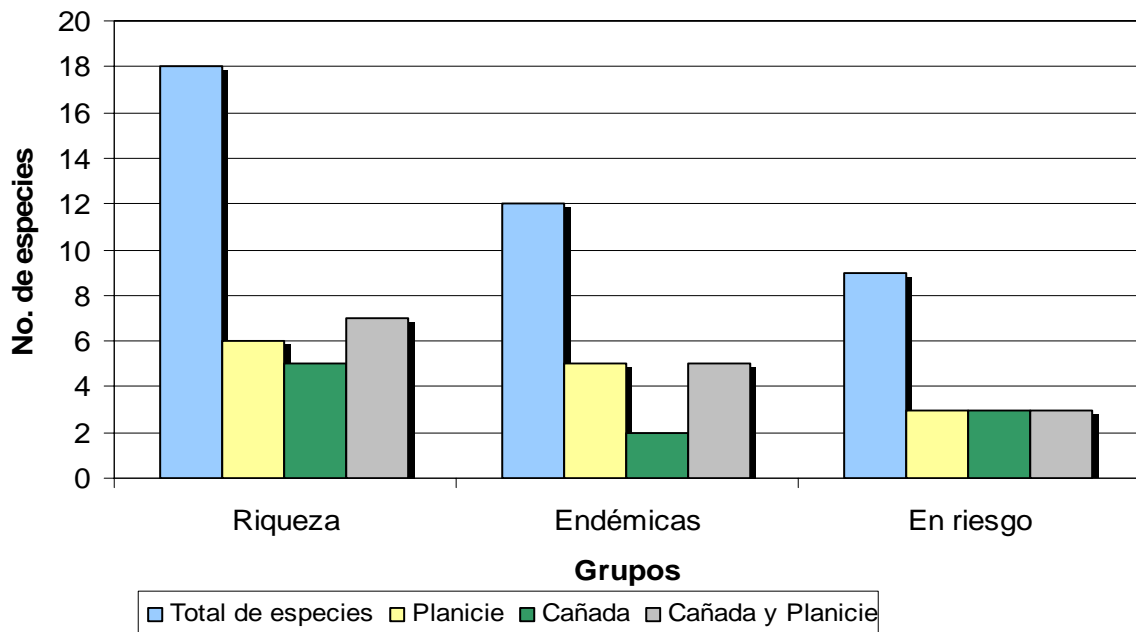


Figura 7a. Riqueza específica, especies endémicas, y en riesgo de extinción de reptiles en diferentes ambientes en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Municipios de Polotitlán y Aculco, Estado de México.



Figura 7b. La culebra de dos líneas (*Conopsis biserialis* Taylor & Smith, 1942) es un ejemplo de especie endémica de distribución restringida que está en la categoría de especies amenazadas (A) según la NOM-059-ECOL-2001.

extinción según la NOM-059-ECOL-2001, por lo que estas se consideran prioritarias para la conservación (Apéndice 3D). Entre ellas destaca la culebra de dos líneas *C. biserialis*, pues es una especie amenazada, endémica de distribución restringida y se ha registrado sólo una vez en la *Planicie* (Figura 7b).

Aves

Se registraron 63 especies de aves, que pertenecen a 56 géneros, 26 familias y 11 órdenes (Cuadro 7). No se conocía la presencia en esta región de 46 de ellas (Apéndice 3E). Trece familias registraron una especie; seis, dos especies, y las familias con el mayor número de especies fueron Trochilidae y Tyrannidae (5 cada una) y la Emberizidae, con 14.

Tres 3 especies (5%) son endémicas de México; el colibrí *Amazilia violiceps*, el gorrión *Oriturus superciliosus* y el mulato *Melanotis caerulescens*. Además, el 11% (7 especies) está en alguna categoría de riesgo propuesta por Ceballos y Márquez, (2000) y la NOM-059-ECOL-2001 (Figura 8a). Las especies amenazadas (A) son el reyezuelo sencillo (*Regulus calendula*) (Figura 8b), la calandria naranja (*Icterus cucullatus*) y el mulato (*Melanotis caerulescens*) y como este último también es endémico, se considera una especie prioritaria para la conservación. Otras especies consideradas por la NOM-059-ECOL-2001 bajo protección especial son el águila migratoria menor (*Buteo platypterus*), que sólo se registró un vez (visitante ocasional), el águila de cola roja (*Buteo jamaicensis*) y la codorniz (*Cyrtonyx montezumae*); que también es considerada especie amenazada (Ceballos y Márquez, 2000). El ibis (*Plegadis chihi*) que frecuentemente fue observando en vuelo y alimentándose en las presas, está considerado una especie frágil (Ceballos y Márquez, 2000).

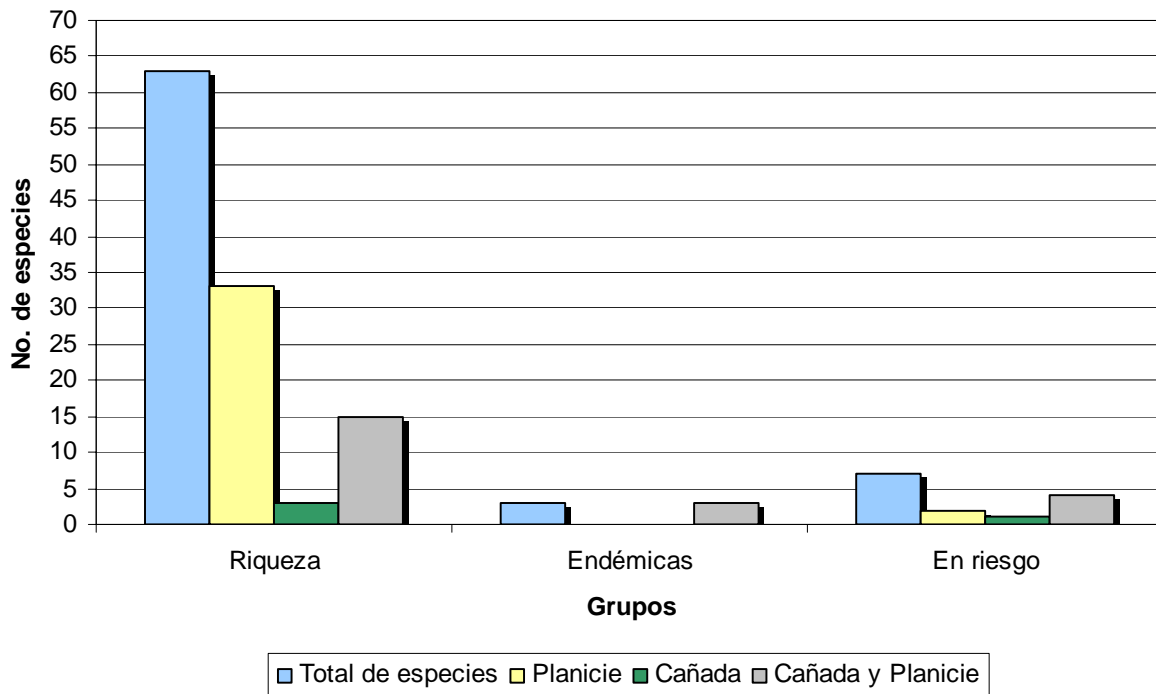


Figura 8a. Riqueza específica, especies endémicas y en riesgo de extinción de aves en diferentes ambientes, en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Municipios de Polotitlán y Aculco, Estado de México.



Figura 8b. El reyezuelo sencillo *Regulus calendula* (Linnaeus, 1766) es un ejemplo de especie que se distribuye en la planicie y en la cañada que está en la categoría de amenazada (A) según la NOM-059-ECOL-2001.

La mayoría de las aves (76%) se registraron en la *Planicie*, en especial las migratorias (25%) que encuentran refugio en esta región en dos estaciones del año (Apéndice 3E). Las acuáticas migratorias llegan a las presas y bordos grandes al final de la primavera y durante el verano y las rapaces durante el invierno. En cambio en la *Cañada* sólo se registró la presencia del 29% de las aves (Figura 8a), pero las especies endémicas (3) encuentran indistintamente en la *Planicie* o en la *Cañada*. Las especies en riesgo que se distribuyen sólo en la *Cañada* (una, *C. montezumae*), y sólo en la *Planicie* (una, *P. chihí*) comparten el espacio con las cuatro que se distribuyen en ambos ambientes (Apéndice 3E). Pero *C. montezumae* no se encuentra en toda la *Cañada*, solamente en el exterior en un área estrecha en los márgenes.

Mamíferos

Se registraron 42 especies de mamíferos pertenecientes a 30 géneros, 14 familias y 6 órdenes (Cuadro 7). De estos 16 son primer registro para ésta región (Figura 3). La riqueza por familia está formada por siete familias con una especie, mientras que las familias con más especies son la Vespertilionidae (12) y Muridae (7), y el resto presentan entre dos y seis especies (Apéndice 3F).

Se encontraron cuatro especies endémicas de México: el murciélago *Corynorhinus mexicanus* y los ratones *Peromyscus difficilis felipensis*, *P. melanophrys* y *P. levipes*.

Según diversas normas e instituciones de protección de especies silvestres, siete especies de mamíferos se encuentran en diferentes categorías de riesgo en el área de estudio (Figura 9a). La NOM-059-ECOL-2001 sólo considera Amenazadas a *Leptonycteris nivalis* y *Choeronycteris mexicana*, sin embargo la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) considera a cinco especies de murciélagos en tres categorías de riesgo, que son *Leptonycteris nivalis* considerado en

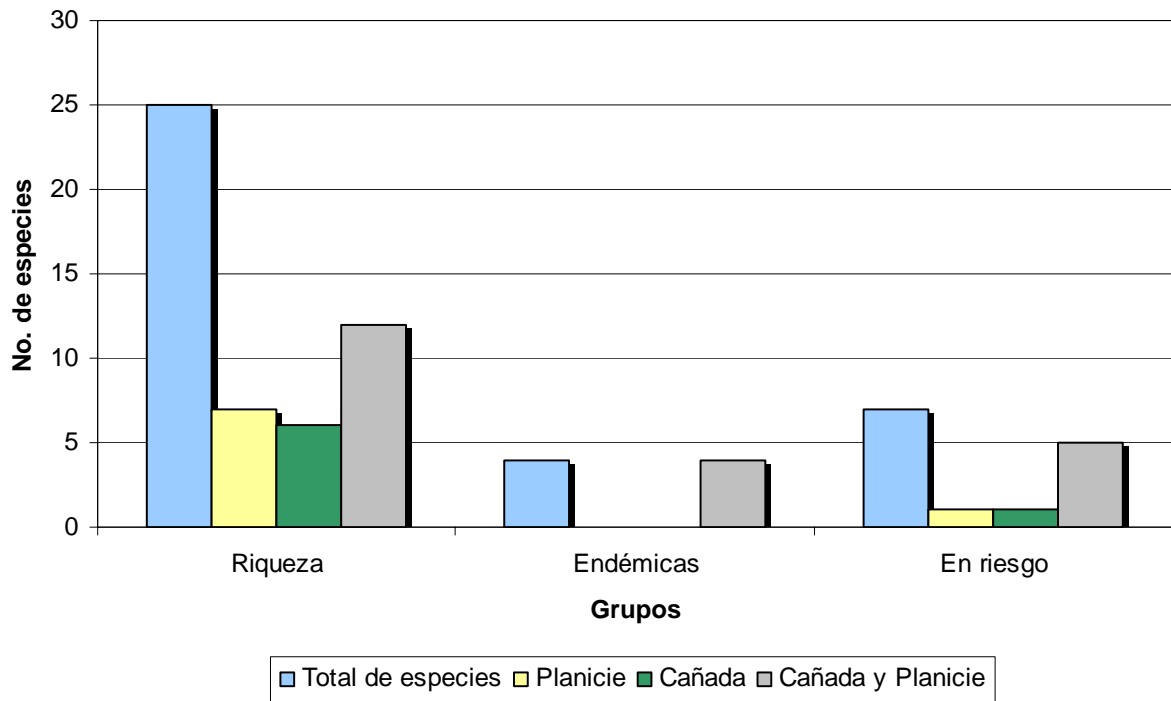


Figura 9a. Riqueza específica, especies endémicas y en riesgo de extinción de los mamíferos en diferentes ambientes en de la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Municipios de Polotitlán y Aculco, Estado de México.



Figura 9b. El zorrillo manchado *Spilogale gracilis* (Merriam, 1890), es un ejemplo de especie que se distribuye en la planicie y en la cañada.

peligro de extinción; *Myotis velifer velifer* y *Corynorhinus townsendii* enlistados como especies vulnerables, y *Choeronycteris mexicana* y *Tadarida brasiliensis* en la categoría LC, que significa en menor riesgo, casi amenazadas. Por su parte el Tratado Internacional para el Comercio de Especies Silvestres (CITES) ubica al lince *Lynx rufus escuinapae* en el apéndice dos (A2) donde se encuentran las especies amenazadas, y al zorrillo carretero *Conepatus mesoleucus* en peligro de extinción (A1).

Entre la *Cañada* y la *Planicie* aparentemente no hay diferencias en cuanto a la riqueza de mamíferos y número de especies endémicas, pues en la primera se registraron 18 especies y en la *Planicie* 19. Las especies endémicas son las mismas para ambos ambientes y el número de especies en riesgo de extinción también es igual (Figura 9a), pero la composición y abundancia variaron en el grupo de los ratones y sólo en la *Cañada* se encontró al *Lynx rufus*, mientras que sólo en la *Planicie* se registró al zorrillo *Conepatus mesoleucus*.

Entre estos dos ambientes se registraron ocho especies de ratones, pero el éxito de trampeo fue mayor en la *Cañada* (68%) que en la *Planicie* (12%). En la *Cañada* se registraron siete especies, de las cuales se encontraron a los ratones *Reithrodontomys fulvescens* y *Liomys irroratus* sólo en este ambiente. Las cinco especies restantes también se encuentran en la *Planicie*, y la rata algodonera (*Sigmodon hispidus*) sólo se encontró la *Planicie* (Apéndice 3F).

El ratón más abundante fue *Peromyscus difficilis*, en la *Cañada* su densidad fue de 70 individuos ha^{-1} y en la *Planicie* fue de 12 individuos ha^{-1} . La segunda especie de ratón más abundante (tanto en la *Cañada* como en la *Planicie*) fue *P. gratus*, que presentó 24 y 7 individuos ha^{-1} respectivamente. *P. levipes* fue menos numeroso en la *Planicie* (2 individuos ha^{-1}), que en el interior de la *Cañada* (12 ind ha^{-1}). Una situación

inversa se presentó con *P. melanophrys*, con 4 individuos ha⁻¹ en la planicie y 1 individuo ha⁻¹ en la Cañada.

Cuadro 8. Distribución de los mamíferos silvestres no voladores en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Polotitlán - Aculco, Estado de México.

Cañada	Planicie	Cañada y Planicie
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	<i>Canis latrans</i>	<i>Basariscus astutus astutus</i>
<i>Liomys irroratus</i>	<i>Conepatus mesoleucus</i>	<i>Didelphis virginiana</i>
<i>Lynx rufus escuinapae</i>	<i>Mephitis macroura</i>	<i>Peromyscus difficilis felipensis</i>
<i>Procyon lotor</i>	<i>Mustela frenata</i>	<i>Peromyscus gratus</i>
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	<i>Sigmodon hispidus</i>	<i>Peromyscus levipes</i>
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	<i>Spermophilus variegatus</i>	<i>Peromyscus melanophrys</i>
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	<i>Spilogale gracilis</i>

En los mamíferos medianos también hubo diferencias entre la *Planicie* y la *Cañada*, pues el éxito de trapeo fue de 13% y 4% respectivamente. El zorrillo manchado *Spilogale gracilis* fue el más abundante en ambos sitios, con cinco individuos capturados en la *Cañada* y en la *Planicie* cuatro (Figura 9b), aunque el mamífero mediano que se capturó mayor número de veces (6) en la *Planicie* fue el tlacuache (*Didelphis virginiana*) [Las hembras tlacuaches que se capturaron en marzo presentaron lactancia con crías (4 – 6 embriones en el marsupio, de 30 a 35 mm)]. En la *Planicie* también se capturaron dos cacomixtles (*Bassariscus astutus*) un macho y un hembra, y una ardilla macho (*Spermophilus variegatus*). Los murciélagos *Lasiurus cinereus* y *Myotis velifer* se capturaron cerca de un estanque. Se registró visualmente la comadreja (*Mustela frenata*) en varias ocasiones en la *Planicie* y se capturaron dos ejemplares. Lo mismo sucedió con el conejo *Sylvilagus floridanus*. Otros registros visuales en la *Planicie* se refieren a un coyote (*Canis latrans*) y a los zorrillos *Mephitis macroura* y *Conepatus mesoleucus* (Cuadro 8).

En la *Cañada* se registró al mapache (*Procyon lotor*) a lo largo de la rivera del río sólo por sus huellas. También es común encontrar letrinas de lince (*Lynx rufus*) en las laderas y riscos que bordean la *Cañada* del río. En otras especies se encontraron sólo restos como en el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).

Vegetación natural

Los remanentes de la vegetación, formados por encinares y matorral xerófilo, abarcan una extensión de 849 ha (12%) del área de estudio. El resto del área (88%) ha sido transformada en pastizales inducidos y vegetación secundaria, cultivos y el resto se encuentra erosionado o sin vegetación (Cuadro 9).

Cuadro 9. Tipo de vegetación y uso del suelo en la cañada del río Arroyo Zarco y la planicie de Encinillas en Polotitlán y Aculco, Estado de México.

Usos del suelo	Superficie (ha)	%
Vegetación natural (bosque de encinos y matorral xerófilo)	849	12
Pastizal inducido y vegetación secundaria	4,205	59
Cultivos	1,435	20
Suelo sin vegetación o erosionado	673	9
Área total	7,162	100

Para el análisis y delimitación de los fragmentos de vegetación se usó la ofrofoto digital, donde es posible distinguir los tipos de vegetación agrupados como aquí se muestran.

La vegetación natural se encontró representada en 93 fragmentos de diversos tamaños (Apéndice 5) con diversos grados de perturbación, pero esta vegetación está más extendida y los fragmentos son más grandes en la región sureste, donde hay

menos cultivos y menos áreas erosionadas, que en la porción centro y noroeste del río Arroyo Zarco (Figura 10).

Los encinares y el matorral xerófilo se encuentran restringidos principalmente a la cañada del río Arroyo Zarco y arroyos afluentes, con excepción de algunos fragmentos (81 al 93) que se encuentran en el sureste del área de estudio, en las laderas de los cerros Santa Rosa, El Pílon, y Loma la Cañada, además entre la cañada de Encinillas y El Panal (Figura 10).

Los fragmentos de vegetación natural se encontraron formando cuatro grupos de fragmentos interconectados. El grupo más grande, al que se llamó A, está formado por el fragmento 1 (que abarca 342 ha) y 16 fragmentos más (Figura 11). Los fragmentos 1 al 6 están en la cañada del río Arroyo Zarco desde Encinillas hasta San Nicolás de los Cerritos. Los fragmentos restantes se localizan en el arroyo Taxtó (7, 22 y 23) y al sureste del área de estudio (81, 85, 86, 88, 89, 91 al 93). En conjunto estos fragmentos ocupan una extensión de 444 ha, lo que constituye poco más de la mitad (52%) de la vegetación remanente. La distancia promedio entre estos fragmentos es relativamente pequeña (18 m) y varió de 11 a 37 m (Figura 12).

El segundo grupo de fragmentos, fue llamado B, esta formado por 13 fragmentos interconectados del número 17 al 21 en los ríos Arroyo Zarco y Blanco, que es límite con el municipio de San Juan del Río, Qro; los fragmentos 44 y 45 en el arroyo el Carrizo, los fragmentos en el arroyo la Pera (en la comunidad El Rincón) y el fragmento 80 en el Arroyo Gualulo (en San Juan del Río). Estos fragmentos ocupan una extensión de 130 ha (15%) de vegetación natural. La distancia promedio entre estos fragmentos fue de 21 m de separación entre cada fragmento y varió de 12 a 52 m. (Figura 12).

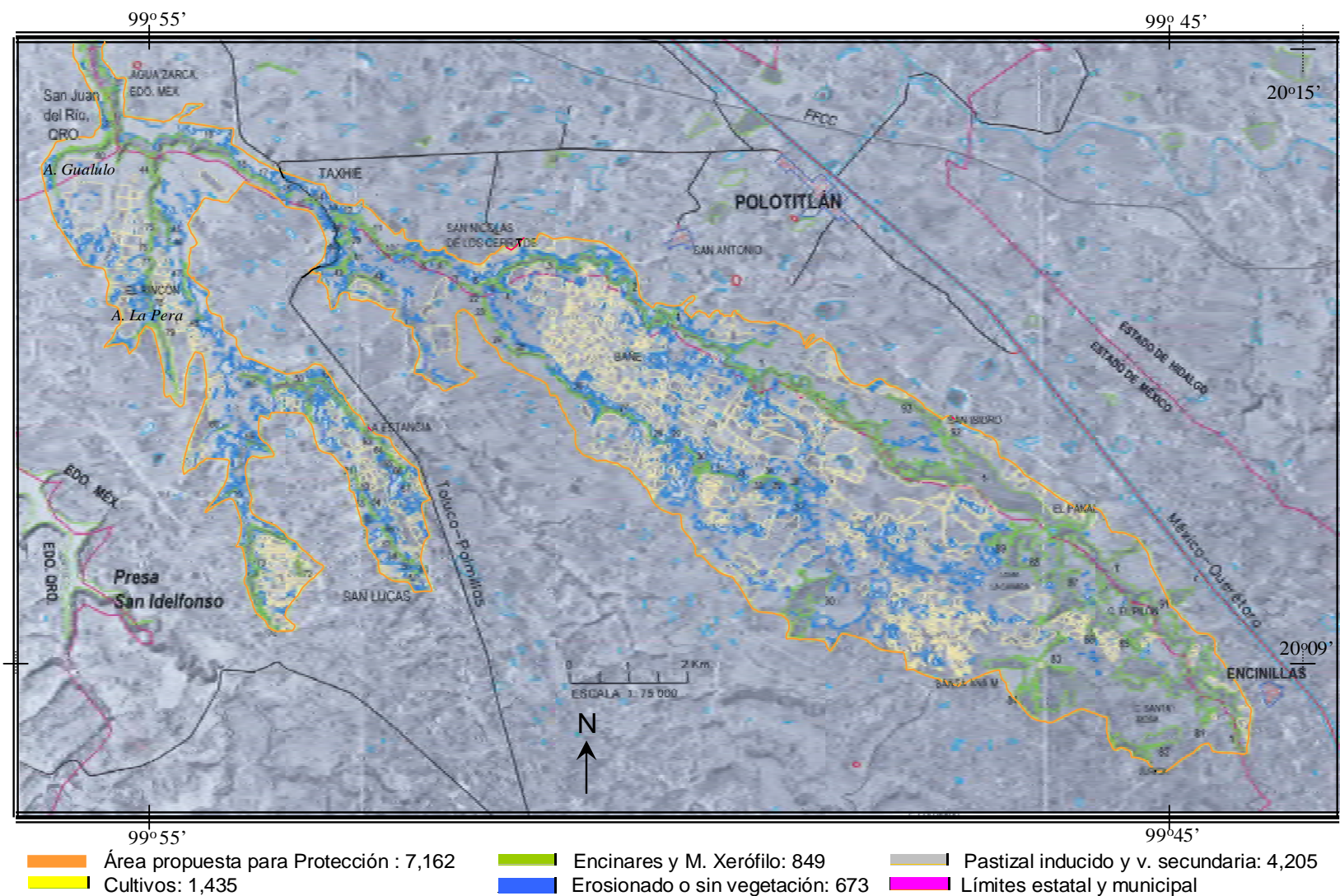


Figura 10. Tipos de vegetación en el área de estudio y área propuesta para protección en los municipios de Polotitlán y Aculco, Estado de México (Los números en el mapa indican el número de fragmento. Los números fuera del mapa indican hectáreas).

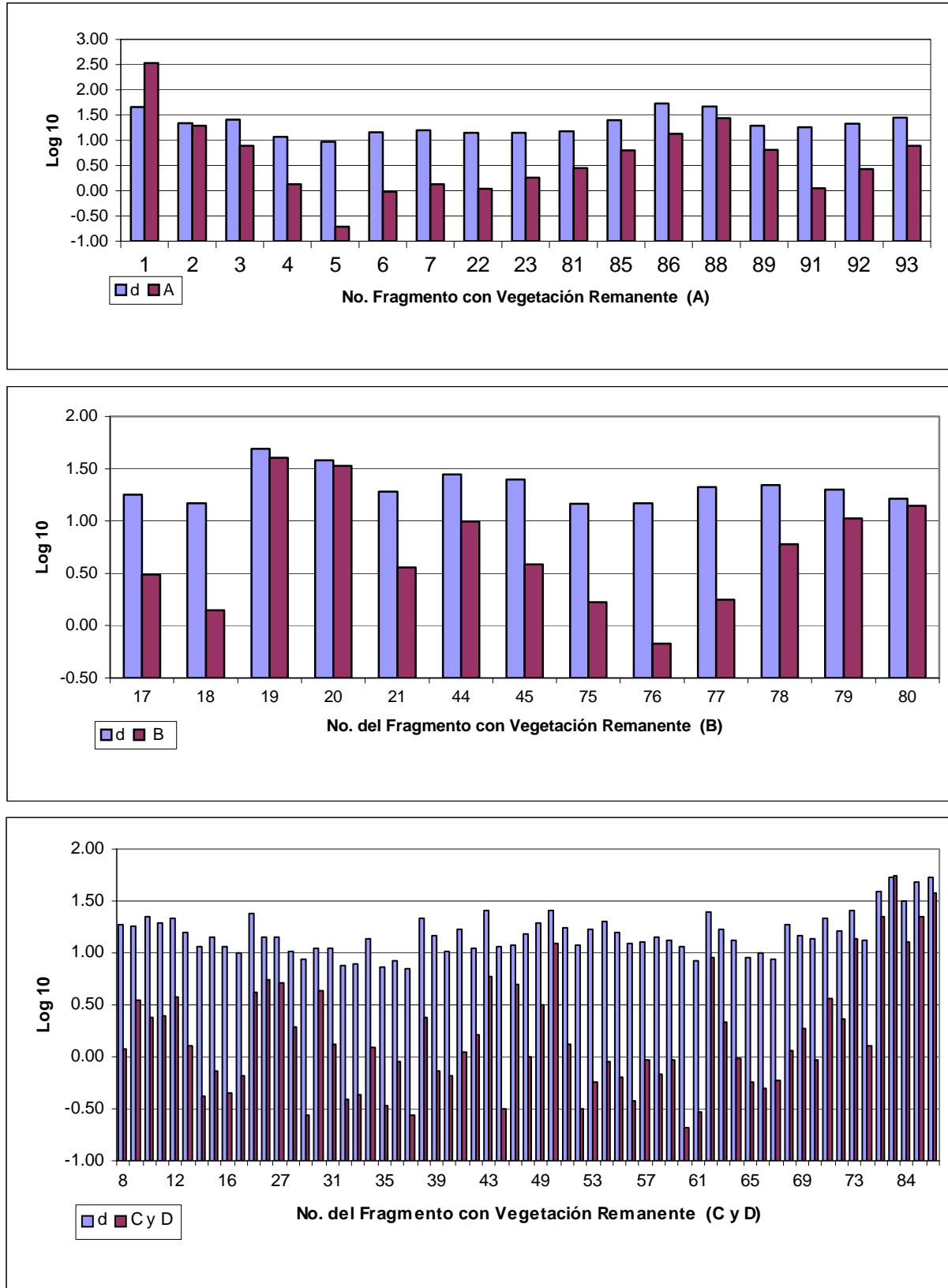


Figura. 11. Relación entre el tamaño del fragmento (rojo) en los Grupos A, B, C y D con su coeficiente fractal (“d”) (azul) de los parches de vegetación remanentes en la CRAZ y PE (Pearson $r = 0.8591$).

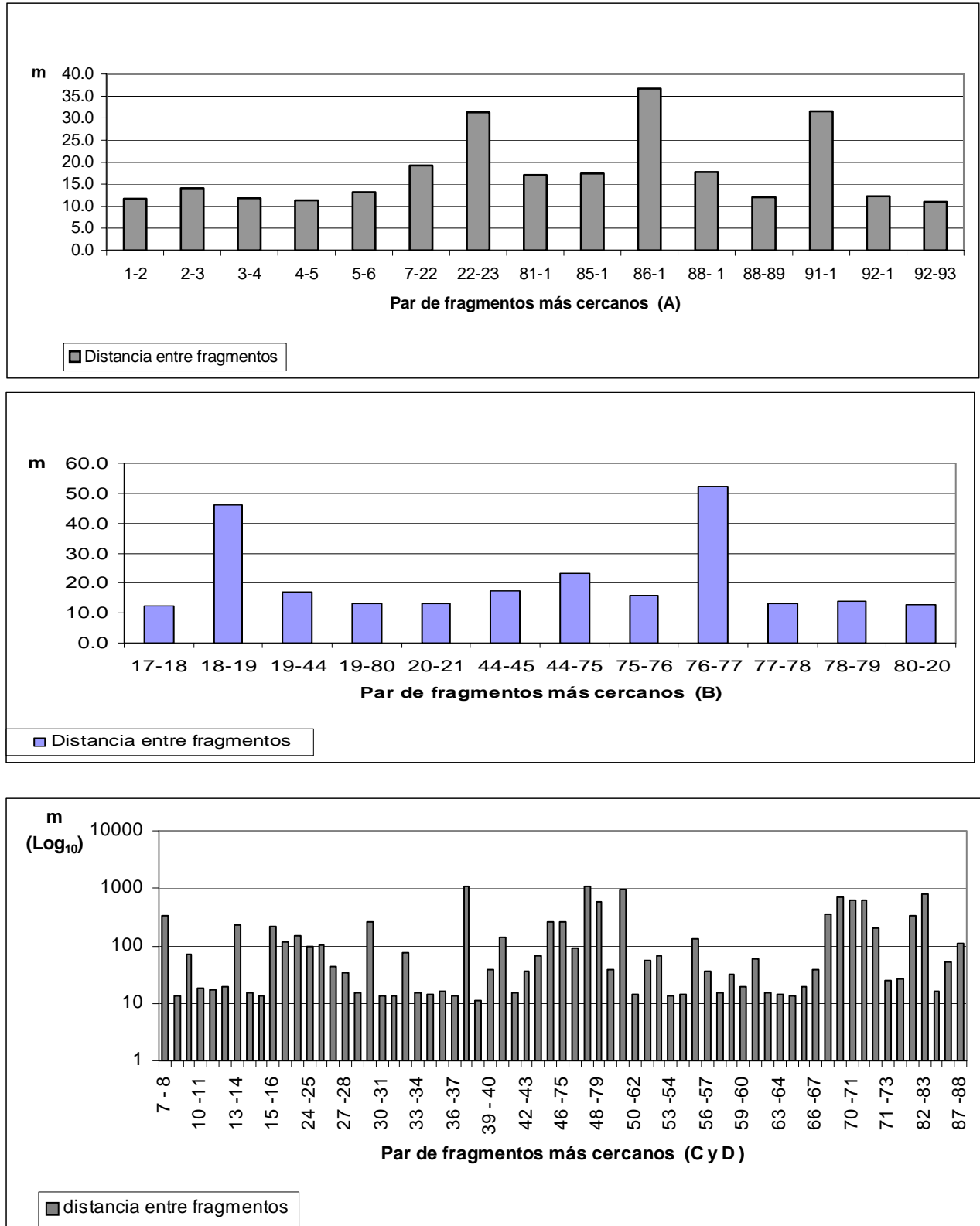


Figura 12. Distancia (m) entre pares de fragmentos más cercanos de vegetación remanente. Se observa que los grupos de fragmentos C y D la distancia es hasta dos órdenes de magnitud mayor que en A y B.

El tercer grupo (llamado C) lo integran 58 fragmentos que representan 14% de la vegetación natural (123 ha), y forman parches relativamente pequeños y aislados. Se encuentran principalmente dentro del cauce del río Arroyo Zarco (fragmentos del 8 al 16) y los restantes en los arroyos afluentes (Taxtó, Maxhidó, Verde, La Estancia y El Carrizo), la distancia promedio entre los fragmentos fue de 160 m y varió de 11 a 1,111 m (Figura 12). El último grupo (D), lo integran los fragmentos 82 al 84, 87 y 90, se encuentra en las laderas de las lomas al sureste del área de estudio, son mayores en extensión que los anteriores (Cuadro 10), con una separación media de 248 m que varió de 16 a 813 m.

Cuadro 10. Conectividad y extensión de los fragmentos de vegetación remanente desde la cañada del río Arroyo Zarco y la planicie de Encinillas en Polotitlán y Aculco, Estado de México hasta el río Blanco en San Juan del Río, Querétaro.

N= Número de fragmentos; Ex = Extensión (ha); % = porcentaje de vegetación remanente; Dm = Promedio de la distancia entre fragmentos (m); Di = Distancia mínima y máxima entre fragmentos (m); AM = Tamaño del fragmento mayor (ha); Am = Tamaño del fragmento menor (ha).

Grupos de Fragmentos de Vegetación Remanente	N	Ex	%	Dm	Di	AM	Am
<u>Grupo A:</u> en río A. Zarco, afluentes, lomas y cerros.	17	444	52	18	11- 37	342	0.2
<u>Grupo B:</u> en ríos A. Zarco, Blanco y afluentes.	13	130	15	21	12- 52	40	0.7
<u>Grupo C:</u> en río A. Zarco y arroyos afluentes.	58	123	14	160	11-1111	14	0.2
<u>Grupo D:</u> fuera de ríos arroyos en lomas al SE.	5	151	18	248	16 - 813	56	21.7

Los datos del coeficiente fractal (“d”) muestran que la forma de los fragmentos varió de 0.85 hasta 1.73 entre los 93 fragmentos de vegetación remanente (Apéndice 5). La relación del tamaño (A) con el coeficiente fractal (d) de los fragmentos fue alta ($r = 0.8591$), es decir que existe una correlación alta entre el tamaño del fragmento y la

cantidad de borde y su forma, pues los fragmentos pequeños generalmente tienen mayor proporción de borde en relación a su área (Figura 11), además generalmente tienen menor conectividad, como se observa en los grupos C y D (Cuadro 10).

Uso de flora y fauna silvestre

El uso de la flora silvestre es muy diversa, 66 % tienen algún uso; algunas plantas como los nopales (*Opuntia* spp.) tienen usos diferentes (Apéndice 3A). Los principales usos que se les dan son para ornato (45%), medicinales (32%), otras son usadas como alimento para humanos (18%) y forraje (16%). En la *Planicie* las plantas más usadas son las medicinales (37%), en segundo lugar las usadas para ornato (35%) y las usadas como forraje en tercer lugar (25%). En la *Cañada* el mayor uso que se les da a las plantas es para ornato (78%), en segundo lugar las usadas para leña (15%), pero no hay plantas que se usan específicamente como forraje.

El 59% de las especies de hongos en el área de estudio tienen alguna utilidad (Apéndice 3B); la mayoría son comestibles (16 especies, 28%), pero sólo cuatro especies (*Agaricus campestris*, *Calvatia craniiformis*, *Calvatia ciatyformis*, *Ustilago maydis*) se usan como alimento en el área de estudio; 17% son venenosos, y 16% se consideran medicinales. En la *Planicie* los hongos más abundantes son los comestibles (35%), y en la *Cañada* los hongos medicinales (24%).

La mayoría de la fauna silvestre en el área de estudio no tiene uso aparente sólo dos especies de mamíferos (*Sylvilagus floridanus*, *Dasyopus novemcinctus*) son cazados para ser consumidos como alimento ocasional.

DISCUSIÓN

Este estudio resalta el valor de las cañadas en el Noroeste del Estado de México para mantener remanentes de vegetación original de la región y un número significativo de especies endémicas de diversos grupos biológicos. Además, es un estudio pionero en esta parte del estado, ya que estudios similares con grupos específicos de plantas o animales que se han realizado en ambientes con influencia humana generalmente se ubican en regiones tropicales (Dirzo y García, 1992; Medellín y Equihua, 1998; Trejo y Dirzo, 2000; Daily et al., 2003). Los datos recabados permiten profundizar en el conocimiento de la diversidad biológica de la región (Figura 3).

Conocimiento de la Diversidad Biológica de la Región

Un resultado fundamental de este trabajo, que indica la relevancia de los inventarios biológicos sistemáticos, es que aumentó de manera significativa el número de especies registradas en esta región. Esto es por demás sorprendente si se considera que se encuentra muy cerca de instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Autónoma del Estado de México, con tradición en inventarios y estudios de diversidad biológica.

Más del 88% de las especies registradas no se conocían para esta región del estado, y con la información que aportó este trabajo dicho conocimiento se incrementó en 187 especies más de plantas, 58 de hongos y 102 especies más de vertebrados. En grupos como hongos y anfibios prácticamente todos son registros nuevos. En otros grupos, como mamíferos y aves, el número de especies registradas por primera vez no es tan alto, lo que es esperable dada su conspicuidad (Figura 3).

Es sabido que el matorral xerófilo y los pastizales mantienen el segundo lugar en riqueza específica y endemismos para México (Rzedowski, 1981, 1991b, 1993), lo que concuerda con el alto número de endemismos de plantas encontrado en el área de estudio (Figura 4a). Nixon (1993) estima que en los bosques de encino se encuentran entre 40 y 55% de las especies de hongos conocidos para el país. En el área de estudio cerca de 12% de la superficie está ocupada por encinares y matorral xerófilo; entonces se puede entender que parte de la riqueza fungística registrada en este estudio (Figura 5a) esté asociada con la presencia de la vegetación remanente, lo que resalta la importancia de conservar la vegetación original.

El alto número de registros de anfibios endémicos (63%) y de reptiles endémicos (67%) (Figuras 6a y 7a), podría explicarse por la formación del Eje Neovolcánico, que originó un aislamiento y radiación adaptativa en ciertos grupos de vertebrados, lo que produjo gran número de endemismos (Flores-Villela, 1993a). Sin embargo, en el área de estudio los porcentajes especies endémicas de reptiles y anfibios y de especies en riesgo de extinción son superiores al promedio del país (60%) (Santos Barrera et al., 2004).

En cuanto a la riqueza específica de las aves, de acuerdo con Escalante *et al.* (1993) se esperaría aproximadamente un 40% más de especies en la región de estudio, aunque el porcentaje de especies endémicas esperadas (5%), coincide con el encontrado. Es muy probable que estas discrepancias se deban a que algunas poblaciones sean muy pequeñas debido a la fragmentación y a las actividades antropogénicas (Freemark y Merriam, 1986), pues los vertebrados de mayor tamaño (aves y mamíferos) requieren de más espacio y son más susceptibles a la fragmentación del hábitat, en comparación con los pequeños, que pueden sobrevivir en

fragmentos de menor tamaño (Saunders, *et al.*, 1991; Meffe y Carrol, 1997; Daily *et al.*, 2004; Ceballos *et al.*, 2005).

En los mamíferos la mayoría de las especies endémicas se encontraron en el grupo de los ratones (3), debido a la gran diversidad que presenta el grupo y a su reducida vagilidad (Fa y Morales, 1989; Ceballos *et al.*, 2002b). Al comparar la riqueza de las especies de mamíferos endémicos del estado de México que habitan en matorral xerófilo (Chávez y Ceballos, 1998), con las registradas en este estudio (10%), se advierte que son similares a las reportadas a escala estatal (9%). En el área de estudio también hay bosque de encino, pero hay menos especies que las reportadas para este tipo de vegetación (26%), lo que puede atribuirse a que la superficie ocupada por bosque de encino es menor que la ocupada por el matorral xerófilo y a las actividades antropogénicas que se desarrollan en la región.

A pesar de la larga historia de actividades agropecuarias que han producido una severa fragmentación, la diversidad biológica encontrada fue relativamente elevada; con lo que se rechaza la hipótesis 1 en la que se esperaba encontrar una baja diversidad biológica.

Valor de los remanentes de vegetación en paisajes dominados por actividades humanas

Tradicionalmente se ha considerado que para conservar la biodiversidad se deben concentrar los esfuerzos en proteger las regiones prioritarias, las especies prioritarias endémicas y en algún nivel de riesgo de extinción, empleando métodos que maximicen el número de especies representadas en el menor número de áreas protegidas (Pressey *et al.*, 1993; Caldecott *et al.*, 1996; Ceballos *et al.*, 2002a). Sin embargo, existe

otro paradigma que sostiene que no sólo es importante proteger la diversidad biológica en las áreas naturales protegidas, sino también en aquéllas que no presentan estas características y que tienen influencia humana (Sarukán *et al.*, 1996; Daily *et al.*, 2003), pero que pueden mantener niveles medianos o altos de diversidad biológica y contribuyen significativamente a mantener los servicios ambientales (Ehrlich y Ceballos, 1997; Daily *et al.*, 2001). El área de estudio es un claro ejemplo de esto, ya que mantiene un número elevado de especies, endémicas y en diferentes categorías de riesgo. Por ello es importante proteger la *Cañada* definiendo las reglas de manejo que permitan el desarrollo tanto de las actividades humanas como el mantenimiento de las especies nativas y los servicios ambientales de la zona, como han propuesto diversos autores (Sarukán *et al.*, 1996; Meffe y Carroll, 1997; Sudinng *et al.*, 2004).

Proteger y conservar la integridad estructural y funcional de la *Cañada* es relevante, porque en ella se infiltra una parte inapreciable del agua a los mantos acuíferos de la subcuenca del Río San Juan. El 37% del escurrimiento superficial del agua de lluvia se produce en la parte sur de la subcuenca, que corresponde al municipio de Polotitlán (CNA, 1998) y actualmente se calcula que hay un déficit de 20 Mm³ (Apéndice 1E), mientras que la población de esta región crece a una tasa de 2.1% anual (INEGI, 2001). Por ello de no realizarse acciones para proteger estos acuíferos es muy probable que se presenten problema de abasto que pueden desestabilizar la producción rural e industrial, afectando la economía y el bienestar no sólo de Polotitlán y Aculco, sino de toda la subcuenca del río San Juan (Apéndice 1C), con repercusiones económicas y sociales para las poblaciones dentro y fuera de la cuenca (Figura 1).

Se ha explicado que las interacciones entre plantas y animales mantienen la diversidad biológica y los servicios ambientales; la eliminación de una población pone

en riesgo el desarrollo de algunas de estas interacciones (Ehrlich y Mooney. 1983), y se ha propuesto que al menos 25% de todas las especies de vertebrados están en riesgo de extinción (Ehrlich y Ceballos, 1997; Ceballos y Márquez, 2000). En el área de estudio el 21% de los vertebrados registrados están en diferentes niveles de riesgo (Apéndice 4b). Hughes *et al.* (1997) propusieron que millones de poblaciones de diferentes especies han desaparecido como resultado de la actividad humana. Incluso, aunque muchas especies no han llegado a extinguirse, su extinción local supone un impacto negativo en los ecosistemas a escala local o regional (Ehrlich y Mooney. 1983).

A pesar de la alteración o destrucción del habitat y la contaminación de los cuerpos de agua en donde los anfibios desarrollan parte de su ciclo de vida (Diamond, 1984; Wilson, 1985; Mares, 1986; Flores Villela, 1993a; Ehrlich y Ceballos, 1997), en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas todavía es posible encontrar anfibios (*Ambystoma tigrinum* y *Rana montezumae*), lo que confirma que ciertas especies que tienen ámbitos hogareños pequeños pueden permanecer en “parches” de habitat donde las condiciones ambientales todavía son favorables, o viven en fragmentos donde pueden completar su ciclo de vida y persistir indefinidamente a menos que haya cambios mayores en el ambiente, pues sus requerimientos generalmente son modestos (Meffe y Carroll, 1998, Ceballos *et al.*, 2005).

En análisis del tamaño de los fragmentos, su conectividad y su proporción de borde, se ha mostrado que entre más grandes sean estos, y mayor conectividad presenten son menores los efectos negativos de la fragmentación, especialmente en zonas áridas entre montañas o cerros. Esto permite mantener diferentes poblaciones de plantas y animales, que de otra forma no existirían, reduciendo así la probabilidad de una extinción local (Saunders *et al.*, 1991; Meffe y Carroll, 1997; Rosenberg *et al.*, 1997,

Daily *et al.*, 2004). Esto se observó en el área de estudio, pues en el sureste (Encinillas y El Panal) las comunidades de bosque de encinos con elementos de matorral xerófilo se encuentran mejor conservadas (Apéndice 1G), pues el tamaño y la conectividad entre los fragmentos con vegetación natural remanente es mayor que en el noroeste, donde uno de los mayores problemas es la erosión y la densidad de áreas de cultivo (Figura 10). Así que los fragmentos mejor conservados se encuentran en los grupos A y B en el sureste del área de estudio, donde se registraron 59 especies de plantas y 20 de hongos que crecen exclusivamente en la *Cañada* (Cuadros 4 y 6), además de 24 especies de vertebrados endémicos y 21 en riesgo de extinción que se distribuyen también en la *Planicie* (Apéndice 4B).

De no protegerse la cañada del río Arroyo Zarco y la planicie de Encinillas las próximas áreas que muy probablemente pierdan su vegetación y se erosionen serán los fragmentos de los grupos C y D (Cuadro 10), lo que implicaría perder el 32% (274 ha) de bosques de encino en los siguientes años. Este problema se ha descrito para otras regiones del país y se ha calculado una tasa de pérdida de la vegetación de 1.4% anual para regiones muy fragmentadas en el periodo de 1973 a 1989 (Trejo y Dirzo, 2000). Si se pierde la vegetación remanente de los grupos C y D, podrían eliminarse poblaciones de 41 especies de vertebrados endémicos o que se encuentran en riesgo de extinción (Apéndice 4B); ya que muchos animales no podrían desplazarse a otros fragmentos y los que si lo hicieran, podrían enfrentar el fenómeno conocido como efecto de hacinamiento, descrito en diferentes reservas naturales fragmentadas (Lovejoy *et al.*, 1986; Bierregaard *et al.*, 1992); además, como consecuencia puede incrementarse la endogamia en algunas poblaciones (Eguiarte y Piñero, 1990; Hagan *et al.*, 1996; Meffe y Carroll, 1997).

Flores Villela (1993a) menciona que en los bosques de encino y el matorral xerófilo de las regiones templadas en el centro del país se encuentra el mayor número de endemismos de anfibios y reptiles y sugiere que en ellos se debe centrar la atención para la conservación de estos vertebrados. Esta recomendación es válida para la cañada del río Arroyo Zarco, pues además de presentar estos tipos de vegetación, 62% de las especies de anfibios presentes son endémicas y se consideran prioritarias para la conservación, pues todas las endémicas están en riesgo de extinción (Figura 6a), mientras que 66% de las especies de reptiles son endémicas, 50% están en diferentes categorías de riesgo y 27% son consideradas prioritarias para la conservación (Figura 7a). La situación de reptiles y anfibios es más grave que la de aves y mamíferos, ya que hay una menor proporción de especies protegidas en reservas naturales; las especies prioritarias para la conservación están en una situación aún más grave, porque apenas 29% de anfibios y 46% de los reptiles endémicos de México tienen poblaciones protegidas en reservas naturales (Santos-Barrera et al., 2004).

Las evidencias anteriores contradicen la hipótesis 2, pues es sumamente importante conservar el área de la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, incluyendo a los fragmentos de vegetación natural de los grupos C y D (Cuadro 10), pues a pesar de que las actividades humanas son dominantes, los remanentes de vegetación natural contienen una fracción importante de la diversidad biológica original, incluyendo especies que se encuentran en diferentes niveles de riesgo. Además los fragmentos C y D también podrían estar funcionando como islas que contienen especies que completan en ellos sus ciclos diarios de alimentación, o descanso nocturno, como ha sido mostrado para otros sitios (Powell y Bjork, 1995; Solórzano y

Oyama, 2002); en algunos casos se ha observado que especies con alta vagilidad, como algunos murciélagos, aves y escarabajos, pueden sobrevivir en ambientes fragmentados al desplazarse entre los fragmentos y al hacerlo cumplen funciones ecológicas de gran importancia. Los murciélagos y aves son grandes consumidores de insectos (que podrían constituirse en plagas), polinizadores eficientes y excelentes dispersores de semillas (Gardner, 1977; Swihar *et al.*, 2003); muchos escarabajos e insectos son degradadores de materia orgánica y contribuyen a la formación del suelo (Klein, 1989; Didham *et al.*, 1996).

La diversidad biológica de esta región, dominada tradicionalmente por actividades antropogénicas, no es garantía de su persistencia a largo plazo; más bien debe considerarse como una oportunidad para conocer y mantener o aumentar el valor de conservación de esta parte del Estado de México.

Comparación entre la Cañada y la Planicie

En esta investigación se confirma el valor de conservación de ambientes riparios en cañadas sugerido antes por varios investigadores (Boer y Schmidly, 1977; Borror *et al.*, 1981; Ceballos, 1985; Doyle, 1990; Didham, *et al.* 1996; Laurance and Laurance, 1999; Camacho *et al.*, 2006) y se desecha la hipótesis tres, pues en la *Cañada* se encontraron la mayoría (81%) de los remanentes de vegetación natural (Cuadro 10) y 55% de las especies de plantas que sólo crecen en este ambiente son endémicas de México, mientras que en la *Planicie*, a pesar de los cultivos y la influencia humana se encontraron algunos remanentes de matorral xerófilo con algunos encinares y pastizal inducido, donde se mantiene 38% de especies de plantas endémicas que sólo crecen en este ambiente. Aunque en la planicie se encontraron la mayoría de las especies de plantas, hongos y animales, muchas son generalistas y oportunistas, con alta capacidad

de adaptación a cualquier ambiente, comunes en ambientes perturbados por actividades antropogénicas (Rzedowski, 1981; Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Se ha propuesto que los disturbios de intensidad y frecuencia moderada crean un sistema de parches heterogéneos que produce una alta diversidad de microhabitats, con lo que se incrementa el número de especies de plantas que pueden habitarlos (Meffe y Carroll, 1997). Este fenómeno parece explicar porqué es mayor el número de especies de las clases Liliopsida y Magnoliopsida en la *Planicie*, en comparación con la *Cañada* (Cuadro 4). Lo mismo sucede con diferentes especies de hongos y animales, pues en los parches pequeños de vegetación remanente asociados a los cultivos crecen hongos (como los coprófilos que sólo crecen en la *Planicie*), además de que sirven como refugio y alimentación para muchos vertebrados. Este habitat, sin embargo, no puede sustituir al bosque de encinos de la cañada, ya que no se encuentran en la *Planicie* 16 especies de vertebrados, 20 especies de hongos y de 26 especies de plantas endémicas que crecen en la *Cañada*. Los disturbios frecuentes causan la sustitución de especies nativas por otras oportunistas y la desaparición de otras que no logran adaptarse a los cambios que se producen (Rzedowski, 1981; Meffe y Carroll, 1997). También se ha propuesto que las especies generalistas contribuyen poco al mantenimiento de las funciones originales del ecosistema (Daily et al., 2003; Crooks y Soulé, 1999), aunque algunos animales como el coyote (*Canis latrans*) pueden contribuir a regular la población de algunos depredadores pequeños, como tlacuaches (*Didelphis virginiana*), cuyas poblaciones pueden aumentar si no están presentes los grandes carnívoros (Crooks y Soulé, 1999).

En las cañadas la cubierta vegetal, la disponibilidad de agua y la diversidad de recursos alimenticios es mayor que en las planicies (Boer y Schmidly, 1977; Borror et

al., 1981; Ceballos, 1985; Doyle, 1990; Dirham *et al.* 1996) por lo que *Peromyscus difficilis*, *P. gratus*, *Liomys irroratus*, que son herbívoros, y *P. levipes* que es omnívoro (Ceballos y Galindo, 1984; Villa y Cervantes, 2003), pueden tener mayor cantidad de alimento en la *Cañada*, lo que explicaría en parte la abundancia estas especies en este ambiente.

De acuerdo con Doyle (1990) las cañadas también pueden estar funcionando como una fuente de animales que provee a las planicies, ya que en este ambiente la sobrevivencia puede ser más alta (Fretwell y Lucas, 1969), lo que puede estar sucediendo con *P. difficilis* en la *Cañada*. Por ello se ha considerado que las cañadas localizadas en planicies de las regiones áridas, pueden actuar como refugio para muchas especies, principalmente en los periodos del año cuando las condiciones ambientales son extremas, por lo que las cañadas pueden ser importantes para mantener las poblaciones de los mamíferos que se encuentran en las planicies (Boer y Schmidly, 1977; Doyle, 1990, Rosenberg *et al.*, 1997).

En la *Planicie* los recursos son escasos en los periodos de sequía, lo que podría incrementar la competencia, por ejemplo en los ratones herbívoros con herbívoros mayores como los conejos *S. floridanus*; además la presión de los mamíferos depredadores (*D. virginiana*, *C. latrans*, *M. frenata*, *S. gracilis*, *C. mesoleucus*, *M. macroura*), puede ser mayor, lo que también podría explicar porqué fuera de la *Cañada* los ratones son menos abundantes. La alteración del habitat, por la ganadería extensiva y los animales domésticos, que son más comunes en las planicies que en las cañadas también puede influir en la disminución de ratones y muchos otros vertebrados silvestres (Boer y Schmidly, 1977; Rzedowski, 1981; Ceballos y Galindo, 1985).

Impacto de las actividades humanas y vulnerabilidad de especies

La modificación y la destrucción del hábitat es uno de los mayores problemas a los que se enfrentan las especies silvestres (Rzedowski, 1981; Ceballos y Navarro, 1991; Saunders *et al.*, 1991). En el área de estudio son tres los principales problemas que están dañando los ecosistemas. La ganadería extensiva está destruyendo o dañando alrededor de 85% de las especies vegetales que no son usadas como forraje (Apéndice 3A). Se ha explicado como el pisoteo y compactación del suelo por el ganado han causado la fragmentación de la vegetación y sustitución de especies nativas por una vegetación sabanoide, simplificando los ecosistemas; además, se impide la germinación de nuevas plantas y se reduce la infiltración del agua a mantos profundos (Rzedowski, 1978; Challenger, 1998), por lo que en un suelo con muy poca cubierta vegetal o sin ella se incrementa la temperatura, lo que contribuye al proceso erosivo (Sinclair y Fryxell, 1985; Baume y Dahl, 1986; Saunders *et al.*, 1991), fenómeno que se observa en el noroeste y centro del área de estudio (Figura 10).

El segundo problema es la costumbre de hacer quemas controladas, que aparentemente están causando daños severos, porque con frecuencia el fuego se sale de control, causando mayores daños en la vegetación natural. Las quemas provocan que parte de los nutrientes del suelo se pierdan, al ser acarreada la ceniza a otras partes por el viento o por escurrimientos de agua, además de contribuir a la producción de gases de invernadero (Saunders *et al.*, 1991; Challenger, 1998; Gower, 2003). A pesar de que los incendios moderados pueden ayudar a la escarificación de ciertas semillas y a regular las poblaciones de algunos insectos (Connell, 1978, Goudie, 1990; Meffe y Carroll, 1997); se considera que, cuando su frecuencia es alta causan más daño a los ecosistemas y sus efectos son notablemente destructores (Rzedowski 1981,

SEMARNAP, 1998). Esto es evidente en el área de estudio, pues se ha observado que después de un incendio y que inician los primeros retoños, el ganado es llevado a pastar, causando mayor daño a la plantas que no fueron destruidas por el fuego.

La extracción de árboles jóvenes o partes de árboles maduros y viejos para ser usados como leña, que afecta principalmente a los encinos (*Quercus* spp.), sauces (*Salix bonplandiana*) y fresnos (*Fraxinus uhdei*), que crecen tanto en la Cañada como en la Planicie, constituye el tercer problema que provoca la disminución de la cobertura vegetal.

Estas tres actividades, además de la agricultura en lugares inadecuados, han favorecido la erosión de diferentes partes en el área de estudio, principalmente en las regiones de Bañe, San Lucas, Taxhié, El Rincón y La Estancia (Figura 10), lo cual es grave porque además de la pérdida de la productividad y la eliminación de la diversidad biológica, los servicios ambientales disminuyen.

Propuesta de conservación

Considerando los resultados de este estudio, de cómo usa la población humana el ecosistema; el impacto que ha producido en él y además de que la CNA (1998) determinó, que existe un déficit del 34% por el uso del agua que proviene del acuífero de Polotitlán (Apéndice 1E); es evidente la importancia de conservar este habitat.

Así que con la finalidad de conservar los servicios ambientales y la biodiversidad del área de estudio (Apéndice 1G), se propone la protección de 7,162 ha (Figura 10); bajo la categoría de "Santuario del Agua" indicada por la LEGEEPA (Apéndice 2B). Se sugiere además zonificar esta área, considerando a la cañada del río Arroyo Zarco, como zona núcleo, desde Encinillas hasta Taxhié (Apéndice 1H); debido a que ahí se

encontró el 60% de la vegetación remanente. En este lugar la mayoría de las especies están en alguna categoría de riesgo y hay un alto número de especies endémicas (Figuras 4a – 9a). Mientras que el área ocupada por la *Planicie* y resto de la *Cañada* se propone como zona de amortiguamiento, ya que a pesar de los asentamientos humanos presentes en esta región, también se encuentran especies endémicas consideradas en alguna categoría de riesgo propuestas por la NOM-059-ECOL-2001. Además de la declaración oficial de protección de esta región, será necesario desarrollar un programa de restauración ecológica; en donde debe participar un grupo interdisciplinario de especialistas en el área biológica, social, económica, educativa y legal (Sarukhán *et al.*, 1996; Cardona, 2005).

Los programas de restauración ecológica son una parte importante en los proyectos conservación; pues se ha explicado que la conservación de la biodiversidad no puede ser entendida sin considerar el bienestar y la experiencia de los habitantes de la región que se desea proteger (Sarukhán *et al.*, 1996).

En el área de estudio el uso de la mayoría de flora y fauna silvestre, que le dan los habitantes es muy diverso; Lo que es importante, porque el conocimiento de cómo usan los habitantes, los recursos bióticos de una región y el entendimiento de la importancia de la conservación de la biodiversidad; es una referencia fundamental en las estrategias de conservación biológica (Sarukhán *et al.*, 1996), de lo contrario los proyectos de conservación están destinados a fracasar (Cardona, 2005).

Por lo tanto para conservar la cañada del río Arroyo Zarco también será necesario realizar las siguientes actividades:

1. Desarrollar programas previos de impacto ambiental y viabilidad económica del proyecto de un santuario del agua de la cañada del río Arroyo Zarco.

2. Programas de educación ambiental, pues debe considerarse a la población humana como un elemento más del complejo biótico local, con sus manifestaciones culturales incluyendo modos de organización social.

3. Debe haber aceptación por los habitantes del área de estudio y viabilidad del programa de restauración en función de las características sociales, económicas y políticas de la población.

4. El programa de restauración debe ser congruente con el marco legal y administrativo del país, estado, municipios de Polotitlán y Aculco.

5. Realizar un inventario completo de la biodiversidad y el conocimiento de la estructura de especies, antes del deterioro en las regiones perturbadas que se deseen rehabilitar.

6. Se deben identificar los factores, que originaron el deterioro del área que se desee restaurar, para sustituir o modificar las actividades humanas que propiciaron estos factores, para evitar que continúen perturbando los lugares rehabilitados.

7. Es fundamental el diseño de un programa de monitoreo del proyecto y un sistema de seguimiento progresivo del área protegida, para conocer si las acciones emprendidas para restaurar la cañada del río Arroyo Zarco son efectivas o negativas.

8. Finalmente debe considerarse las condiciones de fragmentación, el contacto de áreas vecinas, así como zonas fuera del área protegida que pueden ser fuente de germoplasma, y estos pueden alterar los parámetros ecológicos y biológicos del área protegida.

CONCLUSIONES

Proteger la cañada del río Arroyo Zarco y la planicie de Encinillas, en el estado de México, es de importancia trascendental para los habitantes de 17 municipios compartidos entre los estados de Hidalgo, México y Querétaro, ya que contribuirá significativamente a mantener los servicios ambientales en esta región.

1. En esta área se encuentra el último reducto de vegetación natural del municipio de Polotitlán y de una parte de Aculco (849 ha), formada por bosques de encino y matorral xerófilo, los tipos de vegetación con daños más severos en el estado y con la mayor diversidad de especies de vertebrados endémicos de México (Flores y Gerez, 1988; Chávez, y Ceballos, 1998).
2. En la zona se encuentran cinco especies de plantas, cuatro de hongos y 29 especies de vertebrados en diversas categorías de riesgo (NOM-059-Ecol-2001, Ceballos y Márquez, 2000, SEMARNAP, 1995, IUCN, CITES), además de 69 especies de plantas y 24 especies de vertebrados endémicos de México (Rzedowski, 2001; B. D. Tropicó-W3. Botanical Garden Missouri; Flores Villela 1993; Ceballos y Márquez, 2000; Ceballos *et al.* 2002c).
3. De no protegerse la cañada del río Arroyo Zarco y su área de influencia (945 ha) esta biodiversidad se perdería total o parcialmente, lo que podría alterar gravemente los servicios ambientales que en ella se generan.
4. Esta cañada podría estar funcionando como un corredor biológico que comunica áreas naturales, lo que tiene un efecto positivo en el mantenimiento de las poblaciones silvestres, contribuye a la repoblación de especies dentro y fuera de la

cañada y permite mantener el flujo génico entre poblaciones, como han mostrado otros estudios en sistemas similares (Boeer y Schmidly, 1977, Ceballos, 1985; Doyle, 1990, Rosenberg, 1997). La cañada del río Arroyo Zarco puede contribuir a la conectividad entre los Humedales Jilotepec- Ixtlahuaca, en el Estado de México (Región Hidrológica Prioritaria No. 64), con la Sierra Gorda - Río Moctezuma, en el estado de Querétaro (Región Terrestre Prioritaria No. 101) (Arriaga et al., 1998, 2000).

5. El río Arroyo Zarco está considerado una región importante para la infiltración de agua a la cuenca hidrológica del Río San Juan, por lo que su conservación contribuirá a disminuir la presión por déficit hídrico de diferentes poblados del noroeste del Estado de México, Querétaro e Hidalgo (CNA, 1998).

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar Miguel, X., G. Casas Anderu, M. A. Gurrola H. , J. Ramírez- Pulido, A. Castro Campillo, U. Aguilera Reyes, O. Monroy Vilchis, E. O. Pineda Arredondo, N. Chávez C. 1997. Lista Taxonómica de los vertebrados terrestres del Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, 201 p.
- AOU, 1998. Check-list of North American birds. The species of birds of North America from the through panama including the West Indies and Hawaii Islands. By The Committee on Classification and Nomenclature of the American Ornithologist Union. Seventh edition. Washington, D. C. 829 pp.
- Aragón Axomulco, L. 2001. Etapa final de la captura y catalogación del Herbario del Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. División de Vegetación y Flora, Instituto de Ecología A. C. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto: Q017 Xalapa, Veracruz.
- Aranda, J. M. 1981. Rastros de Mamíferos silvestres de México. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Jalapa, Veracruz, México. 198 pp.
- Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala 1:4 000 000. 2ª. ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Escala de trabajo 1:1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Bandala, V. M., L. Montoya, I. H. Chapela. 1996. Wild edible mushrooms in México: A challenge and opportunity for sustainable development. Pp. 77- 90. *In*: M. E. Palm and I. H. Chapela (Eds.) *Micology in sustainable development: Expanding concepts vanishing borders*. Parkway Pub. Inc. Boone, NC, 306 pp.
- Baume, J. T., y B. E. Dahl, 1986. Communal grazing: The case of the Mexican ejido. *Journal of Soil and Water Conservation* 41 (1): 25-27.

- Bierregaard R. O., T. E. Lvejoy, V. Kapos, A. A. dos Santos and R. W. Hutchings. 1992. The biological and dynamics of tropical rain forest fragments. *BioScience*, 42: 859-866.
- Boer, W. J. and D. J. Schmidly. 1977. Terrestrial mammals of the riparian corridor in Big Bend National Park. p. 212-219. In: Importance preservation and management of riparian habitat: a Symposium. (Tucson Arizona., July 9, 1977) USDA Forest Service General Technical Report RM-43. Rocky Mountain Forest and Range Station, Fort Collins, Colorado, USA.
- Borror, D. J., D. M. DeLong and C. A. Tripehorn. 1981. An introduction to the study of insect. Saunders College Publishers, Philadelphia 827 pp.
- Brandon, G. 1999. Mushrooms of Northeast North America. Lone Pine Field Guide. Manitoba, Canada. 336 pp.
- Brandon, R. A. 1989. Natural history of axolotl and its relationships to other ambystomatid salamanders Pp.13-21. Figs 1-2. *In*: John B. Amstrom and George M. Malacinski, eds. Developmental biology of the axolot. Oxford University Press, New York.
- Bye, R. 1993. The role of humans in the diversification of plants in México. p. 707- 731. *In*: Rammamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, J. Fa (Eds). Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Oxford University Press, N. Y., 812 pp.
- Camacho, F., I. Trejo, C. Bonfil. 2006. Estructura y composición de la vegetación norteña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 78: (en prensa).
- Caldecott, J. O. , M. D. JenKins, T. H. Johnson y B. Groombridge. 1996. Priorities for conserving global species richness and endemism. *Biodiversity and Conservation* 5: 699-727.
- Cárdenas Ramos, F. A. 1997. Catálogo para la utilización, conservación y disponibilidad de *Phaseolus* en México. Campo Experimental Valle de México, Centro de Investigación Regional del Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto: P047. Texcoco, México.

- Cardona, N. 2005. Consideraciones socioeconómicas en el diseño de proyectos sustentables de restauración ecológica. Curso-Taller sobre Restauración Ecológica. Secretaría de Desarrollo Sustentable, Gobierno del Estado de Querétaro.
- Carranza Sánchez, J.; C. Silva González, E. Correa Aguilar. 2005. Estadística, superficie terrestre protegida. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Morelia, Mich. México. (www.conap.gob.mx/sig/estadistica).
- Casas Andreu, G. 1999. Sistema de información geográfica sobre la herpetofauna del Estado de México. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto: H103. México, D. F.
- Ceballos, G. 1985. The importance of riparian habitats for the conservation of endangered mammals from Mexico. Proc. First North American Riparian Conference (Tucson, Arizona). 1: 96-100.
- Ceballos, G. 2001. Especies raras, el conocimiento de la diversidad biológica y la conservación. *Biodiversitas* 6 (38): 9-13.
- Ceballos, G., y P. R. Ehrlich. 2002. Mammal population losses and the extinction crisis. *Science*, 296: 904-907.
- Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. De. Mab-Limusa. México. 300 pp.
- Ceballos, G. y D. Navarro, 1991. Diversity and Conservation of Mexican mammals. Pp. 167-198 in *Latin American Mammalogy: history, diversity and conservation* (M A. Mares y D. J. Schmidly, eds). University of Oklahoma Press, Norman, E.U.A.
- Ceballos, G. y L. Márquez Valdemar. 2000. Las Aves de México en Peligro de Extinción. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Fondo de Cultura Económica. 430 pp.
- Ceballos, G. y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y Conservación de los Mamíferos de México II. Patrones de endemividad. Pp 85-108. *In: Avances en el estudio de los*

- mamíferos de México. Medellín R. A. y G. Ceballos (eds.) ., Publicaciones Especiales vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F. 464.
- Ceballos, G., H. Gómez de Silva y M. C. Arizmendi. 2002a. Áreas Prioritarias para la conservación de aves de México. *Biodiversitas*, 41:1-7.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R.A. Medellín. 2002b. Mamíferos de México. p 377-413, en Ceballos, G. y J. A. Simeonetti (eds.). *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. CONABIO-UNAM, México, D. F. 582 pp.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, y R. A. Medellín. 2002c. The mammals of Mexico: composition, distribution, and status. *Occasional Papers*, Texas Tech University, 218:1-27.
- Ceballos G., J. Cruzado y C. Colón. 2005. Conservación de fauna en Peligro de extinción en el Bosque de Chapultepec. *Biodivesitas*, 61: 12-15.
- CEPE, 2003. Santuarios del Agua y Forestales. Sistema Hidrológico Huapango. Coordinación de Estudios y Proyectos Especiales, Secretaría de Ecología, Gobierno del Estado de México.
- CETENAL, 1974. Carta Topográfica Polotitlán F-14-C-87, Escala original 1: 50,000. (4ª. reimpresión: 1982).
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO-Instituto de Biología, UNAM-Sierra Madre. México, D. F. 847 pp.
- Chávez, C. 1993. Dinámica poblacional y uso de habitat por roedores en un matorral de palo loco (*Senecio praecox*). Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, 63 pp.
- Chávez, C. y G. Ceballos, 1998. Diversidad y estado y conservación de los mamíferos del Estado de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 3:113-134.
- Chen, J., F. Franklin and T. A. Spies. 1992. Vegetation response to edge environments in old growth Douglas fir forests. *Ecol. Appl.* 2: 387- 396.
- Chio, R. E., I. Frutis, G. Guzmán y V. M. Bandala. 1989. Hongos del Estado de México II. Especies citadas en la bibliografía: Agaricales. *Rev. Mex. Mic.* 5: 125-148.

- Chio, R. E., I. Frutis, G. Guzmán. 1988. Hongos del Estado de México I. Especies citadas en la bibliografía, 1ª. Parte Ascomycetes, Tremelales y Aphylophorales. *Rev. Mex. Mic.* 4: 97-113.
- Chio, R. E., V. M. Bandala, I. Frutis. 1990. Hongos del Estado de México III. Especies citadas en la bibliografía: Gasteromycetes. *Rev. Mex. Mic.* 6: 207-220.
- Cifuentes, J., M. Villegas R., J. L. Villarruel-Ordaz, and S. Sierra G. 1996. Diversity of Macromycetes in Pine-Oak Forest in the Neovolcanic Axis, Mexico. Pp. 112-121. *In*: M. E. Palm and I. H. Chapela (Eds.) *Micology in sustainable development: Expanding concepts vanishing borders*. Parkway Pub. Inc. Boone, NC, 306 pp.
- CITES. 2001. Annotated CITES Appendices and Reservations. UNEP-World Conservation Monitoring Center Geneva, Switzerland, 170 pp.
- CNA, 1998. Comisión de la Cuenca del Río San Juan. Comisión Nacional del Agua – SEMARNAP, México, 26 pp.
- CONESPO, 1999. Cuenca del Río San Juan, Subcuenca del Estado de México, Diagnóstico Sociodemográfico e índices de marginación. GEM Secretaría General de Gobierno, Consejo Estatal de Población, Jilotepec, Estado de México.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*, 199:1302-1310.
- Cordero, C. 1996. La industria farmacéutica en busca de nuevos elementos: Explotar la biodiversidad. *Biodiversitas*, 10: 9 – 12.
- Cronquist, A. 1988. *The evolution and classification of flowering plants*. 2a. ed. New York Botanical Garden, Bronx, N.Y., U. S. A. 555 pp.
- Crooks, K. R. and M. E. Soulé. 1999. Mesopredador release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature*, 400: 563-566.
- Daily, C. G. 2001. Ecological forecast. *Nature*, 411: 245
- Daily, C. G., S. Alexander, P. R. Ehrlich, L. Goulder, J. Lubchenco, P. A. Matson, H. A. Mooney, S. Postel, S. H. Schneider, D. Tilman y G. M. Woodwell. 1996. Ecosystems services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology*, 2: 1-16.

- Daly, G.C., G. Ceballos, J. Pacheco, G. Suzán y A. Sánchez Azofeifa. 2003. Countryside biogeography of Neotropical mammals: conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* 17: 1814-1826.
- Daly, G.C., P.R. Ehrlich y A. Sanchez Azofeifa. 2001. Countryside biogeography: use of human dominated habitats by the avifauna of southern Costa Rica. *Ecological Applications* 11:1-13.
- Delgadillo Moya, C. 1999. La colección briológica del Herbario Nacional (MEXU). Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto : J 88. México, D. F
- Delgadillo Moya, C. 2003. La colección briológica del Herbario Nacional (MEXU). Actualización 2000. Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto : U 6. México, D. F.
- Diamond, J. M. 1984. Historic extinctions: a roseta stone for understanding prehistoric extinctions. Pp. 824-862. In: Martin P.S. and R. G. Klein (eds). *Quaternary Extinctions*. University Arizona Press, Tucson.
- Didham, R. K., J. Ghazoul, N. E. Stork, and A. J. Davis . 1996. Insects in fragmented forest: A functional approach. *Trends Ecol. Evol.*,11(6): 255-260.
- Dirzo, R. 1990. La diversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos?. *Ciencias, especial 4*: 48-55.
- Dirzo, R., M. García. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast México. *Conservation Biology*, 6: 84-90.
- Dirzo, R. 1996. *Diversidad de Flora Mexicana*. CEMEX, S. A. de C.V. - Agrupación Sierra Madre, S. C, México, 191 pp.
- Dirzo, R. and P. H. Raven. 2003. Global State of biodiversity and loss. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 137-167.
- Doyle, A. T. 1990. Use of riparian and upland habitats by mammals. *Journal of Mammalogy*, 71 (1): 14-23.

- Drummond, H. 20 Junio 1981. Aculco (lado W), carretera México-Querétaro, Aculco, Edo. de México. Núm. Catalogo: 3136 *Sceloporus mucronatus* Cope.; 3366 *Thamnophis eques* (Euss). Bases de datos en la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles, Instituto de Biología, UNAM.
- Durand, L. S. Hernández, H. Benítez y C. Alvarez. 1997. Conservación *In-situ*.htm. www.conabio.gob.mx.
- Eguiarte, L. E. y D. Piñero. 1990. Genética de la conservación: leones vemos, genes no sabemos. Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM, Especial, 4: 34-47.
- Ehrlich P. R. and H. A. Mooney. 1983. Extinction, Substitution, and ecosystem services. *BioScience* 33: 248-254.
- Ehrlich, P. R., A. H. Ehrlich, J. P. Holdren. 1977. *Ecoscience. Population, Resources, Environment*. E. H. Freeman & Co. San Francisco. CH. 2, "The physical world": 11-63, CH. 6, "Land Wather, and Forest": 247-257 pp.
- Ehrlich, P. R., G. Ceballos. 1997. Población y medio ambiente: ¿que nos espera?. *Ciencia*: 48 (4): 19-30.
- Escalante Pliego, P., A. G. Navarro Sigüenza and A. Townsend Peterson. 1993. A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico. Pp. 281-307. *In*: Rammamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, J. Fa (Eds). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press, N. Y., 812 pp.
- Espinosa Garcia, F. J. y J. Sarukhán Kermez. 1997. *Manual de Malezas del Valle de México*. UNAM – FCE. 407 pp.
- Estrada Torres, A. y R. M. Aroche. 1987. Acervo entomológico en tres localidades del Municipio de Acambay, Estado de México. *Rev. Mex. Mic.* 3: 109-113.
- Fa, J. E. 1989. Conservation-motivated analysis of mammalian biogeography in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt. *National Geographic Research* 5: 296-316.
- Flores Villela, O. 1993. *Herpetofauna Mexicana*. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, nuevas especies. *Special Publications, Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh*, 17:1-73.

- Flores Villela, O. 1993a. Herpetofauna of Mexico: Distribution and Endemism. Pp. 253-280, *In*: Rammamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, J. Fa (Eds). Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Oxford University Press, N. Y., 812 pp.
- Flores Villela, O. 1998. Formación de una base de datos y elaboración de un atlas de la herpetofauna de México. Museo de Zoología "Alfonso L Herrera". Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto: A 14. México, D. F.
- Flores Villela, O y P. Gerez. 1988. Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos; Conservación Internacional. Xalapa, Ver. México. 302 pp.
- Flores Villela, O y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 20 (2): 115-144.
- Freemark, K. E. and H. G. Merriam. 1986. Importance of area and habitat heterogeneity to bird assemblages in temperate forest fragments. *Biol. Conserv.* 36:115-141.
- Fretwell, S. D., and H. L. Lucas, Jr. 1969. On territorial and other factors influencing habitat distribution in birds. I. theoretical development. *Acta Biotheoretical*, 19: 16-36
- Galicia Miranda, M. V. 1992. Listado florístico del Estado de México y regiones circundantes de los estados de Hidalgo, Querétaro y Distrito Federal) basado en las colecciones de Eizi Matuda. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias UNAM.
- García, A. y G. Ceballos. 1994. Guía de Campo de los Reptiles y Anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. – Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 184 pp.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 246 pp.
- Gardner, A. 1977. Feeding habits. p: 293-350 *In*: Baker, R. J., J. Knox Jones, Jr., D. C. Carter. *Biology of bats of the new world family Phyllostomatidae. Part II. Spec. Publ. Texas Tech. Univ.*, 364 pp.
- Gates, J. E. and L. W. Gysel. 1987. Avian nest dispersion and fledgling success in field-forest ecotones. *Ecology*, 59: 871- 883.

- Goudie, A. 1990. The human impact on the natural environment. Blackwell, 198 pp.
- Gower, S. T. 2003. Patterns and mechanisms of the forest carbon cycle. *Ann. Rev. Environ. Resour.*, 28:169-204.
- Goyenechea Mayer, I. 1999. Filogenia del género *Conopsis* Günther (Serpentes: Colubridae). Museo de Zoología "Alfonso L Herrera", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto: H127. México, D. F.
- Greenland, D., B. P. Hayden, John, J. J. Magnuson, S. V. Ollinger, R. A. Pielke y R. C. Smith. 2003. Long-term research on biosphere-atmosphere interactions. *BioScience*, 53 (1): 33-45.
- Gutiérrez Garduño, M. V. 1999. Sistematización del Herbario Nacional Forestal Biól Luciano Vela Gálvez. Herbario Nacional Forestal "Biól Luciano Vela Gálvez", Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto: P140. México, D. F.
- Guzmán, G. 1977. Identificación de los hongos comestibles, venenosos y alucinantes. Limusa, México, D. F. 452 pp.
- Guzmán, G., 1995. La diversidad de hongos en México. *Ciencias*. 39: 52- 57.
- Guzmán, U., S. Arias, P. Dávila. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México – Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 315 pp.
- Hagan, J. M. , W. M. Vander Haegen and P. S. McKinley. 1996. The early development of forest fragmentation effects on birds. *Conserv. Biol.* 10:188-202.
- Hall, R. E. 1981. The Mammals of North America. 2ª. ed. John Wiley & Sons, vol I & II, N. York, 1181pp.
- Hammond, P. M. 1995. Magnitude and distribution of biodiversity. In *Global Biodiversity Assessment*, ed. V. H. Heywood. Cambridge, GB: Cambridge Univ. Press.

- Hernández-Gallegos, O., F. Rodríguez y G. Casas-Andreu. 2003. *Sceloporus torcuatus melanoganster*. Herpetological Review, 34 (4): 385.
- Howell, S. N. G. y S. Webb, 1995. A Guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New York.
- Hughes, J. B., G. C. Daily, P. R. Ehrlich. 1997. Population diversity: Its Extent and Extinction. Science, 278: 689-692.
- CETENAL. 1973. Carta de uso de suelo, escala 1:50,000.
- INEGI. 1981. Síntesis geográfica del Estado de México. Carta Hidrológica de aguas superficiales. México.
- INEGI. 1994. Sector Agropecuario. Resultados Definitivos. Censo Agrícola, Ganadero y Ejjidal, 1991. México.
- INEGI. 2001. Tabulados Básicos Nacionales y por Entidad Federativa. Base de Datos y Tabulados de la Muestra Censal. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. México.
- INEGI. 1998. Carta de Climas 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- INEGI. 2000. Carta Geológica 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- IUCN. 1982. Directory of Neotropical protected areas CNPPA. Dublin. 436 pp.
- Johnson, R. G. and S. A. Temple, 1990. Nest predation and brood parasitism of tall-grass prairie birds. J. Wildl. Mgmt. 54: 106-111.
- Kattan, G. H., H. Alvarez-López, and M. Giraldo. 1994. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty year later. Conserv. Biol., 8: 138-146.
- Klein, B. C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. Ecology, 70:1715-1725.
- Knick, S. T. and J. T. Rotenberry. 1995. Landscape characteristics of fragmented shrubsteppe habitats and breeding passerine birds. Conserv. Biol., 9:1059-1071.
- Krebs, Ch. J. 1966. Demographic changes in fluctuating population of *Microtus californicus*. Ecol. Monog., 36: 239-273.
- Krummel, J. R., R. H. Gardner, G. Sugihara, R. V. O'Neill and P. R. Coleman. 1987. Landscape pattern in a disturbed environment. Oikos, 48: 321-324.

- Laurance, W. F. 1991. Edge effects in tropical forest fragments: Application of a model for the design of nature reserves. *Biol. Conserv.*, 57: 205-219.
- Laurance, S. G. and W. F. Laurance. 1999. Tropical wildlife corridors: use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. *Biological Conservation* 91: 231-239.
- Leck, C. F. 1979. Avian extinction in an isolated tropical wet-forest preserve, Ecuador. *Auk*, 96: 343- 352.
- León Paniagua, L. 1999. Computarización de las colecciones del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera para su incorporación a la REMIB: Fase I. Museo de Zoología "Alfonso L Herrera", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto : J 123. México, D. F.
- Leopold, A. S. 1977. Fauna Silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Ed. Pax- México, LCCSA. México, D. F.
- Linares, E., R. Bye, y B. Flores. 1999. Plantas medicinales de México usos y remedios tradicionales. Instituto de Biología, UNAM. México, D. F. 155pp
- Lira Saade, R. 1998. Inventario florístico y base de datos de la familia Cucurbitaceae en México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto: P097. México, D. F.
- Lira Saade, R. 2001. Estado actual y fitogeografía de las especies de la Familia Cucurbitaceae endémicas de México. Unidad de Biotecnología y Prototipos, Facultad de Estudios Superiores-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto: Q010. Tlalnepantla, Méx.
- List, R. 1997. Ecology of kit fox (*Vulpes macrotis*) and coyote (*Canis latrans*) and the conservation of the prairie, dog ecosystem in northern Mexico. Tesis doctoral. University of Oxford, 189 pp.
- Lorea Hernández, F. 2000. Actualización de las bases de datos del Herbario del Instituto de Ecología, A.C. (XAL). División de Vegetación y Flora, Instituto de Ecología A. C. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto: K004. Xalapa, Ver.

- Lovejoy, T. E., R. O. Bierregaard, A. B. Rylands, J. R. Malcolm C. E. Quintela, L. H. Harper, K. S. Brown, A. H. Powell, H. O. R. Schubart and M. B. Hays. 1986. Edge and other effects of Isolation on Amazon Forest fragments. Pp. 257- 285. *In*: M. E. Soulé, ed. Conservation Biology. The science of scarcity and diversity. Sinauer Press. Massachusetts.
- Marcó del Pont, R. (coord. ed.). 1997. Guía de aves Canoras y de Ornato. SEMARNAP(INE)- CONABIO. México, D. F. 177pp.
- Mares, M. A. 1986. Conservation in South America: problems, consequences y solutions. *Science*, 233: 734-739.
- Masera, O. 1996. Deforestación y degradación forestal en México. Cuadernos de Trabajo 19, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. GIRA, A. C., Pátzcuaro, México.
- Meave, J. y M. Kellman. 1994. Maintenance of forest diversity in riparian forest of tropical savannas: implications for species conservation during Pleistocene drought. *Journal of Biogeography*, 21: 121-135.
- Medellín, R. A., M. Equihua and M. A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators in Neotropical rainforest. *Conservation Biology*, 14: 1666-1675.
- Medellin, R. A. and M. Equihua. 1998. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, Mexico. *Journal of Applied Ecology*, 35: 13-23.
- Meffe, G. K. y C. R. Carroll, 1997. Principles of Conservation Biology. 2ª. ed. Sinauer, Assoc. Inc. U.S.A.
- Millips, R. 1991. Mushrooms of North America. Little Brown Company, Toronto, Canada. 319 pp.
- Mogel, P. y V. M. Toledo. 2004. Conservar produciendo: Biodiversidad, café orgánico y jardines productivos. *Biodiversitas*: 55: 1-7.
- Montañez- Arce, A. 1999. Análisis y diversidad de Macromicetos que crecen en bosques de encino del Municipio de Capa de Mota, Estado de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, 85 pp.
- Morales-M, C. 1991. Atlas del Estado de México. Franco Maass, S. Editor, Gobierno del Estado de México, Universidad Autónoma del Estado de México.

- Murguía, M; J. L. Villaseñor. 1996. Policlave para la Identificación de los Géneros de Composite presentes en México. (Gencomex). Asociación de Biólogos Amigos de la Computación – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca, J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Navarro Sigüenza, A. G. (CONABIO-E18) Atlas de las Aves de México: Fase II. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto: E18. México, D. F.
- Navarro, A. G., A. T. Peterson y A. Gordillo-Martínez. 2003. Museum working – together: The atlas of the birds of México. Pp. 207-225 In: Collar, N., C. Fisher and C. Feare (Eds.) Why museum matter: avian archives in an age of extinction. *Bulletin British Ornithologists' Club Supplement* 123 A.
- Nixon, K. C. 1993. The genus *Quercus* in México. Pp. 447- 458. *In*: Rammamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, J. Fa. *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press, N. Y., 812 pp.
- Noble, I. y R. Dirzo. 1977. Forest as Human-Dominated Ecosystems. *Science*, 277 (5325): 522-525.
- Noss, R. F. 1983. A regional landscape approach to maintain diversity. *BioScience*, 33: 700-706.
- Novelo Retana, A. 2004. Computarización de la colección de plantas acuáticas mexicanas del Herbario Nacional (MEXU). Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto : V 006. México, D. F.
- Pedraza, D.; I. Silva, J. García.1994. Algunos hongos comestibles y tóxicos del Estado de Querétaro Guía práctica de la micología queretana. Universidad Autónoma de Querétaro- SEDESOL- Instituto Nacional de Ecología. Qro, Méx. 55 pp.
- Peña Jiménez, A., L. Durand Smith, C. Álvarez Echegaray.1998. Conservación. Cap. 6 in: *La diversidad biológica de México: estudio de país*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

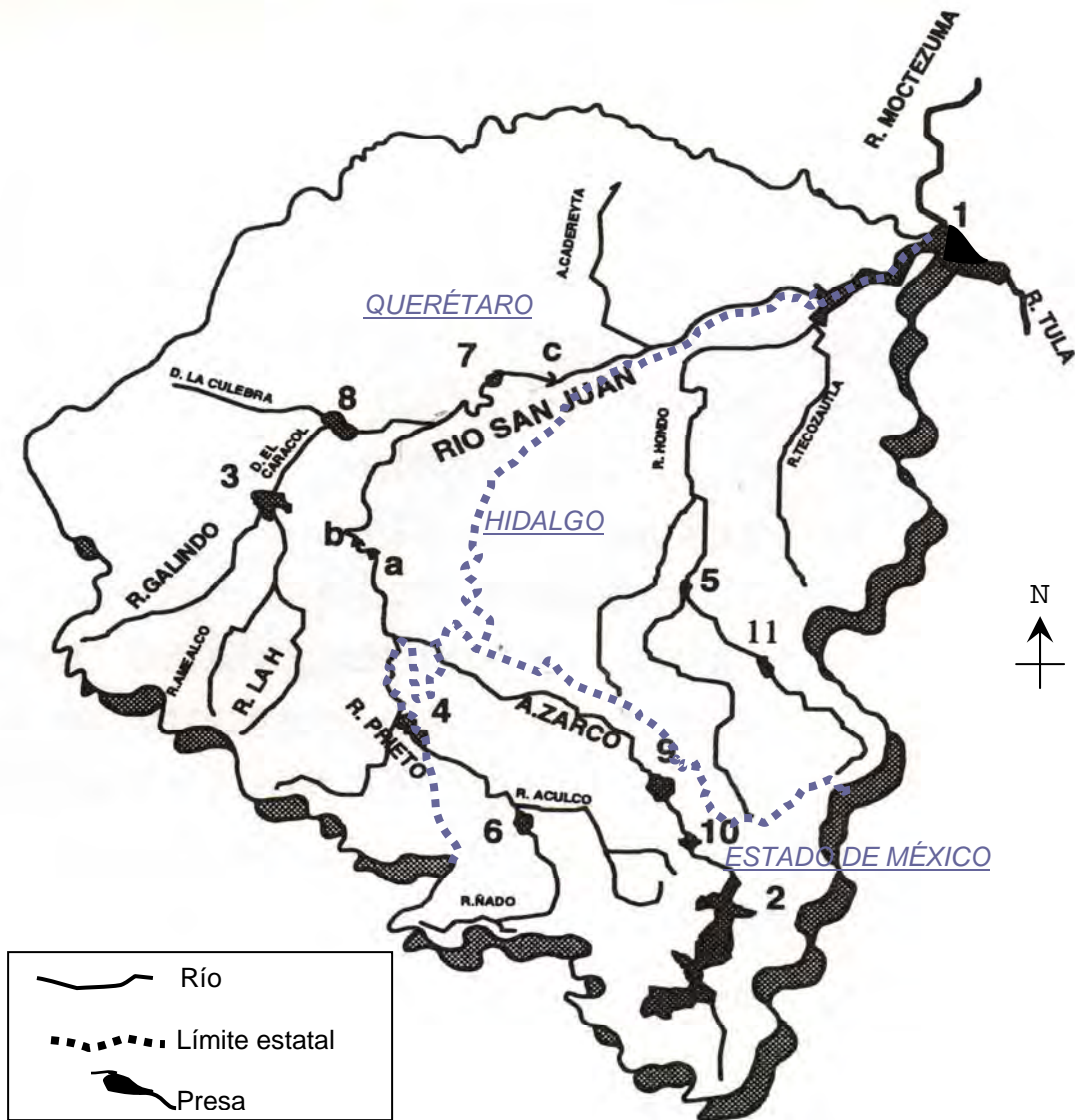
- Peterson, R.T. y E. L. Chalif .1989. Aves de México. Guía de Campo. Diana. México. D. F. 473 pp.
- Powell, V. N.G. y R. Bjork. 1995. Implications of intratropical migration reserve design: A case study using *Pharomachrus mocinno* . Conservation Biology 9: 354-362
- Pressey, R. L., C. J. Humprey, C. J. Margules, C. R. Vane-Wright y P. H. Williams. 1993. Beyond opportunism: key for principles for systematic reserve selection. Trends in Ecology and Evolution 8: 124-128..
- Ramos Elordui, J. 19 Abril 1985. cerca de Polotitlán, arroyo Zarco, Polotitlán, Edo. de México. Núm. Catalogo 5760 *Lampropeltis triangulum* Werner. Bases de datos en la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles, Instituto de Biología, UNAM.
- Reyes Torres, C. 1991. Condiciones Edafológicas. p 36-37. In: Atlas del Estado de México. Franco Maass, S. Editor. Gobierno del Estado de México - Universidad Autónoma del Estado de México.
- Riba, R. 1993. Mexican Pteridophytes: Distributions and endemism. 379- 395. In: Rammamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, J. Fa (Eds). Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Oxford University Press, N.Y., 812 pp.
- Robinson, S.K., F. R. Thompson III, T. M. Donovan, D. R. Whitehead and J. Faaborg. 1995. Regional forest fragmentation and the nesting success of migratory birds. Science, 267: 1987-1990.
- Romero Rangel, S. 1997. Estudio taxonómico del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de México. Departamento de Botánica, Facultad de Estudios Superiores- Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB- CONABIO proyecto: H323 Tlalnepantla, Méx.
- Rosenberg, D. K., B. R. Noon, and E. Charles Meslow. 1997. Biological corridors: form function and efficacy. BioScience, 47(10): 677-687.
- Rzedowski, G. C. de y Rzedowski, J. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª. ed., Instituto de Ecología, A. C.- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro (Michoacán) México, 1406 pp.
- Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, 432 pp.

- Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta botánica Mexicana* 15: 47-64.
- Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico, Ch 3: p.129-144. *In*: Rammamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, J. Fa (Eds). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press, N. Y., 812 pp.
- Santos-Barrera, G., J. Pacheco y G. Ceballos. 2004. Áreas prioritarias para la conservación de los reptiles y anfibios de México. *Biodiversitas*, 57: 1-6.
- Sarukhán, J., Soberón y J. Larson-Guerra. 1996. Biological conservation in a high beta-diversity country. *En*: di Castri, F. y T. Younes (eds.) *Biodiversity, science and development: towards a new partnership*. CAB International-IUBS. Paris, 246-263.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs, C. R. Margules. 1991. Biological Consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conserv. Biol.*, 5 (1): 18-32.
- SEMARNAP, 1998. Información estadística de incendios en áreas forestales por entidad federativa. Informe final campaña 1998. Subsecretaría de Recursos Naturales. México.
- SEMARNAT, 2002. Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, miércoles 6 de Marzo 2002: 1-80.
- Serrano, V.; F. Sánchez, R. Pelz. 1992. Plantas medicinales de Amealco, Qro. *Herbario Querétaro No. 2, Serie Científica*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Shaffer, H. B. 1984. Evolution in a paedomorphic lineage. II. Allometry and from the Mexican ambystomatid salamanders. *Evolution*, 38: 1207-1218.
- Shaffer, H. B. and M. L. McKnight. 1996. The polytypic species revisited: Genetic differentiation and molecular phylogenetics of the tiger salamander *Ambystoma tigrinum* (Amphibia: Caudata) Complex. *Evolution*, 50 (1): 417-433.
- Sinclair y Fryxell, 1985. The Sahel of Africa: Ecology of a disaster. *Canadian Journal of Zoology*, 63: 987- 994
- Solorzano, S. y K. Oyama. 2002. El quetzal, una especie en peligro de extinción. *Biodiversitas*, 45: 1- 6.

- Suzán, G. 1998. Rabia toxoplasma y parvovirus en mamíferos silvestres de dos reservas del Distrito Federal. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 69 pp.
- Suding, K. N., K. L. Gross and G. R. Houseman. 2004. Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 19 (1): 46-53.
- Swihart, R. K., T. M. Gehring, M. B. Kolozsvary. 2003. Responses of 'resistant' vertebrates to habitat loss and fragmentation: the importance of niche breadth and range boundaries. *Diversity and distributions*, 9: 1-18.
- Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica en México. *Ciencia y Desarrollo CONACYT*, 14 (81): 17-30.
- Trejo, I. y Dirzo, R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biol. Conserv.*, 94:132-142.
- Turner, I. M., K. S. Chua, J. S. Y. Ong, B. C. Soong and H. T. W. Tan. 1996. A century of plant species, loss from an isolated fragment of low land tropical rain forest. *Conserv. Biol.*, 10: 1229-1244.
- Turner, M. G. 1989. Landscape Ecology: The effect of pattern on process. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 20:171-197.
- Ulloa, M. y R. Hanlin. 1978. Atlas de Micología Básica. Ed. Concepto, S.A. México, D. F. 158pp + XVIII laminas +223 fig.
- Villa-R., B. y F. A. Cervantes. 2003. *Los Mamíferos de México*. G. Editorial Iberoamérica - Instituto de Biología, UNAM. México. 140 pp.
- Wilcove, D. S., C. H. Mc Lellan and A. P. Dobson. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. Pp. 273-256. In: M. E. Solulé (ed.), *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates Sunderland. Massachusetts.
- Wilcox, B. A., D. D. Murphy. 1985. Conservation strategy. The effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist*, 125: 879-887
- Wilson, E. O. 1985. The biological diversity in crisis. *BioScience*, 35: 700-706.

APÉNDICE 1

MAPAS

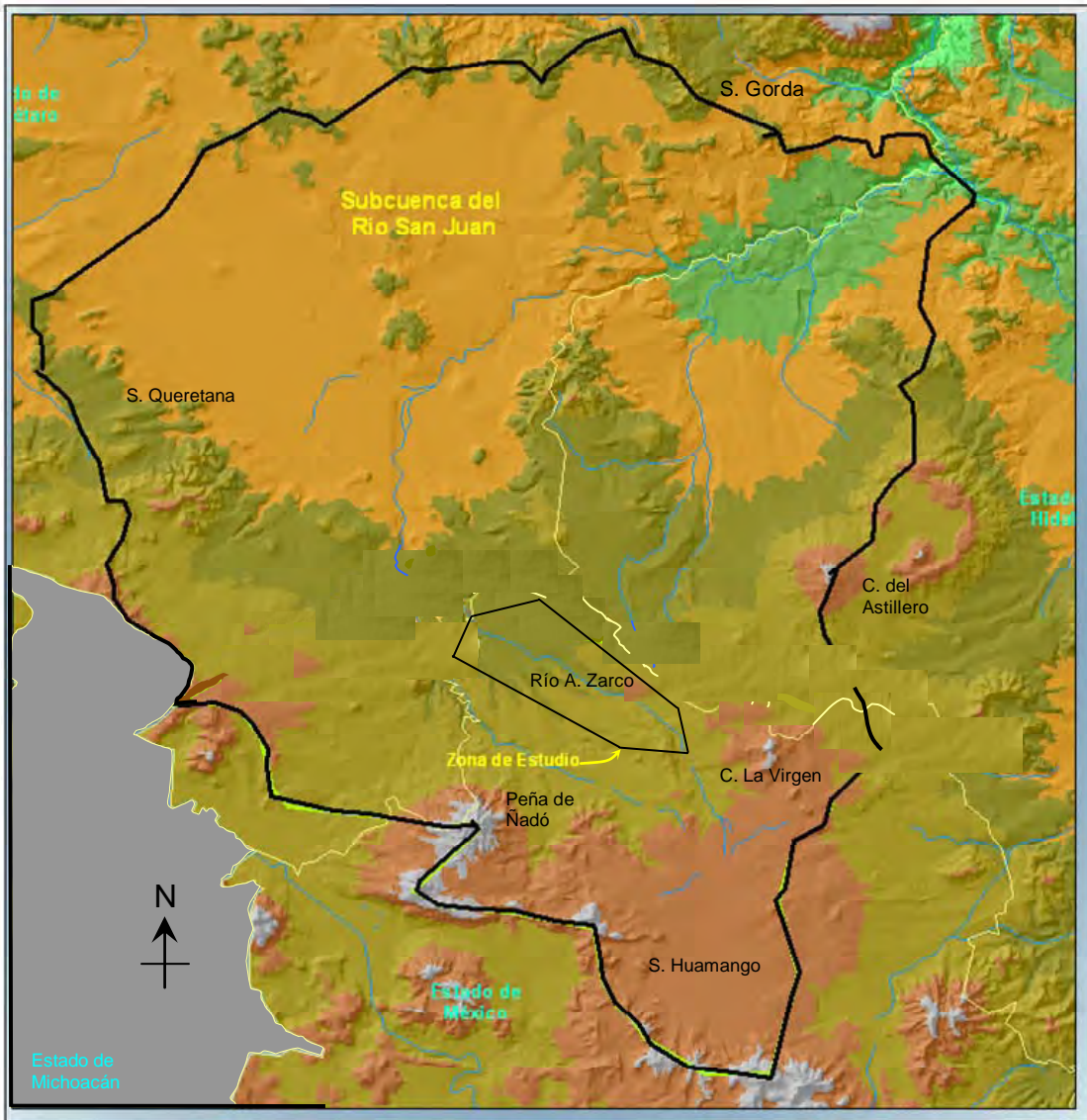


Apéndice 1A. Ubicación del río Arroyo Zarco y principales presas y ríos en la Subcuenca del Río San Juan (Tomado y modificado de: CNA, 1998).

1. Zimapán (1,390); 2. Huapango (121); 3. Constitución de 1917 (70); 4. San Ildefonso (53); 5. Madero (25); 6. Nádó (17); 7. Centenario (14); 8. La Llave (9); 9. El Molino (8); 10. San Antonio (3); 11. Nopala (9); a. Constitución de 1857; b. Lomo de Toro; c. Paso de Tablas. En el mapa las líneas continuas indican ríos; las líneas azules indican límites estatales; los números indican presas; las letras indican presas derivadoras de agua; las cantidades entre paréntesis después de cada nombre de presa indican su capacidad en millones de metros cúbicos.



Apéndice 1B. Regiones del área de estudio y su topografía. Las principales irregularidades orgénicas destacan en el SO del río Arroyo Zarco cerca de Encinillas; son cerro El Pílon, Santa Rosa, Jurica y Loma la Cañada, (Modificado de CETENAL,1974).

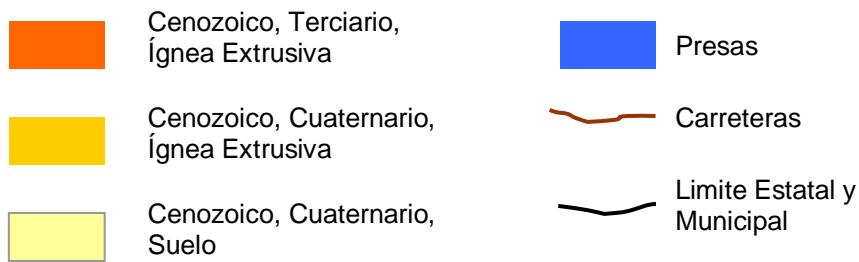
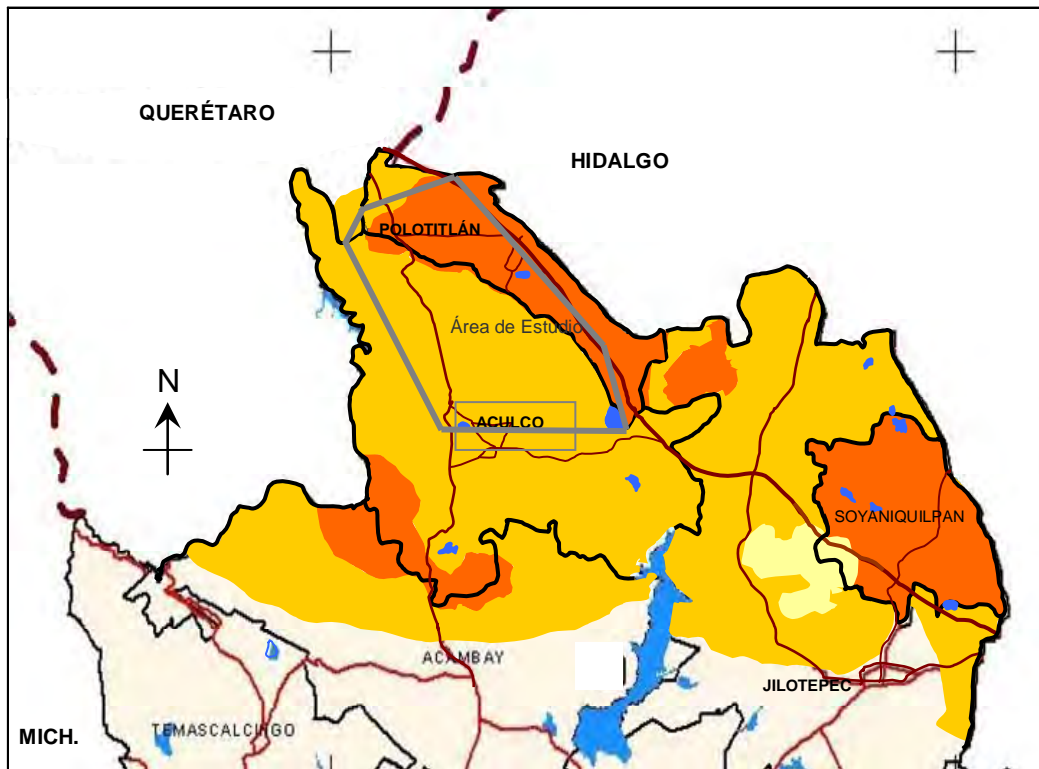


Altimetría

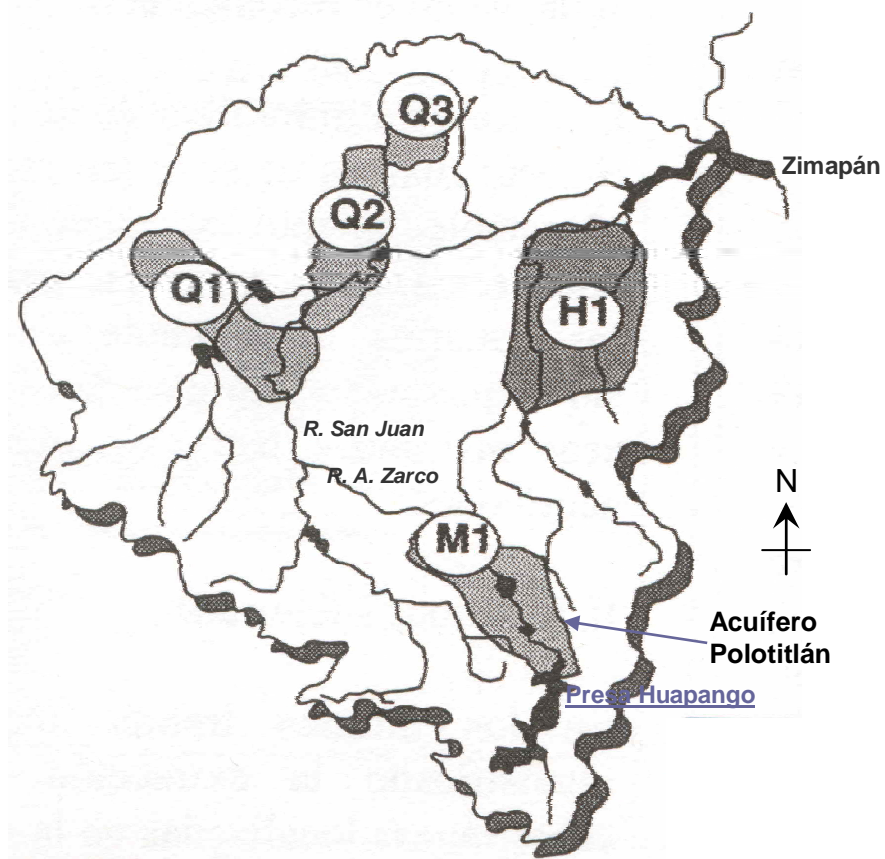
m.s.n.m



Apéndice 1C. Formaciones orogénicas que limitan la subcuenca del Río San Juan y área de estudio (modificado de INEGI, 2005).



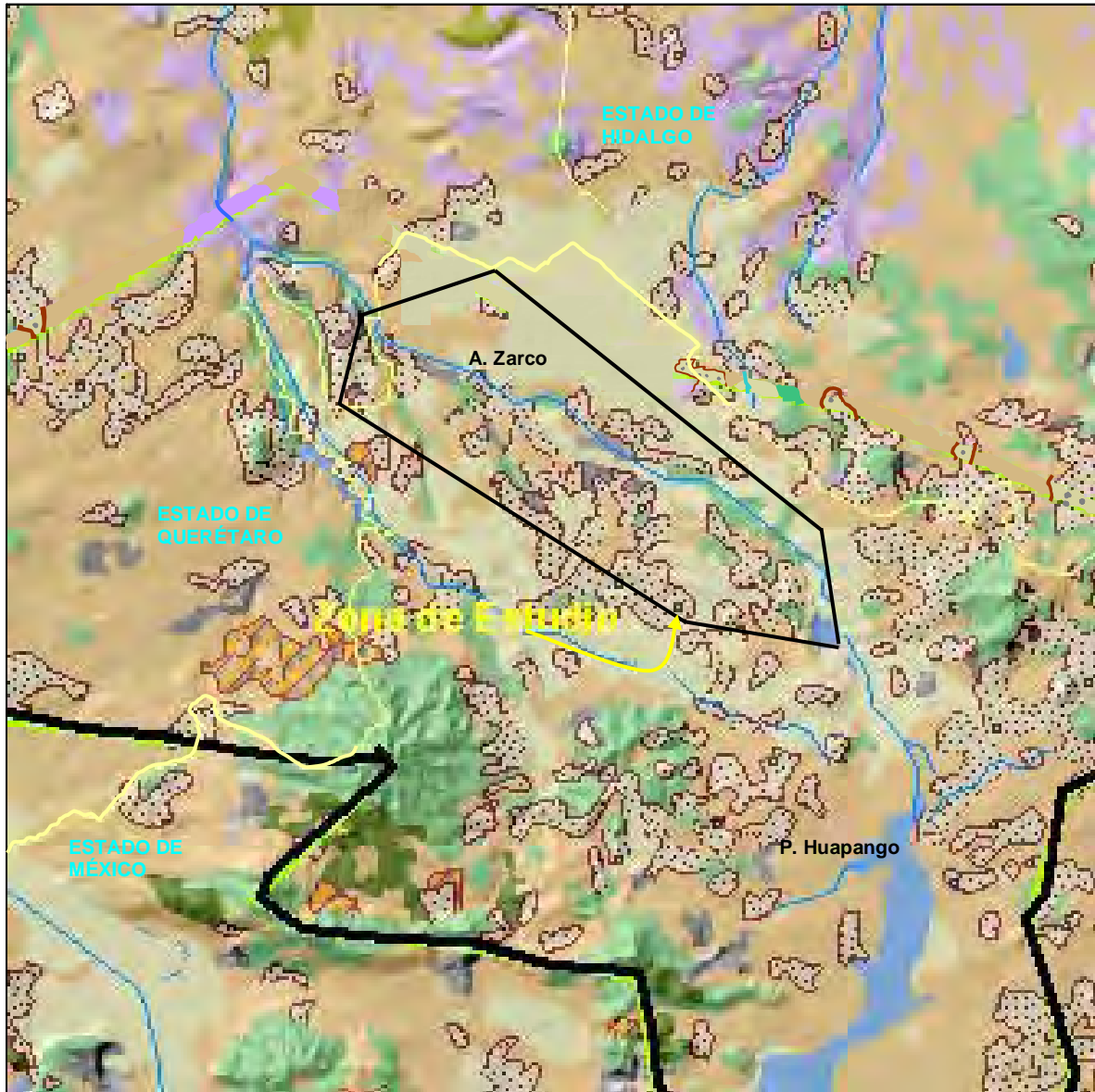
Apéndice 1D. La geología del área de estudio esta dominada por rocas del cenozoico (Modificado de INEGI,2000; Morales-M., 1991).



ESTADO	RECARGA Mm ³ /AÑO	EXTRACCIÓN Mm ³ /AÑO
México (M1)	38	58
Hidalgo (H1)	28	80
Querétaro (Q1,Q2,Q3)	324	444
SUBCUENCA	390	582

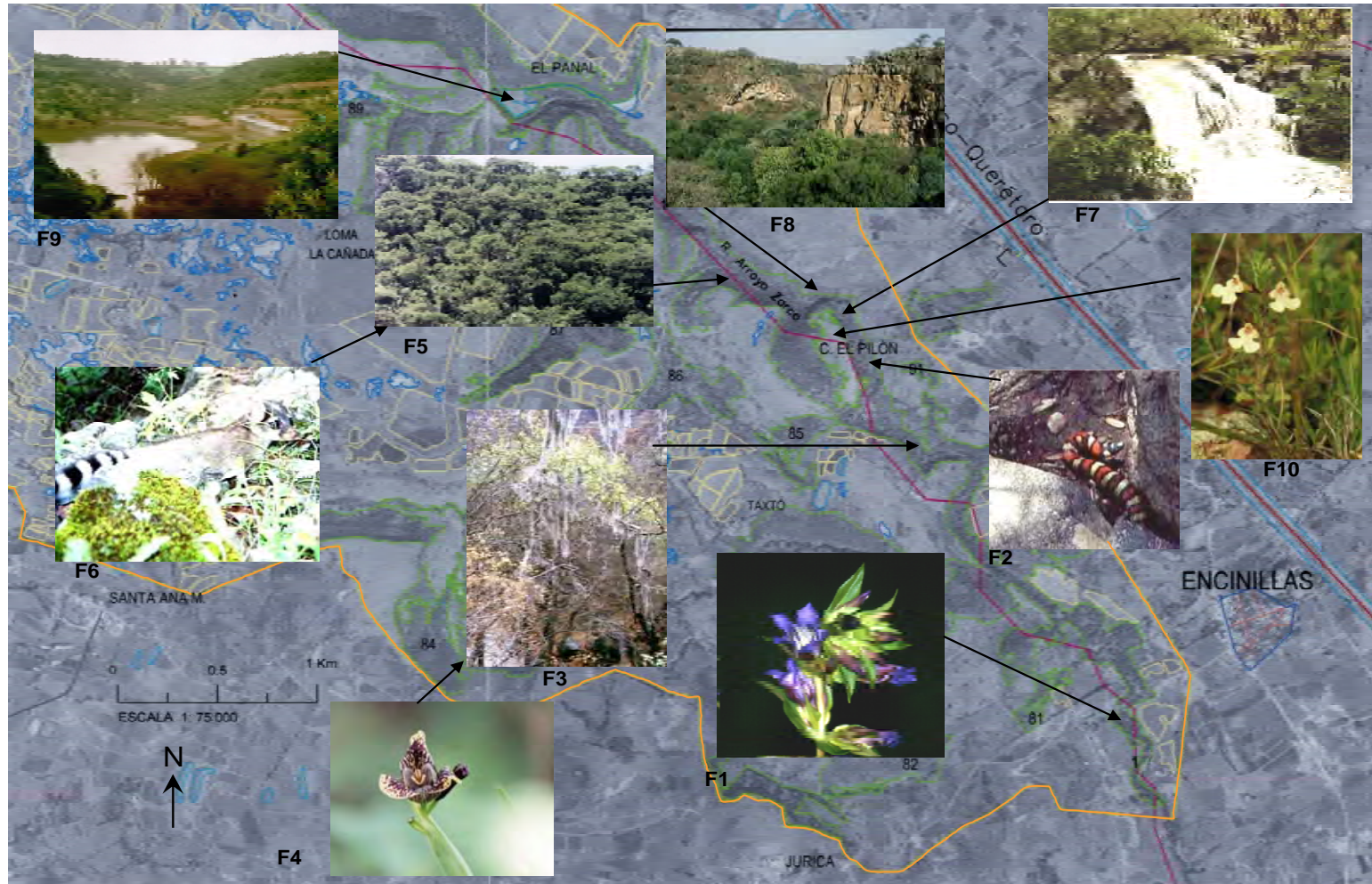
M1 Polotitlán, Méx. ; **H1** Huichapan – Tecozautla, Hgo. ; **Q1** San Juan Del Rio, Qro. ;
Q2 Tequisquiapan, Qro. ; **Q3** Cadereyta, Qro.

Apéndice 1E. Ubicación de los acuíferos profundos en la subcuenca del río San Juan volumen de recarga y extracción (CNA, 1998).

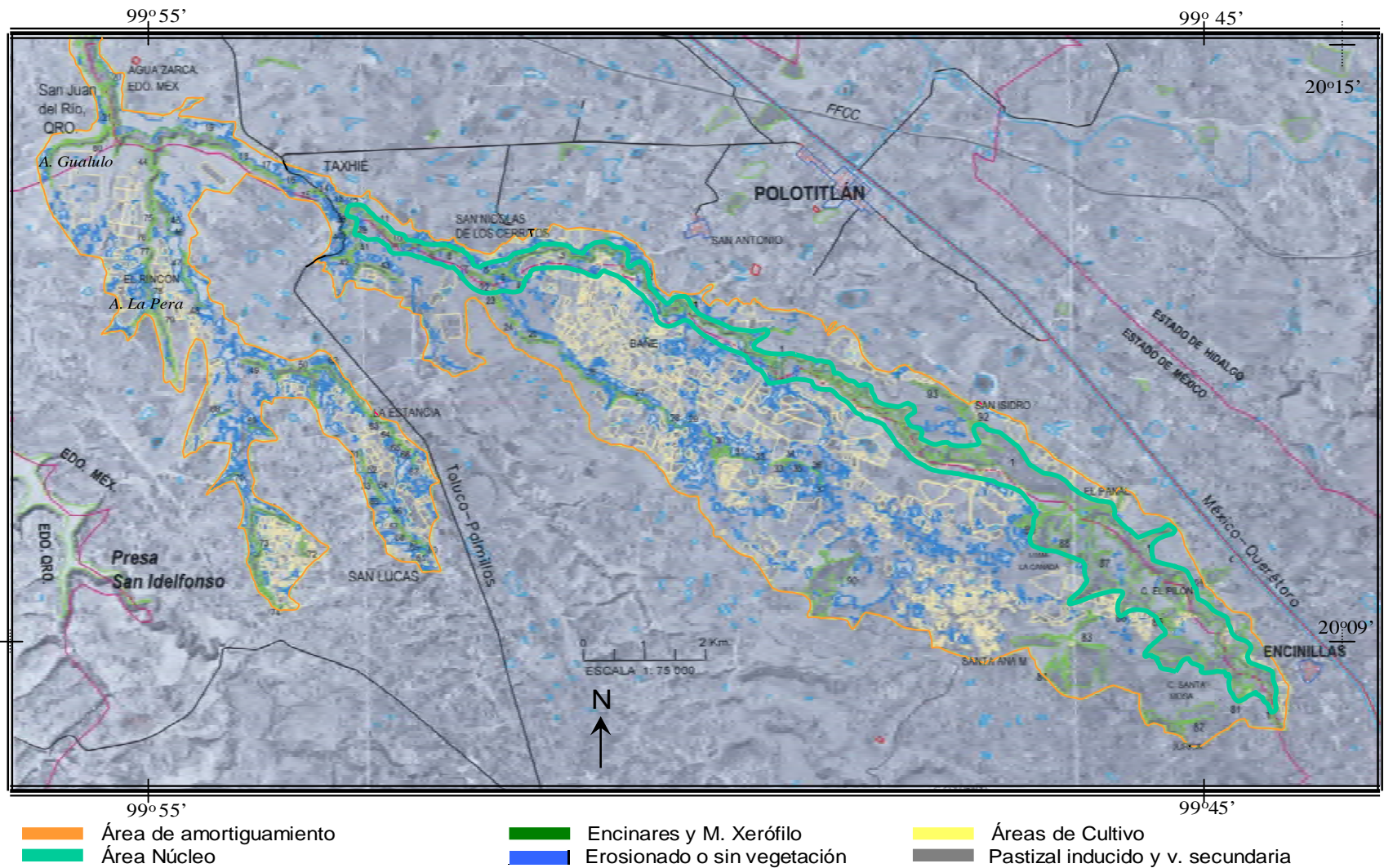


- | | |
|---|---|
|  Matorral Xerófilo |  Cuerpos de agua |
|  Agricultura de riego |  Matorral crasicaule |
|  Agricultura de temporal |  Matorral desértico microfilo con matorral subinermé |
|  Bosque de encino |  Matorral sarco-crasicaule con matorral inermé |
|  Bosque de encino-pino |  Matorral subtropical |
|  Bosque de pino |  Pastizal cultivado |
|  Límite de la Subcuenca del río San Juan |  Pastizal inducido |
| |  Límite Estatal |

Apéndice 1F. Uso de suelo y vegetación en el área de estudio (Modificado de CETENAL, 1973)



Apéndice 1G. Diversidad biológica en el sur del río Arroyo Zarco: F1: Flor de hielo (*Gentiana spathacea*) especie endémica declarada Pr; F2: Falsa coralillo (*Lampropeltis triangulum*); F3: Bosque mixto con heno (*Tillandsia usneoides*); F4: Cacomite (*Tigridia vanhouttei*) especie endémica; F5: Bosque de encino (*Quercus sp.*) F6: Cacomixtle (*Bassariscus astutus*); F7: Casacada frente al Cerro El Pilón; F8: Bosque con fresnos (*Fraxinus uhdei*), Encinos, y sauces (*Salix bonplandiana*) en el fondo de la cañada; F9: Represa "El Panal"; F10: *Salvia* sp.



Apéndice 1H. Zonificación del área propuesta para Protección y tipos de vegetación en los municipios de Polotitlán y Aculco, Estado de México .

APENDICE 2
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Apéndice 2A. Número de áreas y superficie para las categorías de manejo administradas por el SINAP.

Categoría	N° de áreas (%)	Superficie ha (%)
Reserva de la biosfera	19 (20.2)	7'667,232 (67.9)
Reserva Especial de la biosfera	13 (13.8)	638,336 (5.6)
Parque Nacional	44 (46.8)	689,056 (6.1)
Monumento Natural	3 (3.2)	13,023 (0.1)
Parque Marino Nacional	6 (6.4)	620,357 (5.6)
Área de Protección de Flora y Fauna	9 (9.6)	1'660,499 (14.7)
Total	94 (100)	11'288,503 (100)

Fuente: Durand *et al.*, 1997

Apéndice 2B Categorías de manejo, objetivos y administración de las áreas naturales protegidas en México, de acuerdo a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Categoría	Objetivos	Administración
Reserva de la Biósfera	Conservar áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservadas y restauradas, en los que habiten especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.	SINAP
Reserva Especial de la Biósfera	Conservar áreas representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente, en que habiten especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. Son de menor superficie o diversidad de especies que las Reservas de la Biósfera.	Categoría derogada
Parques Nacionales	Conservar áreas biogeográficas representativas a nivel nacional, de uno o más ecosistemas, importantes por su belleza escénica, valor científico, educativo, histórico o recreativo, por la existencia de flora y fauna de importancia nacional y por su aptitud al turismo.	SINAP
Monumentos Naturales	Conservar áreas que contengan uno o varios elementos de importancia nacional, de carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico o científico.	SINAP
Parque Marino Nacional	Proteger y preservar los ecosistemas marinos y regular el aprovechamiento sustentable de la flora y fauna acuática, en zonas marinas mexicanas, que podrán incluir la zona marítimo terrestre contigua.	Categoría incluida en Parques Nacionales
Área de Protección de Recursos Naturales	Conservar áreas destinadas a la preservación y restauración de zonas forestales y a la conservación de suelos y aguas.	SINAP
Área de Protección de Flora y Fauna	Conservar hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de especies de flora y fauna silvestre y acuáticas.	SINAP
Santuarios	Preservar y proteger zonas caracterizadas por una considerable riqueza de flora y fauna, o por la presencia de especies, subespecies o hábitat de distribución restringida (cañadas, vegas, relictos, grutas, cavernas, cenotes, caletas u otras unidades topográficas o geográficas.	SINAP
Parques y Reservas Estatales	Conservar áreas de uso público para obtener y preservar el equilibrio de los ecosistemas urbanos industriales, y proteger un ambiente sano, el esparcimiento de la población y valores artísticos, históricos y de belleza natural.	Entidades federativas y municipios
Zona de Preservación Ecológica de los Centros de Población	Conservar uno o más ecosistemas, cercanos a asentamientos urbanos, en buen estado de conservación, para preservar los elementos naturales indispensables para el equilibrio ecológico y el bienestar general.	Entidades federativas y municipios

Fuente: Diario Oficial, 13 de diciembre de 1996

APÉNDICE 3

PLANTAS, HONGOS Y VERTEBRADOS DE LA CAÑADA DEL RÍO ARROYO ZARCO Y ENCINILLAS

Apéndice 3A. Distribución y uso de las plantas en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas en Polotitlán- Aculco, Estado de México. **Simbología:** Endemismos y distribución (**Dist**): **En**, Endémica de México; **Me**, Endémica de Mesoamérica; **Na**, Norteamérica; **Nc**, Norteamérica y Centroamérica; **Sa**, Sudamérica; **Cn**, Continental; **Cs**, Cosmopolita; **c**, se colectó en el interior y laderas de la cañada; **pl**, se colectó fuera de la cañada en la planicie o cerros. **Uso:** **m**, medicinal; **h**, consumo como alimento humano; **f**, forraje; **le**, leña y forestal; **ar**, artesanal; **or**, ornato. Nivel de riesgo (**Status**): **P**: En peligro de extinción, **A**: Amenazada, **Pr**: Sujeta a protección especial (NOM-059-ECOL-2001 y Guzmán *et al.*, 2003, para cactáceas). Especies registras por (**Reg**): 1. Este estudio, 2. SSP, 1981; 3. Delgadillo, 2003; 4. Gutiérrez, 1999; 5. Aragón, 2001; 6. Cárdenas, 1997; 7. Lira, 1998; 8. Lorea, 2000; 9. Lira, 2001; 10. Romero, 1997; 11. Novelo, 2004. 12. Delgadillo, 1999. Especies registradas fuera del área de estudio en los municipios vecinos de Aculco* y Jilotepec⁺, Estado de México. Agradezco la colaboración de Susana Valencia², Ramiro Cruz³, Manuel Bonilla⁴, Ernesto Velázquez⁵, Martha Martínez⁶, de la Facultad de Ciencias, UNAM; de José Luis Villaseñor¹, Jerónimo Reyes⁷ y Abizai García⁸ del Instituto de Biología, UNAM en la determinación de las especies señaladas con el superíndice correspondiente.

<i>Nombre Científico</i>	Nombre común	Dist, Uso, Status	Reg
REINO: PLANTAE	PLANTAS		
CLASE: HEPATICOPSIDA			
ORDEN: MARCHANTIALES			
Familia: Ricciaceae			
<i>Riccia fluitans</i> L.	Hepática	C	3
Familia: Marchantiaceae			
<i>Marchantia</i> sp. ³	Hepática	C	1
CLASE: BRYOPSIDA			
ORDEN: BRYALES			
Familia: Bartramiaceae			
<i>Anacolia intertexta</i> (Schimp.) Jaeg.	Musgo	PI	12*
ORDEN: LEUCODONTALES			
Familia: Hedwigiaceae			
<i>Braunia secunda</i> (Hook.) B.S.G.	Musgo	PI	12*
ORDEN: POLYTRICHALES			
Familia: Polytrichaceae			
<i>Pogonatum bescherellei</i> Hampe in Besch.	Musgo	PI	12*

CLASE: POLYPODIOPSIDA**ORDEN: FILICALES****Familia: Polypodiaceae**

<i>Pleopeltis polylepis</i> Moore	Lengua de ciervo	En, c, m	1
<i>Polypodium polypodioides</i> ⁵	Helecho	C	1

Familia: Woodsiaceae

<i>Cystopteris</i> sp. ³	Helecho	C	1
<i>Woodsia mollis</i> (Kaulf.) J. Sm. ⁵	Helecho	C	1

Familia: Pteridaceae

<i>Pellaea tenifolia</i> Link ⁵	Helecho	C, pl	1, 4*
<i>Pellaea cordifolia</i> Sessé (Mociño) A. R. Smith ⁵	Helecho	C, pl	1
<i>Cheilanthes miriophylla</i> Desv. ⁵	Helecho	En, c, pl	1
<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd) Proctor ⁵	Helecho	C, pl	1
<i>Cheilanthes</i> sp. ³	Helecho	C	1

Familia: Dryopteridaceae

<i>Dryopteris rosea</i> (E. Fourn.) M. de Beitel ⁵	Helecho	En, c	1
---	---------	-------	---

ORDEN: MARSILEIDAE**Familia: Marsileaceae**

<i>Marsilea mollis</i> Robinson & Fernald	Helecho	Pl	11*
---	---------	----	-----

CLASE: LYCOPODIOPSIDA**ORDEN: SELAGINELLALES****Familia: Selaginellaceae**

<i>Selaginella pallescens</i> ⁵	Selaginela	Sa, c	1
<i>Selaginella peruviana</i> (Milde) Hieronymus	Selaginela	Cn	5*

CLASE: LILIOPSIDA**ORDEN: COMMELINALES****Familia: Commelinaceae**

<i>Commelina coelestis</i> Willd.	Hierba del pollo	Me, pl, m	1
<i>Tripogandra purpurascens</i> (Schauer) Handlos. ³	Florecita púrpura	Me, pl	1

ORDEN: CYPERALES**Familia: Cyperaceae**

<i>Cyperus</i> sp. ³	Pasto	Pl, f	1
<i>Cyperus esculetus</i> L.	Pasto	Cs, pl, f	1
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C. Gmelin) Palla	Popotillo	Cs, c, ar	1

Familia: Gramineae

<i>Aegopogon cenchroides</i> Humb. & Bondl. ex	Pasto	Sa, f	2 ⁺
<i>Agrostis schaffneri</i> Fourn	Pasto	En, f	2 ⁺
<i>Andropogon gerardi</i> Vitman	Pasto	Cs, f	2 ⁺
<i>Aristida divaricata</i> Humb. & Bondl.	Pasto	Nc, f	2 ⁺
<i>Bouteloua chondrosioides</i> (H. B. K) Benth	Pasto	Nc, f	2 ⁺
<i>Bromus porteri</i> (Coult.) Nash	Pasto	En, f	2 ⁺
<i>Chloris</i> sp.	Pasto pata de guilo	Pl, f	1
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) Beauv.	Pasto	Cs, f	2 ⁺
<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	Pasto, liendrilla	Nc, pl, f	1
<i>Muhlenbergia</i> sp. ³	Pasto	Pl, f	1
<i>Panicum bulbosum</i> H. B. K.	Pasto	Cn, f	2 ⁺
<i>Sporobolus confusus</i>	Pasto	F	2 ⁺
<i>Stipa eminens</i> Cav.	Pasto	Na, f	2 ⁺

ORDEN: TYPHALES**Familia: Typhaceae**

<i>Typha latifolia</i> L.	Tule	Cs, c, pl, ar	1
---------------------------	------	---------------	---

ORDEN: BROMELIALES**Familia: Bromeliaceae**

<i>Tillandsia erubescens</i> Schlecht	Gallito	En, c, or	1
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.)L.	Heno redondo	Cn, c, pl	1
<i>Tillandsia usneoides</i> . (L.)L. ³	Heno	Cn, c, pl, or	1
<i>Tillandsia lepidosepala</i> L.B. Smith		En, pl	8*

ORDEN: LILIALES**Familia: Alliaceae**

<i>Milla biflora</i> Cav.	Estrellita	Nc, pl, m, or	1
<i>Allium glandulosum</i> Link & Otto ³	Cebollita	Nc, pl, or	1

Familia: Amaryllidaceae

<i>Zephyranthes fosteri</i> Traub. ³	Mayo	En, pl, or	1
---	------	------------	---

Familia: Calochortaceae

<i>Calochortus barbatus</i> H. B. K. Painter ³		En, c, or	1
---	--	-----------	---

Familia: Iridaceae

<i>Tigridia vanhouttei</i> (Baker) ³	Cacomite	En, c, pl, or	1
---	----------	---------------	---

<i>Tigridia pavonia</i> (L.f.)DC.	Cacomite	Sa, c, pl, or	1
-----------------------------------	----------	---------------	---

Familia: Agavaceae

<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	Magüey	En, pl, h, f, le	1
---	--------	---------------------	---

<i>Agave filifera</i> Salm-Dyck ⁷	Amole o lechuguilla	En, c, ar	1
--	---------------------	-----------	---

<i>Polianthes geminiflora</i> (Lex) Rose ³	Cantaritos	En, pl, or	1
---	------------	------------	---

Familia: Noliaceae

<i>Dasylyrion acrotriche</i> (Schiede) Zucc.	Cucharilla	En, c, or, ar, A	1
--	------------	---------------------	---

<i>Nolina parviflora</i> H.B.K. ^{7, 8}	Palmita	En, c, ar	1
---	---------	-----------	---

CLASE: MAGNOLIOPSIDA**ORDEN: LAURALES****Familia: Lauraceae**

<i>Litsea glaucescens</i> H.B.K.	Laurel	En, c, h, P	1
----------------------------------	--------	-------------	---

ORDEN: RANUNCULALES**Familia: Ranunculaceae**

<i>Delphinium pedatisectum</i> (Hemsl.) ³	Flor azulita	En, c, or	1
--	--------------	-----------	---

ORDEN: PAPAVERALES**Familia: Papaveracea**

<i>Argemone platyceras</i> Link & Otto ³	Chicalote	En, pl	1
---	-----------	--------	---

ORDEN: UTRICALES**Familia: Urticaceae**

<i>Pilea</i> sp. ³		C	1
-------------------------------	--	---	---

ORDEN: FAGALES**Familia: Fagaceae**

<i>Quercus deserticola</i> (Trelease) ²	Encino	En, c, pl, le	1
--	--------	---------------	---

<i>Quercus mexicana</i> (Humb. & Bonpl.) ²	Encino	En, c, pl, le	1
<i>Quercus frutex</i> Trel. ²	Encino	En, pl, le	1
<i>Quercus microphylla</i> (Née) ²	Encino	En, c, pl, le	1
<i>Quercus obtusata</i> (Humb. & Bonpl.) ²	Encino	En, c, le	1
<i>Quercus crassifolia</i> (Humb. & Bonpl.)	Encino	Me, pl, le	10*
<i>Quercus crassipes</i> (Humb. & Bonpl.)	Encino	En, pl, le	10

Familia: Betulaceae

<i>Alnus</i> sp. Miller	Aile	c, le	1
-------------------------	------	-------	---

ORDEN: CARYOPHYLLALES**Familia: Nyctaginaceae**

<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Maravilla	Cs, c, pl, or	1
----------------------------	-----------	---------------	---

Familia: Cactaceae

<i>Opuntia lasiacantha</i> Pfeiff. ⁷	Nopal	En, c, pl, h, m, f	1
---	-------	-----------------------	---

<i>Opuntia robusta</i> Wendl. ⁷	Nopal bondote	En, pl, f	1
--	---------------	-----------	---

<i>Opuntia</i> spp.	Nopal	c, pl, h, m, f	1
---------------------	-------	----------------	---

<i>Opuntia streptacantha</i> Lem. ⁷	Nopal común, o cardón	En, c, pl, h, m, f	1
--	--------------------------	-----------------------	---

<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck. ⁷	Nopal	Me, c, pl, h, m, f	1
--	-------	-----------------------	---

<i>Coryphantha otonis</i> (Pfeiff.) Lem. ^{4,7}	Biznaga flor rosa	En, pl, or	1
---	-------------------	------------	---

<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw. ⁷	Biznaga	En, c	1
---	---------	-------	---

<i>Mammillaria rhodantha</i> var. <i>aureiceps</i> (Lem.) ⁴	Biznaga dorada	En, c, or, A	1
--	----------------	---------------------	---

<i>Mammillaria uncinata</i> Zucc.	Biznaga de chilitos	En, pl, h, or	1
-----------------------------------	------------------------	---------------	---

<i>Mammillaria zephyrantoides</i> Scheidw. ^{4,7}	Biznaga de flor occidental	En, c, A	1
---	-------------------------------	-----------------	---

<i>Stenocactus crispatus</i> (D.C.) A. Berger ^{4,7}	Biznaga erizo, costillas	En, pl, or	1
--	-----------------------------	------------	---

<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.)	Garambullo	En, pl, h	1
---	------------	-----------	---

<i>Peniocerous serpentinus</i> (Lang. & Rodr) ⁷	Nopalillo	En, c, or	1
--	-----------	-----------	---

Familia: Chenopodiaceae

<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Epazote	Cs, pl, h, m	1
------------------------------------	---------	--------------	---

<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.	Epazote de zorrillo	Cs, c, pl, m	1
--------------------------------------	---------------------	--------------	---

Familia: Amaranthaceae

<i>Gomphrena serrata</i> L. ³	Bolita morada	Cn, pl	1
--	---------------	--------	---

Familia: Portulacaceae

<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Cs, pl, h	1
------------------------------	-----------	-----------	---

Familia: Caryophyllaceae

<i>Silene laciniata</i> Cav. ³	Clavel de monte	Na, c, or	1
---	-----------------	-----------	---

ORDEN: POLYGONALES**Familia: Malpighiaceae**

<i>Gaudichaudia cynanchoides</i> H.B.K. ³	Enredadera	Me, c, pl	1
--	------------	-----------	---

Familia: Polygonaceae

<i>Polygonum punctatum</i> Eil.	Chilillo	Nc, pl	4
---------------------------------	----------	--------	---

<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca	Cs, pl, f	1
-------------------------	----------------	-----------	---

ORDEN: MALVALES**Familia: Malvaceae**

<i>Malva parviflora</i> L.	Malva	En, pl, m, h	1
----------------------------	-------	--------------	---

<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G. Don ³	Hierba del negro	Na, pl, m	1
--	------------------	-----------	---

<i>Fuertismalva jacens</i> (S. Wats.)	Malva silvete	En, pl, f	1
---------------------------------------	---------------	-----------	---

ORDEN: VIOLALES**Familia: Cucurbitaceae**

<i>Cucurbita pepo</i> L.	Calabaza	Cs, pl, h	1, 7*
--------------------------	----------	-----------	-------

<i>Cucurbita ficifolia</i> C. D. Bouché	Chilacayote	Sa, pl, h, f	7*
---	-------------	--------------	----

<i>Cucurbita foetidissima</i> H. B. K. ³	Calabacita loca	Na, pl	1
---	-----------------	--------	---

<i>Cyclanthera dissecta</i> (Torr. et A. Gray) Arn.		Nc, pl	7, 9
---	--	--------	------

<i>Sicyos deppei</i> G. Don. ³	Chayotillo	En, c, pl	1, 7, 9
---	------------	-----------	---------

<i>Echinopepon milleflorus</i> Naud.	Chalotillo de puerco	En, pl	1
--------------------------------------	----------------------	--------	---

Familia: Begoniaceae

<i>Begonia gracilis</i> H.B.K.	Begonia	Me, c, or	1
--------------------------------	---------	-----------	---

Familia: Loasaceae

<i>Mentzelia hispida</i> Willd. ³	Pegarropa	En, c, pl, or	1
--	-----------	---------------	---

ORDEN: SALICALES**Familia: Salicaceae**

<i>Salix bonplandiana</i> H.B.K. ³	Sauce	Nc, c, le, or	1
---	-------	---------------	---

ORDEN: CAPPARALES**Familia: Cruciferae**

<i>Brassica rapa</i> L.	Nabo	Cs, pl, h, f, or	1
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Nabo blanco	Cs, pl, f	1
<i>Eruca sativa</i> Mill.	Chipiquelite blanco	Cn, pl, f	1
<i>Lepidium schaffneri</i> Thell.	Ajonjolí verde	En, pl	1

ORDEN: ERICALES**Familia: Ericaceae**

<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.	Madroño	Nc, c, le	1
----------------------------------	---------	-----------	---

ORDEN: ROSALES**Familia: Crassulaceae**

<i>Echeveria mucronata</i> Bak. Schlecht ⁷	Magueycito	En, c	1
<i>Echeveria agavoides</i> Lemaire ⁷	Conchita	En, c, or	1
<i>Sedum moranense</i> H.B.K. ⁷	Piquitos	En, c, or	1
<i>Villadia miseria</i> (Lindl.) Clausen ⁷		En, c, or	1

Familia: Rosaceae

<i>Prunus serotina capuli</i> Cav. Mc Vaugh	Capulín	Me, c, pl, h	1
<i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sessé ex DC.	Tejocotes	Sa, c, pl, m, h	1
<i>Cotoneaster pannosa</i> Franch ³	Perilla	Cs, pl	1

ORDEN: FABALES**Familia: Leguminosae**

<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F. J. Hern ³	Huizache árbol	Na, pl, or	1
<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze ³	Huizache	Nc, c	1
<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Hér.) Benth ²	Flor cepillo rojo	Me, c, or	1
<i>Cologania broussonetii</i> (Balbis) DC. ³	Perro morado	Sa, pl, or	1
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg.	Palo dulce	Na, c, pl, le	1
<i>Mimosa aculeaticarpa</i> Ort.	Huizache uña de gato	Na, c, pl, ar	1
<i>Phaseolus coccineus</i> L. ³	Frijol colorín	Me, c	1, 6*
<i>Phaseolus leptostachyus</i> Benth ³	Frijolillo	Me, pl	6
<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) Irwin & Barneby ³	Retama	Sa, pl, or	1
<i>Brongniartia intermedia</i> Moric ³	Lupino falso	En, c	1

<i>Macoptilium gibbosifolium</i> (Ort.) A. Delgado ³	Flor zanahoria	Nc, pl	1
<i>Zornia thymifolia</i> H. B. K. ³	Raíz de víbora	Me, pl	1
<i>Dalea lutea</i> (Cav.) Willd. ³		En, c	1
<i>Dalea leporina</i> (Ait) Bullock		Nc, pl	1
<i>Lupinus campestris</i> Cham. & Schlecht. ³	Lupino	En, pl, or	1

ORDEN: MYRTALES**Familia: Lythraceae**

<i>Cuphea procumbens</i> Ort. ^{2,3}	Hierba del cáncer	En, c, m, or	1
--	-------------------	--------------	---

Familia: Onagraceae

<i>Lopezia racemosa</i> Jacq.	Perilla	Me, pl, m	1
-------------------------------	---------	-----------	---

ORDEN: SANTALES**Familia: Loranthaceae**

<i>Phoradendron schumannii</i> Trel. ³	Parásito de encino	En, pl	1
<i>Cladocolea diversifolia</i> (Benth.) Kuijt. ³	Muerdago	En, c,pl	1

ORDEN: EUPHORBIALES**Familia: Euphorbiaceae**

<i>Euphorbia hirta</i> L.	Hierba de la golondrina	Cn, c	1
<i>Euphorbia radians</i> Benth ⁶	Cuaresma	Na, pl, h	1
<i>Ricinus communis</i> L. ³	Higuerilla	Cs, pl, m	1
<i>Tragia brevispica</i> Engl. ⁶	Ortiga	Na, pl, m	1

ORDEN: RHAMNALES**Familia: Rhamnaceae**

<i>Rhamnus mucronata</i> Schlecht ³	Capulincillo	Me, c	1
--	--------------	-------	---

ORDEN: GERANIALES**Familia: Oxalidaceae**

<i>Oxalis</i> sp. ¹		Pl	1
--------------------------------	--	----	---

ORDEN: APIALES**Familia: Umbelliferae (Apiaceae)**

<i>Eryngium proteiflorum</i> Delar.	Hierba del sapo	En, pl, m	1
<i>Prionosciadium</i> sp. ³	Turros	c, pl	1

ORDEN: GENTIANALES**Familia: Gentianaceae**

Gentiana spathacea H. B. K. ³ Flor de hielo En, c, or, Pr 1

Familia: Asclepiadaceae

Asclepias linaria Cav. Talayote de perro Na, pl, m 1

Gonolobus sp. Michx ⁶ Enredadera con flor blanca pequeña c, pl 1

Familia: Loganiaceae

Buddleia cordata H.B.K. Tepozán Me, c, pl, le 1

ORDEN: SOLANALES**Familia: Solanaceae**

Solanum nigrisens Mart. &Gal. Hierba mora Cn, c, pl, m 1

Physalis sp. Tomatillo c, pl, h 1

Physalis acuminata Greenm. Tomatillo En, pl, h 8

Physalis philadelphica Lam. Jaltomate Nc, pl, h 1

Datura stramonium L. Toloache Cs, pl, m 1

Solanum rostratum Dunal Mala mujer Na, pl 1

Familia: Convolvulaceae

Ipomoea stans Cav. Espanta vaqueros En, pl, m 1

Ipomoea orizabensis (Pelletan) Led. ex Steud Manto En, pl 1

Ipomoea sp. Manto blanco C 1

Ipomoea purpurea (L.)Roth³ Tindavata enredadera Cn, pl 1

Ipomoea dumetorum Willd.³ Sa, pl 1

Evolvulus sp.¹ C 1

Evolvulus alsinoides L.³ Ojo de víbora Cs, c 1

Familia: Polemoniaceae

Loeselia mexicana Brand Espinosilla Na, c, pl, m, or 1,8

ORDEN: LAMIALES**Familia: Verbenaceae**

Verbena carolina L.³ Verbena Nc, pl, m 1

Verbena bipinnatifida Nutt.³ Violetita Nc, pl 1

Familia: Labiatae

<i>Hyptis albida</i> Kunth. ³	Laviada	En, c	1
<i>Salvia mexicana</i> L. ³	Laviada azul	En, c, pl, or	1
<i>Salvia helianthemifolia</i> Benth.	Perrito silvestre	En, c, pl	1
<i>Salvia patens</i> Cav. ³	Salvia azul	En, c, or	1
<i>Stachys nepetifolia</i> Desf. ³	Laviada roja	En, pl, or	1
<i>Salvia sp.</i> ^{**6}	Tomillo amarillo	C	1
<i>Salvia polystachya</i> Ort.	Mirto azul	Me, c, or	1
<i>Salvia microphylla</i> H.B. K. ³		Na, c, or	1
<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.)R. Brown ³		Cs, c, m, or	1

ORDEN: SCROPHULARIALES**Familia: Oleaceae**

<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.)Ling.	Fresno	Me, c, pl, m, le, or	1
<i>Forestiera phillyreoides</i> (Benth.) Torr. ³	Olivo del desierto	Me, c, pl, m	1

Familia: Orobanchaceae

<i>Conopholis alpina</i> (Liebm) ³	Elotillo de cuervo	Nc, c	1
---	--------------------	-------	---

Familia: Scrophulariaceae

<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill) Small ³	Flor amarilla	Cn, pl	1
Castilleja tenuiflora Benth. ³	Cola de borrego	En, c	1

Familia: Acanthaceae

<i>Ruellia lactea</i> ³	Violetita	Me, pl, c	1
<i>Tetramerium nervosum</i> Ness	Perrito amarillo	Cn,c	1

Familia: Martyniaceae

<i>Proboscidea lousianica</i> (Mill) Thell ³	Cuernito	Na, pl, or	1
---	----------	------------	---

ORDEN: RUBIALES**Familia: Rubiaceae**

<i>Bouvardia ternifolia</i> Schlecht	Trompetilla	Na, c, pl, m, or	1
--------------------------------------	-------------	---------------------	---

<i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) H.B.K. ³	Flor de San Juan	Me, pl, or	1
<i>Galium aschenbornii</i> Schauer ³	Cuajaleche	Me, c	1

ORDEN: CAMPANULAES**Familia: Campanulaceae**

<i>Lobelia</i> sp. ³		Pl	1
<i>Diastatea micranta</i> H.B.K. ³		Sa, c, or	1

ORDEN: DIPSACALES**Familia: Caprifoliaceae**

<i>Symphoricarpus microphyllus</i> H.B.K.	Perilla	Nc, c, m	1
---	---------	----------	---

ORDEN: ASTERALES**Familia: Asteraceae (Compositae)**

<i>Artemisia ludoviciana</i> L.	Estafiate	Na, m, pl	1
<i>Bidens pilosa</i> L.	Aceitilla	Nc, c, pl, m	1
<i>Conyza</i> sp. ³	Flores blancas	Pl	1
<i>Coreopsis mutica</i> DC. ¹	Estrella amarilla	Me, pl, or	1
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav. ¹	Girasoles	Cs, pl, m, or	1
<i>Dahlia coccinea</i> Cav. ¹	Dalia	Me, pl, or	1
<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) ³	Amarillita con oscuro	Cn, pl	1
<i>Eupaatorium</i> sp. ³	Floreceitas moradas	Pl	1
<i>Gnaphalium viscosum</i> H. B. K. ^{1,3}	Gordolobo	Nc, pl, m	1
<i>Grindelia</i> sp. ¹	Flor amarilla	pl, or	1
<i>Senecio stoechadiformis</i> DC. ³	Árnica	En, pl, m	1
<i>Montanoa</i> sp. ¹	Tronadora	C, pl	1
<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) ¹	Clavelito	Na, pl, m, or	1
<i>Piqueria trinervia</i> Cav. ³	Hierba de San Nicolás	Me, c, pl, m	1
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze. ³	Hierba con florecitas amarillas	En, pl	1
<i>Senecio praecox</i> (Cav.) DC.	Palo loco	En, c	1
<i>Senecio salignus</i> DC. ³	Jara	Nc, pl	1
<i>Senecio vulgaris</i> L. ³	senecio	Cs, pl	1
<i>Simsia</i> sp. ¹	Shoto chico	pl, m, or	1

<i>Stevia serrata</i> Cav. ³	Cola de borrego	Cn, pl	1
<i>Tagetes lunulata</i> Ort.	Cinco llaga	Me, c, pl, m	1
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericón	Me, pl, m, h	1
<i>Tagetes micrantha</i> Cav. ³	Anis	Na, pl, m, h	1
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Diente de león	Cs, c, pl	1
<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.)Cass. ¹	Soto grande	Me, pl, f, or	1
<i>Tridax coronopifolia</i> (H.B.K.)Hewsl. ³	Margarita silvestre	En, pl	1
<i>Verbesina serrata</i> Cav. ³	Amarilla	En, pl	1
<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.) Sch.Bip. ³	Tapacola	En, pl, m	1
<i>Alloispermum integrifolium</i> (DC.) Rob. ³	Amarilla	Me, c, pl	1
<i>Viguiera linearis</i> (Cav.)Sch. Bip. ³	Romerillo	En, pl	1
<i>Zinnia peruviana</i> L.L. ³	Mal de ojo	Cn, c, pl	1

*Distribución: **Endémica de México:** sólo se encuentra en México. **Endémica de Mesoamérica:** se encuentra en México y uno o más países de Centroamérica. **Norteamérica:** en Estados Unidos y México. **Norteamérica y Centroamérica:** en Estados Unidos, México y uno o más países de Centroamérica. **Sudamérica:** en México, Centroamérica y uno o más países de Sudamérica. **Continental:** por lo menos se encuentran en Estados Unidos, México, Centroamérica y uno o más países de Sudamérica. **Cosmopolita:** especies presentes en México, el resto del continente y en uno o más continentes.

Apéndice 3B. Especies de hongos en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas en Polotitlán - Aculco, Estado de México. Distribución (Dist): **c**, interior y laderas de la cañada; **pl**, fuera de la cañada en la planicie y cerros. Tipo de nutrición (Nut): **b**, micorrízico; **d**, parásito; **f**, coprófilo; **g**, lignícola; **t**, terrícola; **u**, húmico. Uso: **h**, comestible por humanos; **h***, poco comestible o sólo los juveniles; **n**, no comestible; **v**, venenoso; **a**, alucinogeno; **m**, medicinal; **i**, insecticida (Guzmán, 1987; Estrada-Torres y Aroche, 1987; Pedraza *et al.*, 1994; Montañes, 1999). Nivel de riesgo (Status): **E**: Probablemente extinta en el medio silvestre, **P**: En peligro de extinción, **A**: Amenazada, **Pr**: Sujeta a protección especial (NOM-059-ECOL-2001). Agradezco a Sigfrido Sierra Galván¹ de la Facultad de Ciencias, UNAM; a Víctor H. Valenzuela G.² y a Teofilo Herrera Suárez³ del Instituto de Biología, UNAM por su colaboración en la determinación de los géneros y especies señaladas con el superíndice correspondiente.

Nombre Científico	Nombre común	Dist , Nut, Status
REINO: FUNGI	HONGOS	
DIVISIÓN: ASCOMYCOTA		
CLASE: ASCOMYCETES		
SUBCLASE: SORDARIOMYCETIDAE		
Orden: Xylariales		
Familia: Xilariaceae		
<i>Xylaria grammica</i> (Mont.) Mont. ¹	Cerillitos	pl, u, n
<i>Daldinia</i> sp. ¹	Hongo negro parásito de madera	c, d, n
Orden: Hypocreales		
Familia: Hypocreaceae		
<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schwein)Tul.	Hongo colorado	c, d, h
SUBCLASE: LEOTIOMYCETIDAE		
Orden: Helotiales		
Familia: Helotiaceae		
<i>Calycella</i> sp.	Cazuelitas	c, g, n
DIVISIÓN: BASIDIOMYCOTA		
CLASE: USTILAGINOMYCETES		
SUBCLASE: USTILAGINOMYCETIDAE		

<i>Clitocybe</i> sp. 1 ¹	Hongo	pl, u, h
<i>Clitocybe</i> sp. 2 ¹	Hongo	pl, u, h
<i>Lyophyllum</i> sp. ¹	Hongos en macoyito	c, pl, t, h
<i>Collybia</i> sp. ¹	Hongos güeritos	c, u, h?
<i>Cystoderma</i> sp. ¹	Hongo rojo	c, u, n
Familia: Marasmiaceae		
<i>Marasmius</i> sp. ¹	Anillos de brujas	pl, u
Familia: Pleurotaceae		
<i>Pleurotus</i> sp. 1 ¹	Hongo de nopal	c, g, h, m
<i>Pleurotus</i> sp. 2 ¹	Hongo de maguey	pl, g, h, m
Familia: Cortinariaceae		
<i>Cortinarius</i> sp. ¹	Hongo violeta	c, b, n
Familia: Lycoperdaceae		
<i>Calvatia ciatyformis</i> (Bosc) Morgan ¹	Hongo bola	pl, t, h, m
<i>Calvatia craniiformis</i> (Schwein) Fr. ²	Serena	pl, t, h, m
<i>Calvatia</i> sp.1 ¹	Rodillas de molendera	pl, t, h, m
<i>Clavatia</i> sp. 2 ¹	Hongo bola naranja	Pl, t
<i>Lycoperdon candidum</i> Pers.	Hongo de víbora	c, pl, t, h*, m
<i>Lycoperdon umbinum</i> Pers.	Hongo bola	pl, t, h*
<i>Lycoperdon</i> sp. 1 ¹	Hongo de víbora	c, pl, t, h*
<i>Lycoperdon</i> sp. 2 ¹	Hongo de víbora	c, pl, t, h*
Familia: Nidulariaceae		
<i>Cyathus</i> sp.	Nido de pájaro	c, pl, g, n
Familia: Phellorinaceae		
<i>Phellorinia</i> sp.	Hongo blanco deforme	Pl, t
Familia: Entolomataceae		
<i>Entoloma</i> sp. ¹	Hongo café	c, b
Orden: Volteales		
Familia: Suillaceae		
<i>Suillus</i> sp. ^{1,2,3}	Hongo	pl, b, h

Familia: Boletaceae

<i>Strobilomyces</i> sp. ¹	Viejitos	c, b, h*
---------------------------------------	----------	----------

Orden: Cantharellales**Familia: Cantharellaceae**

<i>Cantharellus</i> sp.1 (complejo <i>cibarius</i>) ^{1,3}	Hongo amarillo	pl, b, h, Pr
<i>Cantharellus</i> sp.2 (complejo <i>cibarius</i>) ^{1,3}	Hongo amarillo clavito	pl, b, h, Pr

Orden: Russulales**Familia: Russulaceae**

<i>Lactarius</i> sp. ¹	Hongo blanco	c, b, n
<i>Russula lepida</i> Fr. ^{1, 3}	Hongo del madroño	c, b, h*
<i>Russula</i> sp. 1 ^{1, 3}	Hongo	pl, b, n, v

Orden: Polyporales**Familia: Polyporaceae**

<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd ¹	Hongo de madera	c, pl, d, n, m
<i>Phaeolus</i> sp. ¹	Hongo de repisa	c, n

Familia: Ganodermataceae

<i>Ganoderma</i> sp. 1 ¹	Hongo de repisa	c, d, n
<i>Ganoderma</i> sp. 2 ¹	Hongo de repisa	c, d, n

Orden: Páyaes**Familia: Geastraceae**

<i>Geastrum triplex</i> (Jungh.) Fischer	Hongo estrella de tierra	c, pl, u, n
<i>Geastrum quadrifidum</i> Pers.	Hongo estrella de tierra	pl, u, n

Familia: Ramariaceae

<i>Ramaria</i> sp.	Hongo pata de pájaro	pl, b, n
--------------------	----------------------	----------

Apéndice 3C. Especies de anfibios en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Polotitlán- Aculco, Estado de México. Simbología: Distribución (**Dist**): **EM**, endémica para México; **EM-r**, endémica para México de distribución restringida; **C**, se registró en el interior y laderas de la cañada; **P**, se registró fuera de la cañada en la planicie y cerros. Nivel de riesgo (**Status**): **P**: En peligro de extinción, **A**: Amenazada, **Pr**: Sujeta a protección especial (NOM-059-ECOL-2001). Agradezco la colaboración de Oscar Flores Villela¹, de Edmundo Pérez Ramos² de la Facultad de Ciencias, UNAM y de Adriana González Hernández³ del Instituto de Biología, UNAM en la determinación de las especies señaladas con el superíndice correspondiente. Especies registras por (**Reg**): 1. Este estudio, 2. Flores Villela, 1998; 3. Casas Andreu, 1999. *Especies registradas fuera del área de estudio en el municipio vecino de Aculco, Méx

Nombre Científico	Nombre común	Dist	Status	Reg
CLASE: ANFIBIA	ANFIBIOS			
ORDEN: ANURA				
Familia: Hylidae				
<i>Hyla eximia</i> Baird, 1854 ³	Ranita verde	P		1
<i>Hyla arenicolor</i> Cope, 1866 ²	Sapito gris	C		1, 3*
Familia: Leptodactylidae				
<i>Eleutherodactylus angustidigitorum</i> Taylor, 1940	Rana-fisgona de Pátzcuaro	EM-r C, P	P	2*
Familia: Pelobatidae				
<i>Spea multiplicatus</i> (COPE, 1863) ^{2, 3}	Sapo	P		1
Familia: Ranidae				
<i>Rana montezumae</i> Baird, 1854 ²	Rana común	EM-r, C, P	Pr	1
<i>Rana pustulosa</i> Boulenger, 1883	Rana de cascada	EM, C, P	Pr	2*
ORDEN: CAUDATA				
Familia: Ambystomidae				
* <i>Ambystoma dumerili</i> (Dugès, 1870) ¹	Ajolote Ajolote con	EM-r, C, P	Pr	1
** <i>Ambystoma sp.</i> (grupo <i>tigrinum</i>)	penacho	EM-r, C	Pr	1

**A. dumerili* antes *A. queretanensis* cuya localidad tipo se encuentra en San Juan del Río, Qro. (Maldonado- Koerdell, 1948).

**Se considera a *A. tigrinum* como un complejo porque se ha demostrado que no es una especie con la distribución más ampliamente conocida, sino que es un grupo formado de varias especies alopátricas y parapátricas cercanamente relacionadas (Brandon, 1989). Ésta afirmación se basa en diferencias morfológicas, reproductivas y distancias genéticas entre alelos de especies de varios estados del centro del país, comparándolos con los hechos para *A. tigrinum* de California y Durango (Shaffer, 1984). De acuerdo a lo anterior se enlistan 17 especies pertenecientes al género *Ambystoma* (Brandon, 1989). Sin embargo en estudios recientes (Shafer y McKnight, 1996 y Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004) reconocen que hace falta una revisión taxonómica y de la nomenclatura de los ambistomátidos mexicanos y recomiendan mantener las especies de *Ambystoma* tal cual, hasta que se realicen más estudios.

Apéndice 3D. Especies reptiles presentes en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas, Polotitlán-Aculco, Estado de México. Simbología: Distribución (**Dist**): **EM**, endémica para México; **EM-r**, endémica para México de distribución restringida; **C**, se registró en el interior y laderas de la cañada; **P**, se registró fuera de la cañada en la planicie y cerros. Nivel de riesgo (**Status**): **A**: Amenazada, **Pr**: Sujeta a protección especial (NOM-059-ECOL-2001). Agradezco la colaboración de Oscar Flores Villela¹, de Edmundo Pérez Ramos² de la Facultad de Ciencias, UNAM y de Adriana González Hernández³ del Instituto de Biología, UNAM en la determinación de las especies señaladas con el superíndice correspondiente. Especies registras por (**Reg**): 1. Este estudio, 2. Flores Villela, 1998; 3. Casas Andreu, 1999; 4. Ramos Elordui, 1985; 5. Hernández-Gallegos, et al., 2003; 6. Drummond, 1981; 7. Goyenechea Mayer, 1999. *Especies registradas cercanas al área de estudio en el municipio vecino de Aculco, Estado de México.

<i>Nombre Científico</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Dist</i>	<i>Status</i>	<i>Reg</i>
CLASE: REPTILIA		REPTILES		
ORDEN: SQUAMATA				
Suborden: Sauria				
Familia: Anguidae				
<i>Barisia imbricata</i> Wiegmann 1828	Lagarto-alicante	EM C, P	Pr	2*, 3*
Familia: Phrynosomatidae				
<i>Phrynosoma orbiculare</i> (Linnaeus, 1789)	Camaleón	EM, C	A	1
<i>Sceloporus aeneus</i> Wiegmann, 1828	Lagartijo	EM-r, C, P		2*
<i>Sceloporus grammicus</i> Wiegmann, 1828	Lagartija-escamosa de mezquite	C, P	Pr	2*, 3*
<i>Sceloporus mucronatus</i> Cope, 1885	Lagartijo	EM, P		3*, 6
<i>Sceloporus spinosus</i> Wiegmann, 1828 ²	Lagartijo espinoso	EM, C		1
<i>Sceloporus torquatus</i> Wiegmann, 1828 ²	Lagartijo de cerca	EM, C, P		1, 2*, 3*, 5
<i>Urosaurus bicarinatus</i> (Duméril, 1856)	Lagartija común	EM, C, P		1
Suborden: Serpentes				
Familia: Colubridae				
<i>Conopsis biserialis</i> Taylor & Smith, 1942 ¹	Culebra dos lineas	EM-r, P	A	1
<i>Conopsis nasus</i> Günther, 1858	Culebra	EM, P		3, 7*

<i>Diadophis punctatus</i> (Linnaeus, 1766) ³	Víbora de collar	P		1
<i>Lampropeltis triangulum</i> (Lacépède, 1788)	Falsa coralillo	C	A	1, 3*, 4
<i>Pituophis deppei</i> (Duméril, 1853) ³	Alicante	EM, P	A	1, 3*
<i>Thamnophis eques</i> (Reuss, 1834)	Culebra listonada	C, P	A	3*, 6
<i>Thamnophis</i> sp.	Culebra	P		1
Familia: Viperidae				
<i>Crotalus triseriatus</i> (Wagler, 1830)	Cascabel	EM, P		1
ORDEN: TESTUDINES				
Familia: Kinosternidae				
<i>Kinosternon hirtipes</i> Wagler, 1830	Tortuga de río	C	Pr	1
<i>Kinosternon integrum</i> Le Conte, 1824	Tortuga casquito	EM, P	Pr	1, 2*

Apéndice 3E. Especies de aves presentes en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas en Polotitlán - Aculco, Estado de México. **Simbología:** **Dist** (Distribución): **EM**, endémica para México; **EE**, endémica para el Estado de México; **C**, se registró en el interior y laderas de la cañada; **P**, se registró fuera de la cañada en la planicie y cerros **I**, especie migratoria; **R**, especie residente. Nivel de riesgo (Status): **A**: Amenazada, **Pr**: Sujeta a protección especial (NOM-059-ECOL-2001); **F**: Frágil, **Am**: Amenazada (Ceballos y Márquez, 2000). Agradezco a Adolfo Navarro Sigüenza¹, a Luis Antonio Sánchez González² y a Erick A. Garcia Trejo³ de la Facultad de Ciencias de la UNAM, por su colaboración en la determinación de las especies señaladas con el superíndice correspondiente. Especies registras por (**Reg**): 1. Este estudio; 2. Navarro-CONABIO (E18), Navarro et al., 2003. *Especie invasora.

Nombre Científico	Nombre común	Dist	Status	Reg
CLASE: AVES		AVES		
ORDEN: CICONIFORMES				
Familia: Ardeidae				
<i>Ardea herodias</i> Linnaeus, 1758 ²	Garza morena	P, I		1
<i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758) ²	Garza	P, I		1
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	Garza chapulinera	P, I	*	1
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782) ²	Garceta pie-dorado	P, I		1
Familia: Threskiornithidae				
<i>Plegadis chihi</i> (Vieillot, 1817) ³	Ibis	P, I	F	1
Familia: Cathartidae				
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Zopilote	C, P		1
ORDEN: ANSERIFORMES				
Familia: Anatidae				
<i>Anas clypeata</i> Linnaeus, 1758 ³	Pato cucharón	P, I		1
ORDEN: FALCONIFORMES				
Familia: Buteoninae				
<i>Buteo jamaicensis</i> (Gmelin, 1788)	Águila cola roja	C, P, I	Pr	1
<i>Buteo platypterus</i> (Vieillot, 1819) ¹	Águila migratoria menor	P, I	Pr	1
Familia: Falconidae				
<i>Falco sparverius</i> (Linnaeus, 1758)	Cernícalo	P, I		1
ORDEN: GALLIFORMES				
Familia: Odontophoridae				

<i>Cyrtonyx montezumae</i> (Vigors, 1830)	Codorniz	C, R	Pr, Am	1
ORDEN: CARADRIFORMES				
Familia Charadriidae				
<i>Charadrius vociferus</i> (Linnaeus, 1758) ¹	Chorlito tildio	P, I		1
Familia Recurvirostridae				
<i>Himantopus mexicanus</i> (Müller) 1776 ³	Monjita	P, I		1
<i>Recurvirostra americana</i> Gmelin, 1789 ³	aboceta	P, I		1
ORDEN: COLUMBIFORMES				
Familia: Columbidae				
<i>Columbina inca</i> (Lesson, 1847) ^{1,2}	Tortolita	P, R		1
<i>Zenaida macroura</i> (Linnaeus, 1758) ²	Huilota	P		1
ORDEN: CUCULIFORMES				
Familia: Cuculidae				
<i>Geococcyx californianus</i> (Lesson, 1829)	correcaminos	P, R		1
ORDEN: STRIGIFORMES				
Familia: Tytonidae				
<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	Lechuza	C, R		1
ORDEN: APODIFORMES				
Familia: Trochilidae				
<i>Amazilia violiceps</i> (Gould, 1859)	Colibrí	C, P, EM		2
<i>Cyanatus latirostris</i> Swainson, 1827	Colibrí			2
<i>Eugenes fulgens</i> (Swainson, 1827) ¹	Colibrí	P, R		1
<i>Hylocharis leucotis</i> (Vieillot, 1818)	Colibrí	I		2
<i>Selasphorus sasin</i> (Lesson, 1829) ²	Colibrí	P, R		1
ORDEN: PICIFORMES				
Familia: Picidae				
<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829) ¹	Carpintero pechileonado	P, R		1
<i>Picoides stricklandi</i> Malherbe, 1845	Carpinero volcanero		Pr	2
<i>Picoides villosus</i> (Linnaeus, 1766) ¹	Carpintero veloso	P, R		1
ORDEN: PASSERIFORMES				
Familia Tyrannidae				
<i>Contopus pertinax</i> Cabanis & Heine, 1859	José Maria	I		2
<i>Empidonax affinis</i> Swainson, 1827	Empidonax afin	I		2

<i>Empidonax sp.</i> Cabanis, 1855 ¹	Empidonax	P		1
<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783) ¹	Cardenalito	P, R		1
<i>Sayornis saya</i> (Bonaparte, 1825)	Mosquero llanero			2
Familia: Laniidae				
<i>Lanius ludovicianus</i> (Linnaeus, 1766) ^{1, 2}	Verdugo	P, R		1
Familia: Corvidae				
<i>Corvus cryptoleucus</i> Couch, 1854	Cuervo	C, P		1
Familia: Hirundinidae				
<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	Golondrina	P, I		1
Familia: Troglodytidae				
<i>Catherpes mexicanus</i> (Swainson, 1829)	Salta pared	C, P, R		1
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i> (Lafresnaye, 1835) ²	Matraca desértica	P		1, 2
Familia: Regulidae				
<i>Regulus calendula</i> (Linnaeus, 1766) ¹	Reyezuelo sencillo	C, P	A	1, 2
Familia: Turdidae				
<i>Catharus guttatus</i> (Pallas, 1811)	Zorzalito colirrojo			2
<i>Turdus migratorius</i> Linnaeus, 1766	Zorzal pechirrojo			2
Familia: Mimidae				
<i>Melanotis caerulescens</i> (Swainson, 1827) ¹	Mulato	EM, C, P, R	A	1
<i>Mimus polyglottos</i> (Linnaeus, 1758)	Cenzontle	C, P, R		1
<i>Toxostoma curvirostre</i> (Swainson, 1827)	Huitacoche	C, P, R		1, 2
Familia: Thraupidae				
<i>Piranga bidentata</i> (Swainson, 1827) ¹	Cardenal	P, R		1
Familia: Emberizidae				
<i>Amphispiza belli</i> (Cassin, 1850)	Gorrión troglodita			2
<i>Guiraca caerulea</i> (Linnaeus, 1758) ¹	Junco	P		1
<i>Junco phaeonotus</i> Wagler, 1831	Junco ojilumbre			2
<i>Melospiza lincolni</i> (Audubon, 1837)	Gorrión Lincoln			2
<i>Melospiza melodía</i> (Wilson, 1810)	Gorrión melódico			2
<i>Oriturus superciliosus</i> (Swainson, 1838)	Gorrión	C, P, EM		2
<i>Pheucticus melanocephalus</i> (Swainson, 1827) ¹	Tigrillo	C, P, R		1
<i>Pipilo fuscus</i> Swainson, 1827 ¹	Rascador pardo	P		1
<i>Sicalis luteola</i> (Sperryman, 1789) ¹	Gorrión amarillo	C, P, C, R		1
<i>Spizella atrogularis</i> Cabanis, 1851 ¹	Gorrión pardo	P, R		1
<i>Spizella breweri</i> Cassin, 1856 ²	Gorrión	P		1

<i>Spizella passerina</i> (Bechstein, 1798) ¹	Gorrión	P, R		1,2
<i>Vermivora celata</i> (Say) ²	Chipe de corona naranja	P		1
<i>Vermivora ruficapilla</i> (Wilson, 1811) ²	Chipe de coronilla	P		1
Familia: Icterinae				
<i>Icterus cucullatus</i> Swainson, 1827 ²	Calandria naranja	C, P, R	A	1
<i>Icterus parisorum</i> (Bonaparte, 1838) ¹	Calandria	C, P, R		1
<i>Molothrus aeneus</i> (Wagler, 1829) ¹	Tordo	P		1
<i>Quiscalus mexicanus</i> Gmelin, 1788 ¹	Zanate mexicano	P, I	*	1
Familia: Fringillidae				
<i>Carpodacus mexicanus</i> (Muller, 1776) ¹	Gorrión	C, P, R		1
<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico	C		1

Apéndice 3F. Especies de Mamíferos de la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas en Polotitlán - Aculco, Estado de México. Simbología: Distribución (Dist): C, se registró en el interior y laderas de la cañada; P, se registró fuera de la cañada en la planicie y cerros. S, se supone su presencia (Ramírez Pulido y Castro-Campillo, 1994, Villa y Cervantes, 2003), EM, endémica para México; MA, endémica para Mesoamérica; AM, compartidas con Norte y Sudamérica; NA, compartida con Norteamérica; SA, Compartidas con Sudamérica (Ceballos et al., 2002c). Nivel de riesgo (Status): A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial (NOM-059-ECOL-2001). EN, en peligro; VU, vulnerable; LC, en menor riesgo, casi amenazada (IUCN). A1, en peligro; A2, amenazada; A3, restringida a reglamentos (CITES). Categoría cinegética: SEMARNAP, 1995, IV, pequeños mamíferos; V, cacería restringida; VI, permisos especiales; Ve, vedadas. Gremios de alimentación (Gre): C, carnívoro; F, frugívoro; H, herbívoro; I, insectívoro; P, polínívoro. Especies registras por (Reg): 1. Este estudio; 2. León Paniagua, 1999 *Especies registradas fuera del área de estudio en el municipio vecino de Aculco, México.

<i>Nombre Científico</i>	Nombre común	Dist	Status	Gre	Reg
CLASE: MAMMALIA	Mamíferos				
ORDEN: DIDELPHIMORPHIA					
Familia: Didelphidae					
<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792	Tlacuache	C, P, AM		C, F, I	1, 2*
ORDEN: XENARTHRA					
Familia: Dasypodidae					
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Armadillos	C, AM	IV	I, F	1
ORDEN: CHIROPTERA					
Familia: Mormoopidae					
<i>Mormoops megalophylla</i> (Peters, 1864)	Murciélago	S, AM		I	
Familia: Phyllostomidae					
<i>Choeronycteris mexicana</i> Tschudi, 1844	Murciélago	S, NA	A, LC		P
<i>Dermanura azteca</i> Andersen, 1906	Murciélago	S, MA		I, F	
<i>Leptonycteris nivalis</i> (Saussure, 1860)	Murciélago	S, NA	A, EN		P
<i>Macrotus waterhousii</i> Gray, 1843	Murciélago	S, MA		I, F	
<i>Sturnira ludovici</i> Anthony, 1924	Murciélago	S, SA		I, F	
<i>Sturnira lilium</i> É. Geoffroy, 1810	Murciélago	S, SA		I, F	
Familia: Vespertilionidae					

<i>Corynorhinus mexicanus</i> G. M. Allen, 1916	Murciélago	S, EM		I	
<i>Corynorhinus townsendii</i> (Cooper, 1819)	Murciélago	S, NA	VU	I	
<i>Eptesicus fuscus</i> (Beauvois, 1796)	Murciélago	S, AM		I	
<i>Idionycteris phyllotis</i> G. M. Allen, 1916	Murciélago	S, NA		I	
<i>Lasiurus blossevilli</i> (Lesson & Garnot, 1824)	Murciélago	S, AM		I	
<i>Lasiurus cienerus</i> (Beauvois, 1796)	Murciélago	C, P, AM		I	1
<i>Lasiurus xanthinus</i> (Thomas, 1897)	Murciélago	S, NA		I	
<i>Myotis californica</i> (Audubon & Bachman, 1824)	Murciélago	S, AM		I	
<i>Myotis lucifugus</i> (Le Conte, 1831)	Murciélago	S, NA		I	
<i>Myotis thysanodes thysanodes</i> (Miller, 1897)	Murciélago	C, P, S, NA		I	2*
<i>Myotis velifer velifer</i> (J. A. Allen, 1890)	Murciélago	C, P, AM	VU	I	1, 2*
<i>Myotis yumanensis</i> (H. Allen, 1864)	Murciélago	S, NA		I	
Familia: Molossidae					
<i>Nyctinomops macrotis</i> (Gray, 1840)	Murciélago	S, AM		I	
<i>Tadarida brasiliensis</i> (I. Geoffroy, 1824)	Murciélago	C, P, S, AM	LC	I	2*
ORDEN: CARNÍVORA					
Familia: Canidae					
<i>Canis latrans</i> (Say, 1823)	Coyote	P, NA	IV	C, F	1
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	Zorra gris	C, AM	V	C, F	1
Familia: Felidae					
<i>Lynx rufus escuinapae</i> (Schreber, 1777)	Lince	C, NA	A2, Ve	C	1
Familia: Mustelidae					
<i>Mustela frenata</i> (Lichtenstein, 1831)	Comadrejas	P, AM		C	1
<i>Conepatus mesoleucus</i> (Lichtenstein, 1832)	Zorrillo carretero	P, AM	A1	I, C, F	1
<i>Mephitis macroura</i> (Lichtenstein, 1832)	Zorrillo	P, AM		I, C, F	1, 2
<i>Spilogale gracilis</i> (Merriam, 1890)	Zorrillito manchado	C, P, AM		I, C, F	1
Familia: Procyonidae					
<i>Bassaricus astutus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	Cacomixtle	C, NA	Ve	C, F	1
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	Mapaches	C, AM	IV	C, F	1
ORDEN: RODENTIA					

Familia: Sciuridae						
<i>Spermophilus variegatus</i> (Erxleben, 1777)	Ardillas de cerca	P, NA	IV	H, I	1	
Familia: Heteromyidae						
<i>Liomys irroratus</i> (Gray, 1868)	Ratón silvestre	C, NA		H	1	
Familia: Muridae						
<i>Peromyscus difficilis felipensis</i> (Merriam 1898)	Ratón silvestre	C, P, EM		H	1, 2	
<i>Peromyscus melanophrys</i> (Coues, 1874)	Ratón silvestre	C, P, EM		H	1, 2	
<i>Peromyscus melanotis</i> J. A. Allen y Chapman, 1897	Ratón silvestre	C, P, NA		H, I	2*	
<i>Peromyscus levipes</i> (Merriam, 1898)	Ratón silvestre	C, P, EM		H, I	1, 2*	
<i>Peromyscus gratus</i> (Merriam, 1898)	Ratón silvestre	C, P, NA		H	1	
<i>Reithrodontomys fulvescens</i> (J. A. Allen, 1894)	Ratón silvestre	C, NA		H, I	1	
<i>Sigmodon hispidus</i> Say & Ord, 1825	Rata algodónera	P, AM		H, I	1	
ORDEN: LAGOMORPHA						
Familia: Leporidae						
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1890)	Conejo cola de algodón	P, AM	IV	H	1, 2*	

APÉNDICE 4

PLANTAS Y VERTEBRADOS ENDÉMICOS Y EN RIESGO

Apéndice 4A. Distribución de las plantas endémicas de México en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas en Polotitlán- Aculco, Estado de México.

Simbología: C: sólo crecen en la cañada; P: sólo crecen en la planicie; CP: crecen en la cañada y en la planicie. Nivel de riesgo (Sta): **P**, En peligro de extinción; **A**, Amenazada; **Pr**, Sujeta a protección especial (NOM-059-ECOL-2001 y Guzmán *et al.*, 2003). **Reg** (ver Apéndice 3A).

No.	Especies endémicas de cañada (n = 26)	Nombre Común	Amb	Sta	Reg
1	<i>Agave filifera</i> Salm-Dyck	Amole o lechuguilla	C		1
2	<i>Brongniartia intermedia</i> Moric	Lupino falso	C		1
3	<i>Calochortus barbatus</i> H. B. K. Painter		C		1
4	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Cola de borrego	C		1
5	<i>Cuphea procumbens</i> Ort.	Hierba del cáncer	C		1
6	<i>Dalea lutea</i> (Cav.) Willd.		C		1
7	<i>Dasyliirion acrotriche</i> (Schiede) Zucc.	Cucharilla	C	A	1
8	<i>Delphinium pedatisectum</i> (Hemsl.)	Flor azulita	C		1
9	<i>Dryopteris rosea</i> (E. Fourn.) M. de Beitel	Helecho	C		1
10	<i>Echeverría agavoides</i> Lemaire	Conchita	C		1
11	<i>Echeverría mucronata</i> Bak. Schlecht	Magueycito	C		1
12	<i>Gentiana spathacea</i> H. B. K.	Flor de hielo	C	Pr	1
13	<i>Hyptis albida</i> Kunth.	Laviada	C		1
14	<i>Litsea glaucescens</i> H.B.K.	Laurel	C	P	1
15	<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw.	Biznaga	C		1
16	<i>Mammillaria rhodantha</i> var. <i>aureiceps</i> (Lem.)	Biznaga dorada	C	A	1
17	<i>Mammillaria zephyrantoides</i> Scheidw.	Biznaga de flor occidental	C	A	1
18	<i>Nolina parviflora</i> H.B.K.	Palmita	C		1
19	<i>Peniocerous serpentinus</i> (Lang.& Rodr)	Nopalillo	C		1
20	<i>Pleopeltis polylepis</i> Moore	Lengua de ciervo	C		1
21	<i>Quercus obtusata</i> (Humb. & Bonpl.)	Encino	C		1
22	<i>Salvia patens</i> Cav.	Salvia azul	C		1
23	<i>Sedum moranense</i> H.B.K.	Piquitos	C		1
24	<i>Senecio praecox</i> (Cav.) DC.	Palo loco	C		1
25	<i>Tillandsia erubescens</i> Schlecht	Gallito	C		1
26	<i>Villadia miseria</i> (Lindl.) Clausen		C		1

Especies endémicas de planicie (n = 29)

1	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	Maguey	P		1
---	---	--------	---	--	---

2	<i>Argemone platyceras</i> Link & Otto	Chicalote	P	1
3	<i>Coryphantha otonis</i> (Pfeiff.) Lem.	Biznaga flor rosa	P	1
4	<i>Echinopepon milleflorus</i> Naud.	Challotillo de puerco	P	1
5	<i>Eryngium proteiflorum</i> Delar.	Hierba del sapo	P	1
6	<i>Fuertismalva jacens</i> (S. Wats.)	Malva silvete	P	1
7	<i>Ipomoea orizabensis</i> (Pelletan) Led. ex Steud	Manto	P	1
8	<i>Ipomoea stans</i> Cav.	Espanta vaqueros	P	1
9	<i>Lepidium schaffneri</i> Thell.	Ajonjolí verde	P	1
10	<i>Lupinus campestris</i> Cham. & Schlecht.	Lupino	P	1
11	<i>Malva parviflora</i> L.	Malva	P	1
12	<i>Mammillaria uncinata</i> Zucc.	Biznaga de chilitos	P	1
13	<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.)	Garambullo	P	1
14	<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	Nopal bondote	P	1
15	<i>Phoradendron schumannii</i> Trel.	Parásito de encino	P	1
16	<i>Physalis acuminata</i> Greenm.	Tomatillo	P	8
17	<i>Polianthes geminiflora</i> (Lex) Rose	Cantaritos	P	1
18	<i>Quercus crassipes</i> (Humb. & Bonpl.)	Encino	P	10
19	<i>Quercus frutex</i> Trel.	Encino	P	1
20	<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze.	Hierba con florecitas amarillas	P	1
21	<i>Senecio stoechadiformis</i> DC	Árnica	P	1
22	<i>Stachys nepetifolia</i> Desf	Laviada roja	P	1
23	<i>Stenocactus crispatus</i> (D.C.) A. Berger	Biznaga erizo, costillas	P	1
24	<i>Tillandsia lepidosepala</i> L.B. Smith		P	8*
25	<i>Tridax coronopifolia</i> (H.B.K.)Hewsl	Margarita silvestre	P	1
26	<i>Verbesina serrata</i> Cav.	Amarilla	P	1
27	<i>Viguiera linearis</i> (Cav.)Sch. Bip.	Romerillo	P	1
28	<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.) Sch.Bip.	Tapacola	P	1
29	<i>Zephyranthes fosteri</i> Traub.	Mayo	P	1

Especies Endémicas de Cañada y Planicie (N = 12)

1	<i>Cladocolea diversifolia</i> (Benth.) Kuijt.	Muerdago	CP	
2	<i>Cheilanthes miriophylla</i> Desv.	Helecho	CP	1
3	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	Pegarropa	CP	1
4	<i>Opuntia lasiacantha</i> Pfeiff.	Nopal	CP	1
5	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Nopal común, o cardón	CP	1
6	<i>Quercus deserticola</i> (Trelease)	Encino	CP	1

7	<i>Quercus mexicana</i> (Humb. & Bonpl.)	Encino	CP	1
8	<i>Quercus microphylla</i> (Née)	Encino	CP	1
9	<i>Salvia helianthemifolia</i> Benth.	Perrito silvestre	CP	1
10	<i>Salvia mexicana</i> L.	Laviada azul	CP	1
11	<i>Sicyos deppei</i> G. Don.	Chayotillo	CP	1, 7,9
12	<i>Tigridia vanhouttei</i> (Baker)	Cacomite	CP	1

Apéndice 4B. Vertebrados endémicos (EM), endémicos de distribución restringida (EM-r) y en diferentes niveles de riesgo en la cañada del río Arroyo Zarco y planicie de Encinillas en Polotitlán- Aculco, Estado de México. Nivel de riesgo (Status): **A**: Amenazada, **Pr**: Sujeta a protección especial (NOM-059-ECOL-2001); **F**: Frágil, **Am**: Amenazada (Ceballos y Márquez, 2000); **VU**, vulnerable (IUCN); **A1**, en peligro; **A2**, amenazada (CITES).

No.	Especie	Nombre	Endémico	Status
1	<i>Amazila violiceps</i> (Gould, 1859)	colibrí	EM	
2	<i>Ambystoma dumerili</i> (Dugès, 1870)	Ajolote tigre	EM-r,	Pr
		Ajolote con		
3	<i>Ambystoma sp.</i> (complejo <i>tigrinum</i>)	penacho	EM-r,	Pr
4	<i>Barisia imbricata</i> Wiegmann 1828	lagarto-alicante	EM	Pr
5	<i>Buteo jamaicensis</i> (Gmelin, 1788)	Águila cola roja		Pr
6	<i>Choeronycteris mexicana</i> Tschudi, 1844	Murciélago		A, LC
7	<i>Conepatus mesoleucus</i> (Lichtenstein, 1832)	Zorrillo carretero		A1
8	<i>Conopsis biserialis</i> Taylor & Smith, 1942	Culebra dos lineas	EM-r	A
9	<i>Conopsis nasus</i> Günther, 1858	Culebra	EM	
10	<i>Corynorhinus mexicanus</i> G. M. Allen, 1916	Murciélago	EM	
11	<i>Corynorhinus townsendii</i> (Cooper, 1819)	Murciélago		VU
12	<i>Crotalus triseriatus</i> (Wagler, 1830)	Cascabel	EM	
13	<i>Cyrtonyx montezumae</i> (Vigors, 1830)	Codorniz		Pr, Am
		Rana-fisgona de		
14	<i>Eleutherodactylus angustidigitorum</i> Taylor, 1940	Pátzcuaro	EM-r	P
15	<i>Icterus cucullatus</i> Swainson, 1827	Calandria naranja		A
16	<i>Kinosternon hirtipes</i> , Wagler, 1830	Tortuga de río		Pr
17	<i>Kinosternon integrum</i> Le Conte, 1824	Tortuga casquito	EM	Pr
18	<i>Lampropeltis triangulum</i> (Lacépède, 1788)	Falsa coralillo		A
19	<i>Leptonycteris nivalis</i> (Saussure, 1860)	Murciélago		A, EN
20	<i>Lynx rufus escuinapae</i> (Schreber, 1777)	Lince		A2
21	<i>Melanotis caerulescens</i> (Swainson, 1827)	Mulato	EM	A
22	<i>Myotis velifer velifer</i> (J. A. Allen, 1890)	Murciélago		VU
23	<i>Oriturus superciliosus</i> (Swainson, 1838)	Gorrión	EM	
		Carpinero		
24	<i>Picoides stricklandi</i> Malherbe, 1845	volcanero		Pr
25	<i>Peromyscus difficilis felipensis</i> (Merriam 1898)	Ratón silvestre	EM	
26	<i>Peromyscus levipes</i> (Merriam, 1898)	Ratón silvestre	EM	
27	<i>Peromyscus melanophrys</i> (Coues, 1874)	Ratón silvestre	EM	
28	<i>Phrynosoma orbiculare</i> (Linnaeus, 1789)	Camaleón	EM	A
29	<i>Pituophis deppei</i> (Duméril, 1853)	Alicante	EM	A
30	<i>Plegadis chihi</i> (Vieillot, 1817)	Ibis		F
31	<i>Rana montezumae</i> Baird, 1854	Rana común	EM	Pr
32	<i>Rana pustulosa</i> Boulenger, 1883	Rana de cascada	EM	Pr
33	<i>Regulus calendula</i> (Linnaeus, 1766)	Reyezuelo sencillo		A

34	<i>Sceloporus aeneus</i> Wiegmann, 1828	Lagartijo	EM-r	
35	<i>Sceloporus grammicus</i> Wiegmann, 1828	Lagartijo		Pr
36	<i>Sceloporus mucronatus</i> Cope, 1885	Lagartijo	EM	
37	<i>Sceloporus spinosus</i> Wiegmann, 1828	Lagartijo espinoso	EM	
38	<i>Sceloporus torquatus</i> Wiegmann, 1828	Lagartijo de cerca	EM	
39	<i>Tadarida brasiliensis</i> (I.Geoffroy, 1824)	Murciélago		LC
40	<i>Thamnophis eques</i> (Reuss, 1834)	Culebra listonada		A
41	<i>Urosaurus bicarinatus</i> (Duméril, 1856)	Lagartija común	EM	

APÉNDICE 5

FRAGMENTOS DE LOS REMANENTES DE VEGETACIÓN NATURAL

Apéndice 5. Fragmentos de los remanentes de vegetación natural. Se documenta la extensión de cada fragmento; el porcentaje de la extensión total de la vegetación natural; el $\text{Log}_{10} A$ (área); el $\text{Log}_{10} P$ (perímetro) y el coeficiente fractal “d”, que indica el valor de la pendiente en la regresión lineal de siguiente relación [$\text{Log}(A) = d \log(P)$], donde valores de “d” cercanos a 1 indican una forma cercana a un círculo, y cercanos a 2 una forma muy compleja con muchas circunvoluciones.

No. Fragmento	FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN	Área				
		ha	%	Log A	Log P	d
1	Río Arroyo Zarco de Encinillas a Bañé	342.28	40.31	2.53	0.87	1.66
2	Río Arroyo Zarco al N de Bañé	19.34	2.28	1.29	-0.06	1.34
3	Río Arroyo Zarco al S de San Nicolás de los Cerritos	7.84	0.92	0.89	-0.51	1.41
4	Frente al primer Tributario del R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	1.35	0.16	0.13	-0.94	1.07
5	Frente al primer Tributario del R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	0.20	0.02	-0.71	-1.68	0.97
6	Frente al primer Tributario del R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	0.96	0.11	-0.02	-1.18	1.16
7	Frente al primer Tributario del R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	1.35	0.16	0.13	-1.07	1.20
8	Al SO y E de San Nicolás (Río Arroyo Zarco)	1.20	0.14	0.08	-1.19	1.27
9	Al SO y E de San Nicolás (Río Arroyo Zarco)	3.56	0.42	0.55	-0.71	1.26
10	Al SO y E de San Nicolás (Río Arroyo Zarco)	2.38	0.28	0.38	-0.97	1.35
11	Al SO y E de San Nicolás (Río Arroyo Zarco)	2.48	0.29	0.39	-0.89	1.29
12	Al S de Taxhié (Río Arroyo Zarco)	3.70	0.44	0.57	-0.77	1.34
13	Al S de Taxhié (Río Arroyo Zarco)	1.27	0.15	0.10	-1.09	1.19
14	Después C. Toluca (Río Arroyo Zarco)	0.41	0.05	-0.38	-1.45	1.06
15	Después C. Toluca (Río Arroyo Zarco)	0.72	0.09	-0.14	-1.29	1.15
16	Después C. Toluca (Río Arroyo Zarco)	0.46	0.05	-0.34	-1.40	1.06
17	Dos Frac Frente C. Taxhié (Río Arroyo Zarco)	3.08	0.36	0.49	-0.76	1.25
18	Dos Frac Frente C. Taxhié (Río Arroyo Zarco)	1.41	0.17	0.15	-1.02	1.17
19	Barranca Taxhié (Río Arroyo Zarco)	40.07	4.72	1.60	-0.09	1.69
20	Río Blanco, en San Juan del Río, Qro	33.82	3.98	1.53	-0.05	1.58
21	Ladera Río Blanco, en San Juan del Río, Qro	3.61	0.43	0.56	-0.72	1.28
22	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	1.10	0.13	0.04	-1.11	1.15
23	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	1.83	0.22	0.26	-0.89	1.15
24	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	0.66	0.08	-0.18	-1.17	1.00
25	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	4.17	0.49	0.62	-0.76	1.38
26	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	5.44	0.64	0.74	-0.41	1.14
27	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	5.07	0.60	0.70	-0.45	1.15
28	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	1.93	0.23	0.29	-0.74	1.02
29	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	0.27	0.03	-0.56	-1.50	0.94
30	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	4.36	0.51	0.64	-0.41	1.05
31	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	1.33	0.16	0.13	-0.93	1.05
32	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	0.39	0.05	-0.40	-1.29	0.88

33	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	0.43	0.05	-0.37	-1.27	0.90
34	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	1.21	0.14	0.08	-1.05	1.14
35	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	0.34	0.04	-0.47	-1.33	0.87
36	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	0.90	0.11	-0.04	-0.96	0.92
37	Frac. del primer Tributario R. Arroyo Zarco (A. Taxtó)	0.27	0.03	-0.57	-1.42	0.85
38	Frac. Segundo tributario R. A. Zarco (A. Maxhído)	2.39	0.28	0.38	-0.95	1.33
39	Frac. Segundo tributario R. A. Zarco (A. Maxhído)	0.72	0.09	-0.14	-1.31	1.17
40	Frac. Segundo tributario R. A. Zarco (A. Maxhído)	0.66	0.08	-0.18	-1.20	1.02
41	Frac. Segundo tributario R. A. Zarco (A. Maxhído)	1.10	0.13	0.04	-1.19	1.23
42	Frac. Segundo tributario R. A. Zarco (A. Maxhído)	1.63	0.19	0.21	-0.83	1.04
43	Frac. Segundo tributario R. A. Zarco (A. Maxhído)	5.89	0.69	0.77	-0.63	1.40
44	Primer tributario barranca Taxhié (fracción)	9.96	1.17	1.00	-0.45	1.44
45	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	3.86	0.45	0.59	-0.81	1.40
46	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.32	0.04	-0.50	-1.56	1.06
47	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	4.93	0.58	0.69	-0.38	1.07
48	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	1.01	0.12	0.00	-1.18	1.18
49	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	3.14	0.37	0.50	-0.79	1.29
50	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	12.48	1.47	1.10	-0.31	1.40
51	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	1.30	0.15	0.12	-1.13	1.25
52	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.32	0.04	-0.50	-1.57	1.07
53	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.57	0.07	-0.24	-1.47	1.22
54	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.91	0.11	-0.04	-1.34	1.30
55	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.50	0.08	-0.19	-1.39	1.20
56	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.38	0.04	-0.42	-1.51	1.09
57	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.93	0.11	-0.03	-1.14	1.11
58	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.68	0.08	-0.17	-1.32	1.15
59	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.92	0.11	-0.04	-1.16	1.12
60	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.21	0.02	-0.68	-1.73	1.06
61	Primer tributario barranca Taxhié (A. Verde)	0.29	0.03	-0.53	-1.46	0.92
62	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Estancia)	9.03	1.06	0.96	-0.44	1.40
63	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Estancia)	2.14	0.25	0.33	-0.90	1.23
64	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Estancia)	0.96	0.11	-0.02	-1.14	1.12
65	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Estancia)	0.57	0.07	-0.25	-1.20	0.95
66	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Estancia)	0.50	0.06	-0.30	-1.30	0.99
67	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Estancia)	0.59	0.07	-0.23	-1.17	0.94
68	Primer tributario barranca Taxhié (A. el Carrizo)	1.16	0.14	0.06	-1.21	1.27
69	Primer tributario barranca Taxhié (A. el Carrizo)	1.86	0.22	0.27	-0.90	1.17
70	Primer tributario barranca Taxhié (A. el Carrizo)	0.92	0.11	-0.04	-1.17	1.13
71	Primer tributario barranca Taxhié (A. el Carrizo)	3.69	0.43	0.57	-0.77	1.34
72	Primer tributario barranca Taxhié (A. el Carrizo)	2.30	0.27	0.36	-0.85	1.21
73	Primer tributario barranca Taxhié (A. el Carrizo)	13.56	1.60	1.13	-0.27	1.40
74	Primer tributario barranca Taxhié (A. el Carrizo)	1.28	0.15	0.11	-1.01	1.12
75	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Pera)	1.67	0.20	0.22	-0.94	1.17
76	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Pera)	0.67	0.08	-0.17	-1.34	1.17

77	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Pera)	1.77	0.21	0.25	-1.08	1.33
78	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Pera)	6.03	0.71	0.78	-0.56	1.35
79	Primer tributario barranca Taxhié (A. la Pera)	10.54	1.24	1.02	-0.28	1.30
80	Segundo Tributario a la B. Taxhié en Qro. (A. el Galulo)	14.06	1.66	1.15	-0.06	1.21
81	Ladera E de C. Santa Rosa, Aculco	2.85	0.34	0.45	-0.73	1.18
82	<u>Ladera S del C. Santa Rosa, Aculco</u>	<u>22.20</u>	2.62	1.35	-0.24	<u>1.59</u>
83	<u>Al E de Santa Ana, Aculco</u>	<u>56.20</u>	6.62	1.75	0.02	<u>1.73</u>
84	<u>Al E de Santa Ana, Aculco</u>	<u>12.67</u>	1.49	1.10	-0.39	<u>1.49</u>
85	Taxtó	6.27	0.74	0.80	-0.61	1.40
86	Al W del C. El Pílon	13.48	1.59	1.13	-0.61	1.73
87	<u>Ladera E de Loma La Cañada</u>	<u>22.02</u>	2.59	1.34	-0.34	<u>1.69</u>
88	Al N de Loma La cañada	27.38	3.22	1.44	-0.23	1.67
89	Al N de Loma La cañada	6.40	0.75	0.81	-0.48	1.29
90	<u>Al sursureste del Arroyo Taxtó</u>	<u>38.25</u>	4.51	1.58	-0.15	<u>1.73</u>
91	El Pegaso frente al oleoducto	1.11	0.13	0.05	-1.21	1.26
92	Al S de San Isidro	2.67	0.31	0.43	-0.91	1.33
93	Al W de San Isidro	7.80	0.92	0.89	-0.56	1.45
Vegetación Natural Total		849.05	100.00 %			