



## DIVERSIDAD Y RIQUEZA HERPETOFAUNÍSTICA ASOCIADA AL BOSQUE DE MANEJO FORESTAL Y ÁREAS DE CULTIVO, EN IXTLÁN DE JUÁREZ, OAXACA

### HERPETOFAUNISTIC DIVERSITY AND RICHNESS IN FOREST MANAGEMENT AND PLANTATION AREAS IN IXTLÁN DE JUÁREZ, OAXACA

Miriam ILLESCAS-APARICIO,<sup>1</sup> Ricardo CLARK-TAPIA,<sup>1</sup> Adriana GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ,<sup>2</sup> Pedro R. VÁSQUEZ-DÍAZ<sup>1</sup> y Víctor AGUIRRE-HIDALGO<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad de la Sierra Juárez. Av. Universidad S/N Ixtlán de Juárez. C.P. 68725, Oaxaca. miri-illescas@hotmail.com; rclark@unsij.edu.mx; pedro@unsij.edu.mx.

<sup>2</sup> Colección Nacional de Anfibios y Reptiles. Instituto de Biología. Departamento de Zoología, UNAM. México D.F. 04510, México. adrianajx@hotmail.com.

<sup>3</sup> Posgrado en Ciencias Biológicas-UNAM, Edificio D, 1er Piso, Unidad de Posgrado. México D.F. 04510, México.

\* Autor de correspondencia: <victor@unsij.edu.mx>

Recibido: 04/03/2016; aceptado 29/08/2016

Editor responsable: Gustavo Aguirre

Illescas-Aparicio, M., Clark-Tapia, R., González-Hernández, A., Vásquez-Díaz, Pedro R. & Aguirre-Hidalgo, V. (2016). Diversidad y riqueza herpetofaunística asociada al bosque de manejo forestal y áreas de cultivo, en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 32(3), 359-369.

Illescas-Aparicio, M., Clark-Tapia, R., González-Hernández, A., Vásquez-Díaz, Pedro R. & Aguirre-Hidalgo, V. (2016). Herpetofaunistic diversity and richness in forest management and plantation areas in Ixtlan de Juarez, Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 32(3), 359-369.

**RESUMEN.** Los bosques templados de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, han estado sujetos a manejo forestal por más de 50 años; el efecto que dicha modificación tiene en los grupos de anfibios y reptiles necesita ser evaluado. El objetivo de este estudio fue analizar la abundancia, distribución y riqueza de especies de anfibios y reptiles en zonas agrícolas, y en áreas de bosque con manejo forestal (BMF). El BMF presenta franjas alteradas (FA), en la cual se ha removido la cobertura vegetal, y franjas conservadas (FC), donde predomina la vegetación de pino-encino. De acuerdo a nuestras estimaciones fue posible registrar el 76% de las especies presentes. En todo el estudio identificamos 37 especies, agrupadas en 25 géneros y 11 familias, lo que representa el 8.37% de las especies presentes en Oaxaca. En el BMF identificamos 15 especies, de las cuales 13 son reptiles y dos son anfibios. La FA tuvo nueve especies, mientras que en la FC registramos ocho especies. En las AM registramos 31 especies, agrupadas en 22 géneros y 10 familias. Las zonas con mayor diversidad fueron las AM y las FA en comparación con las FC en donde la diversidad de especies fue menor. A pesar de que las FC y FA son colindantes la similitud fue mayor entre las AM, las cuales tienen más de 50 años de haber sido perturbadas, y las FA, las cuales han sido recientemente modificadas. Las prácticas de manejo forestal que caracterizan a Ixtlán de Juárez han promovido la interconectividad entre las zonas evitando, en cierta medida, una modificación en el ensamble natural de la herpetofauna. Se recomienda continuar con el monitoreo espacial y temporal de la herpetofauna no solamente en áreas naturales, sino también en las áreas de manejo forestal y modificadas que no han perdido conectividad con las zonas conservadas o de manejo forestal.

**Palabras clave:** abundancia, especificidad, matarrasa, microhábitat, riqueza, Sierra Norte.

**ABSTRACT.** Pine-oak clear-cutting in Ixtlán de Juarez, Oaxaca, have been applied for more than 50 years; such forest management modify continuously the structure, arboreal composition, and associated biota. On the other hand, biota survey effort has been insufficient in communal forest areas in Sierra de Juarez, Ixtlán, Oaxaca. Particularly, it is not clear how this forest management affect the occurrence, presence and distribution patterns in reptiles. Our main goal was identifying composition of amphibian and reptiles, comparing distribution, richness and abundance in three areas with different degree of perturbation (agriculture plots, natural forest, and forest management plots). We found that reptile community is composed by 37 species, grouped in 25 genera and 11 families. According to our estimates, we recorded 76% of the extant species in the region and 8.37% of the extant species in Oaxaca. Within management forest (BMF), constituted by undisturbed (FC) and clear-cutting areas (FA), we identified 15 species: 13 reptiles and two amphibians. We recorded nine species in FC and eight species in FC. In AM we recorded 31 species grouped in 22 genus and 10 families. Biodiversity richness was higher in disturbed areas (AM and FA) than in FC. Although FC and FA are neighboring areas, similarity was higher between AM, with more than 50 years disturbance; and FA, recently disturbed. We also observed interconnectivity among AM, FC and FA areas which can help to maintain the natural amphibian and reptile ensemble. Our results pointed out that distribution and abundance patters are modified during forest clear-cutting process. Further reptile and amphibian inventory in disturbed and natural areas are needed in order to prevent or diminish herptile biota diversity due to continuous forest management.

**Key words:** abundance, clearcutting, microhabitat, richness, specificity, Sierra Norte.



## INTRODUCCIÓN

Por la gran superficie de zonas boscosas que hay en México se ha generado en una amplia tradición forestal (SEMARNAT, 2000). En tiempos recientes, varias empresas forestales han generado un plan de manejo forestal certificado por el Consejo Mundial de Manejo Forestal (FSC), lo que adiciona a sus productos mayor valor y facilidad para entrar en los mercados internacionales (Merino & Segura, 2002). La aplicación de los programas de manejo forestal, independientemente de que cuenten con un certificación nacional o internacional, conlleva una afectación en la abundancia y riqueza de especies al ocasionar una alteración y transformación de la estructura física del bosque (e.g. Greenberg *et al.*, 1994; Rodríguez-Rivera, 2014; Domínguez, 2015). Cabe señalar que los bosques son un importante reservorio de recursos biológicos, por lo que su aprovechamiento genera una modificación de la estructura de la vegetación, de las condiciones ambientales del bosque (Chen *et al.*, 1999; Zheng *et al.*, 2000) y también afecta la composición y estructura de la comunidad faunística (Theenhaus & Schaefer, 1995; Thompson *et al.*, 1995; Annand & Thompson, 1997). El efecto del manejo forestal en los anfibios y reptiles no es del todo claro. Por ejemplo, se ha reportado una pérdida en riqueza de especies (Vesely & McComb, 2002), un incremento de la riqueza de anfibios (Lemckert, 1999) y de reptiles (Vonesh, 2001; Fredericksen & Fredericksen, 2002) y se ha reportado un recambio en la composición herpetofaunística entre zonas manejadas y conservadas en los bosques templados (Hanlin *et al.*, 2000) y bosques sub-tropicales (e.g. Kanowski *et al.*, 2006; Gardner *et al.*, 2007).

En los bosques de Ixtlán de Juárez, no se han evaluado las consecuencias del manejo forestal sobre las especies de anfibios y reptiles, pero se sabe que la alteración del hábitat ocasiona una pérdida espacial y temporal que impacta diferencialmente a los seres vivos que lo habitan (Johnson & Cabarle, 1993; Murcia, 1995; Carvajal-Cogollo *et al.*, 2008; Cabrera-Guzmán & Reynoso, 2012). Este fenómeno requiere mayor atención dado que Oaxaca también es reconocido por tener el mayor número de especies de vertebrados mesoamericanos y especies endémicas de México (Flores-Villela, 1993; Juárez-López *et al.*, 2006; Ordoñez & Rodríguez, 2008; Mata-Silva *et al.*, 2015). En la actualidad se reconocen 442 especies de herpetozos, de los cuales 149 son anfibios y 293 son reptiles (Mata-Silva *et al.*, 2015). La región donde se ubica la comunidad estudiada en este trabajo pertenece a la Sierra de Juárez, área considerada como un reservorio de una amplia diver-

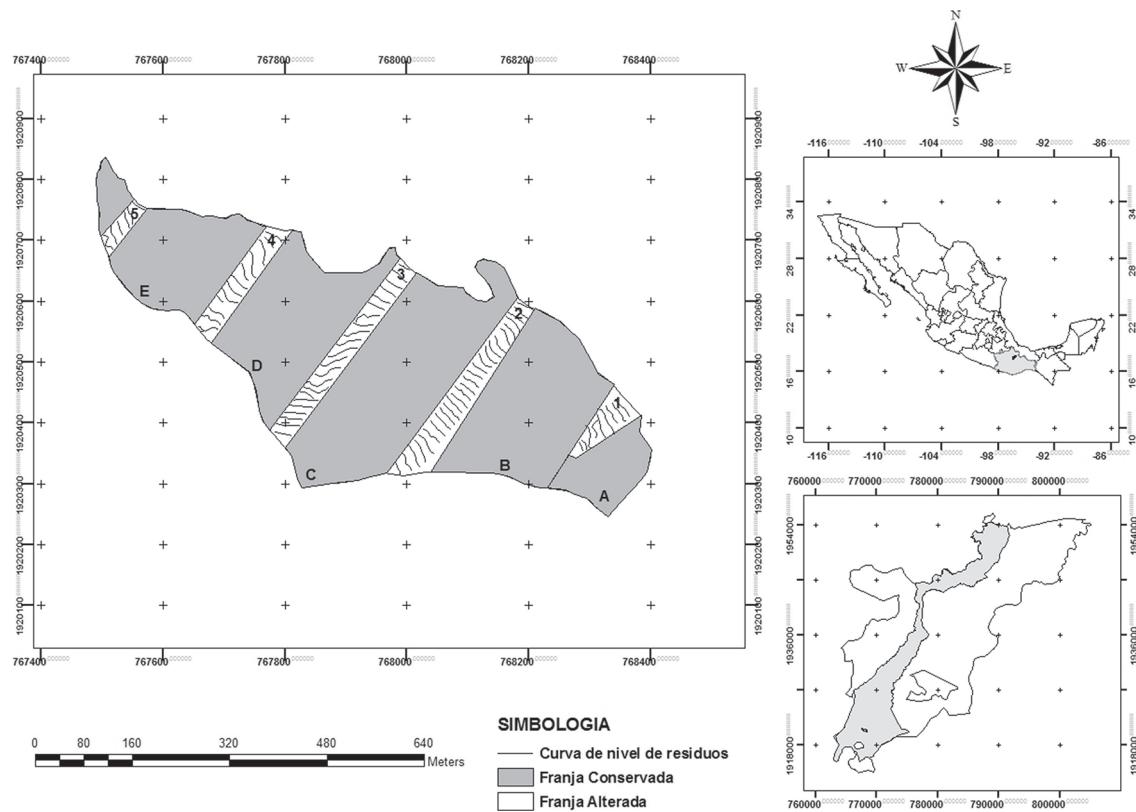
sidad biológica (Mittermeier & Goetsch de Mittermeier, 1992; Challenger, 1998; Zacarías-Eslava & Del Castillo, 2010). Por lo tanto es necesario evaluar la composición, diversidad, riqueza y abundancia de especies en los grupos de anfibios y reptiles presentes en hábitats sujetos a manejo forestal, como son los bosques de la comunidad de Ixtlán de Juárez.

El presente estudio tiene como objetivos: (1) Identificar la composición de especies de anfibios y reptiles de la comunidad de Ixtlán de Juárez, (2) Determinar y comparar el efecto que tiene el manejo forestal sobre la diversidad, riqueza y abundancia de reptiles y anfibios.

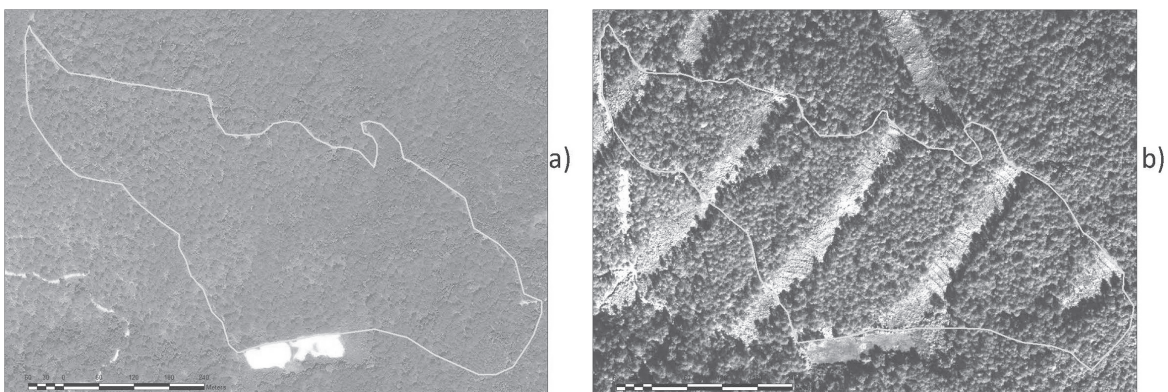
## MATERIALES Y MÉTODOS

La comunidad de Ixtlán de Juárez se localiza a una altitud promedio de 2,030 msnm (PDISP, 2005), en las coordenadas geográficas: 17°17' y 17°41' de latitud norte y los meridianos 96°07' y 96°32' de longitud oeste (Fig. 1). La comunidad cuenta con una superficie territorial de aproximadamente 19,492.44 ha, de las cuales 11,896.2 ha son consideradas como aptas para el manejo forestal de clima templado-frío. La temporada de lluvia se extiende de abril a noviembre. La precipitación promedio de lluvia es de 2000 mm anuales. En el área hay tanto corrientes de agua permanente como temporales. Las áreas que se encuentran entre los 1500 a los 3200 msnm, tienen un clima predominantemente templado. La vegetación en esta zona es bosque de pino-encino y bosque de encino-pino (SmartWood, 2002). Específicamente, el área de estudio se localiza en el paraje localizado entre los 17°35' 68" y 17°35' 32" de latitud norte y los meridianos 96°48' 28" y 96°47' 46" de longitud oeste a una elevación promedio de 2000 msnm.

El estudio se realizó en tres sitios con diferentes características estructurales: 1) áreas manejadas donde se aplicó el tratamiento de matarrasa en franja (FA); 2) áreas con bosque sin manejo en los últimos 30 años, y adyacentes a las zonas de matarrasa; estas áreas tendrán la función de sitio control (FC); y 3) áreas modificadas para uso agrícola (AM). Los sitios de FA y FC se ubicaron en la zona de bosque con manejo forestal (BMF). El BMF fue aprovechado para la extracción de madera en el año 2010 y tuvo un proceso de aclareo de hierbas en el año 2011 acorde al programa de manejo forestal de la comunidad (2003-2012). En las figuras 2a y 2b se muestran los cambios en la cubierta vegetal a causa del manejo forestal realizado durante el período 2008 al 2011. Los sitios de colecta de



**Figura 1.** Recuadro superior derecho muestra la ubicación geográfica del distrito de Ixtlán de Juárez dentro del estado de Oaxaca; el recuadro inferior derecho muestra la ubicación del municipio de Ixtlán dentro del distrito de Ixtlán de Juárez; el recuadro izquierdo muestra la zona del bosque de manejo forestal dentro del municipio; los árboles predominantes en la zona son *Pinus* spp., *Quercus* spp., *Alnus* spp., *Arbutus* spp., *Baccharis* spp., *Crateagus* spp. y *Cestrum* spp. (Vásquez-Cortez, 2013).



**Figura 2.** Imágenes aéreas de la zona de estudio manejo forestal. A) Año 2008 previa al proceso de extracción de madera por el método de matarrasa en franja, B) Año 2011 después del proceso de extracción de madera por el método de matarrasa en franja.

la AM estuvieron a 2.5 kilómetros del BMF; estas áreas fueron modificadas para uso agrícola hace más de medio siglo y tienen características de suelo, clima y vegetación similares entre sí.

El BMF tiene una extensión estimada de 24.2 ha (Fig. 1). Dentro de esta zona se seleccionaron cinco franjas de bosque con tratamiento de matarrasa en franjas (A:146 × 100.4 m; B:247.1 × 177.7 m; C:421.3 × 157.6 m; D:243.1

× 165.8 m; E:171.6 × 180.4 m) y cinco franjas (1:129 × 49 m; 2:345.1 × 52.7 m; 3:356.2 × 40.9 m; 4:211.7 × 40.8 m; 5: 86.4 × 30.4 m) en sitios control (FC). El área total en las franjas del bosque manejado (FA) fue de 4.47 has, mientras que el área de las franjas con vegetación (FC) fue de 19.73 has. Ambos sitios se encuentran a una altitud aproximada de 2570 msnm, con características climáticas y orográficas similares. Los árboles predominantes en la zona de estudio son *Pinus* spp., *Quercus* spp., *Alnus* spp., *Arbutus* spp., *Baccharis* spp., *Crateagus* spp. y *Cestrum* spp. principalmente (Vásquez-Cortez, 2013).

Durante los meses de enero a julio de 2011 dos personas realizaron 22 recorridos buscando, de manera intensiva, anfibios y reptiles. Todos los individuos fueron capturados manualmente o con ganchos herpetológicos. Los sitios revisados con mayor cuidado fueron la base de los árboles, troncos caídos, debajo de rocas y entre bromelias. El muestreo se realizó entre las 08:00 y las 18:00 hrs (Vite-Silva et al., 2010). Los ejemplares capturados fueron fotografiados e identificados taxonómicamente hasta el nivel de especie siguiendo las claves y descripciones herpetológicas especializadas de Köhler (2010), Pérez-Higareda et al. (2007), Wilson & Townsend (2007), Goyenechea & Flores-Villela (2006), Rossmann & Burbrink (2005), Flores-Villela et al. (1995), Rosman et al. (1996), Campbell & Frost (1993), Casas-Andreu & McCoy (1987), Smith & Taylor (1950), Smith & Taylor (1948), Smith & Taylor (1945). A partir de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), publicada en el Diario Oficial de la Federación (2010), y la legislación internacional (UICN) se identificaron las especies prioritarias de anfibios y reptiles. En el laboratorio de Estudios Ambientales de la Universidad de la Sierra Juárez (UNSIJ) los individuos fueron sacrificados por hipotermia, fijados con formaldehído al 10% y conservados en alcohol al 70%. Cada individuo fue etiquetado e ingresado a la ba-

se de datos de la colección de anfibios y reptiles (ICAH) localizada en la Universidad de la Sierra Juárez (Permiso de colecta SEMARNAT 08577/12).

Mediante el programa PRIMER 6 & PERMANOVA+.lnk (Clarke & Gorley, 2006), se aplicaron los índices de Margalef, Simpson, Shannon y Jaccard para estimar la riqueza, dominancia, equidad y similitud de especies (Magurran, 1988; Margalef, 1995; Moreno, 2001; Del Rio et al., 2003) para cada área de trabajo. La cantidad de especies en el área fue calculada a través del índice no paramétrico Jackknife 1 el cual se basa en el número de especies únicas (Moreno, 2001). La pendiente y ordenada al origen de la curva fue calculada a partir de la ecuación de Clench (Soberón & Llorente, 1993). Mediante el programa PRIMER 6 & PERMANOVA+.lnk (Clarke & Gorley, 2006) se generaron curvas de acumulación de especies-área para el AM, y debido al bajo número de especies en las áreas FA y FC, el análisis se realizó de manera conjunta para el área del BMF.

## RESULTADOS

En Ixtlán de Juárez, la herpetofauna registrada a partir de las colectas realizadas en las áreas de estudio (AM, FA y FC) fue de 37 especies (32 reptiles y cinco anfibios), divididos en 11 familias y 25 géneros (Cuadro 1). El Área de manejo (AM) mostró diferencias significativas en la riqueza de especies ( $X^2 = 23.45$ ,  $P = 0.05$ ) y un porcentaje mayor de ocurrencia de especies exclusivas (60%,  $n = 22$ ), con respecto a las franjas alteradas (FA = 22%) y franjas conservadas (FC = 50%) del bosque manejado.

En el AM se registraron 28 especies de reptiles y tres especies de anfibios. En el bosque de manejo forestal (BMF) se tienen representantes de 13 especies de reptiles

**Cuadro 1.** Riqueza específica de anfibios y reptiles en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. IJ = Ixtlán de Juárez, AM = Área Modificada (por agricultura y asentamientos humanos); FA = Franja Alterada (con manejo forestal); FC = Franja Conservada (con vegetación y sin manejo).

Áreas de estudio	IJ	AM	FA	FC	IJ	AM	FA	FC	IJ	AM	FA	FC	IJ	AM	FA	FC
Orden	Familia				Género				Especie				Porcentaje de especies			
Caudata (salamandra)	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	2.70	0	0	2.70
Anura (ranas y sapos)	2	2	1	0	3	3	1	0	4	3	1	0	10.81	8.11	2.70	0
Squamata (sauria)	4	4	3	2	8	7	3	4	13	10	4	6	35.14	32.25	10.81	16.2
Squamata (serpientes)	3	3	1	1	12	11	4	1	18	17	4	1	48.65	54.83	10.81	2.70
Testudines	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	2.70	2.70	0	0
TOTAL	11	10	5	4	25	22	8	6	37	31	9	8	100	97.90	24.32	21.60



y dos de anfibios, siendo el suborden sauria el grupo más abundante (Cuadros 1 y 2). Las especies compartidas entre el BMF y el AM fueron: *Sceloporus formosus* (Wiegmann, 1834), *Barisia imbricata imbricata* (Wiegmann, 1828), *Barisia imbricata planifrons* (Bocourt, 1878), *Abronia oaxacae* (Günther, 1885), *Plestiodon brevirostris* (Günther, 1860), *Salvadora intermedia* (Hartweg, 1940), *Thamnophis lineri* (Rossman & Burbrink, 2005), *Conopsis megalodon* (Taylor & Smith, 1942) y *Geophis dubius* (Peters, 1861). Seis especies estuvieron únicamente presentes en el BMF, encontrándose nueve en las FA y ocho en las FC. Dentro de BMF, las especies presentes tanto en las FA como en las FC fueron *S. formosus* y *B. imbricata planifrons* (Cuadros 3 y 4).

La curva de acumulación obtenida con base en el estimador de Jackknife 1 mostró una tendencia asintótica en Ixtlán de Juárez (Fig. 3a) y para las AM (Fig. 3b), por lo que se estima que en el área potencialmente se pueden encontrar 49 especies de anfibios y reptiles, teniendo hasta el momento sólo el 76% de la riqueza herpetofaunística para Ixtlán de Juárez; para la AM la riqueza de especies estimada fue de 38 y para el BMF la riqueza estimada fue de 22 (Fig. 3c, Cuadro 2).

El índice de Margalef mostró menor diversidad de especies en las FA y FC del BMF, siendo mayor en las AM.

**Cuadro 2.** Número estimado de especies estimado en el área de estudio, Ixtlán de Juárez, Oaxaca. IJ = Ixtlán de Juárez, AM = Área Modificada (por agricultura y asentamientos humanos); BMF = Bosque de Manejo Forestal (FA = Franja Alterada (con manejo forestal); FC = Franja Conservada (con vegetación y sin manejo)).

Sitio	Especies observadas	Índice de Jackknife 1	Porcentaje de especies obtenida
IJ	37	48.58	76.16
AM	31	37.75	82.11
BMF (FA+FC)	15	21.68	69.18

**Cuadro 3.** Índices de diversidad calculados para las diferentes áreas de estudio, Ixtlán de Juárez, Oaxaca. AM = Área Modificada (por agricultura y asentamientos humanos); FA = Franja Alterada (con manejo forestal); FC = Franja Conservada (con vegetación y sin manejo).

Parámetros ecológicos	AM	FA	FC
Riqueza	31	9	8
Diversidad (Margalef)	6.15	1.46	1.59
Dominancia (Simpson)	0.04	0.73	0.38
Equidad (Shannon)	3.25	0.65	1.18

El comportamiento de la dominancia fue diferente, siendo mayor en la FA que en la FC; la menor dominancia de herpetozoos se registró en las AM. Las especies más dominantes en el BMF fueron las lagartijas de las especies *S. formosus*, *B. i. planifrons* y *P. brevirostris*, y la salamandra *Thorius cf. insperatus* (Hanken & Waken, 1994). El índice de equidad fue mayor, siendo más uniforme la distribución de las especies en las AM. Dentro del BMF el valor de equidad en la distribución de las especies fue mayor en FC que en FA (Cuadro 3).

A partir del coeficiente de similitud de Jaccard, el cual considera la riqueza específica de cada zona de estudio, se determinó que la FA y el AM son las áreas que más se parecen (0.2), compartiendo las siguientes especies: *S. formosus*, *B. i. imbricata*, *B. i. planifrons*, *P. brevirostris*, *S. intermedia*, *T. lineri* y *C. megalodon*. A pesar de la cercanía entre la FC y la FA, el valor de similitud fue menor (0.13), sólo compartieron las especies *S. formosus* y *B. i. planifrons*. Las áreas que menos se parecen son la FC y la AM (0.11), que tuvieron en común a las especies *S. formosus*, *B. i. planifrons*, *A. oaxacae* y *G. dubius*.

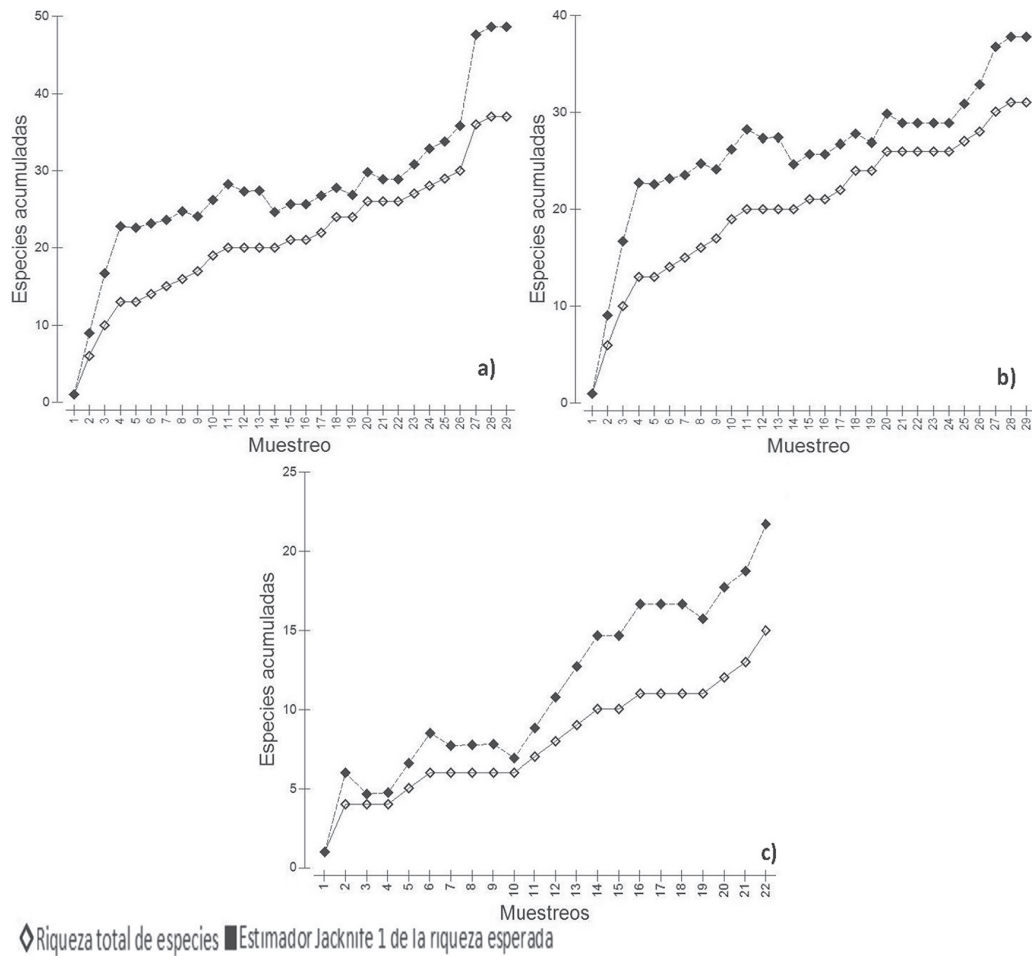
En el BMF se encontraron nueve especies endémicas: *B. i. planifrons*, *A. oaxacae*, *Mesaspis juarezi* (Karges & Wright, 1987), *Mesaspis gadovii* (Boulenger, 1913), *P. brevirostris*, *S. intermedia*, *C. megalodon*, *Rhadinaea fulvivittis* (Cope, 1875), *Incilius spiculatus* (Mendelson, 1997). En esta misma área las especies *B. i. imbricata*, *B. i. planifrons*, *A. oaxacae*, *M. juarezi*, *M. gadovii*, *S. intermedia*, *C. megalodon*, *R. fulvivittis*, *I. spiculatus*, *T. cf. insperatus* están en alguna categoría de riesgo (Cuadro 4). Del total de especies registradas para IJ, 17 son endémicas y 23 se encuentran en alguna categoría de riesgo. Dentro del AM se obtuvieron 13 especies endémicas y 18 en alguna categoría de riesgo (Cuadro 4).

## DISCUSIÓN

Un capital natural importante y necesario de cuantificar es la fauna natural presentes en zonas de alta diversidad, pero con pocos estudios faunísticos como es la región de la Sierra de Juárez, Oaxaca. El inventario taxonómico de la herpetofauna realizado en Ixtlán de Juárez permitió identificar la comunidad herpetofaunística en sus áreas de agricultura (AM), zonas de manejo forestal con tratamiento de matarrasa en franja (FA) y en las áreas forestales con vegetación natural (FC). La riqueza de 37 especies obtenidas (32 reptiles y 5 anfibios), representa el 8.37% de la herpetofauna a nivel estatal (Mata-Silva

**Cuadro 4.** Lista de especies de anfibios y reptiles registradas en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, se incluye la categoría de riesgo y endemismo (de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2010). AM = Area Modificada, BMF = Bosque de Manejo Forestal (FA = Franja Alterada, FC = Franja Conservada), + presencia, A = Amenazado, Pr = Prioritario, En = endémica.

Familia	Género	Especie	Sitios de muestreo			Categoría de riesgo		Endemismos	
			AM	FA	FC	A	Pr	México	Oaxaca
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>S. formosus</i> (Wiegmann, 1834)	+	+	+				
		<i>S. grammicus microlepidotus</i> (Wiegmann, 1828)			+				
		<i>S. horridus horridus</i> (Wiegmann 1939)	+						
		<i>S. aureolus</i> (Smith, 1942)	+						
Anguidae	<i>Phrynosoma</i>	<i>P. braconnieri</i> (Dumeril y Bocourt, 1870)	+				Pr	En	En
	<i>Gerrhonotus</i>	<i>G. liocephalus</i> (Wiegmann, 1828)	+						
	<i>Barisia</i>	<i>B. imbricata imbricata</i> (Wiegmann, 1828)	+	+			Pr		
		<i>B. imbricata planifrons</i> (Bocourt, 1878)	+	+	+		Pr	En	
	<i>Abronia</i>	<i>A. oaxacae</i> (Günther, 1885)	+		+		Pr	En	
	<i>Mesaspis</i>	<i>M. juarezi</i> (Karges y Wright, 1987)				+	A	Pr	En
<i>M. gadovii</i> (Boulenger, 1913)					+	A	Pr	En	
Scincidae	<i>Plestiodon</i>	<i>P. brevirostris</i> (Günther, 1860)	+	+					En
Dactyloidae	<i>Anolis</i>	<i>A. quercorum</i> (Fitch, 1978)	+						
Colubridae	<i>Pituophis</i>	<i>P. lineaticollis</i> (Cope, 1861)	+						
	<i>Salvadora</i>	<i>S. intermedia</i> (Hartweg, 1940)	+	+			Pr	En	
		<i>Tamnophis</i>	<i>T. chrysocephalus</i> (Cope, 1885)	+			A		En
	<i>T. cyrtopsis</i> (Kennicott, 1860)		+			A			
		<i>T. lineri</i> (Rossman y Burbrink, 2005)	+	+					
		<i>T. godmani</i> (Liner, 1994)	+			A		En	
	<i>Conopsis</i>	<i>C. megalodon</i> (Taylor y Smith, 1942)	+	+					En
	<i>Trimorphodon</i>	<i>T. tau</i> (Cope, 1870)	+			A			
	<i>Geophis</i>	<i>G. dubius</i> (Peters, 1861)	+		+				
	<i>Rhadinaea</i>	<i>R. fulvivittis</i> (Cope, 1875)		+			Pr		En
		<i>R. taeniata</i> (Peters, 1863)	+						
	<i>Lampropeltis</i>	<i>L. triangulum oligozona</i> (Lacepede, 1788)	+						
	<i>Leptodeira</i>	<i>L. septentrionalis polysticta</i> (Günther, 1895)	+			A			
	<i>Leptophis</i>	<i>L. mexicanus</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854)	+				Pr		
Viperidae	<i>Crotalus</i>	<i>C. molossus</i> (Baird y Girard, 1853)	+						
		<i>C. intermedius</i> (Troschel, 1865)	+				Pr		
		<i>C. ravus</i> (Cope, 1865)	+			A		En	
Elapidae	<i>Micrurus</i>	<i>M. browni</i> (Schmidt y Smith, 1943)	+			A		En	
Kinosternidae	<i>Kinosternon</i>	<i>K. integrum</i> (Le Conte, 1824)	+				Pr	En	
Hylidae	<i>Hyla</i>	<i>H. euphorbiacea</i> (Günther, 1858)	+				Pr		
	<i>Plectrohyla</i>	<i>P. bistincta</i> (Cope, 1877)	+				A	En	
Bufonidae	<i>Incilius</i>	<i>I. spiculatus</i> (Mendelson, 1997)		+		A			En
		<i>I. occidentalis</i> (Camerano, 1879)	+				Pr	En	
Plethodontidae	<i>Thorius</i>	<i>T. c.f insperatus</i> (Hanken y Waken, 1994)			+		Pr		



**Figura 3.** Curva de acumulación de especies. A) Ixtlán de Juárez, B) Área Modificada y C) Bosque de Manejo Forestal.

*et al.*, 2015) y el 76% del ensamblaje herpetofaunístico para la región. El porcentaje de especies registradas en este trabajo es cercano al 80% que Soberón & Llorente (1993) sugieren como válidos para representar la riqueza de una comunidad. En particular, nuestro método de muestreo ha permitido estimar entre 65.3% y 87% de las especies de serpientes que han sido descritas para la región; cabe señalar que los individuos de este grupo son considerados como difíciles de registrar (Urbina-Cardona, 2007). Sin embargo, para aumentar la riqueza de este inventario se necesita realizar un mayor esfuerzo de colecta, particularmente hacia las especies con alta afinidad a un tipo de hábitat, como son los anfibios (Vonesh *et al.*, 2010) y hacia las especies menos abundantes, como son las serpientes (Dodd Jr., 1993). Estas especies podrían ser encontradas en el BMF, que es también la zona donde las curvas de acumulación de especies generadas no mostraron un comportamiento asintótico.

La riqueza específica estimada en la FA fue de nueve especies y ocho en la FC. La FC presentó mayor diversidad de organismos pero fue una zona en donde la dominancia de individuos fue menor en comparación con la FA (Cuadro 3). La diferencia en representatividad de especies entre las zonas alteradas (AM y FA) y conservadas (FC) observada en este trabajo concuerdan con lo registrado por Rios-López & Aidé (2007) en bosques secundarios de Puerto Rico y por Urbina-Cardona *et al.* (2006) en fragmentos de selva tropical en los Tuxtlas, Veracruz. En estos trabajos los autores han concluido que la modificación del hábitat tiene un efecto negativo sobre las poblaciones de anfibios y reptiles debido tanto a las diferencias en condiciones térmicas (espaciales y temporales) que existe en estas áreas, como a los cambios en los patrones conductuales de cada especie; los cuales se ven modificados en relación a la presencia de hábitats idóneos ya sea para termorregular o para alimentarse (Shine, 1987; Reinert &

Zappalorti, 1988; Blouin-Demers & Weatherhead, 2001; González-García *et al.*, 2009; Harvey & Weatherhead, 2010).

En el presente trabajo, el ensamble de la comunidad herpetofaunística que se observó tanto en las AM, como en el BMF (en el que están incluidas las FA y FC) no puede ser asociada a un tipo de variable específico, sin embargo, se ha documentado que en áreas abiertas similares a las FA y AM existe una mayor variabilidad en el mosaico climático, *e.g.* temperatura y humedad (Hertz *et al.*, 1993), creando nuevos microhábitats (terrazas de vegetación muerta, vegetación herbácea, pastos, entre otros) y promoviendo tanto el desplazamiento como la recolonización de algunas especies (Cortés-Ávila & Toledo, 2013; Del Rio *et al.*, 2003; Hanski, 1994), pero a la vez afectando e inhibiendo la presencia de especies menos tolerantes a la desecación, tales como los anfibios (Toft, 1985; Tejedo *et al.*, 2012). Por otro lado, es muy posible que la diferencia en diversidad registrada entre las áreas de bosque conservado (FC) y las áreas perturbadas (FA y AM) no sólo sea consecuencia de la diferencia estructural de los hábitats, sino también a la facilidad de avistar y atrapar a los organismos en las áreas perturbadas, añadido a la capacidad que tienen estos organismos de acoplarse a los cambios en las variables bióticas y abióticas debido a la fragmentación en sus microhábitats (Urbina-Cardona *et al.*, 2008; Cortés-Ávila & Toledo, 2013).

Los resultados de diversidad en las áreas modificadas (AM) y las franjas alteradas (FA) tienden a ser diferentes a las franjas conservadas (FC) contiguas, en donde las condiciones climáticas como son la temperatura y la humedad, permanecen más constantes al haber un dosel más cerrado; en esta zona, el dosel superior llega a ser tan denso que filtra la mayor cantidad de rayos solares, lo que provoca también una inhibición en el crecimiento de nuevas plantas en el sotobosque y se genera una capa gruesa de materia orgánica. Por otro lado, las AM y FA tienden a ser zonas abiertas con mayor fluctuación de la temperatura y con una capa delgada de materia orgánica.

A pesar de que las zonas de AM y FA son estructuralmente diferentes a las FC, todavía hay interconectividad entre las tres zonas; pero el periodo transcurrido entre la perturbación en la FA y la transformación de las zonas forestales a campos de cultivo (AM) es mayor en esta última, por lo que se esperaba un mayor número de especies compartidas entre las FC y las FA. Las especies registradas tanto en las FA como en las AM pueden ser consideradas dentro del grupo de la herpetofauna tolerante a la modificación del hábitat (García *et al.*, 2007; Cortés-Ávila & Toledo, 2013), esta capacidad de tolerar

los cambios en el medio se ha utilizado para evaluar el estado de perturbación del bosque (Kühn & Klotz, 2006; Calderón-Mandujano *et al.*, 2008; Betancourth-Cundar & Gutiérrez-Zamora, 2010).

Las especies presentes solamente en el BMF fueron: *S. grammicus microlepidotus*, *B. i. planifrons*, *M. viridiflava*, *M. juarezi*, *R. fulvivitis* e *I. spiculatus*, estas especies a pesar de no presentar sensibilidad a los cambios ambientales muestran un alto grado de especificidad en el uso de microhábitats (Boada *et al.* 2008), lo que limita su presencia en las áreas modificadas. Por ejemplo, en el bosque con manejo forestal se registraron dos especies de anfibios; en la FA se registró a *I. spiculatus* y en la FC a *T. cf. insperatus*. De las dos especies, *Incilius spiculatus* parece poseer una mayor capacidad para soportar la variabilidad ambiental presente en áreas modificadas (Vargas & Castro 1999). Por otro lado, *T. cf. insperatus* es una especie con una tasa de dispersión muy baja (García-Vázquez *et al.*, 2006; Wake, 2009) y solamente habita áreas con alta cobertura vegetal (entre la hojarasca, musgo y troncos podridos) como los presentes en las FC. La cobertura vegetal genera una estabilidad ambiental y evita que la radiación solar incida directamente sobre el sotobosque, haciendo posible que haya mayor humedad y temperaturas estables en comparación con las zonas destinadas al aprovechamiento forestal (Urbina-Cardona & Londoño-Murcia, 2003; Betancourth-Cundar & Gutiérrez-Zamora, 2010; Martínez-Baños *et al.*, 2011; Cortés-Gómez *et al.*, 2013).

En similitud con Urbina-Cardona *et al.* (2008), Vidaurre *et al.* (2008) y Ugalde-Lezama *et al.* (2010), se considera que las especies dependientes del bosque pueden ser un reflejo de la estabilidad natural del hábitat ante los distintos niveles de perturbación; por lo que, en el bosque de manejo forestal, la aplicación de tratamientos silvícolas pueden ser promotoras de un desequilibrio en la comunidad herpetofaunística que puede generar un cambio en la abundancia de las especies a largo plazo y propiciar indirectamente una inestabilidad de la dinámica y diversidad herpetofaunística, lo que podría generar una drástica disminución espacial y temporal de las especies con baja habilidad de adaptación y dispersión (Sosa, 2008; Promis *et al.*, 2010). Con base en la abundancia y riqueza de las especies en el BMF se puede considerar que la comunidad herpetofaunística es relativamente estable y sus especies aún pueden coexistir (Miñano *et al.*, 2003; Ugalde-Lezama *et al.*, 2010).

En términos generales, no cabe duda que se ha logrado avanzar en las técnicas silvícolas que promueven





un manejo forestal sostenible desde los puntos de vista económico, político y social (FAO, 1993). Por otro lado la importancia de trabajar en áreas con manejo forestal y áreas con una alta actividad antropogénica, sirven para evidenciar la presencia de especies con alta especificidad de microhábitats, ya que el conocimiento que se tiene sobre el efecto que dicho manejo tiene sobre la biodiversidad es incompleto. El plan de manejo que lleva a cabo la comunidad forestal de Ixtlán implica no talar cerca de 7026 ha (considerando áreas forestales segregadas y áreas de protección de cauces; FSC, 2001). Actividades como estas indudablemente disminuyen los efectos de deforestación y degradación del hábitat. Finalmente, aún y con esta regulación en el manejo se hace todavía necesario continuar con el monitoreo y recopilación de información biológica en las comunidades de anfibios y reptiles presentes en las zonas forestales del país.

**AGRADECIMIENTOS.** Se agradece a la Comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca por el permiso de trabajar dentro de sus áreas de manejo forestal, al Biol. Alfonso Hernández Ríos por su colaboración en las salidas de campo e identificación de ejemplares. Se agradece la revisión del escrito realizada por el Dr. Crystian S. Venegas-Barrera y la M. en C. Raquel Hernández Meneses. El Posgrado en Ciencias Biológicas-UNAM facilitó el trabajo de VAH durante su estancia sabática en el Instituto de Ecología, UNAM. Los ejemplares fueron colectados bajo permiso de colecta científica dado por SEMARNAT (oficio: 08577/12). El apoyo otorgado por PROMEP (UNSIJ-PTC-001) a VAH financió la preparación final del escrito. Dos revisores anónimos contribuyeron a mejorar el contenido del presente trabajo y les agradecemos sus aportaciones.

## LITERATURA CITADA

- Annand, E. M. & Thompson, F. R.** (1997). Forest bird response to regeneration practices in central hardwood forests. *Journal of Wildlife Management*, 61, 159-171.
- Betancourth-Cundar, M. & Gutiérrez-Zamora, M.** (2010). Aspectos ecológicos de la herpetofauna del centro experimental amazónico, Putumayo, Colombia. *Ecotrópicos*, 23, 61-78.
- Blouin-Demers, G. & Weatherhead, P. J.** (2001). An experimental test of the link between foraging, habitat selection and thermoregulation in black rat snakes *Elaphe obsoleta obsoleta*. *Journal of Animal Ecology*, 70, 1006-1013.
- Boada, C., Buitrón, G., Salgado, S. & Tobar, C.** (2008). Composición y diversidad de la flora y fauna de provincia del Carchi dentro del área de intervención del proyecto Gisrena: una visión general. Pp. 5-12. In: C. Boada, & J. Campaña (Eds.) 2008. *Composición y diversidad de la flora y la fauna en cuatro localidades en la provincia del Carchi. Un reporte de las evaluaciones ecológicas rápidas*. Ecociencia y GPC. Quito.
- Cabrera-Guzmán, E. & Reynoso, V. H.** (2012). Amphibian and reptile communities of rainforest fragments: minimum patch size to support high richness and abundance. *Biodiversity and Conservation*, 21, 3243-3265.
- Calderón-Mandujano, R. R., Galindo Leal, C. & Cedeño-Vázquez, J. R.** (2008). Utilización de hábitats por reptiles en estados sucesionales de selvas tropicales de Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 24, 95-114.
- Campbell, J. A. & Frost, D. R.** (1993). Anguid lizards of the genus *Abronia*: revisionary notes, descriptions of four new species, a phylogenetic analysis, and key. *Bulletin of American Museum of Natural History*, 216, 1-121.
- Carvajal-Cogollo, J. E. & Urbina-Cardona, J. N.** (2008). Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1, 397-416.
- Casas-Andreu, G. & McCoy, C. J.** (1987). *Anfibios y Reptiles de México. Claves ilustradas para su identificación*. LIMUSA, México.
- Challenger, A.** (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Chen, J., Saunders, S. C., Crow, T. R., Naiman, R. J., Brososke, K. D., Mroz, G. D., Brookshire, B. L., & Franklin, J. F.** (1999). Microclimate in forest ecosystem and landscape ecology. *BioScience*, 49, 288-297.
- Clarke, K. R. & Gorley, R. N.** (2006). *PRIMER v6: User Manual / Tutorial*. PRIMER-E: Plymouth. UK.
- Cortés-Ávila, L. & Toledo, J. J.** (2013). Estudio de la diversidad de serpientes en áreas de bosque perturbado y pastizal en San Vicente del Caguán. *Actualidades Biológicas*, 35(99), 185-197.
- Cortés-Gómez, A. M., Castro-Herrera, F. & Urbina-Cardona, J. N.** (2013). Small changes in vegetation structure create changes in amphibian ensembles in the Colombian Pacific rainforest. *Tropical Conservation Science*, 6(6), 749-769.
- Del Rio, M., Montes, F., Cañedas, I. & Montero, G.** (2003). Revisión: índices de diversidad estructural en masa forestales. *Investigación Agraria: Sistema de Recursos Forestales*, 12, 159-176.
- Diario Oficial de la Federación.** (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-050-SEMARNAT-2010, que determina las especies de flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados, Gobierno Federal, México.
- Dodd Jr., C. K.** (1993). Strategies for snake conservation. Pp. 363-393. In: R. A. Seigel, & J. T. Collins (Eds.). *Snakes: Ecology and Behavior*. McGraw-Hill, USA.
- Domínguez, Y. R.** (2015). Diversidad de bromelias y orquídeas y su uso como indicadores ecológicos del manejo forestal en Sierra Juárez, Oaxaca. Tesis, División de Estudios de Postgrado, Universidad de la Sierra Juárez, México.
- FAO** (1993). *The challenge of sustainable forest management. What future for the world's forest?* United Nations Food and Agriculture Organization, Rome.
- Flores-Villela, O.** (1993). Riqueza de los anfibios y reptiles. Número especial *Ciencias*, 7, 33-42.
- Flores-Villela, O. A., Mendoza-Quijano, F. & González-Porter, G.** (Comp.). (1995). Recopilación de claves para la determinación de

- Anfibios y Reptiles de México. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias. UNAM*, 10, 1-285.
- Fredericksen, N. J., & Fredericksen, T. S.** (2002). Terrestrial wildlife responses to logging and fire in a Bolivian tropical humid forest. *Biodiversity and Conservation*, 11, 27-38.
- FSC. Forest Stewardship Council & SmartWood. (2001). *Certificado SW-FM/COC-147 Comunidad Ixtlán de Juárez. USA-México*.
- García-R., J. C., Cárdenas-H., H., & Castro-H., F.** (2007). Relación entre la diversidad de anuros y los estados sucesionales de un bosque muy húmedo montano bajo del Valle del Cauca, Suroccidente colombiano. *Caldasia*, 29, 363-374.
- García-Vázquez, U. O., Gutiérrez-Mayén, M. G., Hernández-Jiménez, C. A. & Auriol-López, V.** (2006). Estudio de la densidad poblacional y algunos aspectos ecológicos de *Pseudoeurycea leprosa* en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 14, 10-17.
- Gardner, T. A., Ribeiro Jr., M. A., Barlow, J., Ávila-Pires, T. A. S., Hoogmoed, M. S. & Peres, C. A.** (2007). The biodiversity value of primary, secondary and plantation forests for a neotropical herpetofauna. *Conservation Biology*, 21, 1523-1739.
- González-García, A., Belliure, J., Gómez-Sal, A. & Dávila, P.** (2009). The role of urban green spaces in fauna conservation: the case of the iguana *Ctenosaura similis* in the patios of León city Nicaragua. *Biodiversity and Conservation*, 18, 1909-1920.
- Goyenechea, I. & Flores-Villela, O.** (2006). Taxonomic summary of *Conopsis*, Günther, 1858 (Serpentes: Colubridae). *Zootaxa*, 1271, 1-27.
- Greenberg, C. H., Neary, D. G. & Harris, L. D.** (1994). Effect of high-intensity wildfire and silvicultural treatments on reptile communities in Sand-Pine Scrub. *Conservation Biology*, 8, 1047-1057.
- Hanlin, H. G., Martin, F.D., Wike, L. D. & Bennett, S. H.** (2000). Terrestrial activity, abundance and species richness of amphibians in managed forests in South Carolina. *American Midland Naturalist*, 143, 70-83.
- Hanski, I.** (1994). A practical model of metapopulation dynamics. *Journal of Animal Ecology*, 63, 151-162.
- Harvey, D. S. & Weatherhead, P. J.** (2010). Habitat selection as the mechanism for thermoregulation in a northern population of massasauga rattlesnakes (*Sistrurus catenatus*). *Ecoscience*, 17, 411-419.
- Hertz, P., Huey, R. & Stevenson, R.** (1993). Evaluating temperature regulation by field-active ectotherms: the fallacy of the inappropriate questions. *American Naturalist*, 142, 796-818.
- Johnson, N. & Cabarle, B.** (1993). *Surviving the cut*. World Resources Institute, Washington, USA.
- Juárez-López, J. C., González-Hernández, A. J., Cabrera-Espinoza, M. L. & Garza-Castro, J. M.** (2006). Anfibios y reptiles de una zona perturbada en el municipio de Tuxtepec, Oaxaca, México. Pp. 283-289. In: A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez, & F. Mendoza-Quijano (Eds.). *Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad*. Publicación Especial No. 3 Sociedad Herpetológica Mexicana. México.
- Kanowski, J. J., Reis, T. M., Catterall, C. P., & Piper, S. D.** (2006). Factors affecting the use of reforested sites by reptiles in cleared rainforest landscapes in tropical and subtropical Australia. *Restoration Ecology*, 14, 67-76.
- Köhler, G.** (2010). *Amphibians of Central America*. Herpeton Verlag Elke Köhler. Offenbach.
- Kühn, I. & Klotz, S.** (2006). Urbanization and homogenization-Comparing the floras of urban and rural areas in Germany. *Biological Conservation*, 127, 292-300.
- Lemckert, F.** (1999). Impacts of selective logging on frogs in a forested area of northern New South Wales. *Biological Conservation*, 89, 321-328.
- Magurran, A. E.** (1988). *Diversidad Ecológica y su Medición*. Ediciones Vedral. Barcelona, España.
- Margalef, R.** (1995). *Ecología*. Omega. Barcelona, España.
- Martínez-Baños, V., Pacheco-Flores, V. & Ramírez-Pinilla, M. P.** (2011). Abundancia relativa y uso de microhábitat de la rana *Geobatrachus walkeri* (Anura: Strabomantidae) en dos hábitats en Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59, 907-920.
- Mata-Silva, V., Johnson, J. D., Wilson, L. D. & García-Padilla, E.** (2015). The herpetofauna of Oaxaca, México: composition, physiographic distribution and conservation status. *Mesoamerican Herpetology*, 2, 5-62.
- Merino, L. & Segura G.** (2002). El manejo de los recursos forestales en México (1992-2002): Procesos, tendencias y políticas públicas. Pp. 237-256. In: E. Leff, E. Ezcurra, I. Pisanty, & P. Romero-Lankao, (Comp.). *La Transición hacia el desarrollo sustentable: Perspectivas de América Latina y el Caribe*. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Autónoma Metropolitana, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México.
- Miñano, P. A., Egea, A., Oliva-Paterna, F. J., & Torralva, M.** (2003). Hábitat reproductor de *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758) en el Noroeste de la Región de Murcia (S.E. Península Ibérica): Distribución actualizada. *Anales de Biología*, 25, 203-205.
- Mittermeier, R. A. & Goetsch de Mittermeier, C.** (1992). La importancia de la diversidad biológica de México. Pp. 57-62. In: J. Sarukhán & R. Dirzo (Comp.). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO. México.
- Moreno, C. E.** (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T- Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza.
- Murcia, C.** (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10, 58-62.
- Ordoñez, M. de J. & Rodríguez, P.** (2008). Oaxaca el estado con mayor diversidad biológica y cultural de México, y sus productores rurales. *Ciencias*, 91, 54-64.
- PDISP.** Plan para el Desarrollo Integral, Sustentable y Pluricultural. (2005). Ixtlán de Juárez, Oaxaca.
- Pérez-Higareda, G., López-Luna, M. A. & Smith, H. M.** (2007). *Serpientes de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México: Guía de identificación ilustrada*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Promis, A., Caldenteya, J., & Ibarra, M.** (2010). Microclima en el interior de un bosque de *Nothofagus pumilio* y el efecto de una corta de regeneración. *Bosque*, 31(2), 129-139.
- Reinert, H. K. & Zappalorti, R. T.** (1988). Timber rattlesnake (*Crotalus horridus*) of the pine barrens: their movement patterns and hábitat preference. *Copeia*, 1988, 964-976.
- Rios-López, N. & Aide, T. M.** (2007). Herpetofaunal dynamics during secondary succession. *Herpetologica*, 63, 35-50.



- Rodríguez-Rivera, V.** (2014). Distribución, riqueza y composición química de agallas en dos bosques templados: uso potencial como indicadores ecológicos. Tesis. División de estudios de Postgrado, Universidad de la Sierra Juárez, México.
- Rossman, D. A. & Burbrink, F. T.** (2005). Species limits within the Mexican garter snakes of the *Thamnophis godmani* complex. *Occasional Papers of the Museum of Natural Science, Louisiana State University*, 79, 1-44.
- Rossman, D. A., Ford, N. B. & Seigel, R. A.** (1996). *The garter snakes: evolution and ecology*. University of Oklahoma Press, Oklahoma.
- SEMARNAT/PROCYMAF** (2000). Proyecto conservación y manejo sustentable de recursos forestales en México (PROCYMAF). Balance de tres años de ejecución.
- Shine, R.** (1987). Intraspecific variation in thermoregulation, movements and habitat use by Australian blacksnakes, *Pseudechis porphyriacus* (Elapidae). *Journal of Herpetology*, 21, 165-177.
- Smith, H. M. & Taylor, E. H.** (1945). An annotated checklist and key to the snakes of Mexico. *Bulletin of the United States National Museum*, 187, 11-239.
- Smith, H. M. & Taylor, E. H.** (1948). An annotated checklist and key to the amphibians of Mexico. *Bulletin of the United States National Museum*, 194, 11-118.
- Smith, H. M. & Taylor, E. H.** (1950). An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of the snakes. *Bulletin of the United States National Museum*, 199, 11-253.
- SmartWood** (2002). Resumen Público de Certificación de Unión de Productores Forestales Zapotecas-Chinantecas de la Sierra de Juárez (UZACHI).
- Soberón, J. & Llorente, J.** (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7, 480-488.
- Sosa, R. A.** (2008). Efectos de la fragmentación del bosque de caldén sobre las comunidades de aves en el centro-este de La Pampa. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Tejedo, M., Duarte, H., Gutiérrez-Pesquera, L. M., Beltrán, J. F., Katzenberger, M., Marangoni, F., Navas, C. A., Nicieza, A. G., Relyea, R. A., Rezende, E. L., Richter-Boix, A., Santos, M., Simon, M. & Solé, M.** (2012). El estudio de las tolerancias térmicas para el examen de hipótesis biogeográficas y de la vulnerabilidad de los organismos ante el calentamiento global. Ejemplos en anfibios. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 23, 2-26.
- Theenhaus, A. & Schaefer, M.** (1995). The effects of clear-cutting and liming on the soil macrofauna of a beech forest. *Forest Ecology and Management*, 77, 35-51.
- Thompson, F. R., Probst, J. R. & Raphael, M. G.** (1995). Impacts of silviculture: overview and management recommendations. Pp. 201-219. In: T. E. Martin & D. M. Finch (Eds.). *Ecology and management of Neotropical migratory birds*. Oxford University Press, UK.
- Toft, C. A.** (1985). Resource partitioning in amphibians and reptiles. *Copeia*, 1985, 1-21.
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara-Carbajal, J. L., Valdez-Hernández, J. I., Ramírez-Valverde, G., Velázquez-Mendoza, J. & Tarángo-Arámbula, L. A.** (2010). Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación. *Agrociencia*, 44, 159-169.
- Urbina-Cardona, J. N.** (2007). Evaluación del efecto de borde sobre la composición de la comunidad de herpetofauna en áreas con diferente uso del suelo y orientación del borde en la reserva Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Urbina-Cardona, J. N., Olivares-Pérez, M. & Reynoso, V. H.** (2006). Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture-edge-interior ecotone in tropical rain forest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*, 132, 61-75.
- Urbina-Cardona, J. N. & Londoño-Murcia, M. C.** (2003). Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. *Ciencia*, 27, 105-113.
- Urbina-Cardona, J. N., Londoño-Murcia, M. C. & García-Ávila, D. G.** (2008). Dinámica espacio-temporal en la diversidad de serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de alteración antropogénica en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. *Caldasia*, 30, 479-493.
- Vargas, S. F. & Castro, H. F.** (1999). Distribución y preferencias de microhábitat en anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en Anchicayá, Pacífico Colombiano. *Caldasia*, 21, 95-109.
- Vásquez-Cortez, V.** (2013). Estructura, composición y diversidad arbórea, en áreas de manejo forestal de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Tesis, Universidad de la Sierra Juárez. México.
- Vesely, D. G. & McComb, W. C.** (2002). Salamander abundance and amphibian species richness in riparian buffer strips in the Oregon Coast Range. *Forest Science*, 48, 291-297.
- Vidaurre, T., Gonzales, L. & Ledezma, M. J.** (2008). Escarabajos coprófagos (*Scarabaeinae*) del palmar de las islas, Santa Cruz. Bolivia. *Kempffiana*, 4, 3-20.
- Vite-Silva, V., Rámirez-Bautista, A. & Hernández Salinas, U.** (2010). Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 473-485.
- Vonesh, J. R.** (2001). Patterns of richness and abundance in a tropical African leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*, 33, 502-510.
- Vonesh, J. R., Mitchel, J. P., Howell, K. & Crawford A. J.** (2010). Rapid assessments of amphibian diversity. Pp. 263-276. In: C. K. Dodd Jr. (Ed.). *Amphibian ecology and conservation: a Handbook of techniques*. Oxford University Press, UK.
- Wake, D. B.** (2009). What salamanders have taught us about evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 40, 333-352.
- Wilson, L. D. & Townsend, J. H.** (2007). A checklist and key to the snakes of the genus *Geophis* (Squamata: Colubridae: Dipsadinae), with commentary on distribution and conservation. *Zootaxa*, 1395, 1-31.
- Zacarias-Eslava, Y. & Del Castillo, F. R.** (2010). Comunidades vegetales templadas de la Sierra Juárez, Oaxaca: pisos altitudinales y sus posibles implicaciones ante el cambio climático. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 87, 13-28.
- Zheng, D., Chen, J., Song, B., Xu, M., Sneed, P. & Jansen, R.** (2000). Effects of silvicultural treatments on summer forest microclimate in southeastern Missouri Ozarks. *Climate Research*, 15, 45-59.