

REPRODUCCIÓN, ESTRUCTURA, MOVIMIENTOS Y DENSIDAD DE COYOTES (*Canis latrans* Say) BAJO CONTROL, EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

REPRODUCTION, STRUCTURE, MOVEMENTS AND DENSITY OF COYOTES (*Canis latrans* Say) UNDER CONTROL, IN THE SEMI-ARID REGION OF SAN LUIS POTOSI, MEXICO

Clemente-Sánchez, F.^{1*}; Palacio-Núñez, J.¹; Carreón-Hernández, E.²

¹Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. 78620. México. ²Protección de la Fauna Mexicana, A.C. Calle 16 No. 2604, Col. Pacífico, Chihuahua, Chih. 31030. México.

*Autor responsable: clemente@colpos.mx

RESUMEN

Durante 10 años, en intervalos de dos años (de 1995 a 2014), se evaluó en una superficie de 799 km², el efecto del control de coyotes (*Canis latrans* Say) sobre los aspectos reproductivos y densidad de población que explicaran su incremento y dispersión en comunidades del desierto Chihuahuense, en San Luis Potosí, México. Se capturaron y liberaron 92 ejemplares (28 machos, 64 hembras) para conocer su edad, fase reproductiva, tamaño de camada y densidad de población. A cinco machos y cinco hembras se les colocaron collares radiotransmisores. Los resultados mostraron que antes del control realizado por ganaderos locales, el 41.22% de las hembras capturadas estuvieron en fase de proestro, durante los meses de febrero a mayo. El 23.13% en estro, de octubre a noviembre y febrero y marzo; mientras que el 35.65% estuvieron en fase de anestro. Después del control, el 46% de las hembras estuvieron en proestro, 28.20% en estro y 25.80% en anestro. El promedio de fetos implantados por hembra antes del control fue de 5.13, incrementándose ($\alpha=1.9468 \text{ E-}5$) a 7.66 en la estación reproductiva después del control. La proporción de sexos macho: hembra antes del control fue de 1:2.3 y la proporción de edades, adulto: juvenil fue de 1:0.6. Después del control la relación de sexos se mantuvo, mientras que la proporción de edades aumentó a 1:0.9. El promedio de la distancia máxima recorrida antes del control fue de 3.05 km y el promedio del área de actividad estimada por individuo fue de 12.34 km². Después del control, la distancia máxima recorrida y el área de actividad aumentaron ($\alpha=0.0077$) a 3.72 km, ($\alpha=0.0077$) a 14.34 km² respectivamente. La densidad de población promedio antes del control fue de 27 coyotes km²-¹, la cual aumentó después del control a 30 coyotes km²-¹. Se concluye que los coyotes en el área de estudio fueron capaces de aumentar su población posterior al control, mediante el incremento del número de hembras en estro, mayor número de fetos implantados, y aumento en la proporción de juveniles.

Palabras clave: Densidad, desierto, coyote, reproducción, dispersión.





ABSTRACT

During 10 years, in intervals of two years (from 1995 to 2014), the effect of controlling coyotes (*Canis latrans* Say) on reproductive aspects and population density was evaluated in a surface of 799 km², which could explain their increase and dispersion in communities of the Chihuahua desert, in San Luis Potosí, México. Ninety-two specimens (28 males, 64 females) were captured and liberated to learn about their age, reproductive phase, size of litter and population density. Five males and five females were fitted with radio transmitter collars. The results showed that before the control carried out by local livestock producers, 41.22 % of the females captured were in pro-estrus phase during the months of February to May. In estrus, there were 23.13 % from October to November and February and March; meanwhile, 35.65 % were in anestrus phase. After control, 46 % of the females were in pro-estrus, 28.20 % in estrus and 25.80 % in anestrus. The average fetuses implanted per female before the control was 5.13, increasing to 7.66 ($\alpha=1.9468 \text{ E-}5$) during the reproductive season after the control. The proportion of male:female sexes before the control was 1:2.3 and the age proportion, adult:juvenile was 1:0.6. After the control, the rate of sexes remained, while the proportion of ages increased to 1:0.9. The average maximum distance travelled before the control was 3.05 km and the average area of activity estimated per individual was 12.34 km². After the control, the maximum distance travelled and the activity area increased ($\alpha=0.0492$) to 3.72 km, ($\alpha=0.0077$) and to 14.34 km², respectively. The average population density before the control was 27 coyotes km²-¹, which increased after the control to 30 coyotes km²-¹. It is concluded that coyotes in the study area were capable of increasing their population after the control, through the increase in the number of females in estrus, higher number of fetuses implanted, and increase in proportion of juveniles.

Keywords: Density, desert, coyote, reproduction, dispersion.

INTRODUCCIÓN

El coyote (*Canis latrans* Say) es una especie con 19 subespecies de amplia distribución en el Continente Americano (Wilson y Reeder, 2005). Su capacidad de adaptación a gran variedad de hábitats le ha permitido expandirse por todo México (Rodríguez, 2011). Históricamente, su manejo como depredador ha sido de controversia, debido a las pérdidas económicas que le atribuyen los ganaderos. La falta de información sobre la biología y su respuesta al manejo del que ha sido objeto, ha motivado severas acciones dirigidas a su control, sin obtener resultados que demuestren su eficiencia. Publicaciones sobre la remoción de coyotes han mostrado un beneficio en la protección tanto de la ganadería como en el incremento de las poblaciones de ungulados silvestres,

no obstante, estos trabajos no muestran el efecto del control sobre la dinámica poblacional de esta especie (Harrington y Conover, 2007; Brown y Conover, 2011). Es evidente que el coyote produce conflictos de diferente índole, tales como ataques a personas y mascotas, entre otros, y que es necesario enfocar esfuerzos sobre su manejo para reducir la posibilidad de que se presenten dichos conflictos (Poessel *et al.*, 2012). El coyote aunque ha sido objeto de innumerables estudios, actualmente se controla de forma permanente al punto que es permitido todo el año su control en varios estados de los Estados Unidos de América. A pesar de esto, aparentemente las poblaciones siguen en aumento en la mayoría de los ecosistemas, donde en México y en específico en el desierto Chihuahuense toma esta situación importancia relevante. Bajo esta perspectiva, el presente estudio planteó como objetivo investigar la estrategia biológica del coyote para mantener sus poblaciones viables, no obstante el constante control al que es sometido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió 799 km² localizada entre los paralelos 14 Q 204512.69m E, 2521137.65m N; 14 Q 24557.18m E, 2519702.68 N y 14 Q 204638.15m E, 2547096.40m N; 14Q 245958.91m E 2546454.34m N, dentro del Altiplano Mexicano. Su clima es seco estepario del tipo BS1Kw(e) con lluvias principalmente en junio. Precipitación media anual de 409 mm, con temperatura media anual de 15.9 °C, y altitud promedio de 2 000 m. La vegetación es típica del desierto Chihuahuense en comunidades de matorral, izotal y pastizal, donde destacan especies como *Larrea tridentata*, *Flourenzia cernua*, *Opuntia* spp., *Yuca* spp., *Bouteoua gracilis*, *Buchloe dactyloides* y *Sporobolus airoides* (INEGI, 2015).

Captura de coyotes

Durante un periodo de 10 años (1995-1997, 1999-2001, 2004-2006, 2008-2010, 2012- 2014) se capturaron y liberaron 92 coyotes (28 machos, 64 hembras) para conocer su edad, fase reproductiva, número de fetos implantados y densidad de población. Esto se realizó con trampas de acero y goma tipo Víctor No. 3, las cuales se colocaron en veredas, caminos y cercos, en periodos de noviembre a mayo de cada ciclo muestreado (Powell y Proulx, 2003). En todas las trampas se utilizaron atrayentes, los coyotes capturados fueron inmovilizados con inyección intramuscular a base de una mezcla de Ketamina y Xilazina (100 mg ml⁻¹) en una re-

lación 5:1, con dosis de 7.3 mg kg^{-1} de peso, con lo cual los animales permanecieron inmovilizados durante 40 minutos. A todos los ejemplares capturados se les colocó una grapa metálica en la oreja para su posterior identificación. Tomada la información necesaria, fueron inyectados con Hidrocloruro de Yumbina (5 mg ml^{-1}) para revertir el efecto de la Xilazina, su recuperación fue a los cinco minutos, y todos los coyotes fueron liberados en el mismo sitio de captura.

Fase reproductiva

Un total de 64 hembras fueron muestreadas antes y después del control para conocer la fase reproductiva en la que se encontraban. Se utilizó la técnica de citología vaginal exfoliativa, introduciendo un isopo de algodón estéril hasta llegar a la porción caudal de la vagina para tomar la muestra del material celular. Se retiró el isopo y se hizo un frotis por rodamiento sobre un portaobjetos, dejando secar por cinco minutos, para teñirlos posteriormente con Giemsa™. Las lecturas se hicieron al microscopio con objetivo 100X y ocular 25X en el laboratorio de Reproducción y Genética animal del Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. De un conteo de 100 células de cada muestra se tomaron las frecuencias de cada tipo de células para determinar su fase reproductiva, según lo describen Christie *et al.* (1972) y Esquivel y Páramo (1991). La fase de proestro estuvo basada en la frecuencia de células parabasales, intermedias y superficiales, predominando cada una de ellas al comienzo, mitad y finales del proestro, respectivamente. La fase de estro se caracterizó por la mayor frecuencia de células anucleadas (escamas) y superficiales,

así como algunas células intermedias. El anestro estuvo identificado por mayor porcentaje de células parabasales, seguidas en un menor grado de células intermedias y superficiales y una escasa presencia de escamas.

Edad y tamaño de camada

La edad se determinó mediante examen de la dentadura, observando la presencia de dientes caducos o permanentes, así como la presencia de la flor de lis en incisivos superiores e inferiores, como se determina en cánidos domésticos (Linhart y Knowlton, 1967). El primer año de vida se identificó por la presencia de la flor de lis en todos los incisivos; segundo año de vida, por la flor de lis ausente en incisivos inferiores centrales; y el tercer año de vida, por el rasamiento de los medianos inferiores. Con base en esto, los animales fueron clasificados como juveniles y adultos. El número de fetos implantados en 30 hembras gestantes, antes y después del control, fue determinado por vía rectal, a través de la toma de imágenes mediante el uso de un ecógrafo portátil.

Área de actividad

A 10 coyotes (5 machos, 5 hembras) se les colocó collares radiotransmisores al momento de ser inmovilizados. La ubicación de los animales fue por vía terrestre utilizando un radio receptor portátil con antena direccional tipo H. Se registró cada punto de ubicación con ayuda de un geoposicionador y con el registro de tres rumbos hasta su intersección. Cada punto de intersección fue utilizado en el programa Home Range para determinar el área de actividad (Ackerman *et al.*, 1990). Para cada uno de los coyotes, se tomó un total de 60 puntos de intersección o localizaciones (Laundré y Keller, 1981, 1983, 1984; Gese *et al.*, 1988).

Densidad de población

La densidad de población de coyotes se estimó empleando el procedimiento descrito por Babb y Kennedy (1989), colocando 24 trampas antes y después del control. El área de trampeo se estimó con base en el polígono construido con la ubicación de las trampas utilizando un geoposicionador. Construido el polígono de trampeo, a su superficie se le añadió en sus vértices la mitad del promedio de las distancias máximas recorridas por los coyotes con radiotransmisor, lo que resultó en un polígono de mayor superficie, llamada área de efecto. Las distancias máximas fueron obtenidas ubicando las localizaciones de cada coyote en un mapa topográfico, lo que permitió medir las distancias respectivas. La densidad entonces fue calculada considerando el área de efecto dada por el polígono y el total de coyotes capturados dentro del área en un tiempo de trampeo de tres meses.

Control del coyote

Los ganaderos locales habitualmente llevan a cabo el control de coyotes en la región del Altiplano Potosino. Esta actividad la realizan ocasionalmente de acuerdo al efecto que produzca el coyote sobre sus intereses en el sistema agrícola. Para el propósito del presente estudio se aprovecharon las temporadas de control durante el primer año de cada período de muestreo, o sea que para el período 1995-1997 el control se realizó durante el invierno de 1995, y así sucesivamente. Cuatro predios que conformaron

el área de estudio fueron monitoreados antes y después del control. Para conocer las diferencias entre la agrupación de datos para antes y después de aplicar el control del coyote, se corrieron pruebas de $T(\alpha < 0.01)$ sobre las variables número de fetos implantados, área de actividad y distancia máxima recorrida. Las comparaciones entre grupos de datos fueron corridas en Microsoft Excel 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase reproductiva

Los resultados obtenidos de las citologías vaginales mostraron que antes del control, 41% de las hembras manifestaron estar en fase de proestro en los meses que correspondieron a febrero, marzo, abril y mayo, mientras que 23% manifestaron estar en estro durante los meses de octubre y noviembre, febrero y marzo; y

36% registró fase de anestro. Posterior al control del coyote, 46% de las hembras capturadas registraron proestro, mientras que 28% estuvo en estro y 26% mostro fase de anestro (Cuadro 1).

Sexo, edad y fetos implantados

La proporción de sexos de los especímenes capturados antes del control fue de 1: 2.3 (macho: hembra) con una proporción de edades de 1: 0.6 (adulto: juvenil). Después del control, la relación de sexos se mantuvo, pero la proporción de edades aumentó a 1: 0.9 (Cuadro 2). El promedio del número de fetos implantados antes del control fue de 5.13 por hembra, con rango entre 3 y 7 fetos hembra⁻¹, el cual aumentó ($\alpha = 1.9468 \text{ E-5}$) en el muestreo posterior al control a 7.66 fetos hembra⁻¹, en un rango de 6 a 12 fetos hembra⁻¹ (Cuadro 1, Figura 1 a).

Cuadro 1. Características reproductivas obtenidas de coyotes hembras por citología vaginal exfoliativa y ecografía, antes y después del control, en la región del Altiplano Potosino.

Variable	Fase reproductiva				Número de fetos
	Proestro %	Estro %	Anestro %	Totales %	
Antes del control	41.22 (n=26)	23.13 (n=15)	35.65 (n=23)	100.00 (N=64)	$\bar{X} = 5.13^a$ (n=15)
Después del control	46.00 (n=29)	28.20 (n=18)	25.80 (n=17)	100.00 (N=64)	$\bar{X} = 7.66^b$ (n=15)

a,b Columna con diferentes literales mostraron diferencia ($\alpha = 1.9468 \text{ E-5}$).

Cuadro 2. Cambios observados en la población de coyotes con respecto a la proporción de sexos y edad, en la región del Altiplano Potosino, México.

	Densidad de población (coyotes km ²⁻¹)	Relación de sexo (macho:hembra) (n=92)	Relación de edad (adulto:juvenil) (n=92)
Antes del control	27	1: 2.3	1: 0.6
Después del control	30	1: 2.4	1: 0.9



Figura 1. a: Toma de frotis vaginal para la determinación de la etapa reproductiva mediante histología vaginal exfoliativa. b: Trampas empleadas en la captura de coyotes con bordes de goma que impidieron su daño durante el estudio.

Área de actividad

Los resultados de los 10 coyotes equipados con radiotransmisores, mostraron que de 60 localizaciones animal⁻¹, el promedio del área de actividad antes del control fue de 12.3 km² animal⁻¹, resultando menor para los machos (11.3 km²) que para las hembras (12.9 km²). Posterior al control, el área de actividad se incrementó ($\alpha=0.0077$) a 17.6 km² animal⁻¹ (Cuadro 3, Figura 1 b). La distancia máxima recorrida antes del control fue de 3.7 km, incrementándose ($\alpha=0.0492$) a 5.3 km en el muestreo posterior al control (Cuadro 3, Figura 3). Los resultados son relevantes en términos de la extensión de superficie que requiere un individuo con probabilidad definida de ocurrencia durante un periodo de tiempo específico, el cual emplea para realizar sus actividades primordiales como la alimentación y la reproducción (Kernohan *et al.*, 2001). El hecho de que un individuo incremente su área de actividad, como en el presente estudio, implica la necesidad de desplazarse en una mayor superficie para la búsqueda de individuos con quien reproducirse. Este hecho resulta de reducir el tamaño de población de forma repentina como consecuencia del control de la especie, ya que siempre el control es indiscriminado sin definir el número de individuos a extraer de la población, el sexo, o la edad, y mucho menos el estatus social de cada individuo dentro de la población. Este desajuste en una población en equilibrio, desencadena diversas situaciones las cuales se relacionan con la reproducción de forma directa.

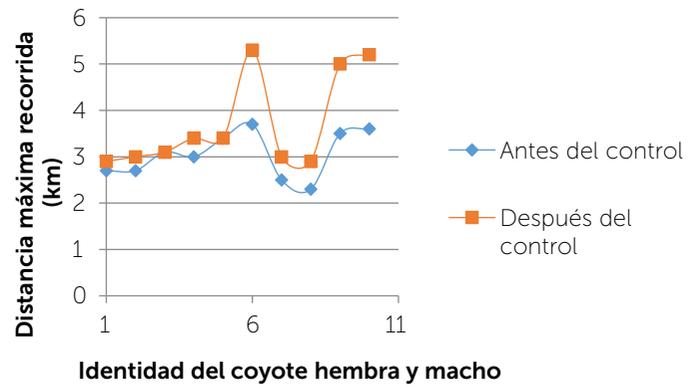


Figura 2. Tendencia de los cambios en la distancia máxima recorrida antes y después del control de 10 coyotes equipados con radiotransmisores en la región del semidesierto en el Altiplano Potosino, México.

Densidad de población

La densidad de población promedio antes del control fue de 0.27 coyotes km²·⁻¹, la cual se incrementó después del control a 0.3 coyotes km²·⁻¹ (Cuadro 2). Resulta obvio pensar en que la densidad disminuya al tiempo de efectuado el control para cada periodo, pero posterior al ciclo reproductivo, la densidad resultó mayor debido a la respuesta de las hembras de la población. Como consecuencia del incremento en el número de fetos implantados, el índice de natalidad se incrementó, independientemente de la tasa de mortalidad, ya que esta se manifiesta de forma constante en una población en equilibrio. Este incremento explica por consecuencia la mayor densidad observada. Resulta

Cuadro 3. Área de actividad y distancias máximas recorridas antes y después del control de 10 coyotes capturados y equipados con collares radiotransmisores en la región del semidesierto en el Altiplano Potosino.

No. Coyote	Área de actividad (km ²)		Distancia máxima recorrida (km)	
	Antes del control	Después del control	Antes del control	Después del control
1	12.0	13.5	2.7	2.9
2	11.9	12.9	2.7	3.0
3	12.1	13.0	3.1	3.1
4	12.1	13.8	3.0	3.4
5	12.7	14.0	3.4	3.4
6	14.2	17.6	3.7	5.3
7	11.5	12.6	2.5	3.0
8	11.0	12.0	2.3	2.9
9	12.9	16.8	3.5	5.0
10	13.0	17.2	3.6	5.2
\bar{x}	12.34 ^a	14.34 ^b	3.05 ^a	3.72 ^b

^{a,b} Literales diferentes en el área de actividad fueron significativas ($\alpha=0.0077$). ^{a,b} Literales diferentes en distancia máxima recorrida fueron significativas ($\alpha=0.0492$).

ta importante mencionar, que la densidad en los años posteriores al periodo de trampeo del 2008-2010 se redujo cercano a los niveles que se tuvieron al inicio del estudio, sin tener elementos para decir que la población haya sufrido una mortandad considerable por situaciones naturales, sino más bien que esto explica la dispersión de la especie a nuevas áreas de distribución por la salida de individuos que son expulsados de la población por sus congéneres de mayor estatus cuando se acercan a la edad adulta (Figura 3).

CONCLUSIONES

Los coyotes en el área de estudio fueron capaces de aumentar su población posterior a su control, mediante el aumento del número de fetos implantados, mayor número de hembras en estro e incremento en su área de actividad. Bajo esta situación, se explica la dispersión y aumento de la población en el área de estudio.

LITERATURA CITADA

- Ackerman B.B., Leban F.A., Samuel M.D., Garton E.O. 1990. User's Manual for Program HOME RANGE. Second Edition. Technical Report 15, Forestry, Wildlife and Range Experiment Station, University of Idaho, Moscow, Idaho, USA. 80p.
- Babb J.G., Kennedy M.L. 1989. An estimate of minimum density for coyotes in western Tennessee. *Journal of Wildlife Management* 53(1): 186-188.
- Brown D.E., Conover M.R. 2011. Effects of large-scale removal of coyotes on pronghorn and mule deer productivity and abundance. *Journal of Wildlife Management* 75(4):876-882.
- Christie D.W., Bailey J.B., Bell E.T. 1972. Clasificación de cell types in vaginal smears during the canine oestrus cycle. *British Veterinary Journal* 128: 301-310.
- Esquivel C.F., Páramo R.M. 1991. Inseminación artificial en caninos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 85 p.
- Gese E.M., Rongstad O.J., Mytton W.R. 1988. Home range and habitat use of coyotes in southeastern Colorado. *Journal of Wildlife Management* 52(4): 640-646.
- Harrington J.L. Conover M.R. 2007. Does Removing Coyotes for Livestock Protection Benefit Free-Ranging Ungulates? *Journal of Wildlife Management* 71(5):1555-1560.
- INEGI. 2015. Cartas del uso del suelo y vegetación. Instituto Nacional de Geografía e Informática. México.
- Kernohan B.J., Gitzen R.A., Millspaugh J.J. 2001. Analysis of Animal Space Use and Movements. pp. 125-166 en J. J. Millspaugh y J. M. Marzluff, eds. 2001. *Radio Tracking and Animal Populations*. USA: Academic Press.
- Laundré J.W., Keller B.L. 1981. Home range use by coyotes Idaho. *Animal Behavior* 29: 449-461.
- Laundré J.W., Keller B.L. 1983. Trappability of coyotes relative to home range boundaries. *Canadian Journal of Zoology* 61: 1932-1934.

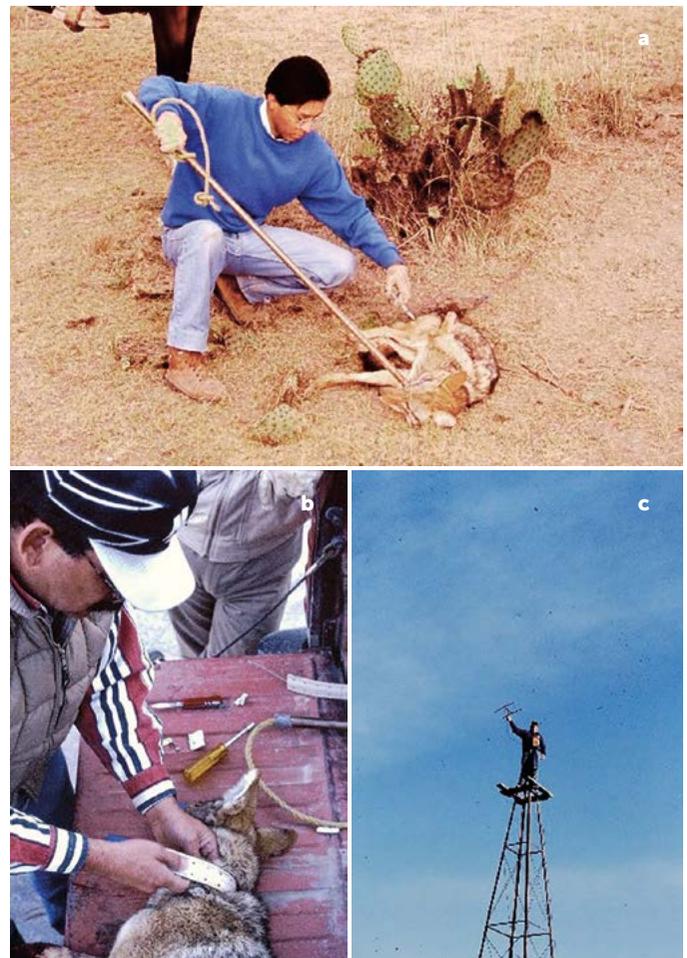


Figura 3 a: Momento de la contención química del coyote para retirar la trampa y liberarlo después de la toma de muestras y colocación de radio transmisores. b: Colocación del radio transmisor para el monitoreo de movimientos y área de actividad del coyote. c: Monitoreo por telemetría para la localización de coyotes con radiotransmisores.

- Laundré J.W., Keller B.L. 1984. Home range size I coyotes: a critical review. *Journal of Wildlife Management* 48: 127-139.
- Linhart S.B. Knowlton F.F. 1967. Determining age of coyotes by tooth Cementum Layers. *Journal of Wildlife Management* 31 (2): 362-365.
- Poessel S.A., Breck S.W., Teel T.L., Shwiff S., Crooks K.R., Angeloni L. 2013. Patterns of human-coyote conflicts in the Denver Metropolitan Area. *Journal of Wildlife Management* 77(2):297-305.
- Powell R.A., Proulx G. 2003. Trapping and marking terrestrial mammals for research: integrating ethics, performance criteria, techniques, and common sense. *ILAR Journal* 44 (4): 259-276.
- Rodríguez M.A. 2011. Distribución y abundancia del coyote (*Canis latrans*) en el centro del Desierto Chihuahuense en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. México. 55 p.
- Wilson D.E., Reeder D.M. (editors). 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed). Johns Hopkins University Press, 2,142 p.