



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

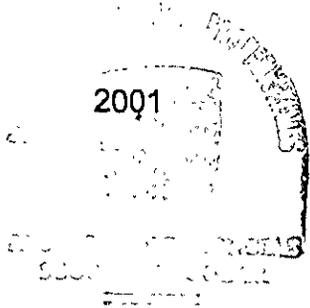
DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y FRAGMENTACIÓN DE LAS COLONIAS DE PERROS LLANEROS DE COLA NEGRA (Cynomys ludovicianus) EN EL NOROESTE DE CHIHUAHUA, MÉXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G A
P R E S E N T A :
ERIKA MARCÉ SANTA

DIRECTOR DE TESIS :
DR. GERARDO JORGE CEBALLOS GONZÁLEZ



FACULTAD DE CIENCIAS UNAM



294313



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis
 "Distribución actual y fragmentación de las colonias de perros
 llaneros de cola negra (Cynomys ludovicianus) en el noroeste
 de Chihuahua, México"
 realizado por Erika Marcé Santa

con número de cuenta 9453487-0 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio

Atentamente

Director de Tesis	Dr. Gerardo Jorge Ceballos González	
Propietario	Dr. Gerardo Jorge Ceballos González	
Propietario	Biol. Jesús Pacheco Rodríguez	
Propietario	Dr. Rurik Hermann List Sánchez	
Suplente	Dr. Rodrigo Antonio Medellín Legorreta	
Suplente	M. en C. Livia Socorro León Paniagua	

FACULTAD DE CIENCIAS
 U. N. A. M.

Consejo Departamental de Biología

Dra. Lurisa A. Alba Lois
 Coordinadora de Licenciatura

DEPARTAMENTO
 DE BIOLOGIA

a Gerardo

a mis papás

y

a los perritos de la pradera,

con todo mi cariño y admiración

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada quisiera agradecerle a la UNAM, mi máxima casa de estudios, en la que afortunadamente pude desarrollarme tanto profesional como personalmente, y a la que le debo grandes experiencias desde hace ya mucho años.

Al Dr. Gerardo Ceballos, que me permitió entrar y me enseñó el fascinante mundo de la ecología de los mamíferos. Gracias por todo!

A Runk y a Chucho por compartir conmigo este sueño, por enseñarme gran parte de lo que ahora sé de las praderas, por todo el apoyo que me han dado para este proyecto y sobre todo, por su magnífica amistad!

A las Instituciones y personas que de alguna u otra forma hicieron posible éste trabajo: Instituto de Ecología (UNAM), Sandy Lanham de Environmental Flying Services, Defenders of Wildlife, Foundation for Deep Ecology, Sky Island Alliance, The Wildlands Project y Mirette Johnson.

A las personas que me ayudaron en la toma de datos en el campo: Chucho, Rurik, Sandy, Paty, Geo, Mario, Leo, Marcela, Ana y Francisco.

A los sinodales de esta tesis: Gerardo Ceballos, Jesús Pacheco, Rurik List, Rodrigo Medellín y Livia León.

A Fundación UNAM y Fundación Marcé, o sea mis papás

A Tomás Jermanowsky, Irma Salazar y Gerardo Carreón por toda su ayuda con el ArcView.

A Jorge Ortega y Cuauhtemoc Chávez por la estadística.

A mis amigos del Instituto y de la Facultad que hicieron sumamente agradable mi estancia en estos dos lugares: Gerardo, Lola, Ana, Leo, Sylvia, Lore, Memo, Rafa, Rurik, Xoxo, el Ortega, Miguel, Mundo, Chucho, Carreón, Amin, Fernando, Dalía, el Cuau, Alejandra, Yola, Bety, Giss, Juanito, el Benja, Gerardo, Rodrigo, David, Lorena, Luis Bernardo, TW, Iván, Marta, Heliot, Claudia, Osiris y Alejandro

A mis carnalitos Julio y Lola con muchísimo cariño y admiración.

A mis primaxos, Clau, Pepe, Lalo, Giuli y Fede por todos esos momentos inolvidables (quizá los mejores) y por su apoyo a lo largo de toda mi vida.

A Yael, la Marianux y el Miguelón, por todo y aún más!!!!

A mis jefes, a mi tía Delly y a mis abuelos por todo el cariño, comprensión y paciencia que me han tenido.

A Gerardo con todo mi amor, gracias por todo el cariño, amor y paciencia, con el que has esperado a que termine este pequeño pero gran paso para mí. Va por ti pochi!!!!

Contenido	Página
Índice	I
Resumen	II
Introducción	1
Los perros llaneros de cola negra y la conservación de los pastizales	3
Objetivos e hipótesis	12
Área de estudio	13
Métodos	18
Distribución de los perros llaneros	18
Clasificación de las colonias	20
Grado de fragmentación	21
Causas de la fragmentación	23
Resultados	25
Distribución geográfica de los perros llaneros	25
Dinámica de las colonias de la zona central de la Región II	31
Área, aislamiento y conectividad	35
Expansión y colonización	47
Causas de la fragmentación de las colonias	47
Discusión	54
Dinámica de las colonias del CJNCG, Chihuahua	54
Fragmentación y colonización en la zona central de la Región II	56
Causas y efectos de la destrucción y fragmentación de las colonias	60
Conservación y manejo de los pastizales	64
Conclusiones	67
Literatura citada	70

RESUMEN

En el presente estudio se realizó una evaluación de la distribución y fragmentación de las colonias de *Cynomys ludovicianus* en el Complejo Janos-Nuevo Casas Grandes, Chihuahua (CJNCG), así como de las principales presiones que enfrenta la especie en el noroeste de Chihuahua, con el fin de determinar el estado de conservación de la especie en México. Se comparó la distribución geográfica y la superficie ocupada por perros llaneros en el CJNCG en 1988 y 2000. Se hizo un estudio de fragmentación en la zona central del complejo, en el que se evaluaron el área, aislamiento, conectividad y las causas de destrucción y fragmentación de las colonias en 1996 y 2000. Los resultados obtenidos indican que, el área de distribución de los perros llaneros en Chihuahua se ha reducido en un 46% con relación a 1988. La parte norte del complejo fue la más afectada con la extinción de las 15 colonias más septentrionales. La superficie ocupada por las colonias de perros llaneros se redujo en un 64%. En la zona central del complejo, la tasa anual de reducción de la superficie de las colonias fue del 10% de 1988 a 1996, disminuyendo al 6% para el periodo de 1996 a 2000. En general, las colonias mostraron la tendencia a ser de menor tamaño, a estar más aisladas y a perder su conectividad de 1996 a 2000, siendo más afectadas las colonias de tamaño mediano y pequeño. La tasa de colonización por parte de los perros llaneros disminuyó de 1996 a 2000 (180ha/año) con relación a la de 1988 a 1996 (364ha/año). La principal causa de extinción y fragmentación de las colonias entre 1988 y 1996 estuvo relacionada a la ganadería, y de 1996 a 2000 fue la expansión de agricultura. En las colonias envenenadas se observó una invasión por parte del matorral de mezquite (*Prosopis glandulosa*). Dentro de los 3 tipos de tenencia de la tierra en el área, la mayor presión sobre las colonias ocurrió en propiedades privadas. La pérdida del 46% de su rango de distribución y el 64% de la superficie ocupada por los perros llaneros de cola negra en Chihuahua en un periodo de 12 años, así como las tendencias actuales de reducción y fragmentación de las colonias, pueden provocar la extirpación de la especie del territorio nacional en un futuro cercano. Por ésta razón, se propone que la categoría de conservación de *C. ludovicianus* que actualmente se considera como "amenazada", sea elevada a "en peligro" y se considera que la regulación del manejo y uso de la tierra en la región es fundamental para la conservación de la especie.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de la extinción de especies en los trópicos y zonas áridas es la destrucción y fragmentación del hábitat (Cooperrider et al., 1986; Saunders et al., 1991; Treviño-Villarreal y Grant, 1998). Esta última se puede definir como la pérdida de la continuidad de un ecosistema, lo que provoca una reducción en su área y la formación de parches de hábitat natural remanente pequeños y aislados (Lord y Norton, 1990; Meffe y Carroll, 1994). El reciente incremento en la destrucción y fragmentación de los hábitats se debe principalmente al rápido crecimiento de las poblaciones humanas, las cuales requieren mayor cantidad de recursos naturales para su mantenimiento (Miller, 1992); y a los avances tecnológicos que han proporcionado la capacidad de explotar y transformar el medio ambiente (INEGI y SEMARNAP, 1998).

Los principales efectos en un nivel global sobre un hábitat fragmentado son los cambios en el microclima y el aislamiento del hábitat. Dentro del primero se incluyen los cambios en la radiación solar, la exposición al viento y el flujo del agua; y el segundo depende del tiempo de aislamiento, la distancia y la conectividad entre los parches remanentes, y los cambios en el paisaje que rodea al fragmento remanente (Saunders et al., 1991). Estas transformaciones producen una reducción de la biodiversidad en los fragmentos (Soulé et al., 1992; Kruess y Tscharrntke, 1994); y el rompimiento de la cadena alimenticia (List, 1997). En un nivel específico son tres los principales efectos: 1) las unidades demográficas son eliminadas o reducidas en tamaño quedando poblaciones pequeñas y aisladas

que son más susceptibles a la extinción debido al entrecruzamiento y disminución de la fecundidad (Eguiarte y Piñero, 1990; Laurance, 1997), a la invasión de especies exóticas y transmisión de enfermedades (Suzán, 1998), y a las catástrofes naturales; 2) las fuentes de inmigración son destruidas; y 3) la alteración del hábitat entre las poblaciones reduce la posibilidad de la recolonización y el intercambio genético (Wilcox y Murphy, 1985).

Debido a la heterogeneidad del paisaje en la naturaleza determinada por el clima, la altitud, el tipo de suelo y la precipitación (Anderson, 1972; Meffe y Carroll, 1994), muchas especies, como los perros llaneros, se encuentran distribuidas en el espacio como metapoblaciones, las cuales se definen como el conjunto de poblaciones locales de una especie que interactúan entre sí a través de individuos dispersores que se mueven entre ellas (Hanski, 1991; Meffe y Carroll, 1994). El sostenimiento de este conjunto de poblaciones se basa en la capacidad de dispersión de la especie y en la conectividad entre los parches. Si la conectividad se rompe debido a la fragmentación del hábitat por causa de las actividades humanas, la dispersión se interrumpe y por lo tanto la metapoblación se desestabiliza (Meffe y Carroll, 1994; Hansson, 1991). El aumento del aislamiento y la reducción del área, así como de la conectividad de los fragmentos remanentes, provocan un incremento en la probabilidad de extinción de la población. Por ésta razón, el área, la conectividad y el aislamiento de los parches remanentes, se utilizan como parámetros para evaluar la severidad de la fragmentación (Valdéz y Ceballos, 1997)

Actualmente, un gran número de especies ha sufrido una reducción drástica de sus poblaciones debido a la destrucción y fragmentación de su hábitat. En México, el 77% de las especies de mamíferos enfrentan problemas de conservación por ésta causa. Los perros llaneros, aunque no presentan una reducción en su distribución geográfica en Norteamérica, sus poblaciones enfrentan una seria destrucción y fragmentación debido al envenenamiento y a la transformación de los pastizales, por lo que su situación cada vez es más vulnerable (Ceballos et al., 1993; Miller et al., 1996).

Los perros llaneros de cola negra y la conservación de los pastizales

Los perros llaneros (*Cynomys* spp.) son roedores endémicos de Norteamérica que pertenecen a la familia Sciuridae. De las cinco especies que existen (*Cynomys gunnisoni*, *C. leucurus*, *C. ludovicianus*, *C. mexicanus* y *C. parvidens*) solo dos se encuentran en México (Fig. 1), el perro llanero de cola negra (*C. ludovicianus*) y el perro llanero mexicano (*C. mexicanus*). El primero tiene una amplia distribución en Norteamérica que va desde Saskatchewan en el sur de Canadá, hasta el noroeste de Chihuahua y noreste de Sonora en México; el segundo a diferencia del anterior tiene una distribución sumamente restringida que se limita a un área de 1,000 km² entre los límites de San Luis Potosí, Nuevo León y Coahuila (Ceballos y Pacheco, 1996). Estas dos especies de perros llaneros presentan muchas similitudes entre si y se considera que *C. mexicanus* es una especie relicto que se separó del conjunto *C. ludovicianus* hace 40,000

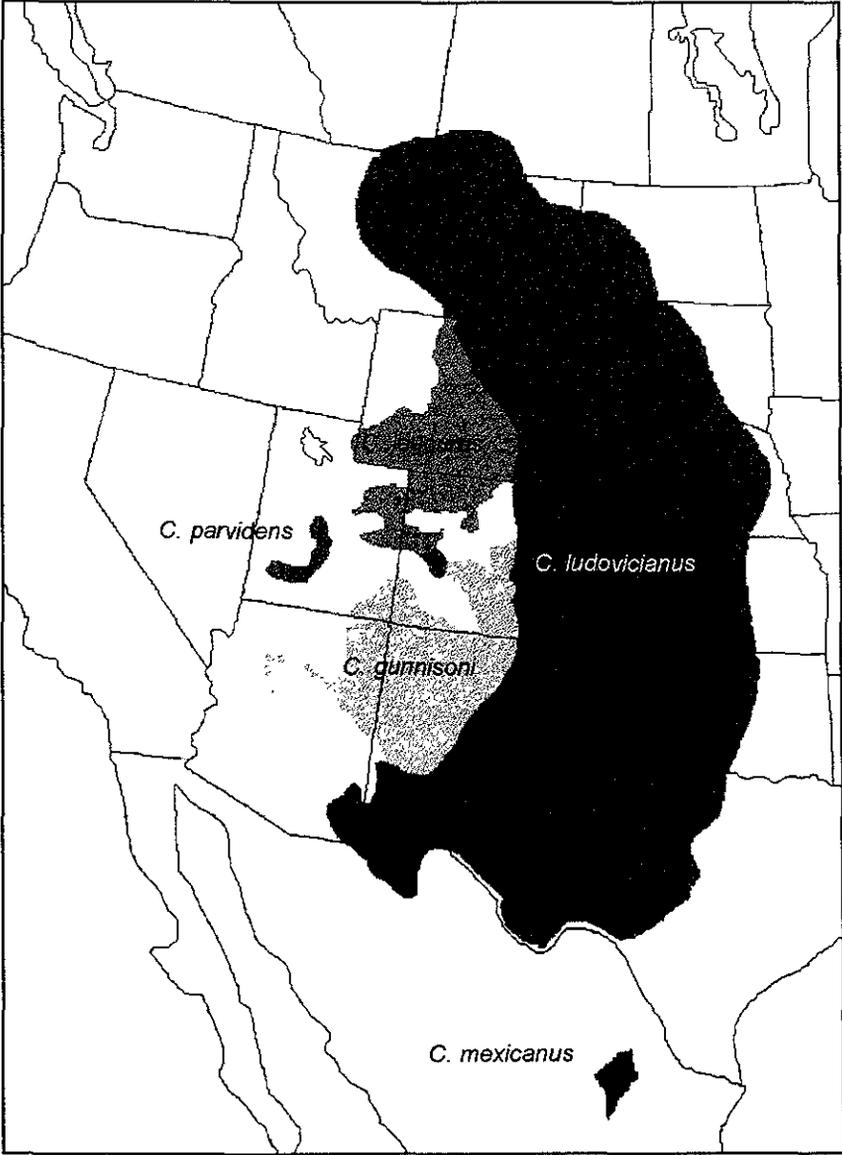


Figura 1. Distribución del género *Cynomys*.

años durante el Pleistoceno tardío (Goodwin, 1995, McCullogh y Chesser, 1987 en Treviño-Villarreal y Grant, 1998). El conjunto de *C. ludovicianus* está formado por dos subespecies, *C. ludovicianus ludovicianus* y *C. ludovicianus arizonensis*, y esta última es la que se localiza en el noroeste de México (Hall, 1981).

Los perros llaneros de cola negra habitan en pastizales dominados por pastos cortos y hierbas (Ceballos et al., 1993). Son herbívoros y se alimentan durante el día. El principal componente de su dieta durante primavera y verano son los pastos verdes y algunas herbáceas, mientras que en otoño e invierno las hierbas, raíces, semillas y la base de los pastos se vuelven más importantes en su alimentación (Yensen y Valdés-Alarcón, 1999). Las especies vegetales más importantes en la dieta de los perros llaneros son *Agropyron smithii*, *Bouteloua gracilis*, *Buchloe dactyloides* y *Salsola kali* (Koford, 1958). También ocasionalmente se alimentan de insectos como escarabajos y saltamontes (Foster y Hygnstrom, 1990) y pueden consumir incluso a los juveniles y adultos muertos de su misma especie (Hoogland, 1995).

Es una especie de hábitos semiexcavadores, forman sistemas de madrigueras con una o más entradas, de dos a tres metros de profundidad y de cinco a diez metros de largo (Hoogland, 1995). Las madrigueras proveen a los perros llaneros de grandes beneficios, sirven como refugio; sitio de anidación, de descanso y de termorregulación; y como montículos de vigilancia (Cooperrider et al., 1986). Son altamente sociales y viven en asociaciones llamadas colonias que pueden abarcar desde menos de 1 hectárea hasta más de cien mil hectáreas y albergar a miles de individuos (Ceballos et al., 1993; Hoogland, 1995). Las

colonias, a su vez, están constituidas por grupos familiares que constan de un macho en estado reproductivo, tres o cuatro hembras adultas reproductivas y muchos juveniles en estado no reproductivo. Los machos sólo pasan su primer año dentro de su grupo familiar y durante el segundo año se mueven a diferentes grupos o incluso a otras colonias en donde recorren una distancia máxima promedio de 5 km (Garret y Franklin, 1988). La dispersión de los perros llaneros, así como la de otros mamíferos, es un mecanismo conductual de gran importancia que evita el entrecruzamiento (Hoogland, 1982) El costo biológico de la dispersión entre colonias es alto debido a que son pocos los individuos que logran llegar y establecerse en otras colonias, sin embargo el beneficio para los dispersores exitosos es superior ya que aumentan el éxito reproductivo y la accesibilidad a los recursos alimenticios (Garret y Franklin, 1988).

Se considera que los perros llaneros de cola negra representan una especie ecológicamente clave para la conservación de las praderas en Norteamérica. Su presencia repercute en varios niveles y actúan como un regulador del ecosistema en cuanto a su función y estructura (Ceballos et al., 1999; Miller et al., 2000); además, las funciones que realiza en el ecosistema no son llevadas a cabo por otras especies o procesos (Kotliar, 2000). Sus actividades fosoriales y de forrajeo aumentan la productividad primaria, mantienen grandes parches de pastizales naturales con una vegetación bien definida, provocan una alteración en la hidrología y en el ciclo de nutrientes, incrementan la densidad y diversidad de plantas, pequeños mamíferos, aves y artrópodos, y modifican la estructura y química del suelo (Reading, et al., 1984; Foster y

Hygnstrom, 1990; Miller et al., 1990; Miller et al., 1994, Weltzin, *et al.* a, 1997, Ceballos, *et al.*, 1999).

Las actividades fosoriales de los perros llaneros compensan la escasa estructura vegetal de los pastizales creando una gran cantidad de nichos en el subsuelo (Cooperrider *et al.*, 1986) utilizados por vertebrados e invertebrados. Además de alterar la topografía del paisaje, también modifican la infiltración y el curso del agua por lo que se les ha considerado ingenieros del ecosistema (Ceballos *et al.*, 1999).

En cuanto a vegetación se refiere, dentro de las colonias de perros llaneros se observa una mayor diversidad florística (Archer *et al.*, 1987) tanto de especies anuales como perennes (Bonham y Lerwick, 1976). Klatt y Hein (1978) mencionan que el abandono de las colonias produce una disminución de la cobertura total vegetal y de la cobertura porcentual de todos los pastos incluyendo a las especies dominantes. Las especies vegetales que se localizan dentro de las colonias de perros llaneros son especies sumamente tolerantes a una intensa defoliación. Esta defoliación mantiene a las plantas en un estado de continuo crecimiento lo que incrementa la calidad nutricional de las mismas y las hace más atractivas para el ganado doméstico y diversos ungulados (Bonham y Lerwick, 1976; Roemer y Forrest, 1996)

Históricamente se ha registrado un incremento de plantas leñosas, principalmente mezquite, en zonas previamente ocupadas por pastizales semidesérticos en las planicies de Norteamérica (Cooperrider *et al.*, 1986; Weltzin *et al.* a, 1997) Weltzin *et al.* (1997, a) demostraron que los perros llaneros son de

vital importancia para el mantenimiento de los pastizales ya que la extensión del mezquite sobre pastizales anteriormente ocupados por perros llaneros, se debe principalmente a su erradicación ya que éstos evitan el crecimiento de plantas leñosas dentro de sus colonias.

Las actividades de los perros llaneros incrementan la diversidad de vertebrados e invertebrados en los pastizales, sus madrigueras son utilizadas por artrópodos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (List et al., 1997), y se ha registrado un total de 163 especies de vertebrados vistas en diferentes colonias (Reading et al., 1984). Ceballos et al (1999) reportaron una mayor diversidad de pequeños mamíferos dentro de las colonias del Complejo Janos-Nuevo Casas Grandes, Chihuahua. Por otra parte, el perro llanero constituye un elemento muy importante en la alimentación de al menos 10 carnívoros, 8 aves y 2 reptiles, y la reducción en el número de presas, podría tener un efecto negativo sobre las poblaciones de los depredadores (List, 1997).

La riqueza de especies relacionada con las colonias de perros llaneros se ve incrementada con el tamaño de la colonia y la densidad regional de colonias (Roemer y Forrest, 1996), pero en la actualidad son pocas las colonias que cuentan con grandes extensiones y son menos los grandes complejos de colonias en Norteamérica.

En el siglo pasado los perros llaneros (*Cynomys* spp.) ocupaban un área mayor a 100 millones de hectáreas (Merriam, 1902 en List et al., 1997) y se estima que existían aproximadamente 5 mil millones de individuos (Bonham y Lerwick, 1976). Sin embargo, los pastizales han sido el bioma más utilizado y

transformado por el hombre en Norteamérica (List et al., 1997) por lo que la distribución histórica de la especie ha sido severamente reducida.

Debido a los hábitos alimenticios de los perros llaneros, éstos han sido considerados como competidores potenciales del ganado. En 1902, C. H. Merriam estimó que los perros llaneros disminuían la capacidad productiva de la tierra en un 50-75% (Miller et al., 1990), esto promovió e incrementó las actividades de envenenamiento de los perros llaneros. A partir de 1915, cuando el área ocupada por la especie era de 40 millones de hectáreas (Anderson et al., 1986), el gobierno federal de los Estados Unidos de América estableció campañas de erradicación (Miller et al., 1990) en las que en el período de 1916 a 1920 se eliminaron los perros llaneros de 13 millones de hectáreas (Roemer y Forrest, 1996). Se calcula que en E.U.A. se envenenan los perros llaneros de 80,000 hectáreas anualmente (Weltzin et al b, 1997).

En 1960 el área ocupada por perros llaneros fue estimada en 600,000 hectáreas (Anderson et al., 1986), lo que significa que fueron erradicados del 98.5% de su distribución histórica. Los programas de erradicación continúan en E.U.A , aún cuando recientes investigaciones han demostrado que el nivel de competencia entre los perros llaneros y el ganado es solo del 4 al 7%, ya que 300 perros de la pradera comen la misma cantidad que una vaca y un becerro (Ursek, 1985; Miller et al., 1994).

A pesar del amplio rango de distribución que presentan los perros llaneros de cola negra en Norteamérica, en México sólo se localizan en una pequeña área del noreste de Sonora y noroeste de Chihuahua, en donde se encuentra

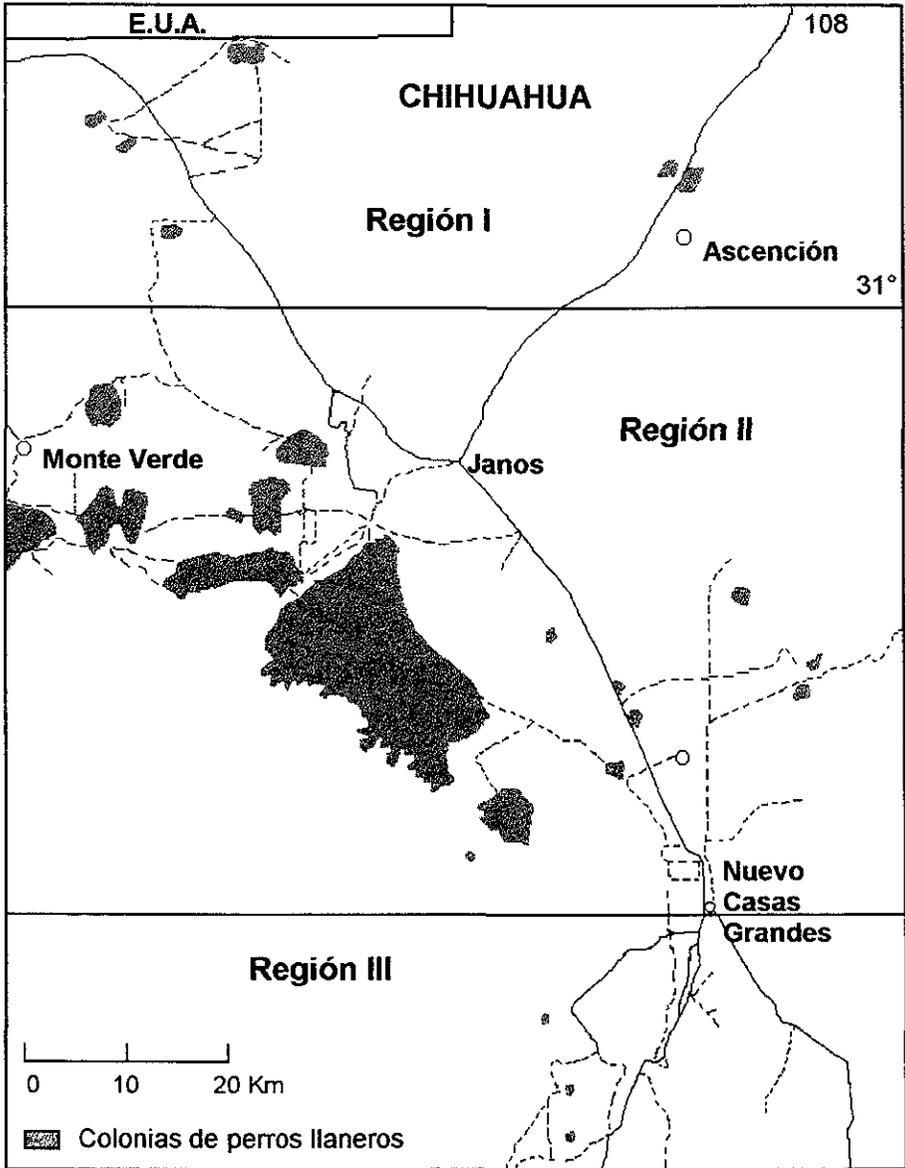


Figura 2. Complejo de colonias de perros llaneros Janos-Nuevo Casas Grandes, Chihuahua (Tomado de Ceballos et al., 1993).

actualmente el complejo de colonias más grande de Norteamérica (Fig. 2) denominado Complejo Janos-Nuevo Casas Grandes, CJNCG, (Ceballos *et al.*, 1993) Sin embargo, en las últimas décadas, las colonias que se encuentran en territorio mexicano no se han escapado de los problemas ocasionados por la ganadería y la agricultura. Aunque el gobierno mexicano no promueve los programas de erradicación que se llevan a cabo en E.U.A., la especie ya se encuentra bajo la categoría de amenazada (Arita y Ceballos, 1997). En el CJNCG durante el período de 1988 a 1996, se registró la pérdida de 8,915 hectáreas ocupadas por perros llaneros debido a la actividad ganadera y 1,629 hectáreas por la agricultura donde fueron envenenados. A finales de la década de los ochentas la energía eléctrica fue introducida en la región para la extracción de agua en la realización de prácticas agrícolas, por lo que las presiones sobre los perros llaneros y su ecosistema han sido mayores. La destrucción y fragmentación de las colonias de perros llaneros hasta 1996 en el CJNCG, Chihuahua, ha ocasionado la reducción en la distribución geográfica de la especie en México y en el área ocupada por perros llaneros, lo que no sólo ha representado la pérdida de la especie, sino de todo un ecosistema incluyendo su estructura, función y diversidad.

Por lo tanto, este estudio se enfoca a dar solución a las siguientes preguntas: ¿Cuáles han sido los cambios en la distribución geográfica y en el área ocupada por los perros llaneros en el CJNCG, Chihuahua en doce años? y ¿Cuál ha sido el impacto de las actividades antropogénicas sobre las colonias de la zona central de la Región II del CJNCG?.

OBJETIVOS

El presente estudio tiene como objetivo general llevar a cabo una evaluación de la distribución y fragmentación de las colonias de *C. ludovicianus* en el noroeste del Estado de Chihuahua con el fin de reconsiderar el estado de conservación actual de la especie en México. Con este propósito, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la distribución geográfica actual de los perros llaneros de cola negra en Chihuahua.
- Realizar un análisis comparativo de la distribución de los perros llaneros de cola negra en México entre los años de 1988 y 2000.
- Determinar el grado de fragmentación que presentan las colonias de la zona central de la distribución denominada Región II (Ceballos et al , 1993)
- Determinar las principales causas de la fragmentación y destrucción de las colonias.

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio de distribución de las colonias de perros llaneros se llevó a cabo en el noroeste del Estado de Chihuahua desde El Berrendo, en la frontera internacional México-E U A , hasta Mata Ortiz, cubriendo las regiones I, II y III de la distribución de los perros llaneros denominadas por Ceballos et al. (1993). El área de estudio tiene aproximadamente 138 km de largo por 35 km de ancho y se extiende desde los 30°10' a los 31°20' N y de los 107°41' a los 108°44' W (Fig. 3). El estudio de fragmentación se realizó en la zona central de la Región II, la cual es un área de aproximadamente 32 Km de largo y 25 de ancho y se localiza entre los 30°43' y 30°58' N y los 108°22' y 108°43' W (Fig. 3).

El área de estudio forma parte de la ecoregión denominada como Desierto Chihuahuense (Rzedowski, 1981), limita al sur y al este con la Sierra Madre Occidental y al norte y al oeste con planicies y sierras aisladas. La topografía del terreno está caracterizada por grandes planicies de pendiente menor al 5% con ondulaciones y lomeríos de bajos a medianos de aspecto suave y redondeado y en ocasiones quebrados con una pendiente del 12 al 30% (COTECOCA, 1978). Los suelos de la región son principalmente xerosol, regosol, vertisol y faeozem. La característica principal de estos suelos, excepto de los regosoles que generalmente no tienen horizontes diagnósticos, es que todos presentan un horizonte B arcilloso. Los xerosoles son los suelos más frecuentes en las colonias de perros llaneros de Chihuahua; son característicos de zonas áridas y están compuestos por un horizonte A de color claro y blando. Estos suelos no permiten

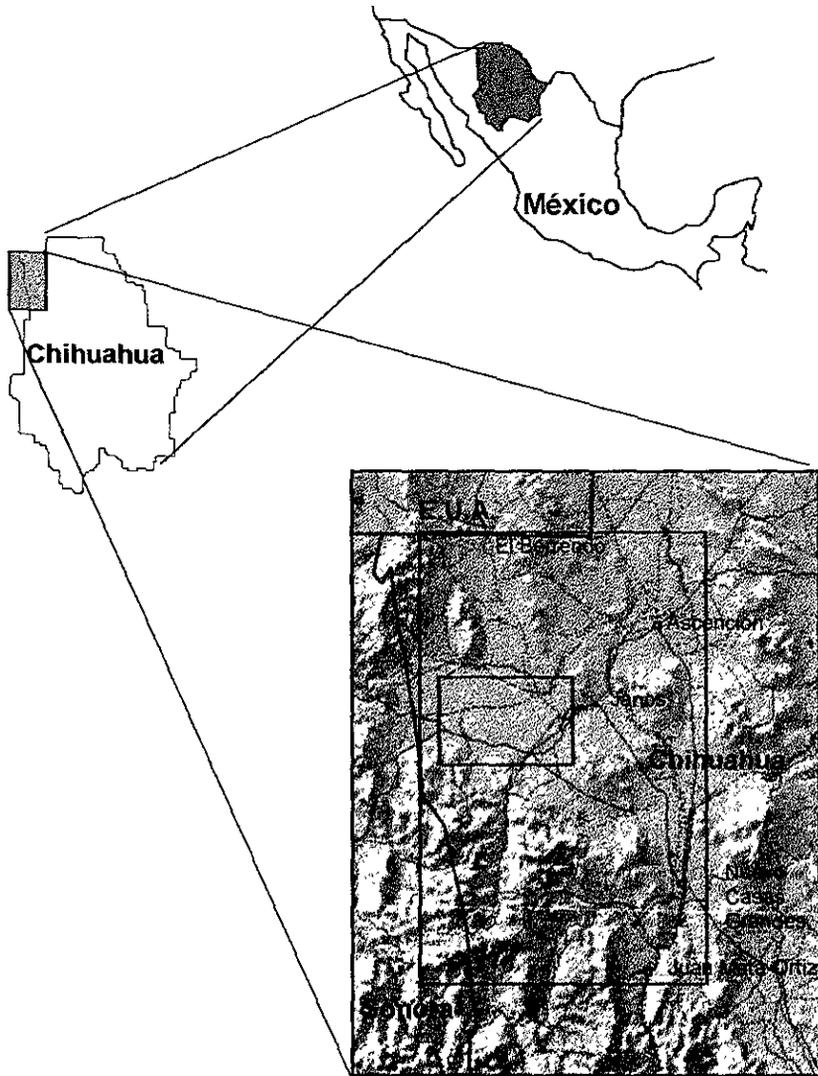


Figura 3. Área de estudio de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) en el noroeste de Chihuahua, México. El rectángulo exterior (azul) representa el área donde se llevó a cabo el estudio de distribución y el rectángulo interior (rojo) corresponde a la zona central de la Región II del CJNCG, en donde se realizó el estudio de fragmentación de las colonias.

la penetración del agua, tienen temperaturas elevadas ($> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$), poca cantidad de materia orgánica y gran acumulación de arcillas y carbonatos de calcio (CaCO_3) principalmente, por lo que la vegetación que sostienen consiste en plantas muy aisladas, pastos, hierbas, cactáceas y arbustos xerófilos. Los regosoles son suelos delgados (75 – 150 cm), poco desarrollados, formados por material suelto que cubre la roca, son muy arcillosos y generalmente nunca se encuentran saturados de agua. Los vertisoles también son suelos característicos de zonas áridas con textura arcillosa y pesada que contienen poca materia orgánica. Los suelos faeozem, al contrario de los anteriores, presentan un horizonte A blando y oscuro rico en materia orgánica y nutrimentos, sin embargo, el horizonte B es arcilloso al igual que los otros suelos mencionados (U S. Department of Agriculture and Soil Conservation Service, 1975; Singer y Munns, 1987; Aguilera-Herrera, 1989, INEGI y SEMARNAP, 1998).

El clima es árido templado con veranos calientes e inviernos fríos y con una oscilación térmica mayor a los 14°C , Bsokw(e') (García, 1973). De acuerdo a la Estación Meteorológica Nuevo Casas Grandes, la temperatura promedio anual durante el periodo de 1957 a 1993 fue de 16.7°C , con un promedio de 7.1°C en el mes de enero y de 25.2°C en junio. La precipitación promedio anual durante el periodo de 1957-1995 fue de 332.8 mm (INEGI, 1998).

La vegetación dominante son los pastizales de gramíneas denominados como pastizales cortos, las principales especies presentes en estas comunidades vegetales son: navajita (*Bouteloua gracilis*), navajita negra (*B. eriopoda*), navajita velluda (*B. hirsuta*), navajita roja (*B. trifida*), banderilla (*B. curtipendula*) y tres

barbas (*Aristida divaricata*). En algunas zonas el pastizal se encuentra asociado con especies arbustivas de talla alta y mediana como el mezquite (*Prosopis glandulosa*) que se distribuyen de forma dispersa dentro del pastizal. Los mezquites también forman otras asociaciones con zacates halófitos como el toboso (*Hilaria mutica*) que forma una carpeta vegetal continua y uniforme. En las partes altas de los lomeríos generalmente domina el ocotillo (*Fouquieria splendens*) y en las bajas la gobernadora (*Larrea tridentata*). Las zonas de mayor perturbación debida al sobrepastoreo se encuentran invadidas por mezquite, toboso, tepopote o cola de caballo (*Ephedra trifurca*), popotillo plateado (*Andropogon sacharoides*) y cholla o cardenche (*Opuntia imbricata*) (COTECOCA, 1978). Existen varios ríos y arroyos en la región con una vegetación riparia característica dominada principalmente por árboles de talla mediana como los álamos (*Populus angustifolia*), los nogales (*Juglans major*) y los sicomoros (*Platanus wrightii*) (Brown, 1994). Por último, las zonas más cercanas a las sierras presentan un ecotono entre el pastizal y el bosque de pino-encino que está caracterizado por varias especies de encinos (*Quercus* spp) y juníperos (*Juniperus depeana*) (List, 1997).

La tenencia de la tierra es ejidal y privada; a ésta última categoría pertenecen los ranchos y las comunidades menonitas. Los ranchos privados, al igual que los ejidos, se dedican principalmente a la ganadería aunque también utilizan parte de sus tierras para la agricultura. La ganadería en la zona es de tipo extensivo. En los ranchos privados existe alguna rotación de los pastos y se le proporciona al ganado alimento suplementario, a diferencia de los ejidos, en

dónde el ganado pascaba sobre la misma área todo el año y es rara la alimentación suplementaria (List, 1997). Por otra parte, las comunidades menonitas se dedican principalmente a la agricultura.

MÉTODOS

Distribución de los perros llaneros

La información sobre la distribución en 1988 de los perros llaneros en México se obtuvo a partir de la revisión de los datos de campo originales de Ceballos, et al. (1993), que se encuentran sobrepuestos en mapas topográficos escala 1:50,000 (INEGI). Estos datos fueron obtenidos en su mayoría por recorridos aéreos por lo que no son muy precisos debido al error que se presenta en el registro de los datos por este medio.

La distribución actual se obtuvo mediante recorridos aéreos para ubicar las colonias y recorridos terrestres. Durante el mes de septiembre de 1999 se realizaron dos vuelos para determinar el área general de distribución de los perros llaneros en el estado de Chihuahua. Dichos vuelos se efectuaron a bordo de una avioneta Cessna 182 a cargo de la piloto Sandy Lanham (Environmental Flying Services), partiendo del aeropuerto municipal de Douglas, Arizona, E.U.A. Ambos vuelos tuvieron una duración de 3 horas con una altura promedio de 290 metros sobre el nivel del terreno y una velocidad de 160 Km/h.

El primer vuelo se hizo con el propósito de localizar las colonias de perros llaneros en el valle de "El Cuervo" y verificar el estado actual de la colonia más grande de perros llaneros, "El Cuervo" (Ceballos et al., 1993), para obtener una aproximación de su forma y tamaño. Primero se definió el área sobre la que se realizaron los vuelos en un mapa topográfico escala 1:50,000 (INEGI). Dicha área se cubrió por aire realizando transectos norte-sur y sur-norte separados por

aproximadamente 1.25 km entre sí. Al realizar los transectos en la avioneta se registraron las coordenadas de los puntos en los que se empezaban a ver las madrigueras de perros llaneros y en los que se dejaban de verlas. Los datos fueron tomados con un posicionador geográfico (GPS) Garmin 12XL y Magellan 5000DX en coordenadas de unidades transversales de Mercator (UTM)

En el segundo vuelo se cubrió la Región II (Ceballos et al., 1993) del Complejo Janos-Nuevo Casas Grandes (Fig. 2). Este vuelo tuvo el propósito de ubicar las colonias de los perros llaneros para su posterior mapeo por tierra. Sin embargo, a diferencia del primer vuelo, en éste no se realizaron transectos, sino que se identificaron a distancia los sitios con escasa cubierta vegetal característicos de las colonias de perros llaneros y se voló sobre éstos en busca de las madrigueras, registrando las coordenadas de las colonias localizadas. Los datos de las colonias de perros llaneros obtenidos por aire fueron posteriormente verificados por tierra y registrados en mapas como se explica a continuación.

En los meses de septiembre de 1999 y marzo de 2000, se ubicaron las colonias de perros llaneros a partir de las coordenadas obtenidas en los vuelos y se mapearon siguiendo el contorno de las mismas a pie o a bordo de un vehículo. En los recorridos se registraron las coordenadas geográficas en UTM mediante un GPS cada 150 metros aproximadamente. El borde de la colonia se definió como el sitio en el que en un lado presenta madrigueras activas y en el otro están abandonadas o son inexistentes. Por otra parte, se consideró como una colonia de perros llaneros al conjunto de madrigueras activas continuas separadas por menos de 250 metros entre sí.

Debido a la inaccesibilidad o al tamaño sumamente pequeño de algunas colonias éstas no pudieron ser registradas o verificadas en tierra; sin embargo, se considera que se ubicó geográficamente y se obtuvo el área y forma de la mayoría de ellas. Por otra parte, en "El Cuervo" se verificó una pequeña porción de la colonia por tierra para poder calcular el error promedio de los datos tomados desde la avioneta comparando los datos obtenidos por tierra y por aire; éste cálculo también fue aplicado para las colonias con un área mayor a las 1,000 ha de 1988 ya que fueron registradas de esta forma.

Las coordenadas obtenidas en los vuelos y por tierra fueron ubicadas en mapas topográficos escala 1:50,000 y 1:250,000 (INEGI) y en ArcView GIS versión 3.1. Los datos de los recorridos aéreos como los terrestres fueron utilizados para la comparación de las áreas de distribución de 1988 y 2000 de los perros llaneros en México, así como para el estudio de fragmentación de la zona central de la Región II entre 1996 y 2000.

Clasificación de las colonias

Se realizó un análisis comparativo de las colonias de perros llaneros en la zona central de la Región II a partir de los datos obtenidos en el año de 1988 (Ceballos et al., 1993), 1996 (List et al., 1997) y 2000, clasificando las colonias en estables (sin cambios o con cambios sólo en su tamaño), fragmentadas, extintas y nuevas.

Grado de fragmentación

El análisis de fragmentación de las colonias se realizó en la zona central de la Región II del complejo y se compararon los datos obtenidos en 1996 y 2000. Para determinar el grado de fragmentación de las colonias se utilizaron tres parámetros: área total ocupada por perros llaneros, aislamiento y conectividad (List et al., 1997).

El área de las colonias se obtuvo a partir de los datos en UTM que se tomaron en el campo, los cuales se corrieron en el programa Ranges V (Kenward y Hodder, 1996), obteniendo el área de cada colonia en hectáreas.

El aislamiento se determinó como la distancia mínima entre colonias a partir de los bordes de la colonia (List et al., 1997). Debido a que los registros de dispersión intercolonial de los perros llaneros de cola negra tienen un promedio de 5 km (Garret y Franklin, 1988), se consideró como colonia aislada a aquella separada por una distancia mayor que 5 Km. También se aplicó el siguiente índice para los datos de 1996 y 2000 con el fin de determinar la existencia de cambios con base al aislamiento en ambos años:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{j=n} d_{ij} \quad (\text{Forman y Godron, 1986})$$

Donde:

- r_i Aislamiento de la colonia i
- n Número de colonias vecinas
- d_{ij} Distancia entre la colonia i y la colonia j

Las colonias vecinas se definieron como todas aquellas que estuvieran a una distancia menor de 5 Km de la colonia "i" y que fueran accesibles a través de un hábitat natural sin estar separadas por barreras topográficas (lomeríos y cerros), antrópicas (campos de cultivo activos y pueblos), y naturales (matorrales de *P. glandulosa* y *E. trifurca*). Las distancias entre las colonias se midieron con la ayuda del programa ArcView GIS versión 3.1.

La conectividad entre colonias se definió como la accesibilidad que existe entre una colonia y otra, y para evaluarla se contó el número de colonias vecinas posibles para cada colonia y se compararon los promedios de 1996 y 2000 (List et al., 1997)

Las áreas obtenidas para los tres años fueron analizados por una ANOVA de Kruskal-Wallis. Además se formaron categorías de áreas con el fin de ver qué intervalo de área fue el más afectado durante los 12 años. Los datos de la conectividad y el aislamiento entre 1996 y 2000 años se compararon utilizando una prueba de signos de Wilcoxon.

Por otra parte, se realizó un análisis de la variación de la forma de las colonias con el siguiente índice:

$$D_i = \frac{P}{2 \sqrt{A\pi}} \quad (\text{Forman y Godron, 1986})$$

Donde:

- D_i Forma de la colonia i
- P Perímetro de la colonia

A Área de la colonia

El valor de $D_i = 1$ representa una circunferencia, es decir, una forma regular con un menor efecto de borde

También se calculó la interacción entre las colonias para el año 2000 con el fin de determinar cuáles son las colonias más importantes para la conservación del sistema y la probabilidad de colonización que presentan. La interacción entre las colonias se calculó con la siguiente fórmula (Forman y Godron, 1986):

$$I_i = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{A_j}{d_j^2}$$

Donde,

- I_i Interacción de la colonia i
- A_j Área de la colonia j
- d_j Distancia de la colonia i a cualquier colonia j

Causas de la fragmentación

Para determinar las causas de la fragmentación de las colonias sólo se utilizó la zona central de la Región II del Complejo Janos-Nuevo Casas Grandes debido a que sólo para dicha región existe la información necesaria para este tipo de estudio. Se utilizaron los mapas de distribución de 1996 (List et al., 1997) y 2000 y se compararon las dos áreas. Se visitaron las zonas que en 1996 fueron ocupadas por perros llaneros, pero que ya habían desaparecido para el año 2000, con el fin de identificar las causas de su desaparición o fragmentación. En el

campo se revisó el uso de suelo, la presencia de alguna evidencia del envenenamiento como tubos de veneno o madrigueras tapadas y se realizaron entrevistas con los propietarios de esas tierras y con habitantes locales.

Los cambios que se tomaron en cuenta fueron los ocasionados por agricultura, ganadería y urbanización. Posteriormente se analizó cuál de esos factores es el que ha afectado más a las colonias de los perros llaneros y el grado de perturbación hacia el ambiente de cada uno de ellos, así como qué tipo de tenencia de la tierra está ejerciendo mayor presión sobre las colonias. También se registró el tipo de vegetación presente en las áreas envenenadas para ver el efecto de la eliminación de los perros llaneros sobre el pastizal.

RESULTADOS

Distribución geográfica de los perros llaneros

Conforme a lo esperado, se observó que la distribución geográfica de los perros llaneros en Chihuahua ha sufrido una gran reducción en los últimos 12 años debido a la extinción y fragmentación de sus colonias, donde el envenenamiento ligado a las actividades ganaderas o agrícolas y la transformación de los pastizales a campos de cultivo han sido las principales causas. En 1988 existían 39 colonias dentro del CJNCG que ocupaban un área de $55,178 \pm 11,065$ ha y se encontraban dispersas en un polígono cuya superficie mínima era de 713,782 ha (Tabla 1 y Fig. 4). En el año 2000 se registró un total de 58 colonias y se obtuvo el área de 45 de ellas las cuales ocupaban $19,949 \pm 1,971$ ha, se estimó que el área total ocupada por perros llaneros fue un poco mayor a las 20,000 ha, es decir, aproximadamente el 36 % del área ocupada en 1988 (Tabla 2 a y b). Estas colonias se distribuían en un polígono con una superficie mínima de 387,562 ha, es decir, el 54% con relación a 1988, lo que se relaciona principalmente con la extinción de las colonias periféricas del complejo (Fig. 5).

La Región I fue la más afectada con la extinción de 15 de las colonias más septentrionales del complejo (Tabla 1 y Fig. 5). En la Región II hubo tres extinciones, una en la periferia del complejo (El Nogal) y dos en la zona central (El Nifay NW y San Pedro SW), el resto de las colonias han sido en su mayoría fragmentadas o reducidas. En ésta región se localiza la colonia denominada "El

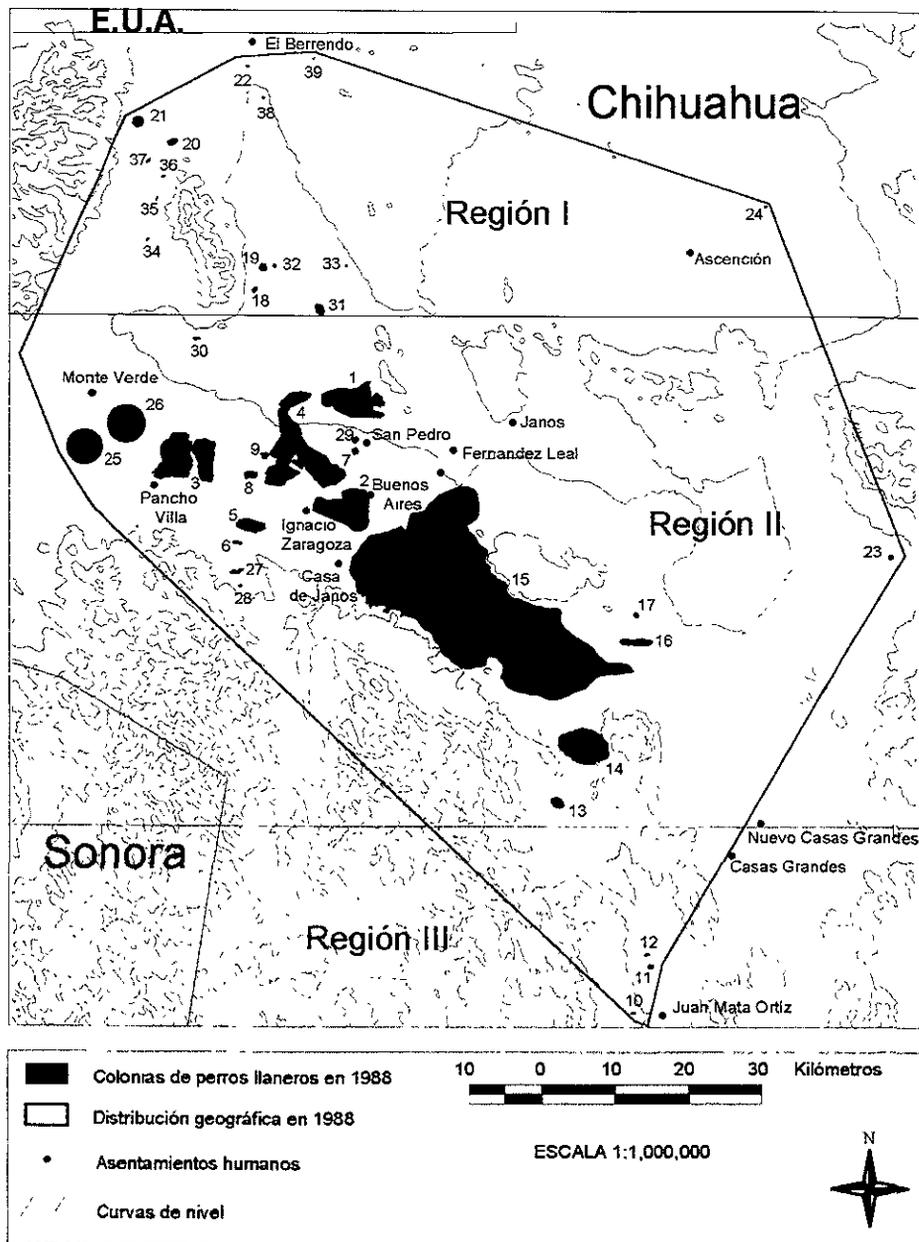


Figura 4. Distribución geográfica de los perros llaneros (*C. ludovicianus*) en 1988, Complejo Janos-Nuevo Casas Grandes, Chihuahua (Modificado de Ceballos et al., 1993). A cada colonia le corresponde un número que se relaciona con la Tabla 1.

Tabla 1. Área y localización de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) del CJNCG, Chihuahua, en 1988.

No. Colonia	Colonia 1988	Latitud (N)	Longitud (W)	Área (ha)
1	Salto de Ojo	30°54'36"	108°24'36"	2,155 ± 764
2	Buenos Aires	30°46'48"	108°25'12"	2,247 ± 680
3	Pancho Villa	30°51'00"	108°37'12"	2,996 ± 1,093
4	Loma Los Ratones	30°51'00"	108°28'48"	4,551 ± 1,898
5	Ojitos	30°45'36"	108°32'24"	436
6	San Blas	30°44'24"	108°33'00"	37
7	San Pedro SW (+)	30°51'00"	108°24'00"	47
8	Nifay SW	30°49'12"	108°31'48"	115
9	Nifay NW (+)	30°50'24"	108°30'36"	60
10	Mata Ortíz	30°10'48"	108°04'01"	19
11	San Diego	30°14'24"	108°03'00"	34
12	Colonia Juárez	30°15'00"	108°03'00"	20
13	Tapiecititas	30°25'48"	108°09'36"	164
14	El Borrego	30°30'00"	108°07'48"	2,035 ± 414
15	El Cuervo	30°42'00"	108°18'36"	36,597 ± 6,096
16	Ramos	30°37'12"	108°04'01"	276
17	El Chilicote	30°37'36"	108°04'01"	37
18	Sierra El Medio (+)	31°02'24"	108°31'48"	33
19	San Rafael (+)	31°04'01"	108°31'12"	69
20	Los Mimbres (+)	31°12'12"	108°37'12"	72
21	San Francisco (+)	31°14'24"	108°40'12"	138
22	El Berrendo (+)	31°18'00"	108°32'24"	10
23	El Nogal (+)	30°43'12"	107°45'36"	10
24	Ascención (+)	31°08'43"	107°54'46"	10
25	Santa Anita	30°51'32"	108°44'40"	1,214 ± 68
26	Monte Verde	30°53'59"	108°41'54"	1,457 ± 72
27	El Pelón	30°44'24"	108°33'00"	13
28	San Pedro Ojitos	30°41'24"	108°32'24"	75
29	San Pedro NW	30°51'36"	108°24'00"	60
30	Las Virginias	30°58'48"	108°36'00"	19
31	El Peñasco (+)	31°01'12"	108°27'00"	114
32	San Rafael E (+)	31°04'01"	108°30'00"	16
33	San Basilio (+)	31°04'01"	108°25'12"	6
34	El Carrizo (+)	31°06'00"	108°39'00"	9
35	Los Tecolotes (+)	31°09'00"	108°38'24"	6
36	Buenavista (+)	31°10'12"	108°37'48"	9
37	Madera (+)	31°11'24"	108°39'00"	14
38	El Moris (+)	31°16'12"	108°31'12"	8
39	La Cal (+)	31°18'36"	108°27'36"	5

(+) Colonias extintas en el 2000

Nota: Las colonias Santa Anita y Monte Verde fueron representadas con circunferencias de un área aproximada a la reportada por Ceballos et al (1993) debido a que no se localizaron los datos originales y no se pudo obtener su forma y localización precisa. El error que se encontró para los datos tomados vía aérea fue de 500 m, por lo tanto las colonias que su área fue obtenida de esta forma presentan datos aproximados (Ver Métodos, págs 18 y 20).

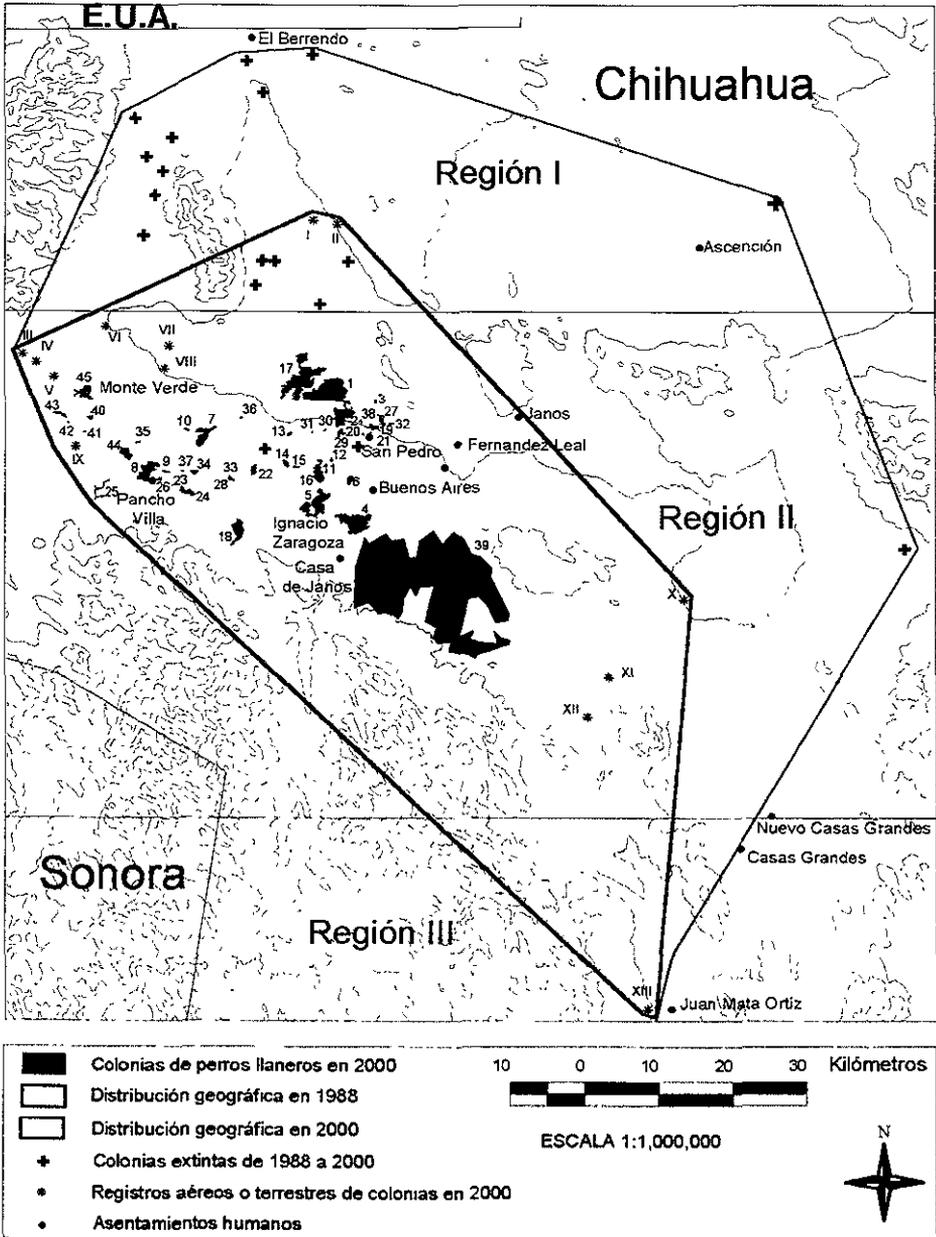


Figura 5. Extinción y fragmentación de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) por regiones en el CJNCG, Chihuahua. A cada colonia y registro le corresponde un número relacionado con la Tabla 2.

Tabla 2 a. Área y localización de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) del CJNCG, Chihuahua, en el 2000.

No. Colonia	Colonia 2000	Latitud (N)	Longitud (W)	Área (ha)
1	Salto de Ojo-La Báscula	30°54'36"	108°25'48"	1,271
2	El Gavilán N1	30°52'48"	108°24'00"	7
3	El Gavilán N2	30°54'00"	108°19'12"	9
4	Buenos Aires	30°45'36"	108°24'36"	579
5	Tierras Prietas	30°46'48"	108°27'00"	390
6	El Uno SSE	30°48'36"	108°24'36"	41
7	Los Bejucos	30°51'36"	108°35'24"	228
8	Pancho Villa N	30°49'12"	108°39'00"	292
9	Pancho Villa NE2	30°49'12"	108°37'48"	7
10	Los Nogales	30°52'12"	108°36'36"	10
11	El Uno S1	30°49'48"	108°26'24"	7
12	El Uno S2	30°49'48"	108°25'48"	0.1
13	La Cal W	30°51'36"	108°28'48"	13
14	Los Ratones SW	30°49'48"	108°29'24"	34
15	Los Ratones S	30°49'12"	108°28'48"	13
16	El Águila	30°49'12"	108°27'00"	184
17	Ampliación Pancho Villa	30°55'48"	108°28'12"	930
18	Ojitos S	30°45'00"	108°32'24"	226
19	El Gavilán S	30°52'12"	108°23'24"	39
20	Papalote de San Pedro	30°51'36"	108°24'00"	3
21	San Pedro N	30°51'36"	108°23'24"	8
22	Nifay SW	30°49'12"	108°31'48"	54
23	Pancho Villa E1	30°48'00"	108°37'12"	76
24	Pancho Villa E2	30°47'24"	108°36'00"	0.5
25	Pancho Villa W	30°48'00"	108°42'36"	46
26	Pancho Villa NE1	30°48'36"	108°38'24"	14
27	El Gavilán NE	30°52'48"	108°19'12"	42
28	Los Alisios	30°48'36"	108°33'36"	0.3
29	El Uno N	30°52'12"	108°25'12"	33
30	El Uno-La Báscula S	30°52'12"	108°26'24"	1
31	La Cal E	30°52'12"	108°27'36"	2
32	El Gavilán E	30°52'48"	108°22'12"	7
33	El Apache	30°48'36"	108°33'00"	19
34	Los Bejucos S	30°49'12"	108°36'00"	21
35	Rogelio	30°51'00"	108°39'36"	10
36	El Monte	30°52'48"	108°32'24"	4
37	Los Bejucos SW	30°36'36"	108°49'12"	2
38	El Gavilán W	30°52'48"	108°23'24"	0.1
39	El Cuervo	30°42'00"	108°19'12"	15,077 ± 1,971
40	Monte Verde S	30°52'48"	108°43'12"	17
41	Santa Anita NE	30°51'36"	108°43'12"	2
42	La Ciénega W	30°52'48"	108°44'24"	1
43	La Ciénega NW	30°45'00"	108°45'00"	36
44	Nevarez	30°50'24"	108°40'48"	102
45	Monte Verde	30°54'36"	108°43'12"	91

Nota: El área de la colonia El Cuervo fue estimada vía aérea, el error que se calculó durante el estudio para este tipo de estimaciones fue de 500 m por ésta razón, su área se representa como aproximada (Ver Métodos pág. 20).

Tabla 2 b. Localización geográfica de los registros aéreos y terrestres de colonias perros llaneros (*C. ludovicianus*) en el CJNCG, Chihuahua en el 2000.

No. Registro	Colonia 2000	Latitud (N)	Longitud (W)
I	Loma El Huérfano S	31°07'12"	108°27'36"
II	Loma El Huérfano SE	31°07'12"	108°25'48"
III	Bellavista	30°54'00"	108°48'00"
IV	La Vaca	30°57'00"	108°46'48"
V	El Centro	30°55'48"	108°45'36"
VI	Papalote del Norte	30°58'48"	108°42'36"
VII	La Estrella	30°58'48"	108°38'24"
VIII	El Toro	30°57'36"	108°38'24"
IX	Santa Anita E	30°51'63"	108°44'24"
X	Graciano Sánchez N	30°40'12"	108°01'12"
XI	Ramos SE	30°35'36"	108°06'00"
XII	El Borrego	30°31'48"	108°08'36"
XIII	Mata Ortiz	30°10'48"	108°03'36"

Cuervo" la cual a pesar de una gran reducción y fragmentación, continúa siendo la colonia más grande del complejo con un área aproximada de $15,077 \pm 1,971$ ha. Por último, en la Región III todavía se localizó la colonia Mata Ortiz la cual es el registro más meridional de la especie; sin embargo, no se han localizado las otras dos colonias (San Diego y Colonia Juárez) que se encontraban en dicha región (Figs. 4 y 5)

Dinámica de las colonias de la zona central de la Región II

Los principales patrones observados en cuanto al área de las colonias fueron 1) la reducción y ampliación de su superficie, 2) la formación y extinción de colonias, 3) la fragmentación de las colonias en varias colonias más pequeñas y 4) el mantenimiento de su misma área. De 1988 a 2000, patrones como la reducción del área, la fragmentación y la extinción de las colonias se han visto incrementados debido a las presiones antrópicas sobre las colonias y de 1996 a 2000 el 53% de las colonias presentó alguno de los patrones anteriormente mencionados (Fig. 6).

En 1988 los perros llaneros ocupaban un área de 12,706 ha en la zona central de la Región II; sin embargo, las colonias en dicha zona sufrieron una reducción progresiva ya que fueron severamente afectadas por la ganadería y la agricultura. En 1996 el área ya se había reducido en un 60% quedando 5,074 ha (Fig. 7) y en 2000 ocupaban un área de 4,623 ha, lo que representa el 36% con relación a 1988 (Fig. 8).

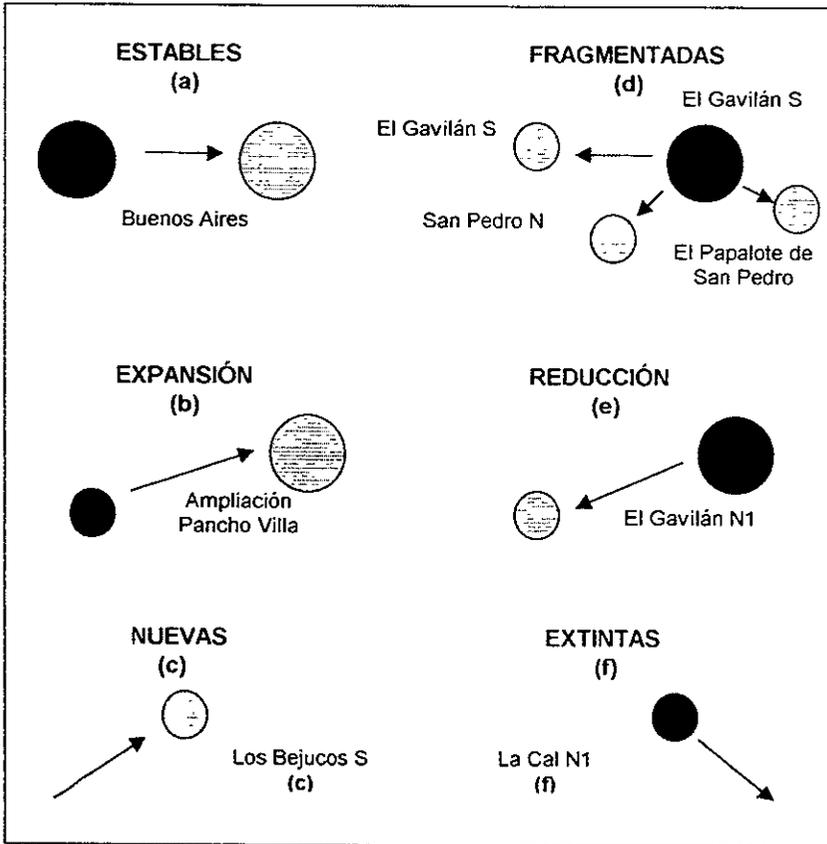


Figura 6. Principales patrones observados respecto a los cambios en el área de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) de la zona central en la Región II del CJNCG, Chihuahua, de 1996 a 2000. (a) colonias estables, es decir sin cambios en cuanto a su área, (b) colonias que aumentaron de tamaño, (c) colonización y recolonización, (d) fragmentación en varias colonias de menor tamaño, (e) colonias que disminuyeron su área y (f) extinción. En negro se representan las colonias en 1996 y en gris las de 2000. Los seis patrones observados corresponden a posibles cambios naturales de una metapoblación; sin embargo, los patrones (d), (e) y (f) se han incrementado debido a las presiones antrópicas lo que ha provocado la fragmentación de las colonias. El patrón que presentó una mayor frecuencia fue el (e)

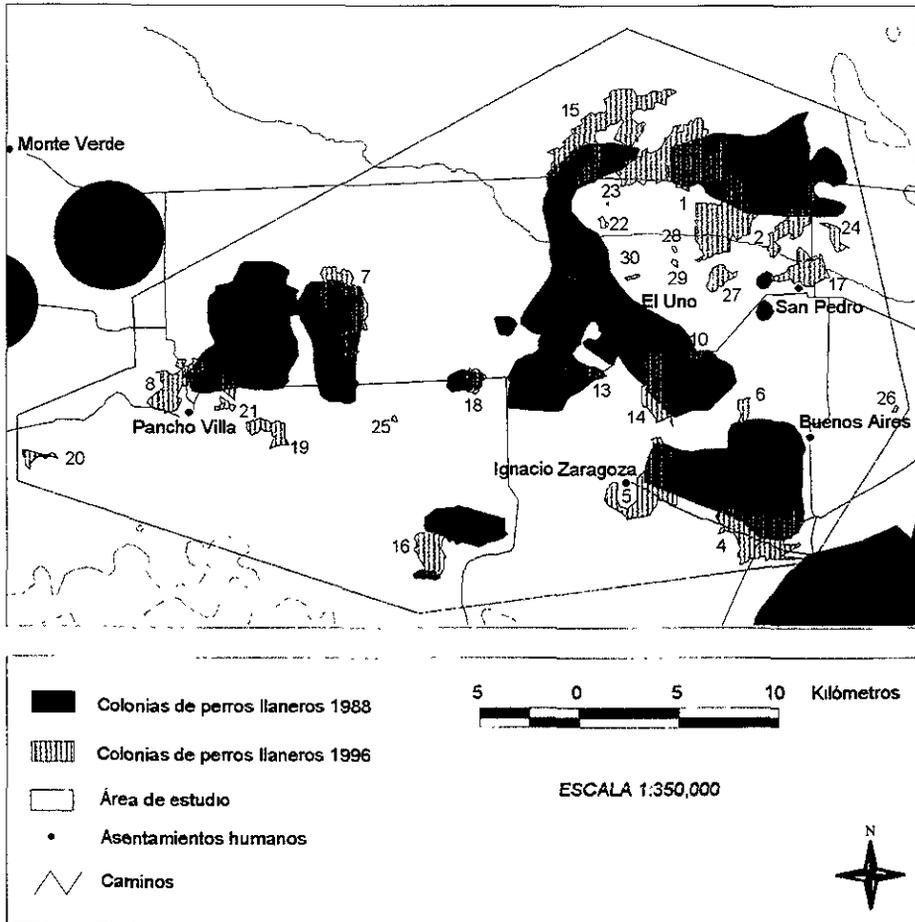


Figura 7. Reducción y fragmentación de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) en la zona central de la Región II del CJNCG, Chihuahua de 1988 a 1996. Las colonias de 1996 están identificadas con un número relacionado con la Tabla 4.

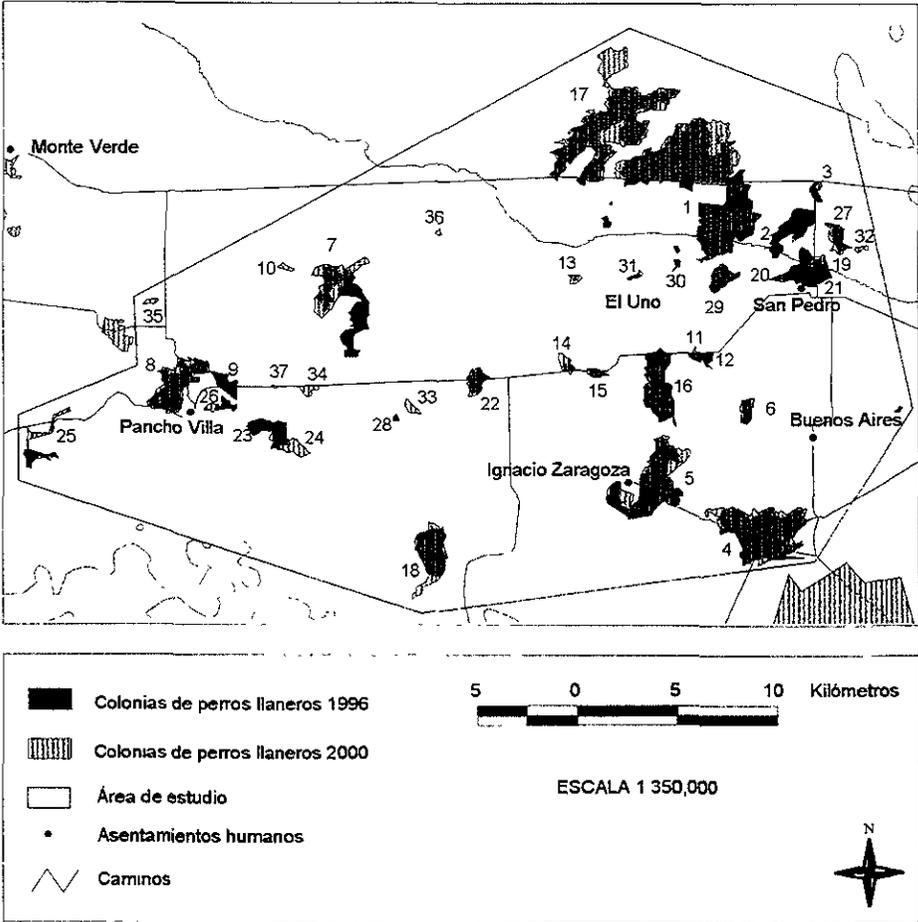


Figura 8. Reducción y fragmentación de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) en la zona central de la Región II del CJNCG, Chihuahua, de 1996 al 2000. En el año 2000 se registraron la mayoría de las colonias de la región, a diferencia de 1996 en donde sólo se registraron las pertenecientes al área de estudio. Las colonias de 2000 están identificadas con un número relacionado con la Tabla 5.

Durante el período de 1988 a 1996 la tasa de pérdida anual del área de las colonias fue del 10%, (1,318 ha/año). En 1988 existían 10 colonias con un tamaño promedio de 1,271 ha, en 1996, 4 colonias se habían fragmentado en 15 colonias de menor tamaño, 4 se mantuvieron estables, aunque presentaron una reducción en el área y 2 se extinguieron. Además, se localizaron 9 colonias nuevas y 3 recolonizaciones, lo que dio un total de 30 colonias con un tamaño promedio de 169 ha (Fig 7) De 1996 a 2000 la tasa de pérdida anual del área de las colonias bajó en comparación a la del período anterior al 6% (292 ha/año). De las 30 colonias que había en 1996, 3 se fragmentaron en 7 colonias, 23 se mantuvieron estables, 4 se extinguieron, hubo 3 recolonizaciones y se localizaron 5 colonias nuevas (Tabla 3 y Fig. 8), es decir, un total de 38 colonias con un tamaño promedio de 122 ha. Durante el primer período (1988-1996) la pérdida neta de área ocupada por perros llaneros (área total registrada en el período anterior - área perdida de las colonias + área colonizada) fue de 7,632 ha y las colonias más afectadas fueron Loma Los Ratones, Salto de Ojo y Pancho Villa (Fig. 7). En el segundo período (1996-2000) la pérdida neta fue de 451 ha y las colonias que enfrentaron una mayor problemática fueron las localizadas al norte de San Pedro y en el interior del Rancho El Uno donde ocurrieron 3 de las 4 extinciones (Fig. 8).

Área, aislamiento y conectividad

Las colonias de perros llaneros de la zona central en la Región II mostraron la tendencia a ser de menor tamaño, a estar más aisladas y a perder su conectividad, lo cual ha sido producto de su fragmentación. Sin embargo,

Tabla 3. Dinámica de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) de la zona central de la Región II del CJNCG, Chihuahua, de 1988 a 2000

1988	Área (ha)	1996	Área Origen (ha)	2000	Área (ha)	Origen	Causas		
Salto de Ojo	2,155	Salto de Ojo-Báscula	1,352	FRG	Salto de Ojo-Báscula	1,271	EST	AGR / ENV	
		El Gavilán N1	169	FRG	El Gavilán N1	7	EST	AGR	
		El Gavilán N2	21	FRG	El Gavilán N2	9	EST	AGR	
Buenos Aires	2,247	Buenos Aires	572	FRG	Buenos Aires	579	EST	AGR / ENV	
		Tierras Pnetas	448	FRG	Tierras Pnetas	390	EST	URB	
		El Uno SSE	39	FRG	El Uno SSE	41	EST		
Pancho Villa	2,996	Los Bejucos	303	FRG	Los Bejucos	228	EST	ENV	
		Pancho Villa N	255	FRG	Pancho Villa N	292	EST		
		Pancho Villa NE2	57	FRG	Pancho Villa NE2	7	EST	AGR / ENV	
Loma Los Ratones	4,551	El Uno S	38	FRG	Los Nogales	10	RCL		
					El Uno S1	7	FRG	ENV	
		La Cal W	5	FRG	La Cal W	El Uno S2	0.1	FRG	ENV
						Los Ratones SW	13	EST	
						Los Ratones SW	34	EST	
						Los Ratones S	13	EST	DSC
						El Águila	184	EST	ENV
Ampliación Pancho Villa	700	FRG	Ampliación Pancho Villa	930	EST				
Ojtos	438	Ojtos S	200	EST	Ojtos S	226	EST		
San Blas	37			EST					
San Pedro NW	60	El Gavilán S	194	EST	El Gavilán S	39	FRG	AGR	
					Papalote de San Pedro	3	FRG	AGR	
					San Pedro N	8	FRG	AGR	
San Pedro SW	47			EXT					
Nifay SW	115	Nifay SW	59	EST	Nifay SW	54	EST	ENV	
Nifay NE	60			EXT					
		Pancho Villa E	112	NVA	Pancho Villa E1	76	FRG		
					Pancho Villa E2	0.5	FRG	DSC	
		Pancho Villa W	41	NVA	Pancho Villa W	46	EST	AGR	
		Pancho Villa NE1	25	NVA	Pancho Villa NE1	14	EST	AGR	
		La Cal N1	12	NVA			EXT	ENV	
		La Cal N2	1	NVA			EXT	ENV	
		El Gavilán NE	47	NVA	El Gavilán NE	42	EST	DSC	
		Los Alisios	4	NVA	Los Alisios	0.3	EST	DSC	
		Tres Alamos	4	NVA			EXT	AGR	
		El Uno N	81	NVA	El Uno N	33	EST	ENV	
		El Uno-Báscula N	4	RCL			EXT	ENV	
		El Uno-Báscula S	6	RCL	El Uno-Báscula S	1	EST	ENV	
		La Cal E	7	RCL	La Cal E	2	EST	ENV	
					El Gavilán E	7	NVA		
					El Apache	19	NVA		
					Los Bejucos S	21	NVA		
					Rogelio	10	NVA		
					El Monte	4	NVA		
					Los Bejucos SW	2	RCL		
					El Gavilán W	0.1	RCL		
Total	12,706		5,074		4,623				

FRG: Fragmentación, EST: Estable (Aumento o disminución en su área), EXT: Extinción, NVA: Nueva, RCL: Recolonización, AGR: Agricultura, ENV: Envenenamiento, URB: Urbanización, DSC: Desconocidas

estadísticamente los cambios que presentaron las colonias entre 1996 y 2000 no fueron significativos, contrario a lo que se esperaba.

El tamaño de las colonias ha sido reducido significativamente en los últimos 12 años, (ANOVA Kruskal-Wallis, $H=15.88$, $gl=2$, $P<0.001$) donde el número de colonias grandes ha disminuido progresivamente (Tablas 4 y 5, Fig. 9). Se realizó un análisis de comparación múltiple el cual demostró que los principales cambios ocurrieron entre 1988 y 1996 ($P<0.05$); sin embargo, de 1996 a 2000 los cambios en el área de las colonias no fueron estadísticamente significativos ($P>0.05$). En 1988 el 40% de las colonias tenían un área mayor a las 1,000 ha, para 1996 éstas colonias fueron fragmentadas por lo que el número de colonias medianas (100-1,000 ha) y chicas (1-10 ha) se incrementó. En el 2000 se observó una fuerte disminución de las colonias medianas (100-1,000) y un incremento en las colonias muy pequeñas (< 1 ha) ($\chi^2=14.6$, $gl=4$, $P<0.005$; Fig. 9).

En cuanto al aislamiento, se puede considerar que las colonias presentes en esta zona no estaban aisladas ya que ninguna se encontraba a más de 5 km de distancia de otra colonia. Sin embargo, al considerar las barreras naturales (matorrales de *P. glandulosa* y *E. trifurca*) y antrópicas (campos de cultivo y pueblos) se observó un mayor aislamiento en el 2000, ya que aunque los índices de aislamiento (r_i) en 1996 y 2000 no mostraron diferencias significativas ($W=88.0$; $P=0.457$), se encontró que en el primer año sólo había 4 colonias completamente aisladas a diferencia de 7 en el 2000 (Tablas 4 y 5).

Tabla 4 Área, aislamiento, conectividad y forma de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) de la zona central de la Región II del CJNCG, Chihuahua, en 1996.

No. Col.	Colonia 1996	Área (ha)	Aislamiento	Conectividad	Forma
1	Salto de Ojo-La Báscula	1,352	2.1	12	2.6
2	El Gavilán N1	169	1.6	6	1.7
3	El Gavilán N2	21	2.2	5	1.8
4	Buenos Aires	572	3.3	3	1.9
5	Tierras Prietas	448	2.9	6	2.1
6	El Uno SSE	39	3.3	5	1.4
7	Los Bejuocos	303	4.7	2	2.7
8	Pancho Villa N	255	1.3	3	2.0
9	Pancho Villa NE2	57	1.5	4	1.4
10	El Uno S	38	2.8	9	1.7
11	La Cal W	5	3.1	11	1.2
12	Los Ratones SW	9	3.3	6	1.1
13	Los Ratones S	20	3.1	7	1.4
14	El Águila	288	2.9	11	1.6
15	Ampliación Pancho Villa	700	3.0	7	2.9
16	Ojitos S	200	7.0	0	1.3
17	El Gavilán S	194	2.0	5	1.6
18	El Nifay SW	59	3.7	2	1.3
19	Pancho Villa E	112	1.6	3	1.7
20	Pancho Villa W	41	7.0	0	1.9
21	Pancho Villa NE1	25	1.7	4	1.7
22	La Cal N1	12	2.4	8	1.2
23	La Cal N2	1	2.7	8	1.4
24	El Gavilán NE	47	1.9	5	1.8
25	Los Alisios	4	7.0	0	1.2
26	Tres Álamos	4	7.0	0	1.3
27	El Uno N	81	3.5	12	1.3
28	El Uno-La Báscula N	4	3.0	11	1.2
29	El Uno-La Báscula S	6	3.0	11	1.2
30	La Cal E	7	3.8	10	1.5

Nota: A las colonias que no presentaron colonias vecinas se les asignó un valor arbitrario de 7 para medir el aislamiento

Tabla 5. Área, aislamiento, conectividad, forma e interacción de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) de la zona central de la Región II del CJNCG, Chihuahua, en el 2000.

No. Col.	Colonia 2000	Área (ha)	Aislamiento	Conectividad	Forma	Interacción
1	Salto de Ojo-La Báscula	1,271	2.9	8	2.5	7,819.1
2	El Gavilán N1	7	0.5	1	1.6	0.4
3	El Gavilán N2	9	7.0	0	1.1	0.0
4	Buenos Aires	579	3.3	3	1.9	270.7
5	Tierras Prietas	390	2.9	7	2.6	678.4
6	El Uno SSE	41	2.8	5	1.3	133.5
7	Los Bejucos	228	2.5	3	1.8	20.4
8	Pancho Villa N	292	3.0	6	1.7	485.7
9	Pancho Villa NE2	7	1.8	6	2.0	121.3
10	Los Nogales	10	0.8	1	1.4	407.1
11	El Uno S1	7	3.4	10	1.4	284.4
12	El Uno S2	0.1	3.2	9	1.5	268.9
13	La Cal W	13	3.9	7	1.2	116.7
14	Los Ratones SW	34	3.4	6	1.3	115.0
15	Los Ratones S	13	3.2	7	1.5	294.9
16	El Águila	184	2.9	12	1.8	709.9
17	Ampliación Pancho Villa	930	3.6	4	3.3	10,584.1
18	Ojitos S	226	7.0	0	1.7	0.0
19	El Gavilán S	39	0.6	3	1.7	492.1
20	Papalote de San Pedro	3	7.0	0	1.4	0.0
21	San Pedro N	8	0.9	2	1.9	503.6
22	Nifay SW	54	7.0	0	1.5	0.0
23	Pancho Villa E1	76	1.4	3	1.6	9.3
24	Pancho Villa E2	1	2.0	3	1.4	87.1
25	Pancho Villa W	46	7.0	0	4.6	0.0
26	Pancho Villa NE1	14	1.4	5	1.2	9,764.3
27	El Gavilán NE	42	0.7	3	2.6	399.4
28	Los Alisios	0.3	0.5	1	1.7	69.2
29	El Uno N	33	2.4	6	2.2	2,284.6
30	El Uno-La Báscula S	1	3.0	8	2.4	1,047.7
31	La Cal E	2	3.9	9	1.2	238.7
32	El Gavilán E	7	0.8	2	1.6	289.4
33	El Apache	19	0.5	1	1.4	1.0
34	Los Bejucos S	21	2.9	5	1.4	41.7
35	Rogelio	10	7.0	0	1.3	0.0
36	El Monte	4	7.0	0	1.3	0.0
37	Los Bejucos SW	2	2.3	5	1.4	79.8
38	El Gavilán W	0.1	0.5	1	2.1	25.7

Nota: A las colonias que no presentaron colonias vecinas se les asignó un valor arbitrario de 7 para medir el aislamiento.

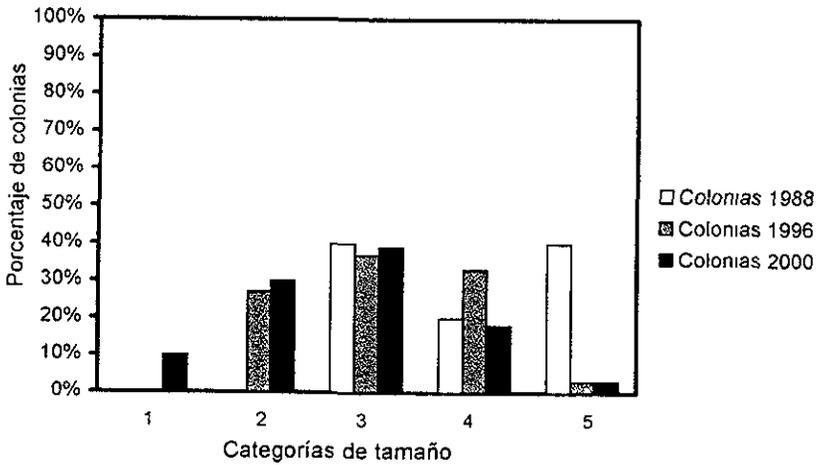


Figura 9. Área de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) de la zona central de la Región II del CJNCG, Chihuahua. Se dividieron las colonias por tamaños en cinco categorías: 1, < 1; 2, 1.1 - 10; 3, 10.1 - 100; 4, 100.1 - 1000; 5, > 1,000.1 hectáreas. En cada categoría se incluyó el porcentaje de colonias con dichas áreas para cada año. Los principales cambios observados fueron la disminución en el número de colonias de gran tamaño (categoría 5) y el aumento en el número de colonias medianas (categoría 4) de 1988 a 1996 y chicas (categorías 1 y 2) de 1996 a 2000 como resultado de la fragmentación.

El promedio de colonias vecinas del sistema se redujo de 6 a 4 (Tablas 4 y 5), lo que indica que la formación de barreras de tipo antrópico, principalmente campos de cultivo, disminuye la posibilidad de dispersión de los perros llaneros hacia otras colonias vecinas. Aunque existe dicha tendencia, las diferencias entre los dos años no fueron estadísticamente significativas ($W=-135.0$; $P=0.106$). Por otra parte, se observó que la zona ha quedado dividida en 2 grandes conjuntos de colonias (Fig. 10) y que no existe conectividad entre las colonias del oeste y las del este debido principalmente a la invasión del matorral de mezquite sobre el pastizal la cual ha formado una barrera natural para los perros llaneros.

En 1996 un alto porcentaje de colonias eran pequeñas y poco conectadas (33%); sin embargo, el 17% eran grandes y bien conectadas, lo cual representa una condición óptima para el mantenimiento de las colonias de perros llaneros. En el 2000 el porcentaje de las colonias pequeñas y poco conectadas aumentó a un 55% y sólo el 10.5% correspondió a grandes y bien conectadas (Fig. 11). Por otra parte, en el 2000 desaparecieron las colonias grandes y menos aisladas y se incrementaron las chicas y menos aisladas como consecuencia de la fragmentación (Fig. 12).

En el año 2000 las colonias pequeñas (1-100 ha) fueron las que presentaron mayores cambios en su forma como Pancho Villa W y El Uno N (Tabla 4 y 5). Estadísticamente existen cambios significativos hacia las formas más irregulares ($t = -2.10$; $gl = 37$; $P = 0.042$) debido a la transformación de algunas partes de las colonias a campos de cultivos o por el envenenamiento de 1996 a 2000 ($D= 1.62$ y 1.76 respectivamente).

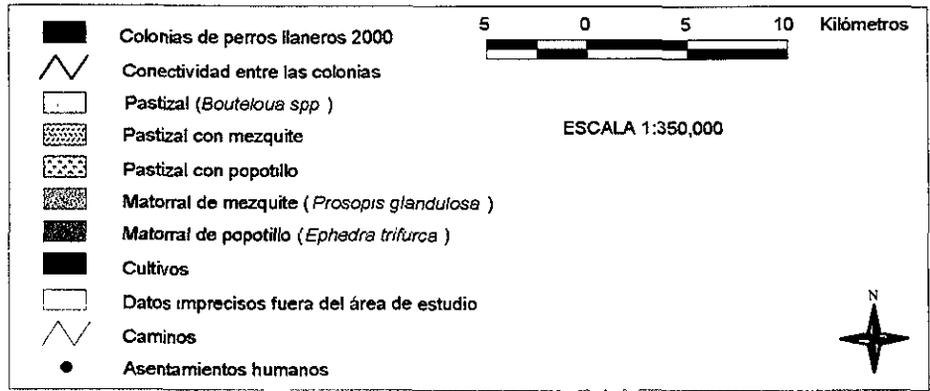
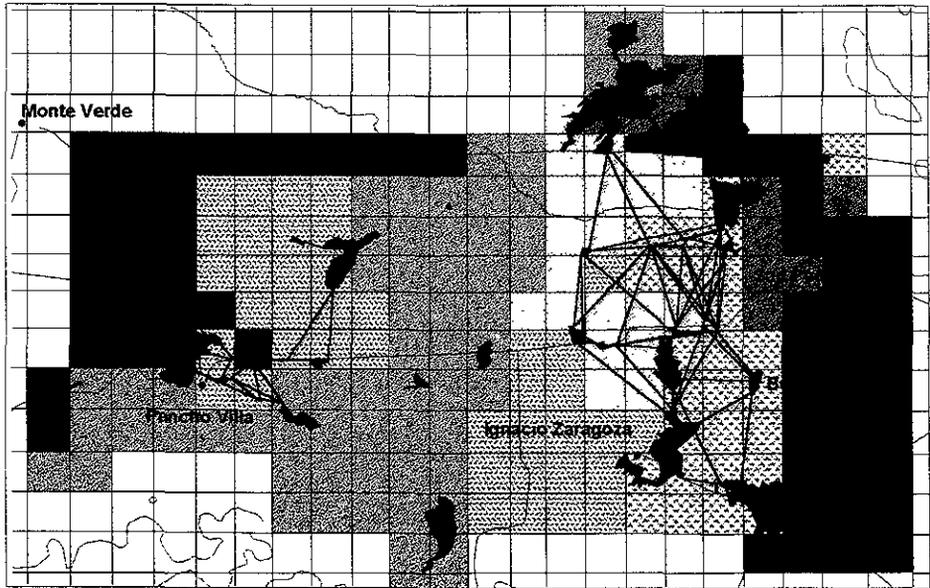


Figura 10. Vegetación, barreras y conectividad entre las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) en el área de estudio en el 2000. Cada cuadrado representa un área aproximada de un minuto por un minuto y en cada uno de ellos se representa la vegetación predominante observada en el campo (> 55% de cobertura por cuadrado). El matorral de mezquite y popotillo, así como los cultivos, son barreras para los perros llaneros, por lo que la invasión de mezquite en la región central impide el paso de individuos dispersores entre las colonias del Este y del Oeste; y el aumento de los campos de cultivo deja sin comunicación a colonias como Pancho Villa W, Rogelio y El Gavilán N2.

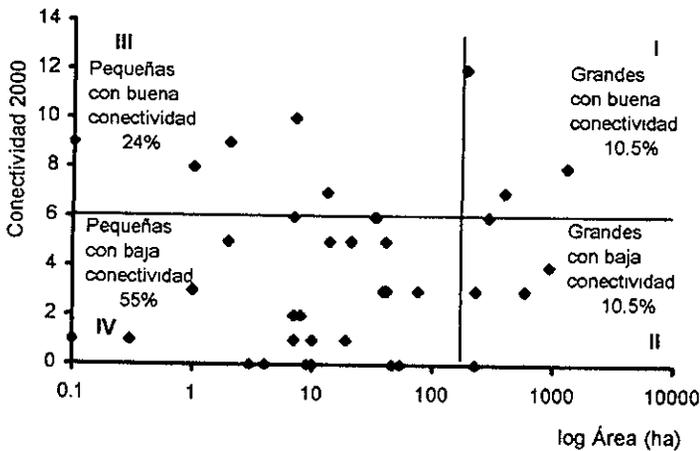
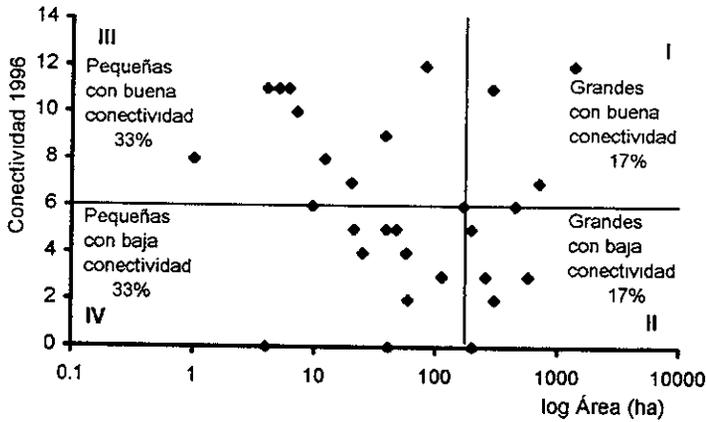


Figura 11. Distribución de las colonias de perros llaneros con respecto a su área y su conectividad en 1996 y 2000. El cuadrante número I representa la condición óptima para las colonias de perros llaneros, que es de tamaño de mediano a grande con una alta conectividad a diferencia del cuadrante IV que representa tamaños pequeños con una baja conectividad. Se consideraron colonias con baja conectividad a todas aquellas con valores inferiores al promedio de conectividad (6), obtenida para 1996 en la zona central de la Región II del CJNCG. Así mismo, con base a el área de las colonias registradas en el complejo, se consideraron colonias pequeñas a todas aquellas con área menor al promedio de las áreas obtenidas para 1996 (169 ha). Los principales cambios observados se refieren al incremento del número de colonias en el cuadrante IV para el 2000.

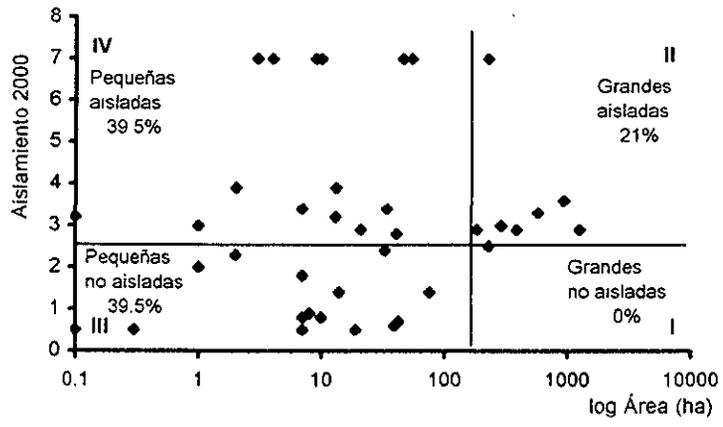
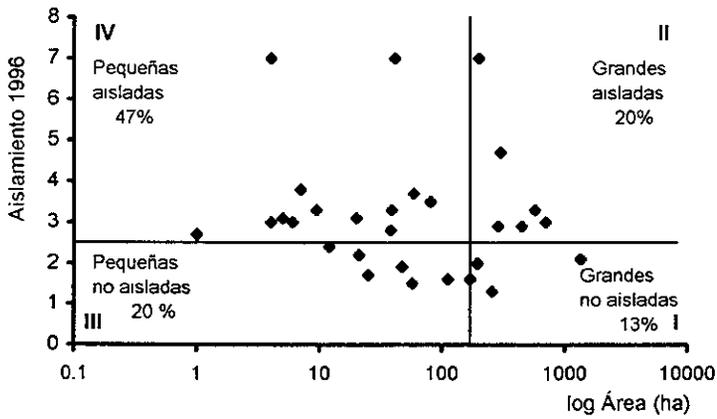


Figura 12. Distribución de las colonias de perros llaneros con respecto a su aislamiento en 1996 y 2000. El cuadrante número I representa las colonias de tamaño mediano a grande y poco aisladas, que desaparecieron para el 2000 y se incrementaron las pequeñas no aisladas. Se consideraron como colonias pequeñas y aisladas a aquellas con valores inferiores al promedio del área (169 ha) y aislamiento (2.5) para las colonias de la zona central de la Región II del CJNCG.

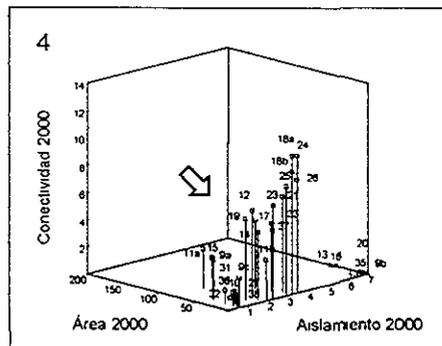
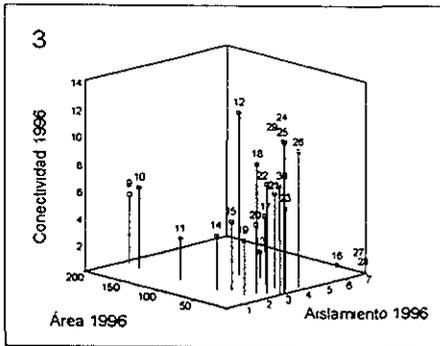
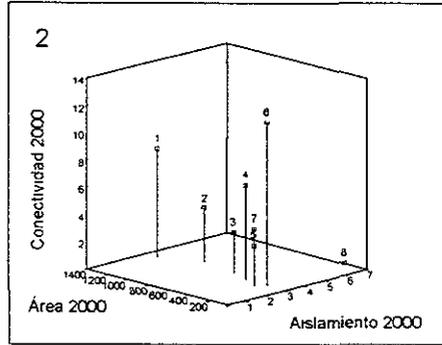
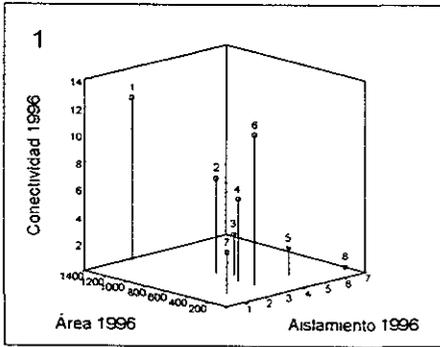


Figura 13. Interacción entre área, conectividad y aislamiento de las colonias de perros llaneros de la zona central de la Región II del CJNCG en 1996 y 2000. Los dos primeros gráficos incluyen a las colonias con un área mayor a las 200 ha y el tercero y el cuarto a colonias menores a las 200 ha. En las gráficas 1 y 2 se observa que las colonias grandes se mantienen prácticamente estables de un año al otro. Sin embargo, las gráficas 3 y 4 demuestran que las colonias medianas y chicas fueron las más afectadas presentando un mayor cambio tanto en área como en conectividad. Colonias de 1996: 1, Salto de Ojo-La Báscula; 2, Ampliación Pancho Villa; 3, Buenos Aires; 4, Tierras Prietas; 5, Los Bejucos; 6, El Águila; 7, Pancho Villa N; 8, Ojitos S; 9, El Gavilán S; 10, El Gavilán N1; 11, Pancho Villa E; 12, El Uno N; 13, Nifay SW; 14, Pancho Villa NE2; 15, El Gavilán NE; 16, Pancho Villa W; 17, El Uno SSE; 18, El Uno S; 19, Pancho Villa NE1; 20, El Gavilán N2; 21, Los Ratones S; 22, La Cal N1; 23, Los Ratones SW; 24, La Cal E; 25, El Uno-La Báscula S; 26, La Cal W; 27, Los Alisios; 28, Tres Álamos; 29, El Uno-La Báscula N; 30, La Cal N2. Colonias de 2000: 1, Salto de Ojo-La Báscula; 2, Ampliación Pancho Villa; 3, Buenos Aires; 4, Tierras Prietas; 5, Los Bejucos; 6, El Águila; 7, Pancho Villa N; 8, Ojitos S; 9a, El Gavilán S; 9b, Papalote de San Pedro; 9c, San Pedro N; 10, El Gavilán N1; 11a, Pancho Villa E1; 11b, Pancho Villa E2; 12, El Uno N; 13, Nifay SW; 14, Pancho Villa NE2; 15, El Gavilán NE; 16, Pancho Villa W; 17, El Uno SSE; 18a, El Uno S1; 18b, El Uno S2; 19, Pancho Villa NE1; 20, El Gavilán N2; 21, Los Ratones S; 23, Los Ratones SW; 24, La Cal E; 25, El Uno-La Báscula S; 26, La Cal W; 27, Los Alisios; 31, El Gavilán E; 32, El Apache; 33, Los Bejucos; 34, Rogelio; 35, El Monte; 36, Los Nogales; 37, Los Bejucos SW; 38, El Gavilán W.

Las colonias más afectadas por sus cambios en su conectividad, área y aislamiento de 1996 a 2000 fueron El Gavilán S (9), El Gavilán N1 (10), El Gavilán N2 (20), El Uno N (12), El Nifay SW (13) y Pancho Villa E (11) (Fig 13). Las primeras tres colonias han perdido su conectividad y presentaron una fuerte disminución en el área por causa de la agricultura ya que los campos de cultivo del Ejido San Pedro fueron colocados sobre las colonias de perros llaneros y las que quedan se encontraron rodeadas tanto por cultivos como por matorral de popotillo. El Uno N se encuentra en el Rancho El Uno y El Nifay SW en el Rancho Los Novillos en ambos lugares se encontraron madrigueras tapadas y restos de los envases de veneno en el área anteriormente ocupada por perros llaneros. La principal presión sobre estas colonias fue el envenenamiento asociado a la ganadería y la posterior invasión por el matorral de mezquite. Finalmente la fragmentación de la colonia Pancho Villa E se debió a causas desconocidas que podrían corresponder a la dinámica de metapoblación de las colonias con extinciones locales y colonizaciones

La mayor interacción entre colonias en el 2000 se observó en Ampliación Pancho Villa y Salto de Ojo-La Báscula debido a su tamaño y cercanía, sin embargo, colonias pequeñas como Pancho Villa NE1, El Uno N y El Uno-La Báscula S presentaron valores muy altos también por su cercanía a colonias grandes como Pancho Villa N, Salto de Ojo-La Báscula y Ampliación Pancho Villa (Tabla 4 y 5).

Expansión y colonización

Entre 1988 y 1996, los perros llaneros mostraron una tasa de colonización y expansión de 364 ha/año, cubriendo 2,912 ha. De 1996 a 2000 la tasa de colonización y expansión fue de 180 ha/año, menor a la del período anterior. El total de hectáreas colonizadas fue de 718 ha, de las cuales 61 ha corresponden a colonias nuevas, 12 ha a recolonizaciones que en su mayoría se localizaron a una distancia corta de otras colonias para ambos casos, y 645 ha a extensiones de las colonias ya existentes. Los perros llaneros extendieron sus colonias principalmente sobre áreas ocupadas anteriormente por mezquite (*Prosopis glandulosa*) (Fig. 14).

Con base al tipo de vegetación presente en la zona central de la Región II, el 38% del área que rodea a las colonias es favorable para la expansión y colonización por parte de los perros llaneros a corto plazo, éste corresponde al pastizal (10%) y a la asociación de pastizal con mezquite (17%) o con popotillo (11%). El 32% corresponde a matorrales de mezquite (28%) y popotillo (4%), que pueden ser colonizados pero a una escala de tiempo mayor. El 30% restante se encontraba ocupado por campos de cultivo que si fueran abandonados también podrían ser ocupados por los perros llaneros (Fig. 10).

Causas de la fragmentación de las colonias

Las principales causas de la extinción y fragmentación de las colonias de perros llaneros en la zona, fueron la ganadería y la agricultura. En el período 1988-1996

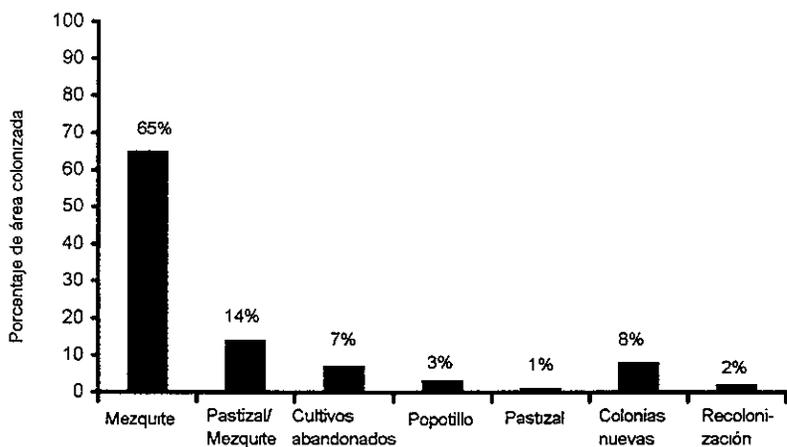


Figura 14 Tipo de vegetación sobre la que los perros llaneros (*C. ludovicianus*) expandieron sus colonias en la zona central de la Región II del CJNCG, Chihuahua, de 1996 a 2000.

la ganadería constituyó el factor más importante para la reducción, fragmentación y extinción de las colonias. En dicho período se envenenaron 8,915 ha ocupadas por perros llaneros para evitar competencia por el pasto con el ganado. De 1996 a 2000 la principal amenaza para las colonias de perros de la pradera dejó de ser la ganadería aunque siguió siendo un factor importante. En este período se perdió un total de 1,169 ha de las cuales el 50% se debió a prácticas agrícolas conforme a lo esperado (Fig. 15).

En las áreas envenenadas (412 ha en total) la vegetación dominante fue el pastizal (38%), pero se observó una clara invasión por parte del mezquite (*P. glandulosa*) que se encontró presente en el 34% y en un 21% en asociación con el pastizal en el que se observaron principalmente arbustos pequeños debido a su reciente establecimiento (Fig. 16).

En 1996, las colonias de la zona central de la Región II se encontraban ubicadas en 6 propiedades privadas: 5 ranchos y una colonia menonita, y en 6 ejidos. En el 2000, las colonias se localizaron en 6 ranchos, se expandieron sobre el rancho San Pedro Ojitos, fueron eliminadas de la colonia menonita Buenos Aires y continuaron en los mismos 6 ejidos que en 1996 (Tabla 6 y Fig. 17). En los ranchos privados fue donde se observaron mayores cambios en las colonias de perros llaneros en los que el envenenamiento fue la principal amenaza. Sin embargo, en el Ejido San Pedro fue donde se observó el mayor cambio de la región por la transformación de la tierra a campos agrícolas. En el resto de los ejidos el impacto sobre las colonias fue muy bajo y las principales causas fueron la extensión de los pueblos y la agricultura. Las propiedades o ejidos que

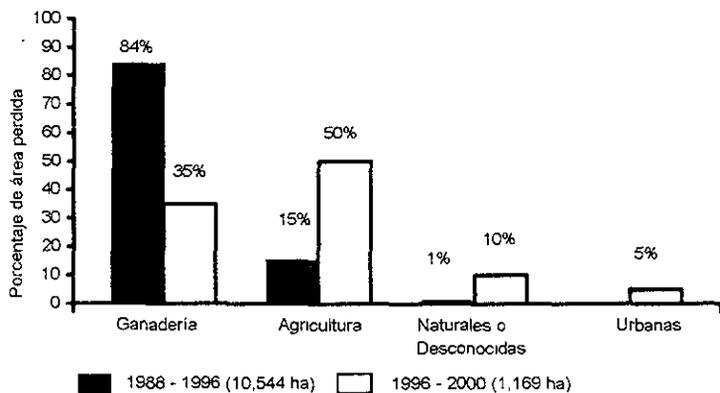


Figura 15 Causas de la destrucción de las colonias de perros llaneros (*C. ludovicianus*) en la zona central de la Región del CJNCG, Chihuahua, de 1988 a 1996 y de 1996 a 2000.

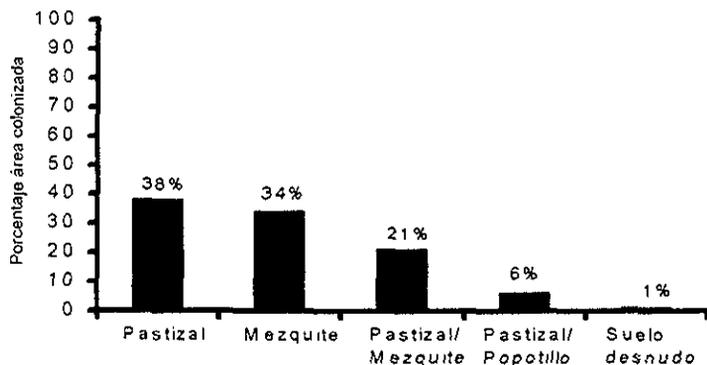


Figura 16. Vegetación presente en las áreas que fueron ocupadas por perros llaneros en 1996 pero no así en 2000 ya que éstos fueron envenenados dentro de la zona central de la Región II del CJNCG, Chihuahua

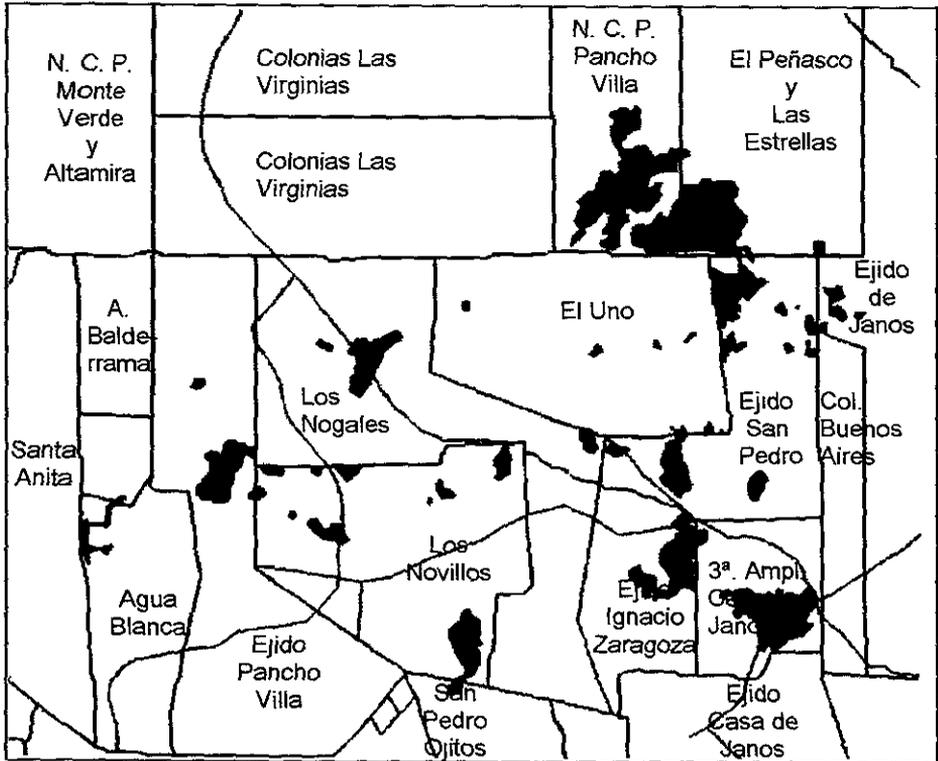


Figura 17. Ubicación de las colonias de perros llaneros en el 2000 por tipo de tenencia de la tierra. Se observa el gran impacto sobre las colonias de perros llaneros del rancho El Uno en el que en 1988 se encontraba la colonia Loma los Ratones, una de las más grandes del complejo y en el que prácticamente han sido eliminados; también destaca la fragmentación de las colonias al noreste del ejido San Pedro producto de la conversión de las colonias a campos agrícolas.

ejercieron mayor presión sobre las colonias con relación al área total ocupada por perros en cada propiedad fueron Colonia Buenos Aires, Rancho El Uno y Ejido San Pedro. Por otro lado, N. C. P. Pancho Villa fue el ejido donde existió menor presión hacia los perros llaneros ya que no hubo pérdidas considerables y las colonias tuvieron una extensión de 250 ha (Tabla 6)

Tabla 6. Pérdida y ganancia del área ocupada por perros llaneros (*C. ludovicianus*) por tipo de tenencia de la tierra en la zona central de la Región II del CJNCG, Chihuahua de 1996 a 2000.

Tenencia de la Tierra	Área ocupada (ha)		Área perdida 2000 (ha)					Área colonizada 2000 (ha)			
	1996	2000	AGR	ENV	URB	DSC	Total	Exp	Nvas	Rcol	Total
Dot. Ejido Pancho Villa	255	302	0	0	0	0	0	37	10	0	47
N.C.P. Pancho Villa	1,106	1,356	0	0	0	0	0	250	0	0	250
Dot. Ejido San Pedro	1,139	530	402	209	0	0	611	2	0	0.1	2.1
Restitución Ejido de Janos	71	69	4	0	0	5	9	0	7	0	7
3a Ampliación Casa de Janos	572	579	33	15	0	0	48	55	0	0	55
Dot. Ej. Ignacio Zaragoza	468	403	0	0	58	7	65	0	0	0	0
Los Novillos	410	387	23	25	0	107	155	90	40	2	132
Agua Blanca	41	46	20	0	0	0	20	25	0	0	25
Los Nogales	360	279	40	126	0	0	166	75	0	10	85
El Uno	45	20	0	37	0	0	37	8	4	0	12
El Peñasco y Las Estrellas	549	626	0	0	0	0	0	77	0	0	77
San Pedro Ojitos	0	26	0	0	0	0	0	26	0	0	26
Colonia Buenos Aires	58	0	58	0	0	0	58	0	0	0	0
Total	5,074	4,623	580	412	58	119	1,169	645	61	12	718

Las causas de la pérdida de las colonias fueron: Agricultura (AGR); Envenenamiento (ENV); Urbanización (URB); Desconocidas (DSC). La colonización se dividió en Expansión (Exp); Colonias nuevas (Nvas); y Recolonización (Rcol).

DISCUSIÓN

Dinámica de las colonias del CJNCG, Chihuahua

La transformación de los ecosistemas naturales, mediante la destrucción y fragmentación de hábitats, ocasiona que los parches remanentes presenten una vulnerabilidad muy alta y comparable con la de las islas oceánicas, en las que se ha registrado el mayor número de extinciones por causas antrópicas debido a su tamaño reducido y su aislamiento (Lomolino y Channell, 1995). La reducción del 64% del área ocupada por perros llaneros en el CJNCG durante doce años, ha sido el resultado de la destrucción y fragmentación de sus colonias por la conversión del pastizal a alguna actividad con utilidad para el hombre o por envenenamiento. Esta situación hace que las colonias restantes del CJNCG sean cada vez más vulnerables a la extinción.

Las colonias de perros llaneros en el CJNCG se distribuyen espacialmente bajo el patrón biogeográfico en el que la densidad y estabilidad de las poblaciones de una especie generalmente es mayor en el centro de su distribución (Rapoport, 1982). Con base en dicho patrón se esperaba que las colonias periféricas tuviesen una mayor probabilidad de extinción que las centrales debido al aislamiento genético y demográfico. La extinción de las 15 colonias más septentrionales del complejo confirmó la vulnerabilidad de las colonias periféricas, reduciendo en una gran proporción la distribución geográfica de la especie en México. Sin embargo, la presencia de la colonia Mata Ortiz en el sur de la Región III del CJNCG indicó que colonias pequeñas y completamente

aisladas pueden subsistir después de 12 años sin la presencia de presiones de tipo antrópico. Así que probablemente, las colonias de la Región I se podían haber mantenido hasta el 2000 si no hubiesen sido envenenadas. Una vez extintas dichas colonias es muy poco probable la recolonización de ésta zona por parte de individuos dispersores provenientes de otras colonias, debido a que éstas se encuentran entre diez y cuarenta kilómetros de distancia de las colonias más cercanas de la Región II y a que los pastizales ocupados por perros llaneros en la Región I en 1988 se encontraron totalmente invadidos por mezquite en el 2000.

La Región II representa la zona central del complejo y en ella se encuentran las colonias más grandes del mismo las cuales presentaron mayor estabilidad que las de la periferia. Aún así, de 1988 a 1996, en la zona central de la Región II se registró la pérdida de 7,632 ha anteriormente ocupadas por perros llaneros, resultado del envenenamiento de las colonias principalmente, así como del sobrepastoreo, de la agricultura y de la larga sequía ocurrida durante los años de 1993 a 1996 (Manzano-Fischer et al., 1999). En 1996 las colonias ya habían sido fragmentadas y con relación a los parámetros que se utilizaron para evaluar el grado de fragmentación de las colonias de 1996 a 2000, se encontró que en general éste sistema de colonias se ha mantenido estable, aunque la tendencia a la reducción en su área, la pérdida de la conectividad y el incremento del aislamiento de las colonias continúa.

Fragmentación y colonización en la zona central de la Región II

La reducción del área de las colonias fue el patrón de fragmentación más observado de 1996 a 2000, y se le consideró el más perjudicial hacia el sistema, ya que hace que las poblaciones sean más susceptibles a la extinción por enfermedades, depredación, eventos catastróficos, presiones antrópicas y deriva génica. En grupos grandes los perros llaneros pasan menos tiempo vigilando y la respuesta hacia un depredador es mayor, por lo tanto, éstos pueden forrajear más lejos disminuyendo la competencia por el recurso alimenticio y el riesgo de ser depredado, aumentando así las probabilidades de supervivencia de la colonia (Kildaw, 1995). Robinette et al. (1995), observaron que colonias con más de 60 individuos tienen mayor número de sobrevivientes y de progenie y atraen a un mayor número de inmigrantes, por lo que la probabilidad de subsistir a largo plazo es más alta. La densidad de perros llaneros del CJNCG para 1985 se calculó entre 20.9 y 30.7 individuos por hectárea (Ceballos et al., 1993), por lo tanto, las colonias con un área menor a tres hectáreas como El Uno S2, Pancho Villa E2, Los Alisios, El Uno-La Báscula S, La Cal E, Los Bejucos SW y El Gavilán W son sumamente vulnerables.

En general, los pequeños mamíferos se encuentran distribuidos en sistemas de subpoblaciones, en los que los patrones de emigración e inmigración basados en la dispersión de los individuos entre las poblaciones, son factores cruciales en la dinámica demográfica y genética de la población (Anderson, 1970 en Krhone, 1997). Los perros llaneros se distribuyen espacialmente de esta forma y si la dispersión intercolonial disminuye por el incremento de barreras tanto

vegetales como antrópicas, la conectividad entre las colonias se pierde; y si la población no es muy grande, ésta podría enfrentar principalmente problemas genéticos que podrían llevarla a la extinción, además de que las extinciones locales no serían balanceadas por nuevas colonizaciones, como se pudo observar en la Región I. Las principales barreras observadas en la región fueron los cultivos con sistemas de riego activos y los matorrales, en donde los individuos dispersores tienen mayor probabilidad de ser depredados (Garret y Franklin, 1988) debido a que la visión de los animales se ve obstruida, la densidad de refugios es menor y su locomoción disminuye, así como la distancia de detección del depredador (Schooley et al., 1996).

El aislamiento de las colonias, al igual que el de cualquier otra población, hace que éstas sean más vulnerables a la extinción debido a una estocasticidad demográfica, ambiental o genética (Wolff et al., 1997). Sin embargo, colonias de tamaño mediano donde la dispersión intracolonia juega un papel importante, pueden mantenerse estables a lo largo del tiempo, un ejemplo de esto es Ojitos S que se encontraba a 5 km de distancia de otras y que no tenía conectividad, y aún así se ha mantenido estable.

Por otra parte, la forma de la colonia también es de gran importancia debido a que los parches angostos o de forma muy irregular presentan un mayor efecto de borde donde hay un incremento de la depredación, la tasa de dispersión es mayor en los bordes y por lo tanto el número poblacional es menor (Harper et al, 1993).

En el periodo de 1996 a 2000, los cambios más evidentes en las colonias de la Región II se vieron reflejados en la pérdida de la conectividad del sistema y en la reducción del área de las mismas (Fig. 13).

Las colonias que presentaron mayor estabilidad con base a su área, conectividad y aislamiento, fueron El Águila, Buenos Aires y Tierras Prietas, aunque ésta última presentó una forma más irregular en el 2000 lo cual le da un mayor efecto de borde. Por su tamaño, Salto de Ojo-La Báscula, Ampliación Pancho Villa, Buenos Aires, Tierras Prietas, El Águila, Ojitos S, Pancho Villa N y Los Bejucos pueden mantenerse sin presentar problemas ocasionados por la pérdida de la conectividad y su aislamiento, aunque siguen siendo vulnerables a las presiones ganaderas y agrícolas. Éstas colonias son de gran importancia para la conservación del sistema ya que las colonias grandes surten de individuos dispersores hacia otras colonias además de poder recolonizar las extintas (Reading, et al., 1984; van Apeldoorn et al., 1992 en Krohne, 1997), como podría ocurrir entre Salto de Ojo-La Báscula y Ampliación Pancho Villa y las colonias extintas El Uno-La Báscula N, La Cal N1 y La Cal N2.

La formación de nuevas colonias es poco común debido a que los individuos dispersores son principalmente solitarios (Garret y Franklin, 1988). Aún así, se ha observado la formación de nuevas colonias a 6 Km de distancia de otras, en E.U.A. (Koford, 1958). De las cinco colonias nuevas y las 3 recolonizaciones registradas en el 2000, algunas pudieron estar presentes desde 1996 pero no fueron registradas como podría ser el caso de Rogelio, Los Nogales y El Monte, que se localizaron a una distancia más lejana de otras (2.8 Km, 1.2

Km y 3.8 Km respectivamente). Sin embargo, colonias como Los Bejucos SW y Los Bejucos S se ubicaron al lado de uno de los caminos principales, por lo que hubiese sido muy difícil no detectarlas en 1996. Todas las colonias nuevas y las recolonizaciones se localizaron a una distancia muy corta de otras (promedio = 1.4 Km), por lo que algunas también pudieron ser expansiones de las de 1996.

Con base a los resultados, se observó mayor facilidad por parte de los perros llaneros para expandir los límites de las colonias ya establecidas que para la fundación de nuevas colonias. De las 718 ha colonizadas de 1996 a 2000, 645 ha correspondieron a ampliaciones. La expansión de 230 ha de Ampliación Pancho Villa y el avance sobre el borde de la colonia de dos kilómetros sobre el mezquite hacia el norte, es un ejemplo del potencial de los perros llaneros para la recuperación del pastizal. De 1988 a 1996, los perros llaneros mostraron una tasa de colonización y expansión mayor a la de 1996 a 2000, con expansiones de 963 ha en Salto de Ojo-La Báscula. Dicha tasa está relacionada con el tipo de vegetación que rodea a las colonias (List et al., 1997). En el 2000 la mayoría de ellas se encontraba rodeada de mezquite, popotillo o cultivos, por lo que la colonización por parte de los perros llaneros llevó más tiempo debido a que tuvieron que eliminar los matorrales de la zona y a que debido a la transformación del pastizal, la especie ha tenido menor cantidad de hábitat favorable para establecerse. Por otra parte, el que la tasa de colonización haya sido menor de 1996 a 2000, sugiere que aunque el envenenamiento para mantener los pastizales sin perros llaneros para usos ganaderos ya no fue la causa principal de la destrucción de las colonias, sí fue crucial para impedir la recolonización y

expansión debido a que no se ha permitido reestablecimiento de los perros llaneros en las zonas de las que fueron extirpados. De 1988 a 1996 la colonia Loma Los Ratones ubicada en su mayoría en el Rancho El Uno, fue fragmentada en seis parches siendo la más afectada durante dicho período. De 1996 a 2000, tres de las cuatro extinciones ocurrieron en éste rancho y aunque algunas de las colonias que todavía se encuentran presentes en ésta propiedad tuvieron valores altos del índice de interacción (Tabla 5) lo que hace suponer que podrían tener una pronta recuperación, el continuo envenenamiento de la zona no ha permitido la expansión de Ampliación Pancho Villa y Salto de Ojo-La Báscula hacia el sur, la ampliación de El Uno-La Báscula S y la recolonización de las extintas por la migración de individuos dispersores provenientes de Ampliación Pancho Villa y Salto de Ojo-La Báscula. Si el envenenamiento hubiese sido suspendido en el Rancho El Uno, probablemente en ésta zona se ubicaría una de las colonias más grandes del complejo.

Causas y efectos de la destrucción y fragmentación de las colonias

Hasta el 2000 la ganadería continuó siendo la principal actividad económica debido a las características ambientales de la región. Sin embargo, la agricultura cobró gran importancia debido a la introducción de la electricidad en la zona a finales de la década de los ochenta, lo que permitió la extracción de agua para riego a un precio relativamente bajo. Por otra parte, las comunidades menonitas de la región aceptaron la introducción de la electricidad en 1995 por lo que también redujeron el costo de la extracción del agua (List et al., 1997). Desde ese

entonces, muchos pastizales de la zona han sido convertidos en campos de cultivo de los cuales los principales productos son la papa, frijol, algodón, sorgo, alfalfa, avena, maíz, trigo y durazno (INEGI, 1998 y Manzano-Fischer et al., 2000). De 1996 a 2000, la agricultura provocó en gran medida la disminución del área y de la conectividad de las colonias.

Las dos especies del género *Cynomys* que se distribuyen en México enfrentan problemas similares ya que las colonias del perro llanero mexicano *C. mexicanus* también han enfrentado recientemente problemas acarreados por la agricultura en San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León y Coahuila; y sus colonias tienden a ser cada vez más pequeñas y más aisladas por esta causa. Se considera que *C. mexicanus* ha perdido el 62% de su distribución histórica y que si las prácticas agrícolas continúan como hasta 1998 esta especie, clasificada como en peligro de extinción (SEDESOL, 1994), habrá perdido el 98% de su distribución en un futuro cercano (Treviño et al., 1998).

El incremento de la ganadería y la agricultura en la región provoca la simplificación de los pastizales debido a transformación de extensas áreas de vegetación natural a monocultivos, a la eliminación de depredadores y competidores para el ganado y al sobrepastoreo que transforma la cubierta continua de pasto en manchas de vegetación que hace más vulnerable el suelo a la erosión (Miller, 1992). Por otra parte, la destrucción y fragmentación de las colonias de perros llaneros no sólo afecta a la especie, sino también a la flora y fauna asociada a las mismas. La erradicación de esta especie en algunas zonas del CJNCG ha causado profundos cambios en los pastizales principalmente por la

invasión de mezquite, popotillo y cholla. El incremento de las plantas leñosas sobre los pastizales también ha sido reportado en el suroeste de Norteamérica y en otras partes del mundo (Cooperrider et al., 1986; Weaver et al., 1996). Weltzin et al. (1997) demostraron que los perros llaneros son de vital importancia en la creación y mantenimiento de los pastizales y sabanas al remover y depredar las semillas y deprimir el crecimiento de las plantas leñosas. Además, sus resultados sugieren que la erradicación de los perros llaneros en conjunto con la reducción de la frecuencia de incendios ha disminuido la presión sobre los arbustos por lo que éstos han podido colonizar extensas áreas.

Los estudios realizados en el CJNCG demuestran que la diversidad y la densidad de pequeños mamíferos es mayor en pastizales con perros llaneros que en pastizales sin ellos (Ceballos et al., 1999). En cuanto a carnívoros, la región todavía mantiene poblaciones de la mayoría de las especies registradas en tiempos históricos, contando con un total de 13 especies; sin embargo, no se encontró una diferencia en la diversidad de carnívoros dentro y fuera de las colonias, lo cual se debe principalmente a que éstos tienen mayor movilidad y sus áreas de actividad son grandes por lo que pueden incluir colonias y otros tipos de vegetación (List y McDonald, 1998); aún así Ceballos et al. (1999) sugieren que la densidad de carnívoros disminuiría si los perros llaneros estuvieran ausentes debido a que forman parte importante de la dieta de algunos de ellos como del coyote (*Canis latrans*), la zorrilla nortea (*Vulpes macrotis*) y el tlalcoyote (*Taxidea taxus*). Por otra parte, se ha observado que el grupo de las aves de pastizal ha declinado en Norteamérica en las últimas tres décadas por la destrucción,

fragmentación y degradación de los pastizales. Reading et al. (1984) demostraron que en la riqueza de especies de aves de pastizal se ve incrementada con el tamaño y número de colonias de perros llaneros. En el CJNCG se han observado especies que han disminuido actualmente sus poblaciones en E.U.A. o en Canadá (Miller et al., 1996) como el tecolote llanero (*Athene cunicularia*), el aguililla real (*Buteo regalis*), el águila real (*Aquila chrysaetos*), el águila de cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*), el gavilán rastrero (*Circus cyaneus*) y el chorlito llanero (*Charadrius montanus*) que es vulnerable en un nivel global, razón por la que la zona se encuentra considerada dentro de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México (Manzano-Fischer et al., 2000). Además algunas de estas aves como el águila real, el aguililla real y el chorlito llanero son más abundantes en las colonias de perros llaneros (Manzano-Fischer et al., 1999).

En el CJNCG se ha observado que 12 especies de reptiles, 1 de aves y 8 de mamíferos utilizan las madrigueras de los perros llaneros como sustrato de anidación, o como refugio contra los depredadores (List, 1997; Ceballos et al., 1999). El envenenamiento de los perros llaneros afecta directamente a éstas especies así como también a todas aquellas que los incluyen en su alimentación (al menos 20 especies). Si las poblaciones de perros llaneros continúan decreciendo, muchas de las especies que se encuentran o que dependen del ecosistema de los perros llaneros, pronto se unirán a aquellas que se encuentran en peligro de extinción como el hurón de patas negras (*Mustela nigripes*).

Conservación y manejo de los pastizales

Los pastizales constituyen uno de los ecosistemas continentales más grandes, abarcando aproximadamente el 27% de la superficie terrestre. Históricamente, han existido numerosos asentamientos humanos en ellos y tanto el pastizal como los productos que en este se siembran forman la base del suplemento alimenticio a nivel mundial. Debido al gran impacto humano sobre este tipo de ecosistemas, son pocos los pastizales que permanecen en un estado natural, por lo que se les considera como uno de los ecosistemas más amenazados del planeta además de ser uno de los menos protegidos a largo plazo (Henwood, 1998).

La conservación de una especie como el perro llanero, así como la de su ecosistema no debería de estar en conflicto con el desarrollo económico de la región, ya que a largo plazo la probabilidad de perder tanto el valor natural como el económico es sumamente alto. El mal manejo de la tierra más que proveer alguna retribución económica a la población local, destruye el ecosistema y el costo de un ambiente degradado es mucho mayor, ya que las tierras se vuelven económicamente inservibles, además de perder su biodiversidad, el significado cultural, histórico y sociológico de la región y los servicios ambientales que aporta el pastizal (Williams y Diebel, 1996).

El sobrepastoreo es un problema común de las zonas áridas de todo el mundo; la FAO en 1989 calculó que 35 millones de Km² de éstas regiones se encuentran en proceso de desertificación por sobrepastoreo en donde ha ocurrido una erosión eólica y pluvial, una salinización del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal (Ffolliott et al., 1995). El pastizal corto en Norteamérica es quizá el

ecosistema en donde han sido más aparentes los impactos del sobrepastoreo (Weaver et al., 1996). Sin embargo, el pastoreo bien manejado, puede proveer una mayor heterogeneidad al ambiente y beneficiar a las poblaciones de roedores y lagomorfos (Mellink y Valenzuela, 1995), así como a las de sus depredadores. Por otra parte, el mal manejo de las prácticas agrícolas en los ambientes áridos también puede provocar la erosión, la pérdida de nutrientes, la salinización y la contaminación del suelo (Ffolliott et al., 1995). Además de que por la aridez de la región es necesaria la aplicación de sistemas de riego, ya que en las tierras empleadas para cultivos de temporal por lo general se pierde la cosecha y son muy poco productivas (INEGI, 1998).

Así pues, en la región del CJNCG es necesaria la integración de planes de manejo en los que se vean contempladas las necesidades económicas de las poblaciones locales, así como la conservación, educación e investigación de la región.

La pérdida del 46% de la distribución y de aproximadamente el 60% del área ocupada por perros llaneros en doce años por causa de la ganadería y la agricultura, ha provocado que las colonias sean más pequeñas y aisladas y que la transformación de las colonias a campos de cultivos o expansión de los matorrales haga que el hábitat favorable para la recolonización por parte de los perros llaneros cada vez sea menor. Si la expansión de la frontera agrícola y el envenenamiento ligado a la ganadería y a la agricultura, continúan como hasta la fecha, se espera que las colonias sean reducidas a pequeñas poblaciones remanentes completamente aisladas en un futuro cercano, con lo cual se perdería

el último gran complejo de colonias de perros llaneros de Norteamérica junto con la biodiversidad relacionada con ellos y los servicios ambientales que proveen.

Por ésta razón, se sugiere que la categoría de conservación de *C. ludovicianus*, que actualmente se encuentra como “amenazada”, sea elevada a “en peligro”. Con la protección legal de la especie, así como la de los pastizales de la región, se podría regular el manejo de la tierra y la presión antropogénica sobre las colonias, con lo que se aseguraría la recuperación y mantenimiento de los pastizales en la región gracias al buen estado de conservación de algunas colonias y a la capacidad de expansión de los perros llaneros en áreas sobrepastoreadas.

CONCLUSIONES

- El envenenamiento ligado a la agricultura y a la ganadería, así como la transformación del pastizal en el CJNCG, Chihuahua, han provocado la destrucción, reducción y fragmentación de las colonias de perros llaneros, por lo que su distribución geográfica y el área ocupada por la especie en ésta región, han sido reducidas progresivamente, y sus colonias han tendido a encontrarse más aisladas, menos conectadas y por lo tanto más vulnerables a la extinción
- La fragmentación de las colonias en la zona central de la Región II del CJNCG de 1996 a 2000, se vio reflejada principalmente en la pérdida de la conectividad entre las mismas por la formación de barreras naturales (invasión del matorral de mezquite en zonas sobrepastoreadas y en colonias envenenadas) y agrícolas; por lo que los cambios en el ambiente provocados por el hombre son actualmente la mayor amenaza para los perros llaneros.
- La principal causa de la pérdida de las colonias fue el envenenamiento ligado a la ganadería hasta 1996, sin embargo, éste ha disminuido y de 1996 a 2000 la agricultura se convirtió en una amenaza mayor para las colonias. Aún así, en algunas zonas el envenenamiento continuó siendo la principal causa de extinción de las colonias y fue un factor importante que evitó la recolonización.
- Considerando el área, conectividad y aislamiento, se recomienda tomar medidas de conservación para el mantenimiento de todo el Complejo, en las

colonias Salto de Ojo-La Báscula, Ampliación Pancho Villa, El Águila, Tierras Prietas, Buenos Aires y Pancho Villa N,

- Los perros llaneros han funcionado como reguladores de los pastizales del CJNCG, al controlar la invasión de plantas leñosas sobre el pastizal. La eliminación de los perros llaneros y el sobrepastoreo han sido factores importantes en la invasión de matorral mezquite, popotillo y cholla.
- La capacidad de recolonización y expansión de los perros llaneros fue muy alta, por lo que es factible la recuperación de las colonias y por lo tanto del pastizal, incluso en zonas que fueron invadidas por mezquite.
- Los perros llaneros se encuentran bajo la categoría de conservación de "amenazada" por lo que están legalmente protegidos (NOM-059-ECOL-1994); sin embargo, la pérdida del 46% de su rango de distribución y el 64% del área ocupada por la especie en Chihuahua en doce años, sugiere una nueva evaluación de su estado de conservación debido a que si esta tendencia continúa, la especie probablemente será extirpada en un futuro no muy lejano. Con base a este estudio, se sugiere que *Cynomys ludovicianus* sea elevada a la categoría de conservación de "en peligro".
- La sobreexplotación y el mal manejo de la tierra, han provocado una gran pérdida de los pastizales naturales en el noroeste de Chihuahua, en los que los perros llaneros representan una especie clave. En el CJNCG se requiere un programa de manejo adecuado que permita que la ganadería y otras formas de uso de suelo sean compatibles con la flora y fauna nativa de los pastizales, y que a su vez éste desarrollo tenga retribuciones económicas a la

población local. De lo contrario, la degradación de los pastizales continuaría hasta que estos dejaran de ser un ecosistema funcional.

- La protección legal y la formación de una reserva en el CJNCG, es de vital importancia con el fin de regular la explotación de la tierra y fomentar la investigación, educación, conservación y manejo de la región.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

LITERATURA CITADA

- Aguilera-Herrera, N. 1989. *Tratado de edafología de México*. Tomo 1. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 222 pp.
- Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua Taxonomy and distribution. *Bulletin American Museum of Natural History*, 148: 1-400
- Anderson, E., S. C. Forrest, T. W. Clark y L. Richardson. 1986. Paleobiology, biogeography, and systematics of the black-footed ferret, *Mustela nigripes* (Audubon and Bachman), 1851. *Great Basin Naturalist Memoirs*, 8: 11-62.
- Archer, S., M. G. Garret y J. K. Detling. 1987. Rates of vegetation change associated with prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) grazing in North American mixed-grass prairie. *Vegetatio*, 72: 159-166.
- Arita H. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2: 33-71.
- Bonham, C. D. y A. Lerwick. 1976. Vegetation Changes Induced by Prairie Dogs on Shortgrass Range. *Journal of Range Management*, 29: 221-225.
- Brown, D. E. 1994. *Biotic Communities Southwestern United States and Northwestern Mexico*. University of Utah Press, Salt Lake City, 342 pp
- Ceballos, G., E. Mellink y L. R. Hanebury. 1993. Distribution and conservation status of prairie dog *Cynomys mexicanus* and *Cynomys ludovicianus* in Mexico. *Biological Conservation*, 63:105-112.
- Ceballos, G. y J. Pacheco. 1996. Los perros llaneros de Chihuahua. *Ocelotl*, 4: 38-43.

- Ceballos, G., J. Pacheco y R. List. 1999. Influence of prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*) on habitat heterogeneity and mammalian diversity in Mexico. *Journal of And Environments*, 41: 161-172.
- Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd y H. R. Stuart. 1986. *Inventory and Monitoring of Wildlife Habitat*. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management. Service Center. Denver, Colorado. xviii, 858 pp.
- COTECOCA. 1978. *Chihuahua*. Comisión técnico consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero, SARH. México, D.F., 151 pp.
- Eguiarte, L. E. y D. Piñero. 1990. Genética de la conservación: leones vemos, genes no sabemos. *Ciencias. Especial* 4: 34-47.
- Ffolliott, P. F., K. N. Brooks, H. M. Gregersen y A. L. Londgren. 1995. *Dryland Forestry*. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York. 453 pp.
- Forman, R. T. T. y M. Godron. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons Inc. Nueva York, 619 pp.
- Foster, N. S. y S. E. Hygnstrom. 1990. *Prairie dog and their ecosystem* University of Nebraska-Lincoln, Department of Forestry, Fisheries and Wildlife.
- García, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 246 pp.
- Garret, M. G. y W. L. Franklin. 1988. Behavioral ecology of dispersal in the black-tailed prairie dog. *Journal of Mammalogy*, 69: 236-250.
- Goodwin, H. T. 1995. Pliocene-Pleistocene Biogeographic History of Prairie Dogs, Genus *Cynomys* (Sciuridae) *Journal of Mammalogy*, 76: 100-122.

- Hall, E. R. 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley & Sons. Vol. 1: XV + 600 + 90, Vol. 2: VI + 601 – 1181 + 90.
- Hanski, I. 1991. Metapopulations dynamics: brief history and conceptual domain. Pp. 3-16 *In Metapopulation dynamics: Empirical and theoretical investigations* (Gilpin, M and I. Hanski eds.) Linnean Society of London by Academic Press, Londres, 336 pp.
- Hansson, L. 1991. Dispersal and connectivity in metapopulations. Pp. 89-103 *In Metapopulation dynamics. Empirical and theoretical investigations* (Gilpin, M and I. Hanski eds.) Linnean Society of London by Academic Press, Londres, 336 pp.
- Harper, S. J., E. K. Bollinger y G. W. Barrett. 1993. Effects of habitat patch shape on population dynamics of meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*). *Journal of Mammalogy*, 74: 1045-1055.
- Henwood, W. D. 1998. An overview of protected areas in the temperate grassland biome. *Parks*, 8(3): 3-8.
- Hoogland, J. L. 1982. Prairie dogs avoid extreme inbreeding. *Science*, 215: 1639-1641.
- Hoogland, J. L. 1995. *The black-tailed prairie dog. Social life of a burrowing mammal*. The University of Chicago Press, Chicago, 557 pp.
- INEGI. 1998. *Anuario estadístico del estado de Chihuahua*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática y Gobierno del Estado de Chihuahua. Aguascalientes, 470 pp.

- INEGI y SEMARNAP. 1998. *Estadísticas del Medio Ambiente. México, 1997.*
 Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática Aguascalientes,
 461 pp
- Kenward, R. E. y K. H. Hodder. 1996. Ranges V: an analysis system for biological
 location data. Institute of Terrestrial Ecology, Natural Environment Research
 Council, Cambridge, 66 pp
- Kildaw, S. D. 1995. The effect of group size manipulations on the foraging
 behavior of black-tailed prairie dogs. *Behavioral Ecology*, 6: 353-358.
- Klatt, E y D. Hein. 1978. Vegetative Differences Among Active and Abandoned
 Towns of Black-tailed Prairie Dogs (*Cynomys ludovicianus*). *Journal of
 Range Management*, 31: 315-317.
- Koford, C. B. 1958. Prairie dogs, whitefaces, and blue grama. *Wildlife Monographs*,
 3: 5-80.
- Kotliar, N. B. 2000. Application of the New Keystone Species Concept to Prairie
 Dogs: How Does it Work?. *Conservation Biology*, 14: 1715-1721.
- Krohne, D. T. 1997. Dynamics of Metapopulations of Small Mammals. *Journal of
 Mammalogy*, 78: 1014-1026.
- Kruess, A. y T. Tscharntke. 1994. Habitat Fragmentation, Species Loss, and
 Biological Control. *Science*, 264: 1581-1584.
- Laurance, W. F., R. O. Bierregard, Jr., C. Gascon, R. K. Didham, A. P. Smith, A. J.
 Lynam, V. M. Viana, T. E. Lovejoy, K. E. Sieving, J. W. Sites, J., M.
 Andersen, M. D. Tocher, E. A. Kramer, C. Restrepo y C. Moritz. 1997.
Tropical Forest Fragmentation. Synthesis of a Diverse and Dynamic

- Discipline. Pp.502-514. In *Tropical Forest Remnants*, (Laurance W. F. y R. O. Bierregard Jr., eds.) Chicago Press, Chicago, 616 pp.
- List, R. 1997. Ecology of kit fox (*Vulpes macrotis*) and coyote (*Canis latrans*) and the conservation of the prairie dog ecosystem in northern Mexico. Tesis doctoral. University of Oxford, 189 pp.
- List, R., J. Pacheco y G. Ceballos. 1997. Fragmentation, population extinction, and threats to the largest prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) complex in North America. Pp 138-162. In List, R. 1997. Ecology o kit fox (*Vulpes macrotis*) and coyote (*Canis latrans*) and the conservation of the prairie dog ecosystem in northern Mexico. Tesis doctoral University of Oxford, 184 pp.
- List, R. y D. McDonald. 1998. Carnivora and their larger mammalian prey species inventory and abundance in the Janos-Nuevo Casas Grandes prairie dog complex, Chihuahua. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 3: 95-112.
- Lomolino, M. V. y R. Channell 1995. Splendid Isolation: Paterns of Geographic Range Collapse in Endangered Mammals. *Journal of Mammalogy*, 76: 335-347.
- Lord, J. M. y D. A. Norton. 1990. Scale and the Spatial Concept of Fragmentation. *Conservation Biology*, 4: 197-202.
- Manzano-Fischer, P., R. List y G. Ceballos. 1999. Grasslands birds in prairie-dog towns in northwestern Chihuahua, Mexico. *Studies in Avian Biology*, 19:263-271.
- Manzano-Fischer, P., G. Ceballos, R. List, O. Moctezuma y J. Pacheco. 2000. AICA 133 Janos-Nuevo Casas Grandes Pp 171-172. In *Áreas de*

- Importancia para la Conservación de las Aves en México*_(Arizmendi, M. C. y L. Márquez Valdelamar). FMCN y CONABIO, México D.F., 440 pp.
- Meffe, G. K. y C. R. Carroll. 1994. *Principles of Conservation Biology* Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 600 pp.
- Mellink, E. y S. Valenzuela. 1995. Efecto de la condición de agostadero sobre los roedores y lagomorfos en el Altiplano Potosino, San Luis Potosí, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 64: 35-44.
- Miller, B., C. Wemmer, D. Biggins y R. Reading. 1990. A Proposal to Conserve Black-Footed Ferrets and the Prairie Dog Ecosystem. *Environmental Management*, 14: 763-769.
- Miller, B., G. Ceballos y R. Reading. 1994. The prairie dog and biotic diversity. *Conservation Biology*. 8. 677-681.
- Miller, B., R. P. Reading y S. Forrest. 1996. *Prairie Night*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 254 pp
- Miller, B., R. Reading, J. Hoogland, T. Clark, G. Ceballos, R. List, S. Forrest, L. Hanebury, P. Manzano, J. Pacheco y D. Uresk. 2000. The Role of Prairie Dogs as a Keystone Species: Response to Stapp. *Conservation Biology*, 14: 318-321.
- Miller, Jr. G. T. 1992. *Ecología y Medio Ambiente*. Grupo Editorial Iberoamérica. S.A. de C.V. México D.F. 867 pp.
- Rapoport, E. H. 1982. *Aerography: geographical strategies of species*. Pergamon Press, Oxford 269 pp.

- Reading, R. P., S. R. Beissinger, J. J. Grensten, T. W. Clark 1984. Attributes of Black-tailed Prairie Dog Colonies in Northcentral Montana, with Management Recommendations for the Conservation of Biodiversity. Pp. 13-27. In *The prairie dog ecosystem: managing for biological diversity*. (Clark, T. W. Ed.). Bureau of Land Management Wildlife Technical Bulletin, No.2. 55 pp.
- Robinette, K. W., W. F. Andelt, and K. P. Burnham. 1995. Effect of Group-Size On Survival of Relocated Prairie Dogs. *Journal of Wildlife Management*, 59: 867-874.
- Roemer, D. M y S. C. Forrest. 1996. Prairie Dog Poisoning in Northern Great Plains: An Analysis of Programs and Policies *Environmental Management*, 20: 349-359.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México* Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp.
- Saunders, D. A. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review *Conservation Biology*, 5: 18-32.
- Schooley, R. L., P. B. Sharpe y B. Van Horne. 1996. Can shrub cover increase predation risk for a desert rodent?. *Canadian Journal of Zoology*, 74: 157-163.
- SEDESOL. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, 488: 2-60.

- Singer, M. J. y D. N. Munns 1987. *Soils, an introduction*. Macmillan Publishing Co. Nueva York. 492 pp.
- Soulé, M. E., A. C. Alberts y D. T. Bolger. 1992. The effects on habitat fragmentation on chaparral plants and vertebrates. *Oikos*, 63: 39-47.
- Suzán, G. 1998. Rabia, toxoplasma y parvovirus en mamíferos silvestres de dos reservas del Distrito Federal. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., 69 pp.
- Treviño-Villarreal, J. y W. E. Grant. 1998. Geographic range of the endangered mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). *Journal of Mammalogy*, 79: 1273-1287
- Ursek, D. W. 1985. Effects of Controlling Black-tailed Prairie Dogs on Plant Production. *Journal of Range Management*, 38: 466-468.
- U.S. Department of Agriculture and Soil Conservation Service 1975. *Soil Taxonomy, A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Agriculture Handbook No. 436. Washington, D.C. 754 pp.
- Valdéz, M. y G. Ceballos. 1997. Conservation of endemic mammals of Mexico: the Perote ground squirrel (*Spermophilus perotensis*). *Journal of Mammalogy*, 78: 74-82.
- Weaver, T., E. M. Payson y D. L. Gustafson. 1996. Prairie Ecology - The Shortgrass Prairie. Pp. 67-75. In *Prairie Conservation* (Samson, F. B. and F. L. Knopf, eds.) Island Press. Washington D.C. 339 pp.
- Weltzin, J. F., S. Archer y R. K. Heitschmidt. a. 1997. Small-mammals regulation of vegetation structure in a temperate savanna. *Ecology*, 78: 751-763.

- Weltzin, J. F., S. L. Dowhower and R. K. Heitschmidt. b. 1997. Prairie dog effects on plant community structure in southern mixed-grass prairie. *The Southwestern Naturalist*, 42: 251-258.
- Wilcox, B. A. Y D. D. Murphy. 1985. Conservation strategy. The effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist*, 125:879-887
- Williams, J. R. y P. L. Diebel. 1996. The Economic Value of the Prairie. Pp. 19-35. *In Prairie Conservation* (Samson, F. B. y F. L. Knopf, eds) Island Press. Washington D.C. 339 pp.
- Wolff, J. O., E. M. Schaubert y D. Edge. 1997. Effects of Habitat Loss and Fragmentation on the Behavior and Demography of Gray-Tailed Voles. *Conservation Biology*, 11: 945-956.
- Yensen E. y M. Valdés-Alarcón. 1999. Family Sciuridae. Pp. 239-320 *In Mamíferos del Noroeste de México* (Ticul Alvarez-Castañeda, S. y J. L. Patton, eds.) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur. 583 pp.