

Abundancia relativa de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* (Carnívora: Canidae) en la zona centro de Veracruz, México

Sonia Gallina^{1*}, Paloma López-Colunga¹, Carolina Valdespino¹ & Verónica Farías²

1. Red de Biología y Conservación de Vertebrados. Instituto de Ecología, A.C. Carretera Antigua a Coatepec #351, El Haya, Xalapa, Veracruz, CP 91070; sonia.gallina@inecol.mx, paloma.l.colunga@hotmail.com, carolina.valdespino@inecol.mx
 2. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida de los Barrios # 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, CP 54090; v.farias@campus.iztacala.unam.mx
- * Correspondence

Recibido 27-II-2015. Corregido 20-VIII-2015. Aceptado 21-IX-2015.

Abstract: Relative abundance of the gray fox *Urocyon cinereoargenteus* (Carnívora: Canidae) in Veracruz central area, Mexico. The gray fox, *Urocyon cinereoargenteus*, is a medium-size canid widely distributed in México. Most studies on this species focus on habitat use, home range, diet, intraguild competence, and landscape distribution between urban and rural sites. In central Veracruz, gray foxes are present in fragments of cloud forest and in shaded coffee plantations; nevertheless, its abundance has not yet been compared among other vegetation types found in the area, such as sugarcane plantations. In this study we described gray foxes abundance variations using 500 m transects, among sugarcane plantations, shaded coffee plantations, and cloud forest fragments throughout eight months, by scat counting in three sites of each cover type. We reported the relative abundance index for each cover type and each month, and evaluated its relationship with four landscape features: (a) shade percent, (b) trail density, (c) human population density, and (d) habitat juxtaposition, in influence areas of 450 ha around sampling sites. Abundance comparison among cover types showed lower abundances in cloud forest fragments and higher abundances in coffee and sugarcane plantations. No significant differences were found throughout months ($p = 0.476$). We proposed that higher abundances in plantations may be related to the presence of rodent plagues and fruit trees which offer food resources to gray foxes. The evaluation of landscape features showed that only medium-impact trail density and human population density were positively correlated with gray fox abundance; fact that demonstrates that this canid can coexist with humans in rural sites. We highlight the gray fox capacity to take advantage of heterogeneous landscapes. *Rev. Biol. Trop.* 64 (1): 221-233. Epub 2016 March 01.

Key words: abundance, cloud forest, coffee plantation, gray fox, landscape, sugarcane plantation, *Urocyon cinereoargenteus*.

La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber, 1775) es un mesodepredador solitario, activo tanto de día como de noche, y es el único cánido que regularmente sube a los árboles gracias a sus garras semi-retráctiles (Fuller & Cypher, 2004). Su alimentación es omnívora e incluye pequeños vertebrados, invertebrados y frutos (González, Sánchez, Ñíguez, Santana, & Fuller, 1992; Guerrero, Badii, Flores, & Zalapa, 2002). Presenta una amplia distribución en América que va desde

el sur de Canadá hasta el norte de Venezuela y Colombia, exceptuando algunas porciones montañosas del norte de Estados Unidos, las Grandes Planicies y el Este de Centroamérica (Fritzell & Haroldson, 1982).

Los estudios sobre esta especie se han realizado principalmente en los Estados Unidos y se han enfocado en el uso de hábitat, el ámbito hogareño, la dieta, la competencia con otros carnívoros y su distribución en diferentes paisajes como bosques tropicales, deciduos y

templados, y a matorrales con alta densidad de arbustos, entre otros, así como en áreas urbanas como rurales (Farias, Fuller, Wayne, & Sauvajot, 2005; Fedriani, Fuller, Sauvajot, & York, 2000; Fritzell & Haroldson, 1982; Fuller, 1978; Haroldson & Fritzell, 1984; Harrison, 1997; Weston & Brisbin, 2003). Fritzell y Haroldson (1982) registraron que hacia el otoño y principios del invierno, cuando la cantidad de alimentos disminuye en su hábitat, las zorras pueden incrementar su ámbito hogareño de 0.4 a 3.2 km de diámetro.

En México, se han realizado estudios de patrones de actividad, dieta, nicho de alimentación, abundancia y densidad en diferentes ecosistemas (González et al., 1992; Guerrero et al., 2002; Servín & Chacón, 2005). Guerrero et al. (2002) en su estudio de nicho de alimentación de cuatro carnívoros en un bosque tropical caducifolio de la costa sur de Jalisco, reportaron que la zorra gris presentó un nicho de alimentación más amplio que otros carnívoros como el coyote, y además indicó una variación estacional, siendo más amplio en la época más seca.

Para la región central de Veracruz, García-Burgos (2007), Gallina, Mandujano y González-Romero (1996), Gallina, González-Romero y Manson (2008), López-Arévalo (2010), López-Arévalo, Gallina, Landgrave, Martínez-Meyer, & Muñoz-Villers (2011) han reportado la presencia de zorra gris en estudios de diversidad de mamíferos en cafetales con diferente gradiente de manejo y en fragmentos de bosque mesófilo de montaña (BMM). Los cafetales son de gran importancia para la economía no sólo regional sino también nacional; sin embargo, se están transformando en cañaverales, monocultivos desfavorables para la conservación de la biodiversidad, por lo que el interés de este estudio fue conocer si la zorra se adapta a estas transformaciones.

En México se cultivan aproximadamente 600 000 ha de caña (*Saccharum officinarum* L.) (Flores, 1971; Mertens & Wilde, 2003) y su producción se vincula con la destrucción de algunas de las regiones más ricas y únicas en biodiversidad del país (Williams-Linera,

Manson, & Isunza, 2002). Por otro lado, la quema precosecha de los cultivos, conocida como zafra, la cual es una práctica común, se ha vinculado con contaminación del aire, emisiones GEI y riesgos a la salud (Dufey, 2006), sin considerar su efecto sobre la fauna. La duración de esta práctica varía de ingenio a ingenio, y dura alrededor de seis meses, y en la región de Xalapa, da inicio en los meses de diciembre y enero (Mertens & Wilde, 2003). En estos monocultivos vive una gran diversidad de pequeños mamíferos que consumen una amplia variedad de semillas y recursos provenientes de las malezas asociadas al cultivo (Villa, Alonso, & Flores, 2005).

Las áreas productoras de café (*Coffea arabica*) de sombra en México se localizan en las mismas zonas que el bosque mesófilo de montaña, esto se debe a que el café es originario de los bosques mesófilos de Etiopía, y al ser cultivado de manera tradicional bajo la sombra de los árboles, permite la relativa conservación de la biodiversidad del bosque (Challenger, 1998; Manson, Hernández, Gallina, & Mehltreter, 2008). Gallina et al. (1996; 2008) reportaron 24 especies de mamíferos medianos en cafetales del centro de Veracruz y concluyeron que el estrato arbóreo es importante como fuente de alimento, refugio y protección para diversas especies de la mastofauna. García-Burgos (2007) y García-Burgos, Gallina y González-Romero (2014) reportaron la presencia de 26 especies de mamíferos medianos en cafetales de sombra y fragmentos de bosque mesófilo, de aproximadamente 30 especies registradas para la región central de Veracruz.

En conjunto, los cafetales conectan los fragmentos de bosque con otros hábitats que componen el paisaje y cumplen una función importante para la preservación de la biodiversidad, como complemento, más no como sustituto del bosque mesófilo de montaña dentro del paisaje modificado dentro del cual está inmerso (Williams-Linera et al., 2002).

Según el análisis presentado por Williams-Linera et al. (2002) la superficie ocupada por bosque mesófilo de montaña en la región centro de Veracruz ha disminuido por la presión

que ejercen las comunidades rurales y urbanas sobre este ecosistema. En la zona oeste de Xalapa restan solamente 19 fragmentos de bosque no perturbados, y estos fragmentos ocupan solo el 10 % de la zona, el resto está ocupado por pastizales, zonas urbanas, vegetación secundaria, bosques perturbados, cafetales y otras coberturas. López-Arévalo et al. (2011) analizaron el efecto de la pérdida de la conectividad en el bosque mesófilo y la diversidad de mamíferos, destacando que las especies de mamíferos dependientes del bosque y estructuras arbóreas con áreas de actividad pequeñas tienen menor probabilidad de sobrevivencia; sin embargo, las áreas protegidas de la zona no tienen las características necesarias para mantener poblaciones viables a largo plazo.

El objetivo de nuestro estudio fue comparar los índices de abundancia de la zorra gris en tres tipos de cobertura vegetal: cañaveral, cafetal y bosque mesófilo, a lo largo del tiempo y relacionarla con variables del paisaje de los sitios de estudio. Nuestra hipótesis de trabajo fue encontrar un gradiente de menor a mayor abundancia de zorra de acuerdo a estas coberturas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El trabajo se desarrolló en la región central del Estado de Veracruz, México, en nueve sitios ubicados en los Municipios de Huatusco, Coatepec y Xalapa, entre los 19°39'41.8" - 19°09' 00.0" N y los 96°48'00.0" - 97°18'00.0" W. La variación altitudinal va desde los 700 a los 1200 m.s.n.m. (Fig. 1). El clima es templado con tres estaciones definidas: seca-fría, que va de noviembre a marzo; seca-cálida de abril a mayo y una estación húmeda-cálida de junio a octubre. Los suelos se derivan de ceniza volcánica y se clasifican como Andosoles (Williams-Linera, 2002).

Las áreas de muestreo representan tres diferentes coberturas vegetales: cañaverales, cafetales de sombra y fragmentos de bosque mesófilo de montaña, escogiendo tres de cada uno para el muestreo.

Los muestreos se llevaron a cabo entre octubre 2008 y mayo 2009. Para la comparación de los índices de abundancia de zorra gris se eligieron tres fragmentos de bosque mesófilo compuestos por diversas especies primarias,

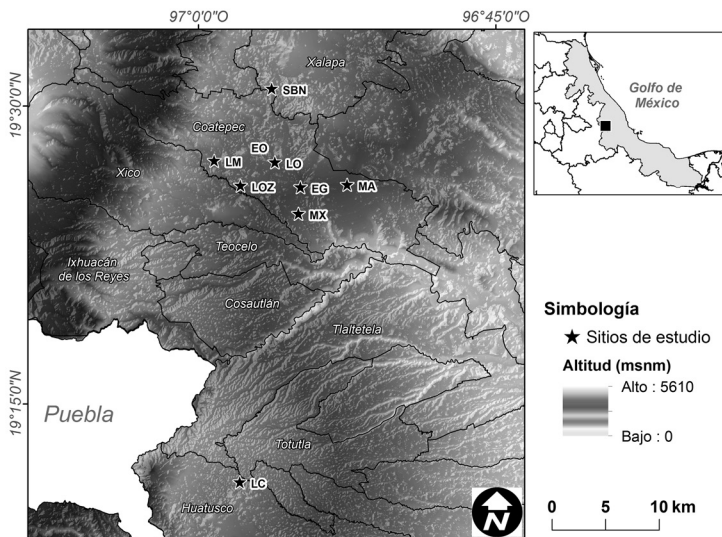


Fig. 1. Mapa de la zona centro del Estado de Veracruz, México, con los sitios de muestreo.

Fig. 1. Map of the central area of the State of Veracruz, Mexico, with sampling sites.

MX=Mahuixtlán, EG= El Grande, MA= Armand, LO= La Orduña, LOZ= La Onza, LC= Las Cañadas, LM= La Mascota, SBN= Santuario del Bosque de Niebla.

pero con algún grado de perturbación: Las Cañadas en Huatusco, La Mascota en Coatepec y el Santuario del Bosque de Niebla, en Xalapa. En el Cuadro 1 se observan las características particulares de los sitios, el número de transectos que se establecieron en cada uno y las siglas asignadas para este estudio.

Para estimar los índices de abundancia relativa en los sitios, se buscaron excretas de zorra gris en transectos de 500 m. La identificación de las excretas se realizó siguiendo la descripción hecha por Aranda (2000): forma más o menos cilíndrica de uno a dos cm de diámetro y de cinco a diez cm de largo y acostumbra formar letrinas. El número de transectos varió de uno a tres por sitio, dependiendo de la disponibilidad de senderos y del tamaño del sitio (Cuadro 1). Cada sitio se visitó una vez al mes y se registró el número de excretas, eliminándolas con el fin de evitar su permanencia hasta el siguiente muestreo.

A través de pláticas informales con los recolectores de café se registró el período y duración del tiempo de recolecta manual del fruto de café, mientras que para los cañaverales se registró el inicio y el término de la zafra, ya que estas actividades seguramente influyen en la presencia de la zorra. En el cuadro 2 se muestran la estacionalidad de las actividades de aprovechamiento que se realizaron en cada

sitio: la recolección de los granos de café en los cafetales, la zafra en los cañaverales y la extracción de madera en los fragmentos de bosque.

Con la información obtenida a partir del registro de excretas se calculó el índice de abundancia relativa (IAR) en cada cobertura vegetal, como el número de excretas encontradas, dividido entre la distancia recorrida (Silveira, Jacomo, & Filho, 2003):

$$IAR = \text{No. de excretas/unidad de esfuerzo}$$

Para determinar diferencias significativas en los índices de abundancia relativa obtenidos entre los tres tipos de coberturas, entre sitios y a lo largo de los ocho meses de muestreo, se usó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia de $P < 0.01$.

Para analizar la correlación de las diferentes variables del paisaje con la abundancia de zorra gris se generaron *buffers* (áreas de 450 ha alrededor de los sitios definidas mediante el Sistema de Información Geográfica), que equivalen a 2.4 veces el área de actividad de la zorra gris reportada por Fuller (1978) y González et al. (1992), considerando ésta como el área de influencia de cada sitio. Se generó un *buffer* para cada uno de los sitios, a excepción de los sitios de cañaveral El Grande (EG) y

CUADRO 1
Características de los sitios de muestreo

TABLE 1
Characteristics of sampling sites

Tipo de cobertura vegetal	Sitio	Siglas	Municipio	Superficie (ha)	No. De transectos
Cañaveral	Ejido La Orduña	EO	Coatepec	200	3
	Mahuixtlán	MX	Coatepec	219	3
	El Grande	EG	Coatepec	3	1
Cafetal de sombra	Armand	MA	Coatepec	70	3
	La Orduña	LO	Coatepec	195.98	3
	La Onza	LOZ	Coatepec	1.96	1
Bosque mesófilo de montaña	Las Cañadas	LC	Huatusco	298.62	3
	La Mascota	LM	Coatepec	135	3
	Santuario del Bosque de Niebla	SBN	Xalapa	16	1

CUADRO 2

Actividades estacionales de aprovechamiento que se realizan en los distintos sitios de muestreo

TABLE 2
Seasonal extractive activities at different sample sites

Tipo de cobertura vegetal	Sitio	2008			2009				
		Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Cañaveral	EO				Zafra	Zafra	Zafra	Zafra	
	MX				Zafra	Zafra	Zafra		
	EG							Zafra	
Cafetal de sombra	MA		Corta	Corta					
	LO		Corta	Corta	Corta				
	LOZ			Corta	Corta				
Bosque mesófilo de montaña	LC	EM*	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM
	LM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM
	SBN	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM

*Extracción de madera.

Ejido La Orduña (EO) que dada su cercanía, debieron agruparse en uno sólo (EG-EO).

Para los sitios EO, Mahuixtlán (MX), EG, Armand (MA), La Orduña (LO), La Onza (LOZ), La Mascota (LM), Santuario de Bosque Mesófilo (SBN) se usó la información cartográfica digital de coberturas y uso del suelo para la Cuenca Alta del Río La Antigua (Muñoz & López, 2007). Para el sitio Las Cañadas (LC), perteneciente al municipio de Huatusco, se utilizó la cartografía de uso de suelo y vegetación, escala 1:1 000 000 agrupado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

Biodiversidad (CONABIO, 1998). La información de caminos y población se tomó de los datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1998) escala 1:50 000.

Con el fin de ilustrar mejor las características de los sitios se generaron mapas para las variables de cobertura vegetal, caminos y entremezcla de hábitat en el programa de cómputo Arc View 3.3 (Environmental Systems Research Institute Inc. [ESRI], Redlands, California). A continuación se describen las variables estudiadas en el cuadro 3:

CUADRO 3

Variables del paisaje y categorías consideradas de cada sitio de muestreo

TABLE 3
Landscape variables and categories considered in each sampling site

Variable	Categoría	Característica
Vegetación	1. Sombra Densa	Fragmentos de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria
	2. Sombra Intermedia	Sistemas agroforestales, cafetales de sombra y acahuals
	3. Sombra Incipiente	Diversos cultivos, caña de azúcar, maíz, plataneros y acahuals
	4. Sin sombra	Zonas erosionadas y asentamientos humanos
Caminos	1. Impacto bajo	Brechas (valor de intensidad 1)
	2. Impacto medio	Caminos sin pavimentar y terracerías (valor de intensidad 2)
	3. Impacto alto	Carreteras y calles (valor de intensidad 3)
Población Humana		La población total de cada una de las localidades dentro del área de influencia dividida entre la superficie de cada <i>buffer</i>
Entremezcla del Hábitat		Usando la información digital de coberturas y considerando a cada tipo de cobertura como un hábitat

- a. Vegetación:** Se clasificó en cuatro categorías de cubierta vegetal y se calculó el porcentaje de superficie ocupada por cada una dentro de los *buffers*.
- b. Caminos:** Se clasificaron los caminos presentes en cada *buffer* en tres categorías asignándoles un valor de acuerdo a la intensidad de impacto ocasionada por el tránsito vehicular. Se calculó la densidad para cada categoría convirtiendo la longitud ocupada por cada categoría en puntos de acuerdo al valor de intensidad asignado.
- c. Población humana:** Se calculó el valor de densidad poblacional para cada *buffer* considerando la población total de cada una de las localidades dentro del área de influencia dividida entre la superficie de cada *buffer*.
- d. Entremezcla de hábitat:** Para cada pixel se calculó un índice de entremezcla asignándole a cada pixel colindante el valor de 0 en caso de estar ocupado por un mismo hábitat o 1 en caso de ser un hábitat diferente. La suma de los pixeles colindantes se dividió entre ocho para obtener el índice. Se promediaron los valores para conocer el valor para cada *buffer*. Cada pixel representó un área de 400m². Los cálculos

por pixel se obtuvieron con el programa Borland Pascal, Versión 7.0.

La relación de las variables del paisaje con la abundancia de zorra gris se analizó con una prueba no paramétrica de Spearman usando un nivel de significancia de $P < 0.01$.

Para saber si el inicio y término de las diferentes actividades de manejo realizadas en los sitios de muestreo (Cuadro 2) tenían un efecto sobre las abundancias medidas, se realizó un análisis más detallado comparando los índices de abundancia relativa por meses para cada una de las coberturas y se buscaron diferencias significativas entre meses con la prueba Kruskal-Wallis.

Todos los cálculos y análisis de los datos se realizaron usando el programa STATISTICA 7.0 (StatSoft, versión 7).

RESULTADOS

Índice de Abundancia Relativa: Se registraron en total $n = 874$ excretas de zorra gris, $n = 375$ en los cañaverales, $n = 330$ en los cafetales de sombra y $n = 169$ en los fragmentos de bosque mesófilo de montaña.

De manera general, el índice de abundancia relativa más alto lo presentó el cañaveral EG en marzo y el más bajo el fragmento de bosque mesófilo del SBN en abril (Cuadro 4).

CUADRO 4
Valores obtenidos de las variables del paisaje

TABLE 4
Values obtained from landscape variables

Sitio	Área (ha)	% de sombra				Densidad de caminos			DP	EMH	IAR
		Densa	Intermedia	Incipiente	Abierto	Baja	Media	Alta			
EG-EO	450.56	47.90	2.36	46.58	3.16	0.7830	0.1327	0.0843	364.89	0.186	153.00
MX	450.56	31.23	1.15	59.61	8.00	0.8712	0.0884	0.0405	766.22	0.1608	46.00
LO	450.56	46.75	35.64	17.50	0.11	0.8353	0.0746	0.0900	0.00	0.2719	16.67
MA	445.76	55.46	22.11	22.27	0.15	0.8184	0.1651	0.0165	24.22	0.2547	88.00
LOZ	450.56	61.68	13.08	8.97	16.27	0.8462	0.1086	0.0453	1599.11	0.2043	166.00
LM	450.56	48.07	43.64	8.28	0.00	0.8024	0.0912	0.1064	14.22	0.3243	54.67
LC	450.56	56.13	0.00	43.87	0.00	0.8867	0.0498	0.0634	0.00	0.029	30.00
SBN	450.56	35.29	30.54	25.49	8.68	0.7867	0.1585	0.0548	176.44	0.352	84.00

(DP) Densidad de población; (EMH) Entremezcla de hábitat; (IAR) Índice de Abundancia Relativa.

La prueba de Kruskal-Wallis aplicada a los valores promedio de abundancia reveló diferencias significativas entre las coberturas ($H = 16.08$; $g.l. = 2$; $P < 0.01$); siendo la abundancia menor la encontrada en los fragmentos de bosque mesófilo e igual entre los cañaverales y cafetales de sombra. Asimismo al considerar el efecto temporal, los valores de abundancia promedio de zorra gris para cada mes en los fragmentos de bosque mesófilo estuvieron por debajo de los valores correspondientes en los cañaverales y cafetales de sombra (Fig. 2).

Coberturas vegetales: Al comparar los índices de abundancia entre los sitios de cada tipo de cobertura, se encontró que hubo diferencias significativas entre los sitios de cañaveral ($H = 10.16$; $g.l. = 2$; $P < 0.01$) siendo mayor en el sitio EG, y entre los sitios de fragmentos de bosque mesófilo ($H = 9.765$; $g.l. = 2$; $P < 0.01$) con abundancias mayores en el SBN. Entre los sitios de cafetal no se registraron diferencias ($H = 1.8375$; $g.l. = 2$; $P > 0.01$). El cañaveral EG mostró los mayores índices de abundancia de los nueve sitios estudiados (Fig. 3).

El análisis general, incluyendo los valores de los índices de abundancia de todos los sitios y todas las coberturas para cada mes no mostró

ninguna diferencia significativa entre los meses del estudio ($H = 0.476$; $g.l. = 7$; $P > 0.01$). El inicio y término de las diferentes actividades de manejo realizadas en los sitios de muestreo (Cuadro 2) no tuvieron efecto sobre las abundancias medidas. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre meses en cada sitio con la prueba Kruskal-Wallis con $g.l. = 7$: Cañaveral ($H = 5.14$); Cafetal ($H = 4.31$) y Bosque ($H = 2.44$).

Análisis de las variables del paisaje

Vegetación: Los sitios de cañaverales tuvieron un mayor porcentaje de sombra incipiente, los cafetales de sombra y los fragmentos de bosque presentaron un mayor porcentaje de sombra densa e intermedia. El sitio con mayor porcentaje de sombra densa fue el cafetal LOZ, sin embargo, también fue el sitio con el mayor porcentaje de zonas abiertas, dada su cercanía a la población de San Marcos. En todos los sitios, el tipo de cobertura dominante fue de sombra densa, seguida por la sombra intermedia (Fig. 4).

Caminos: En todos los sitios, fueron predominantes los caminos de intensidad de impacto baja. Los caminos de intensidad de impacto alto se presentaron en todos los sitios

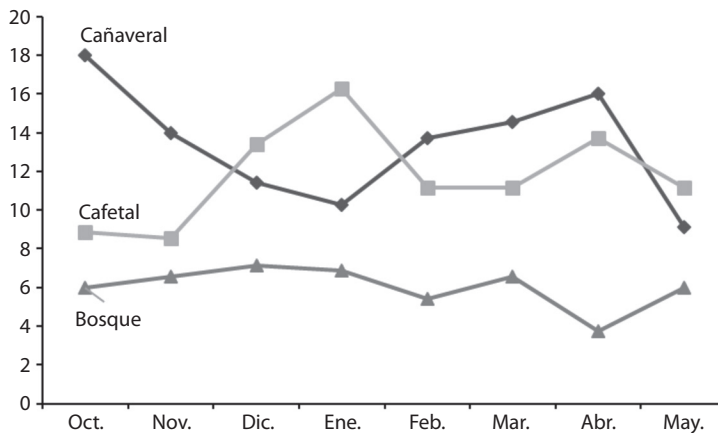


Fig. 2. Índice de abundancia relativa (N° de excretas/km) de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) por tipo de cobertura vegetal, de octubre 2008 a mayo 2009, en un paisaje con fragmentos de bosque mesófilo de montaña, cafetales y cañaverales en el centro de Veracruz.

Fig. 2. Gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*) Abundance Index (scats/km) by cover type, from October 2008 to May 2009, in a landscape with fragments of montane cloud forest, coffee plantations, and cane fields in central Veracruz.

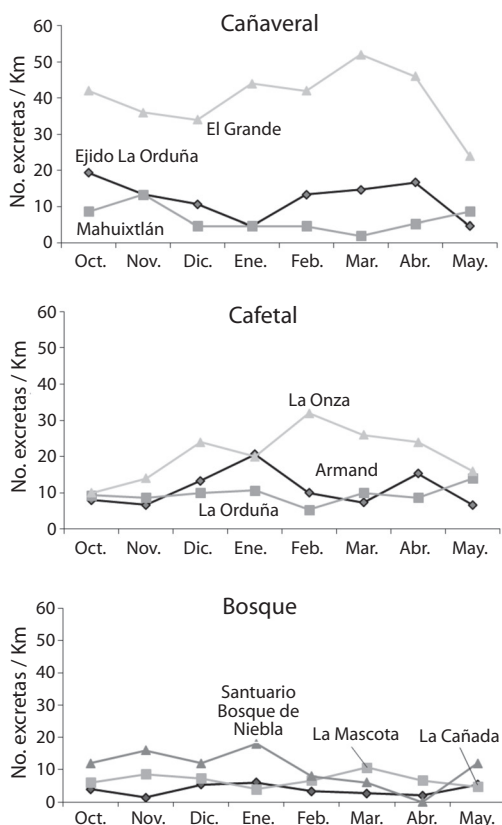


Fig. 3. Índice de Abundancia Relativa (N° de excretas/km) de zorra gris por cobertura vegetal y por sitios en la zona central de Veracruz, México.

Fig. 3. Gray fox Abundance Index (scats/km) by cover type and sites in central Veracruz, México.

pero en menor grado. El sitio con la mayor densidad de caminos de intensidad de impacto alto fue el cafetal LOZ ya que se encuentra cerca de un centro de población (San Marcos); el de mayor densidad de impacto medio fue el cafetal MA; y el de mayor densidad de impacto bajo fue el fragmento de bosque mesófilo de LC.

Población humana: La densidad de población de habitantes por km² varió desde 0 en el cafetal (LO) y el fragmento de bosque mesófilo (LC) hasta 1599 en el cafetal (LOZ). El cafetal (LO) se localiza cerca de la ciudad de Coatepec, sin embargo, al generar el *buffer*, el área de influencia no abarcó la zona urbana.

Entremezcla de hábitat: Los sitios con mayor promedio de índice de entremezcla de hábitat fueron el SBN y LM ambos fragmentos de bosque mesófilo, seguidos por los tres sitios de cafetal y los dos de cañaveral. Cabe destacar el menor promedio del índice lo presentó el sitio de bosque de LC. Todos los valores son menores a 0.5.

Correlación entre las variables del paisaje y la abundancia de zorra gris: Se aceptó la hipótesis de que las variables del paisaje incidieron en la abundancia de la zorra gris ya que la densidad de caminos de intensidad de impacto medio ($r = 0.7619$) y la densidad de población ($r = 0.7321$) presentaron correlaciones positivas y significativas, aunque en este caso cabe aclarar que son núcleos poblacionales pequeños los que estuvieron asociados a los sitios de muestreo en los *buffer* considerados. Las variables de porcentaje de sombra, caminos de impacto alto y bajo, y la entremezcla de hábitat no presentaron correlación significativa con la abundancia de zorra gris (Fig. 4).

DISCUSIÓN

Contrario a lo esperado, la abundancia de zorra fue menor en los fragmentos de bosque mesófilo de montaña, donde se presumía que existirían mejores condiciones de hábitat para la especie al disponer de alimento y refugio adecuado. Aunque el bosque mesófilo se considera un hábitat óptimo para el establecimiento de la zorra gris (Gallina et al., 2008, García-Burgos et al., 2014), dada la diversidad de flora y fauna presente, la misma riqueza faunística de otros carnívoros y frugívoros podría explicar los bajos valores de abundancia de zorra gris encontrados. En un estudio en la parte central de México se detecta que los mesopredadores presentan sobreposición de sus dietas generalistas que se corrobora con estudios previos (Gómez-Ortiz, Monroy-Vilchis, & Mendoza-Martínez, 2015). Por otro lado, en ambientes fragmentados el ámbito hogareño de un individuo estará conformado por diferentes proporciones de los ambientes disponibles

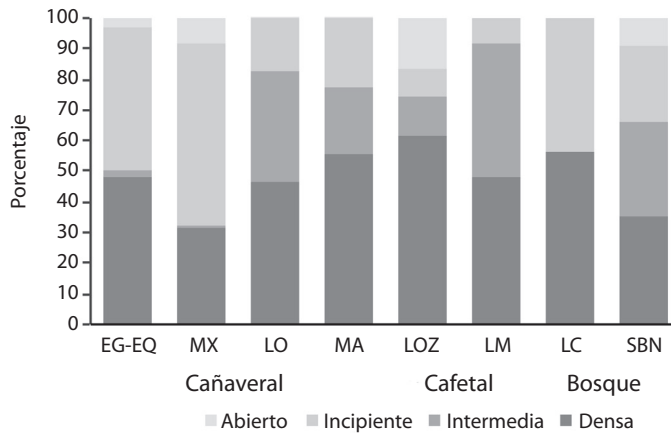


Fig. 4. Porcentaje de sombra en cada zona de amortiguamiento por sitio muestreado.
 Fig. 4. Shadow percentage in each buffer by sampling site.

(Oksanen, Oksanen, & Gyllenberg, 1992). Es posible por lo tanto que las zorras estén usando los fragmentos de bosque como refugio y no como sitios de alimentación cuando éstos se encuentran cercanos a cultivos. Otra posibilidad es que las excretas sean más difíciles de detectar en sitios con complejidad estructural y paisajística por dificultar los recorridos de búsqueda. Gallina et al. (2008) reportaron la presencia de otros carnívoros en bosques mesófilos en Veracruz además de la zorra gris, considerados posibles competidores por el recurso alimenticio, como son el siete rayas (*o ringtail*) (*Bassariscus astutus*), mapache (*Procyon lotor*), coati (*Nasua narica*), coyote (*Canis latrans*) y tigrillo (*Leopardus wiedii*).

Guerrero et al. (2002) señalan la importancia de los mamíferos (*Orizomys couesi*, *Sigmodon mascotensis*, *Peromyscus sp.*, *Tlacuatzin canescens* y *Liomys pictus*); reptiles (*Iguana iguana* y Colubridae); diferentes aves y gramináceas en la dieta de la zorra gris. Asimismo, otros estudios en nuestro país (González et al., 1992; Guerrero et al., 2002) señalan la importancia del consumo de frutos. En particular para la región central de Veracruz, Salazar (2009) analizó las excretas de zorra gris en cafetales de sombra y fragmentos de bosque mesófilo, encontrando dentro de los items más consumidos a la naranja (*Citrus arantium*),

una especie de Moracea, así como los roedores *Rattus norvegicus*, *Reithrodontomys fulvencens* y *Reithrodontomys megalotys*.

Existen también diferentes estudios que reportan la presencia de plagas de roedores en los cultivos de caña en diferentes partes del país. Vielma (1982) reporta a *Sigmodon hispidus*, *Peromyscus spp.*, *Orthogeomys hispidus* y *Dipodomys spp.* como importantes plagas de los cañaverales en Veracruz. Aguirre (1987) y Utrera et al. (2000) también reportan la importancia de la rata (*Sigmodon hispidus*) y la taltuza (o *pocket gopher*) (*Orthogeomys hispidus*) como plagas. En los trabajos de Cruz-Lara, Lorenzo, Soto, Naranjo, & Ramírez (2004) y Gallina et al. (2008) realizados en cafetales también se ha reportado la presencia de la rata *Sigmodon hispidus* así como diferentes especies de pequeños mamíferos. La presencia de zorra gris, sobre todo en cañaverales, entonces podría estar dada por esta mayor oferta de alimento, además de la mayor facilidad para atrapar los roedores en estos sistemas agrícolas, por lo cual se pueden considerar sitios de alimentación importantes dentro del área de actividad. López-Arévalo et al. (2011) en su estudio para evaluar el efecto de la pérdida de conectividad del bosque mesófilo en la cuenca alta del Río La Antigua, Veracruz, realizó una clasificación de las diferentes coberturas

vegetales presentes en la zona considerando al bosque mesófilo como hábitat óptimo para el establecimiento de poblaciones viables de zorra gris. Los cultivos de la zona, como cafetales y cañaverales, se consideraron matriz hospitalaria que provee de refugio o alimento, pero en los que es poco probable que la especie se establezca a largo plazo. Y, finalmente, las zonas desprovistas de vegetación y los cuerpos de agua son matriz inhóspita en la que la presencia de zorra gris fue baja o nula. Sin embargo, tal vez las características del paisaje sean las que estén influyendo en un mayor uso por la zorra de los sitios transformados.

Respecto a la influencia de las actividades como la colecta de café y la zafra, en la abundancia de la zorra, no se encontró ningún efecto. A pesar de que en los cañaverales se llevó a cabo la zafra, hay que destacar que las parcelas de cultivo no pertenecen a un mismo dueño, por lo que la quema no se hizo de manera simultáneamente en todos los sitios y, aún dentro de los sitios, las parcelas se quemaron en distintas fechas. Esta actividad afectó a las especies de animales que viven en los cultivos, como ratas, tuzas, topes, conejos y liebres, entre otras (Utrera et al., 2000). Sin embargo, la abundancia de zorra gris no varió, lo que apoya la idea de que la zorra, al ser un carnívoro oportunista, no vive dentro de los cañaverales, pero hace uso de éstos para la caza de pequeños mamíferos que viven en ellos. Amaya (1998) explica que las ratas ocupan primero el perímetro de los cultivos, lo cual le permitiría a la zorra alimentarse sin tener que entrar en los cultivos.

Cunningham, Kirkendall, y Ballard (2006) estudiaron el efecto de los incendios en Arizona en la abundancia de zorra gris durante tres años, comparándola entre zonas incendiadas y zonas sin quemar. Evaluaron también la disponibilidad de alimentos, pequeños mamíferos, frutos y cambios en la cubierta vegetal. Sus resultados mostraron que el índice de abundancia fue menor en los tres meses posteriores a los incendios pero 30 meses después el índice de abundancia volvió a los mismos valores previos a los incendios. Esto sugiere que el efecto

del fuego en la abundancia de zorra gris es sólo temporal. Por lo tanto, en los cañaverales donde se practica la zafra periódicamente, la zorra tiene la ventaja de disponer de los fragmentos de bosque cercanos donde refugiarse, mientras ocurren las quemadas.

Chamberlain y Leopold (2002) encontraron que la zorra gris muestra diferentes movimientos dentro de un mismo ámbito hogareño dependiendo de la temporada, y sugieren que aunque los hábitats dentro del área de actividad se usan de manera similar, la variación temporal responde a patrones de alimentación.

El análisis de las variables del paisaje dentro de las áreas de influencia de los sitios de estudio sugiere que la densidad de población humana y la densidad de caminos de impacto medio, es decir caminos sin pavimentar y terracerías, afectan positivamente la abundancia de zorra gris, lo que podría estar sugiriendo que las zorras se podrían ver beneficiadas por sitios rurales, ya que pueden obtener recursos alimentarios de manera fácil, ya sea consumiendo aves de corral, frutos y/o desperdicios.

López-Arévalo et al. (2011) señalan tanto a la construcción de autopistas y al aumento de la densidad poblacional como una amenaza para la zorra gris. García-Burgos (2007) enfatiza los impactos negativos de las carreteras en la riqueza de mamíferos. Otros autores señalan la densidad de caminos y no tanto carreteras, como asociada a la fragmentación de hábitat, deforestación y separación de poblaciones (Wilkie, Shaw, Rotberg, Morelli, & Auzel, 2000) y a un incremento en la mortalidad de la fauna por atropellamientos (González-Gallina, Benítez-Badillo, Rojas-Soto, & Hidalgo-Mihart, 2013). Probablemente la densidad de caminos afecta negativamente la abundancia de otros mamíferos, sin embargo, la zorra gris parece ser más flexible en el uso del paisaje, los resultados muestran que en la zona estudiada, pudo detectarse su presencia en fragmentos de bosque, cultivos y zonas con caminos de impacto medio como también fue descrito en un estudio en Colombia (Orjuela & Jiménez, 2004).

No se observó ninguna correlación significativa entre la cobertura vegetal y la

entremezcla de tipos de hábitat con la abundancia, lo que indica la capacidad de la zorra de poder beneficiarse de paisajes heterogéneos donde logra encontrar alimento disponible como son presas y frutos en algunos hábitats transformados como los cañaverales y cafetales, así como tener sitios de refugio en los parches de bosque mesófilo que aún persisten en el paisaje (Crooks, 2002).

No se detectaron cambios en los índices de abundancia de la zorra gris mediante el método indirecto utilizado de conteo de excrementos, al inicio y término de actividades como la zafra y la colecta de café, por lo que estas actividades aparentemente no están influenciando la presencia de la zorra en los sitios de estudio.

La densidad de población humana tomando en consideración que son zonas rurales, así como la densidad de caminos de impacto medio en las áreas de influencia alrededor de los sitios, se correlacionan positivamente con la abundancia de zorra gris. La heterogeneidad del paisaje que incluye los diversos cultivos de la zona, cafetales sombra, cañaverales, platanares, zonas urbanas, forman parte de una matriz hospitalaria que rodea a los fragmentos de bosque mesófilo, y de la cual la zorra gris puede hacer uso para proveerse de alimento y refugio temporal.

AGRADECIMIENTOS

Durante el trabajo de campo se contó con el apoyo técnico de Don Toño (Antonio Vazquez) y para el trabajo del paisaje la ayuda de Rosario Landgrave fue fundamental. También agradecemos las facilidades brindadas por los propietarios de los predios donde se llevó a cabo el estudio. A CONACYT por la beca de maestría otorgada a la segunda autora.

RESUMEN

La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber) es un cánido de tamaño mediano que se distribuye ampliamente en México. La mayoría de los estudios sobre esta especie se han enfocado en el uso de hábitat, el ámbito hogareño, la dieta, la competencia con otros carnívoros y

su distribución en diferentes paisajes tanto urbanos como rurales. Se tiene conocimiento de su presencia en fragmentos de bosque mesófilo de montaña y cafetales de sombra en el centro de Veracruz, aunque no se ha comparado su abundancia con otras coberturas vegetales como los cultivos presentes en la región. En este estudio describimos las variaciones de la abundancia mensual de zorra gris a través del registro de excretas en transectos de 500 m en cañaverales, cafetales de sombra y fragmentos de bosque mesófilo de montaña entre octubre del 2008 y mayo del 2009. Reportamos el índice de abundancia relativa para cada cobertura y cada mes, y evaluamos la relación de cuatro variables del paisaje (porcentaje de sombra, densidad de caminos, densidad de población humana y entremezcla de hábitats) en áreas de influencia de 450 ha alrededor de los sitios de muestreo. La comparación de la abundancia entre coberturas, mostró abundancias menores en los fragmentos de bosque mesófilo y mayores en los cafetales de sombra y cañaverales. No se encontró diferencia significativa a través de los meses ($P=0.476$). Se plantea que la abundancia mayor en los cultivos puede estar asociada a las plagas de roedores y a la presencia de árboles frutales que ofrecen alimento a la zorra gris. De las variables del paisaje evaluadas solo la densidad de caminos de impacto medio y la densidad de población se correlacionaron positivamente con la abundancia de zorra gris, lo que demuestra que puede cohabitar con el humano sobre todo en zonas rurales. Se destaca la capacidad de la zorra gris para aprovechar los paisajes heterogéneos.

Palabras clave: abundancia, bosque mesófilo de montaña, cañaveral, cafetal, paisaje, zorra gris, *Urocyon cinereoargenteus*.

REFERENCIAS

- Aguirre, I. F. (1987). *Cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) y sus principales variedades*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Amaya, C. P. (1998). *Cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) y los daños causados por roedores*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Aranda, M. (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. México: CONABIO-INECOL.
- Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. Agrupación Sierra Madre, S. C.
- Chamberlain, M. T., & Leopold, B. D. (2002). Spatial use patterns, seasonal habitat selection, and interactions

- among adult gray foxes in Mississippi. *Journal of Wildlife Management*, 64, 742-751.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1998). Uso de suelo y vegetación de INEGI agrupado por CONABIO. Escala 1:1 000 000. Modificado de: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) - Instituto Nacional de Ecología (INE), (1996). Uso del suelo y vegetación, escala 1:1 000 000. Shapefile. Formato vectorial compuesto por 4 archivos (shp, shx, dbf, prj). México.
- Crooks, K. R. (2002). Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation Biology*, 16, 488-502.
- Cruz-Lara, L. E., Lorenzo, C., Soto, L., Naranjo, E. Ramírez, N. (2004). Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 20, 63-81.
- Cunningham, S. C., Kirkendall, L. B., & Ballard, W. (2006). Gray fox and coyote abundance and diet responses after a wildfire in Central Arizona. *Western North American Naturalist*, 66, 169-180.
- Dufey, A. (2006). *Producción y comercio de biocombustibles y desarrollo sustentable: los grandes temas*. Londres: Instituto Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo.
- Farias, V., Fuller, T. K., Wayne, R. K., & Sauvajot, R. M. (2005). Survival and cause specific mortality of gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) in southern California. *Journal of Zoology*, 266, 249-254.
- Fedriani, J. M., Fuller, T. K., Sauvajot, R. M., & York, E. C. (2000). Competition and intraguild predation among three sympatric carnivores. *Oecologia*, 125, 258-270.
- Flores, C. S. (1971). Plagas y enfermedades de la caña de azúcar en la República Mexicana. *Fitofilo. Dirección General Agrícola SAG*, 6, 14-40.
- Fritzell, E. K., & Haroldson, K. J. (1982). *Urocyon cinereoargenteus*. *Mammalian Species*, 189, 1-8.
- Fuller, T. K. (1978). Variable home range sizes of female gray foxes. *Journal of Mammalogy*, 59, 446-449.
- Fuller, T. K., & Cypher, B. L. (2004). Gray fox *Urocyon cinereoargenteus*. In C. Sillero-Zubiri, M. Hoffman, & D. MacDonald (Eds.), *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs* (pp. 92-97). Switzerland: IUCN/SSC.
- Gallina, S., Mandujano, S., & González-Romero, A. (1996). Importancia de los cafetales mixtos para la conservación de la biodiversidad de mamíferos. *Boletín de la Sociedad Veracruzana Zoológica*, 2, 11-17.
- Gallina, S., González-Romero, A., & Manson, R. H. (2008). Mamíferos pequeños y medianos. In R. H. Manson, V. Hernández, S. Gallina, & K. Mehltreter (Eds.), *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación* (pp. 161-180). México: Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, INE-SEMARNAT.
- García-Burgos, J. (2007). *Comparación de la riqueza de mamíferos medianos en un gradiente de manejo de cafetales del centro de Veracruz* (Tesis de Maestría). Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
- García-Burgos, J., Gallina, S., & González-Romero, A. (2014). Relación entre la riqueza de mamíferos medianos en cafetales y la heterogeneidad espacial en el centro de Veracruz. *Acta Zoológica Mexicana*, 30, 337-355.
- Gómez-Ortiz, Y., Monroy-Vilchis, O. & Mendoza-Martínez, G. D. (2015). Feeding interactions in an assemblage of terrestrial carnivores in central Mexico. *Zoological Studies*, 54, 16-23.
- González-Gallina, A., Benítez-Badillo, G., Rojas-Soto, O., & Hidalgo-Mihart, M. (2013). The small, the forgotten and the dead highway impact on vertebrates and its implications for mitigation strategies. *Biodiversity Conservation*, 22, 325-342.
- González, P. G., Sánchez, V. M., Ñíguez, L. I., Santana, E., & Fuller, T. K. (1992). Patrones de actividad del coyote (*Canis latrans*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el tlacuache (*Didelphis virginiana*) en la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoológica*, 63, 293-299.
- Guerrero, S., Badii, M. H., Flores, A. E., & Zalapa, S. S. (2002). Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la Costa Sur del Estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 86, 119-137.
- Haroldson, K. J., & Fritzell, E. K. (1984). Home ranges, activity, and habitat use by gray foxes in an oak-hickory forest. *Journal of Wildlife Management*, 48, 222-227.
- Harrison, R. L. (1997). A comparison of gray fox ecology between residential and undeveloped rural landscapes. *Journal of Wildlife Management*, 61, 112-122.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (1998). *Diccionario de datos topográficos (Vectorial) Escala 1: 50 000*. INEGI: México.
- López-Arévalo, H. F. (2010). *Efecto de la pérdida de conectividad del Bosque mesófilo de montaña en la diversidad de mamíferos medianos en la cuenca alta del río La Antigua, Veracruz* (Tesis de Doctorado). Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz.
- López-Arévalo, H. F., Gallina, S., Landgrave, R., Martínez-Meyer, E., & Muñoz-Villers, L. E. (2011). Local knowledge and species distribution models' contribution towards mammalian conservation. *Biological Conservation*, 144, 1451-1463.
- Manson, R. H., Hernández, V., Gallina, S., & Mehltreter, K. (Eds.). (2008). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*.

- México: Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, INE-SEMARNAT.
- Mertens, L., & Wilde, R. (2003). Aprendizaje organizacional y competencia laboral: La experiencia de un grupo de ingenios azucareros en México. *Reformas Económicas y Formación*, 47-98.
- Muñoz, L. E., & López, B. J. (2007). Land use/cover changes using Landsat TM/ETM images in a tropical and biodiverse mountainous area of central-eastern Mexico. *International Journal of Remote Sensing*, 29, 71-93.
- Oksanen, T., Oksanen, L., & Gyllenberg, M. (1992). Exploitation ecosystems in heterogeneous habitat complexes II: impact of small-scale heterogeneity predator-prey dynamics. *Evolutionary Ecology*, 6, 383-398.
- Orjuela, O. C., & Jiménez, G. (2004). Estudio de la abundancia relativa para mamíferos en diferentes tipos de coberturas y carretera, finca Hacienda Cristales, Área Cerritos - La Virginia, municipio de Pereira, Departamento de Risaralda – Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. *Revista de la Facultad de Ciencias. Universitas Scientiarum*, 9, 87-96.
- Salazar, A. M. (2009). *Comparación de la dieta de la zorra gris (Urocyon cinereoargenteus) en la zona perturbada de bosque mesófilo de montaña* (Tesis de Licenciatura). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Servín, J., & Chacón, E. (2005). *Urocyon cinereoargenteus*, zorra gris. In G. Ceballos & G. Oliva (Eds.), *Los mamíferos silvestres de México* (pp. 354-355). México: Fondo de Cultura Económica.
- Silveira, L., Jacomo, A., & Filhoa, J. D. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114, 351-355.
- STATISTICA (versión 7) [data analysis software system]. Tulsa. Oklahoma, EUA: StatSoft Inc.
- Utrera, A., Duno, G., Ellis, B. A., Salas, R. A., Manzione, N., Fulhorst, C. F., Tesh, R. B., & Mills, J. N. (2000). Small mammals in agricultural areas of the western llanos of Venezuela: community structure, habitat associations, and relative densities. *Journal of Mammalogy*, 81, 536-548.
- Vielma, G. R. (1982). *Monografía sobre el cultivo de la caña de azúcar Saccharum Spp.* (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Villa, A., Alonso, M. P., & Flores, J. A. (2005). Efecto de la abundancia de maleza en la diversidad de roedores (Familia: Muridae) en cultivos de caña de azúcar en Tres Valles, Veracruz. En V. Sánchez-Cordero & R. A. Medellín (Eds.), *Contribuciones mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa* (pp. 475-488). México: Instituto de Biología; Instituto de Ecología; CONABIO.
- Weston, J. L., & Brisbin, I. L. (2003). Demographics of a protected population of gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) in South Carolina. *Journal of Mammalogy*, 84, 996-1005.
- Wilkie, D., Shaw, E., Rotberg, F., Morelli, G., & Auzel, P. (2000). Roads, development and conservation in the Congo Basin. *Conservation Biology*, 14, 1614-1622.
- Williams-Linera, G., Manson, R. H., & Isunza, E. (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 8, 73-89.
- Williams-Linera, G. (2002). Tree species richness complementary, disturbance and fragmentation in a mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation*, 11, 1825-1843.

