

Informe final* del Proyecto ES009
Estimación de la densidad poblacional y dieta del lince (*Lynx rufus*) Sierra Seri, Sonora y Janos, Chihuahua

Responsable: Dr. Rodrigo Antonio Medellín Legorreta
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Ecología
Dirección: Av. Universidad #3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México, D.F.,
C.P. 04510
Correo electrónico: medellin@miranda.ecologia.unam.mx
Teléfono/Fax: Teléfono: 56-22-90-42 Fax: 56-22-89-95
Fecha de inicio: Junio 15, 2006.
Fecha de término: Abril 4, 2011.
Principales resultados: Informe final, hojas de cálculo
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Medellín, R. A. y H. V. Bárcenas. 2010. Estimación de la densidad y dieta del lince (*Lynx rufus*) en seis localidades de México. **Informe final SNIB-CONABIO proyectos No. ES003 y ES009.** México D. F.
Forma de citar hoja de cálculo Medellín, R. A. y H. V. Bárcenas. 2010. Estimación de la densidad y dieta del lince (*Lynx rufus*) en seis localidades de México. **Hojas de cálculo SNIB-CONABIO proyectos No. ES003 y ES009.** México D. F.

Resumen:

Aunque se considera que el lince (*Lynx rufus*) es el más abundante de las 6 especies de felinos en México en la literatura no hay datos sólidos sobre el número poblacional en nuestro país, de hecho solo existen pocos trabajos de este felino los cuales principalmente se enfocan a su alimentación. En este estudio se propone la utilización de cámaras trampa para estimar la densidad poblacional del lince y dieta en el sur del Distrito Federal y en Sierra Fría, Aguascalientes, ambos sitio pertenecen a Regiones Terrestres Prioritarias de México. En estas localidades se distribuye la subespecie *Lynx rufus escuinapae* que hasta 1992 se encontraba en el Apéndice I de CITES. Los resultados de este proyecto serán útiles para elaborar propuestas de conservación y manejo que ayuden a maximizar la supervivencia de la especie a largo plazo. Finalmente esta información será útil para elaborar un modelo predictivo para estimar la densidad de lince en México en sitios con estructura de paisaje similares a los sitios donde se realizaran los muestreos y donde también hay presencia de este felino. Además con lo anterior se complementará la imagen acerca del estatus de la especie en México

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Informe Final del Proyecto ES009

Estimación de la densidad y dieta del lince (*Lynx rufus*) en seis localidades de México.

INSTITUCIÓN:

Instituto de Ecología, UNAM.
Ap. Postal 70-275
04510 México, D. F.

DATOS DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO:

Dr. Rodrigo A. Medellín Legorreta
Investigador Titular "C" de T.C.
Teléfono 5622-9042
Fax 5622-8995
Correo electrónico: medellin@miranda.ecologia.unam.mx

DATOS DEL CORRESPONSABLES DEL PROYECTO:

Biol. Horacio V. Bárcenas
Teléfono 5622-9042
Fax 5622-8995
Correo electrónico: hbarcenas@miranda.ecologia.unam.mx

Forma de citar: Medellín, R. A. y H. V. Bárcenas. 2010. Estimación de la densidad y dieta del lince (*Lynx rufus*) en seis localidades de México. Informe Final de los proyectos ES003 y ES009, CONABIO, México.

Resumen: El lince o gato montés (*Lynx rufus*) es una de las seis especies de felinos que se distribuyen en México. Este felino tiene una distribución aproximada en el 80% del territorio nacional, habiendo registros de esta especie en 27 de los 32 estados del país. Su alimentación se basa principalmente de mamíferos, siendo los lagomorfos sus principales presas, aunque también se ha reportado que se alimenta de roedores, aves y reptiles. A pesar de ser considerado una de las seis especies más abundantes de felinos en México no se cuenta con información acerca de sus densidades para ninguna región. El propósito de este trabajo fue generar información sólida sobre sus hábitos alimentarios en seis diferentes regiones de nuestro país, además estimar su densidad en estos mismo sitios con diferentes características y a diferentes latitudes en diferentes temporadas del año (lluvias y secas), finalmente con la información de la densidad generar un modelo predictivo del lince para estimar densidad en sitios con características similares a los sitios donde se realizó el estudio.

Para determinar los hábitos alimentarios del lince se recolectaron las excretas de lince en cada sitio y se determinaron las presas presentes. Posteriormente se utilizó el porcentaje de ocurrencia (Oc%) para determinar su importancia en la dieta. Para la representatividad de las presas presentes en las excretas se hicieron curvas de acumulación para cada sitio y temporada. Para estimar las densidades del lince se utilizaron trampas cámaras y un diseño estandarizado que se utilizó de manera similar en los seis sitios. Para elaborar el modelo predictivo se utilizaron variables ambientales y topográficas que aportaban mayor porcentaje para la presencia del lince, que se determinaron con la ayuda del programa de Máxima Entropía (Max Ent) y la ayuda del programa Arcview versión 3.1, además de la integración de las densidades reportadas en los sitios donde se realizó el estudio de trampas cámaras.

Se colectaron un total de 285 excretas de los seis sitios. De acuerdo con los porcentajes de ocurrencia, las presas principales del lince fueron los roedores. Las curvas de acumulación estimaron un porcentaje de presas en la dieta del lince que tuvo una variación del 69% al 93% de las presas totales. Con respecto a las densidades estimadas se reportan que van de los 0.053 a 0.538 lince/km². Finalmente el modelo predictivo de densidades de lince predice superficies que van de los 1,861 a 16,663 km²

y números totales de lince que van de los 592 a 2,823 individuos en sitios con características similares a los que se reportan en este trabajo.

Índice

Resumen.....	2
Introducción.....	4
Generalidades del lince.....	4
Hábitos alimentarios.....	6
Estimación de la Densidad.....	9
Modelo predictivo.....	11
Objetivos.....	12
Áreas de estudio.....	12
Métodos.....	20
Resultados.....	27
Discusión y Conclusiones.....	50
Agradecimientos.....	60
Referencias.....	61

INTRODUCCIÓN

Generalidades del lince (*Lynx rufus*; Schereber, 1777)

El lince o gato montés (*Lynx rufus*) es una de las seis especies de felinos que se encuentran en México (Ceballos y Oliva, 2005). Se distribuye desde Columbia Británica (55° N) en el oeste y a través del sur de Canadá hasta Nueva Escocia en el este (Wilson y Reeder, 2005), hacia el sur se le encuentra en la mayoría de los EUA y hasta el sur México (17° N). En nuestro país ocupan la Península de Baja California y todo el Altiplano Central, penetrando hasta el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca. Aproximadamente un 35% de su área de distribución total se encuentra en México (Figura 1; Hall, 1981). La distribución de este felino abarca el 80% de la superficie de México habiendo registros de él en 27 de los 32 estados del país (Hall, 1981; López Wilchis y López-Jardines, 1998).

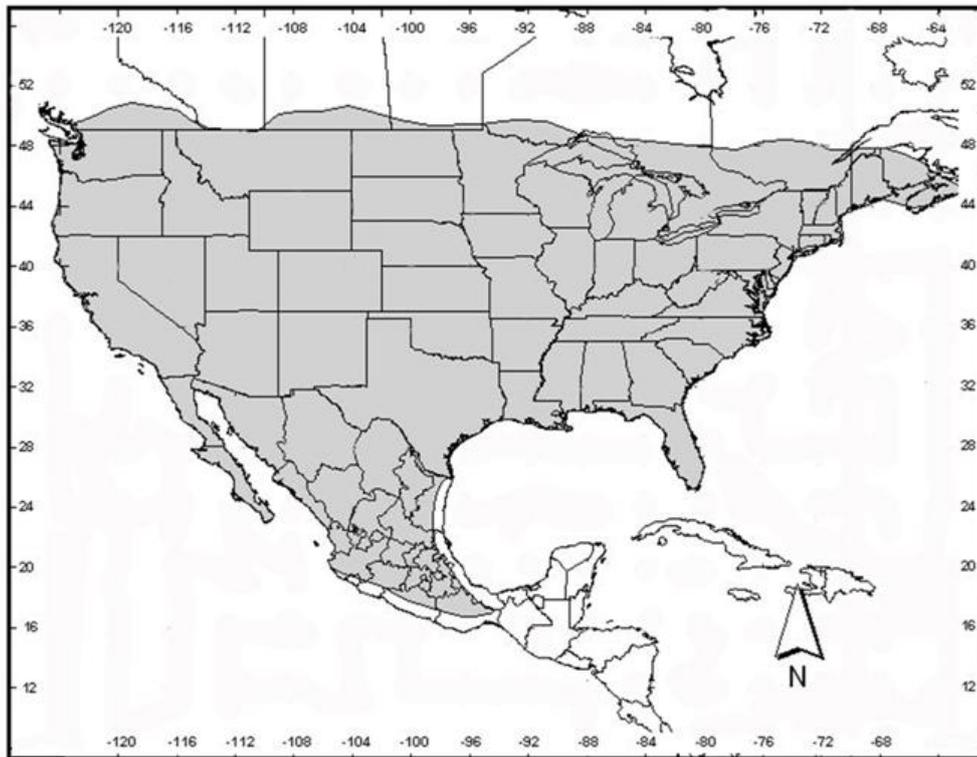


Figura 1. Área de distribución del lince (*L. rufus*; modificado de Hall, 1981).

En México esta especie se encuentra en una gran diversidad de hábitat, como matorrales áridos, bosque de coníferas, bosque de encinos, bosques mixtos de pinos-encinos, pastizales y selvas bajas caducifolias (Leopold, 1959; Hall, 1981; Larivière, 1997; López *et al.*, 1998; Sunquist y Sunquist, 2000). Existen registros de su presencia desde el nivel del mar hasta los 3,657 msnm (Leopold, 1959; Hall, 1981, Larivière, 1997; Sunquist y Sunquist, 2000; Ceballos y Oliva, 2005).

Situación del lince

Históricamente el lince se ha considerado como uno de los felinos más abundantes de México, principalmente en el norte de nuestro país en lugares donde se combinan matorrales, sitios rocosos y altas abundancia de lagomorfos y roedores. En el centro de México se consideraba abundancias bajas y hacia el sur no se tenía registros de su presencia a pesar de contar con hábitat potencial (Leopold, 1959; Hall, 1981). A pesar

de ser abundantes los linceos en el norte de nuestro país sus abundancias eran bajas o nulas en sitios donde los pumas eran números. De manera constante restos de linceos eran encontrados en los contenidos estomacales de los pumas que eran cazados en las zonas donde coexisten estos dos felinos (Leopold, 1959).

En México actualmente el lince no se encuentra enlistado en ninguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002). Su cacería está permitida a través de las Unidades de Manejo para Conservación de Vida Silvestre (UMA's). Existe registro del aprovechamiento de esta especie desde el 2002-2003 y hasta la temporada 2006-2007, hasta el día de hoy se tiene registro del aprovechamiento de 200 ejemplares en UMA's ubicadas en los Estados de Baja California Sur, Sonora, Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila. La temporada en que más individuos de lince se aprovechado es en el año 2003-2004 con 80 ejemplares, seguida de la temporada 2004-2005 con 44 ejemplares (www.semarnat.gob.mx/).

A nivel internacional el lince se encuentra enlistado en la lista roja de la IUCN como riesgo bajo (*Least concern* LC) y con una tendencia poblacional estable a lo largo de su distribución (<http://www.iucnredlist.org>). Por otro lado la *Endangered Species Act* (ESA) considera a las poblaciones de la subespecie *L. r. escuinapae* o también conocido como lince mexicano en la categoría de peligro de extinción. En esta misma categoría la ESA tiene enlistada las poblaciones de lince de New Jersey desde 1991. Finalmente el lince también se encuentra en la lista del Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES), en este Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. Desde el año 2004 cuando los EUA sometieron la propuesta CoP13 Prop.5 ante CITES con el objetivo de deslistar del

Apéndice II al lince y pasarlo al Apéndice III, la situación de este felino ha tomado gran importancia a nivel internacional (www.cites.org).

Considerando que más de una tercera parte de su distribución se encuentra en nuestro país cualquier decisión internacional deberá estar fundamentada con información sólida y reciente de las abundancias de este felino en México. Sin embargo, en nuestro país se tiene escasa información sobre sus abundancias y hábitos alimenticios (Delibes e Hiraldo, 1987; Delibes *et al.* 1997; Aranda *et al.*, 2002; Luna y López, 2005)

Hábitos alimentarios del lince en seis sitios de México

La alimentación del lince a lo largo de su distribución (Figura 2), se basa principalmente en mamíferos, siendo los lagomorfos su principal presa (Rollings, 1945; Gashwiler *et al.*, 1960; Hall, 1973; Bailey, 1979; Jones y Smith, 1979; Litvaitis, 1981; Knick *et al.*, 1984; Litvaitis *et al.*, 1984; Leopold y Krausman, 1986; Litvaitis *et al.*, 1986; Delibes e Hiraldo 1987; Romero, 1993; Delibes *et al.*, 1997; Aranda *et al.* 2002; Luna y López 2006), seguida de los roedores (Hamilton y Hunter, 1939; Toweill, 1980; Beasom y Moore, 1977; Brittell *et al.*, 1979; Maehr y Brady, 1986). En algunas localidades ubicadas al noroeste de su distribución (Pensilvania, New Hampshire, Vermont y Maine todos en EUA) se ha reportado que los venados son sus principales presas (Hamilton y Hunter, 1939; Pollack, 1951; Erickson, 1955; Westfall, 1956; Gashwiler *et al.*, 1960; Kitchings y Story, 1979; Litvaitis *et al.*, 1984; Litvaitis *et al.*, 1986; McLean *et al.*, 2005). Sin embargo, existen reportes de que también se alimenta de aves (Wassmer *et al.*, 1988; Litvaitis, 1981; Delibes *et al.*, 1997) y de reptiles con menor frecuencia (Delibes *et al.*, 1997).

La dieta reportada para el lince en cada uno de los sitios mencionados a lo largo de su distribución es diversa (más de 80 especies), y sugiere que se alimenta de

prácticamente todas las presas disponibles en cada localidad siendo los mamíferos sus principales presas en porcentajes que van del 80% al 100% de ocurrencia en la dieta total (Jones y Smith, 1979; Litvaitis, 1981; Knick *et al.*, 1984; Litvaitis *et al.*, 1984; Leopold y Krausman, 1986; Litvaitis *et al.*, 1986; Delibes e Hiraldo 1987; Romero, 1993; Delibes *et al.*, 1997; Aranda *et al.* 2002; Luna y López 2006). Los trabajos sobre hábitos alimenticios muestran una tendencia en los lince por el consumo de lagomorfos hasta en un 75% en los trabajos realizados (Beasom y Moore, 1977; Bailey, 1979; Jones y Smith, 1979; Knick *et al.*, 1984; Litvaitis *et al.*, 1986; Leopold y Krausman, 1986; Romero, 1993; Delibes *et al.*, 1997; Sunquist y Sunquist, 2000; Aranda *et al.* 2002; Luna y López 2006).

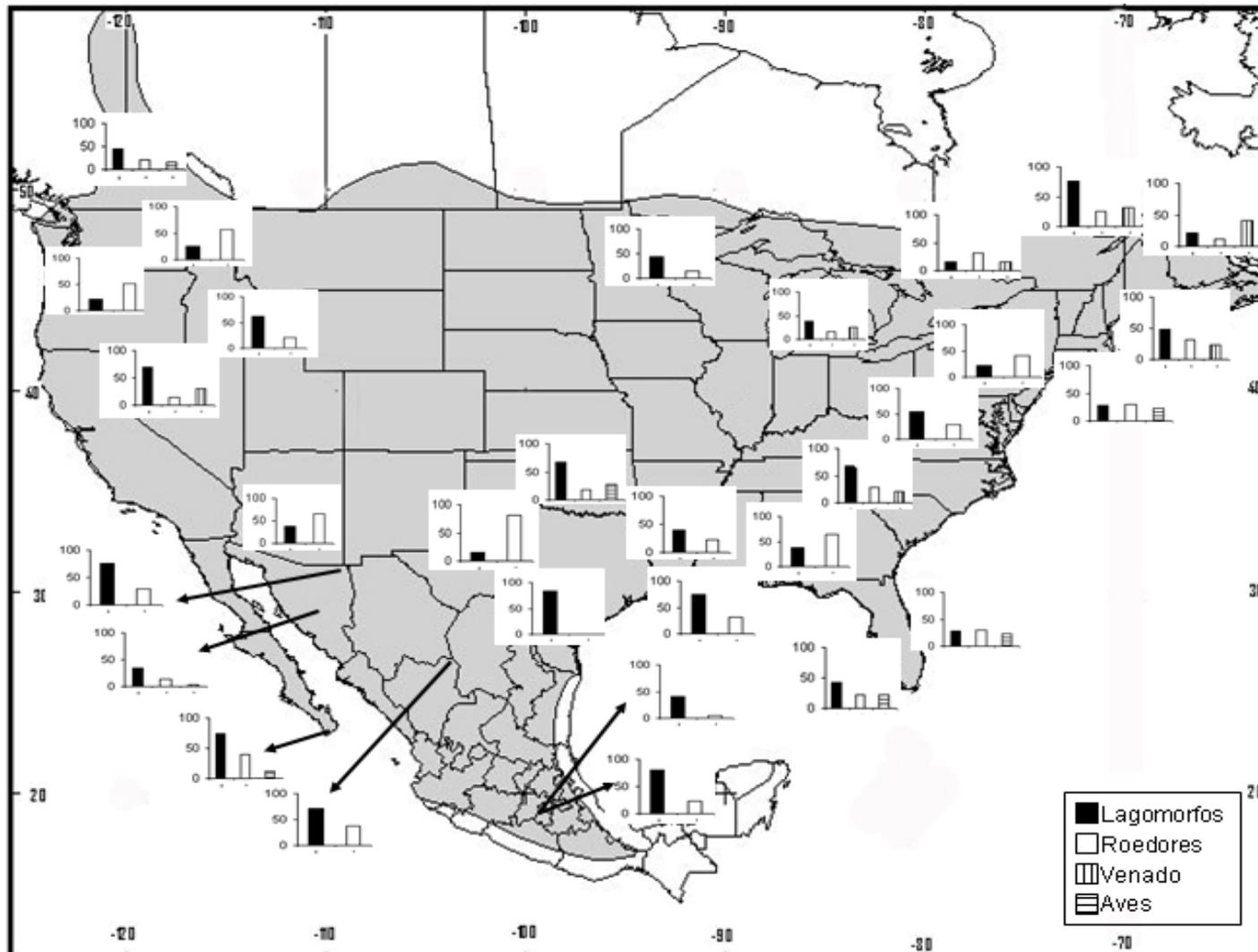


Figura 2. Dieta reportada para del linxe en su distribución.

Estimación de la densidad

El monitoreo del tamaño poblacional juega un rol crítico en la ecología y conservación de vida silvestre (Gibbs, 2000). Sin embargo, la estimación de la densidad es un reto que se magnifica si se trata de monitorear carnívoros y en específico especies de la Familia Felidae las cuales en su gran mayoría son especies crípticas y con patrones de actividad principalmente crepusculares o nocturnas, además al estar en la parte alta de la cadena alimenticia tienden a presentar bajas densidades con respecto a otros organismos (Becker, 1991). Históricamente varios métodos han sido utilizados para la documentación de carnívoros, los más comunes son por medio de rastros como huellas y excretas las cuales son muy útiles para determinar su presencia, uso de hábitat y dieta en el caso de las excretas (Aranda, 2002; Reid, 2006), pero en ninguno de los casos son útiles para estimar el tamaño poblacional de alguna especie (Karanth, 1995). Otra técnica utilizada es la radiotelemetría que esta restringida por el pequeño número de animales que pueden ser marcados simultáneamente, además de la inseguridad de cuantos individuos no son marcados y por último el alto costo y el esfuerzo involucrado (Karanth, 1995).

Recientemente, el trampeo con cámaras automáticas en combinación con modelos estadísticos de captura y recaptura han sido utilizados para estimar el tamaño poblacional de varios carnívoros. Esta técnica toma ventajas de marcas distintivas individuales a través de fotografías tomadas con estaciones de trampeo con trampas cámaras, ejemplo de esto son los exitosos estudios sobre la población de *Panthera tigris* (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 2002), o los realizados con el Leopardo de las nieves (*Uncia uncia*) en Hemis National Park, Ladakh, India (Jackson *et al.*, 2006) Otros estudios donde se han utilizado con éxito el fototrampeo son los trabajos realizados con el jaguar (*Panthera onca*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) realizados en

América (Wallace *et al.*, 2003; Silver *et al.*, 2004; Trolle y Kéry, 2005; Haines *et al.*, 2006). En el Welder Wildlife Foundation Refuge (WWFR), localizado en las planicies del centro de Texas en EUA se demostró que los linces (*L. rufus*) también se pueden identificar mediante la técnica de trampas cámara, debido a que este felino cuenta con marcas naturales en el pelaje (Heilbrun *et al.*, 2003).

En EUA se han realizado estimaciones del lince en varios estados desde la década de los 60's por medio de diferentes técnicas como son captura y marcaje, rastros y radiotelemetría y recientemente trampas cámara de las cuales se han reportada estimaciones de densidades que de 0.05 a 0.58 individuo/km² (Tabla 1; Marshall, 1969; Lembeck, 1978; Jones y Smith, 1979; Koehler y Hornocker, 1989; Lawhead, 1984; Rolley, 1985; Zezulak, 1997; Heilbrun *et al.*, 2003).

Tabla 1. Estimación de la densidad reportada para el lince en los Estado Unidos de America desde la década de los 60's.

Sitio	lince/ km²	Métodos	Referencias
Sur Carolina	0.58	Telemetría	Marshall, 1969
Noroeste de California	0.5	Telemetría	Zezulak, 1997
Welder Wildlife Foundation Refuge en el Sur de Texas	0.43	Trampas cámara	Heilbrun <i>et al.</i> , 2003
Costa de California	0.39	Trampas cámara	Larrucea <i>et al.</i> , 2007
Reseva Creek en California	0.35	Trampas cámara	Larrucea <i>et al.</i> , 2007
Valle de Sacramento en California	0.27	Trampas cámara	Larrucea <i>et al.</i> , 2007
Sureste de Illinois	0.27-34	Telemetría	Nielsen y Woolf, 2001
Three Bar Wildlife en el Centro de Arizona	0.24-0.27	Marcaje/Recaptura	Jones y Smith, 1979

Three Bar Wildlife en el Centro de Arizona	0.25	Telemetría	Lawhead, 1984
Sureste de Oklahoma	0.09	Estaciones olfativas	Rolley, 1985
Suroeste de Idaho	0.05	Telemetría	Bailey, 1974

Modelo Predictivo

El entendimiento y delimitación de la distribución de las especies es una importante herramienta usada en numerosos estudios de ecología, biogeografía y evolución (Guisan y Thuiller, 2005), y son el fundamento para la conservación de la biodiversidad (Samways, 2005). Los sitios proporcionados para protección son elegidos frecuentemente por su riqueza en especies o especies amenazadas, además muchos de los patrones espaciales de distribución de diferentes especies se encuentran fragmentada con poblaciones que representan unidades evolutivas particulares, así, el rango total de las especies merece consideraciones de conservación para maximizar la retención de la diversidad genética a lo largo de su distribución (Ryder, 1986; Avise y Nelson, 1989).

El rango de distribución de muchas especies es aun desconocido o está incompleto. Una de las principales causas por las cuales no se tiene documentado la distribución total de muchas especies es porque se trata de especies crípticas, pequeñas, o bien de distribución restringida y/o requieren de técnicas especiales para se detectadas. Sin embargo, en ausencia de registros o muestreos dirigidos a una especie o grupo se están utilizando modelos para predecir su distribución potencial. Estos modelos se basan en la teoría del nicho ecológico en combinación con Sistemas de Información Geográfica (SIG). La premisa central de este acercamiento es que la distribución observada de una especie provee información de sus requerimientos

ambientales. Sin embargo, en este tipo de modelos no se consideran interacciones bióticas, barreras geográficas e historia (Pearson y Dawson, 2003).

Dentro de los modelos para predecir la distribución potencial de especies el Modelo de Máxima Entropía (Maximum Entropy; MaxEnt) ha mostrado ser muy eficiente en varias regiones del mundo (Pearson, 2003; Peterson y Shaw, 2003; Philips *et al.*, 2006; Pearson *et al.*, 2006). La combinación de variables ambientales que utiliza este programa probabilístico en combinación de datos como la estimaciones de las abundancias de diferentes especies puede ser una herramienta muy poderosa para la toma de decisiones no solo en la elección de un sitio con alta riqueza de especies si no también será importante predecir las abundancias de ciertas especies de interés.

OBJETIVOS

El propósito de este trabajo fue generar información sólida y actualizada para seis localidades de México utilizando el análisis de excretas para identificar y determinar la importancia de las presas en la dieta de lince. Además estimar su densidad utilizando trampas-cámara en los mismos sitios para finalmente predecir su densidad en sitios similares en los cuales se realizaron los monitoreos.

ÁREAS DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en seis sitios de México (Figura 3). Cuatro de estas localidades se ubican dentro de Regiones Terrestres Prioritarias de México (RTP; Arriaga *et al.*, 2000) y las dos restantes no se encuentran dentro de ningún tipo de Área Natural Protegida (www.conanp.gob.mx).

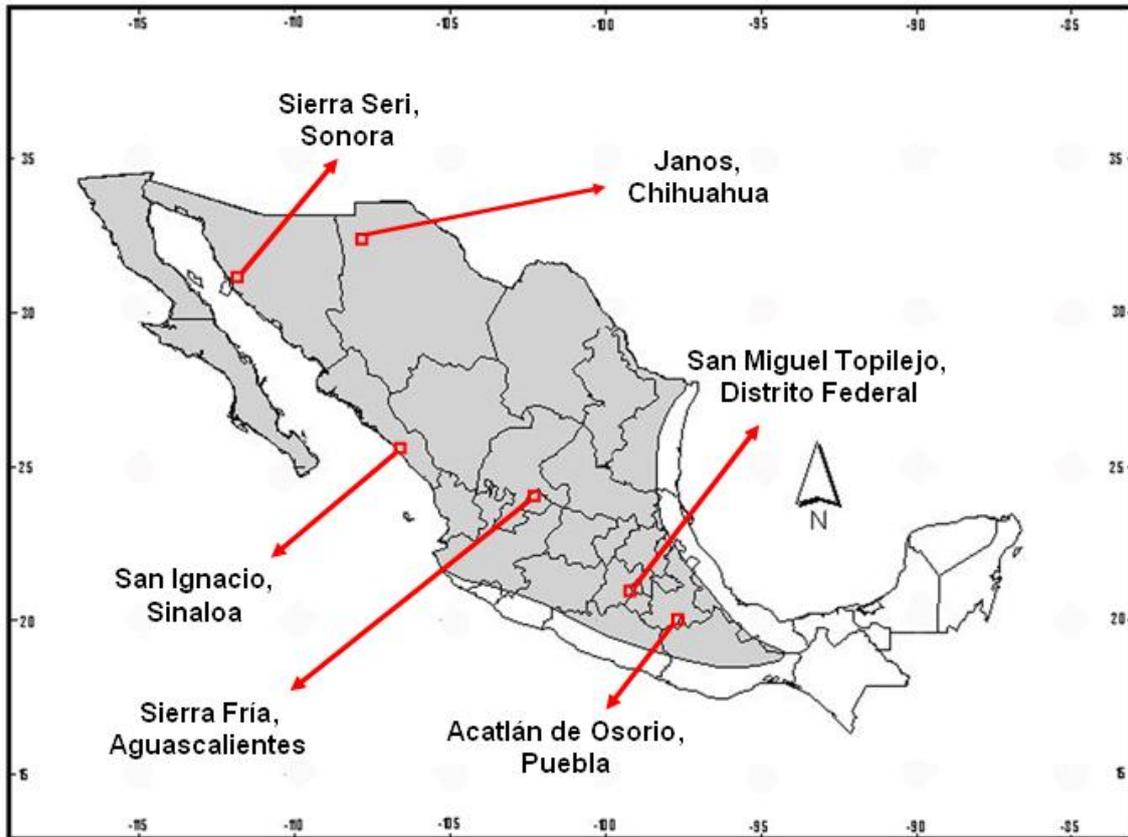


Figura 3. Ubicación de los seis sitios donde se realizó la descripción de la dieta y la estimación de las abundancias del linco (*Lynx rufus*) en México.

San Miguel Topilejo, Distrito Federal: se ubica dentro de la RTP-108 Ajusco-Chichinautzin que abarca la serranía y conos volcánicos de los Estados de México, Morelos y el Distrito Federal y tiene una superficie de 1,261 km². El estudio se realizó en la porción del Distrito Federal, dentro de los límites de la Delegación Tlalpan, en terrenos pertenecientes a la Comunidad de San Miguel Topilejo. Esta región se caracteriza por un clima templado, temperatura media anual entre 5° y 12° C, temperatura del mes más frío entre -3° y 18° C, menos de cuatro meses con temperatura mayor a 10° C, subhúmedo Cb'(w2), precipitación anual entre 200 y 1,800 mm; lluvias de verano del 5 al 10.2% anual (Arriaga *et al.*, 2000). La vegetación presente en el área incluye bosque de coníferas y pastizales, principalmente asociaciones de *Pinus hartwegii* y *Festuca tolucensis* (Figura 4; Silva *et al.*, 1999). Al estar tan cerca de la

Ciudad de México (ca. 20 km), este sitio presenta una gran perturbación por diferentes actividades humanas como pastoreo, agricultura, extracción de suelo, cacería, colecta de hongos y colecta de plantas medicinales (Reygadas *et al.*, 1995; Aranda *et al.*, 1999; Silva *et al.*, 1999).

Janos, Chihuahua: se ubica dentro de la RTP-45 Sierra de San Luis-Janos con una superficie de 10,339 km², entre los estados de Sonora y Chihuahua, siendo en este último donde se realizó el estudio, en el municipio de Janos, Chihuahua en los ranchos ganaderos de San Blas y Ojitos ubicados en una zona de planicie dentro de la Reserva de la Biosfera de Janos (DOF, 2009). Según la clasificación climática de Köppen (1948), modificada por García (1981) el clima es seco extremoso (BSokw(e')), con veranos cálidos y regímenes de lluvia de verano, e inviernos fríos. La temperatura media anual es de 15.7° C, y oscilación térmica entre el mes más frío y el más caliente es mayor de 14° C. Las fluctuaciones estacionales y diurnas son relativamente pronunciadas, con cierta frecuencia de heladas y nevadas en los meses más fríos (Rzedowski, 2006). Los tipos de vegetación principales son los pastizales y los matorrales áridos, pero también existen manchones de vegetación riparia y pequeños humedales (Figura 4). En los pastizales las especies dominantes son *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua hirsuta*, *Aristida hamulosa*, *Festuca* spp., *Fouquieria splendens*, *Prosopis laevigata* y *Opuntia imbricata* (Rzedowski, 2006; Pacheco *et al.*, 1999-2000).

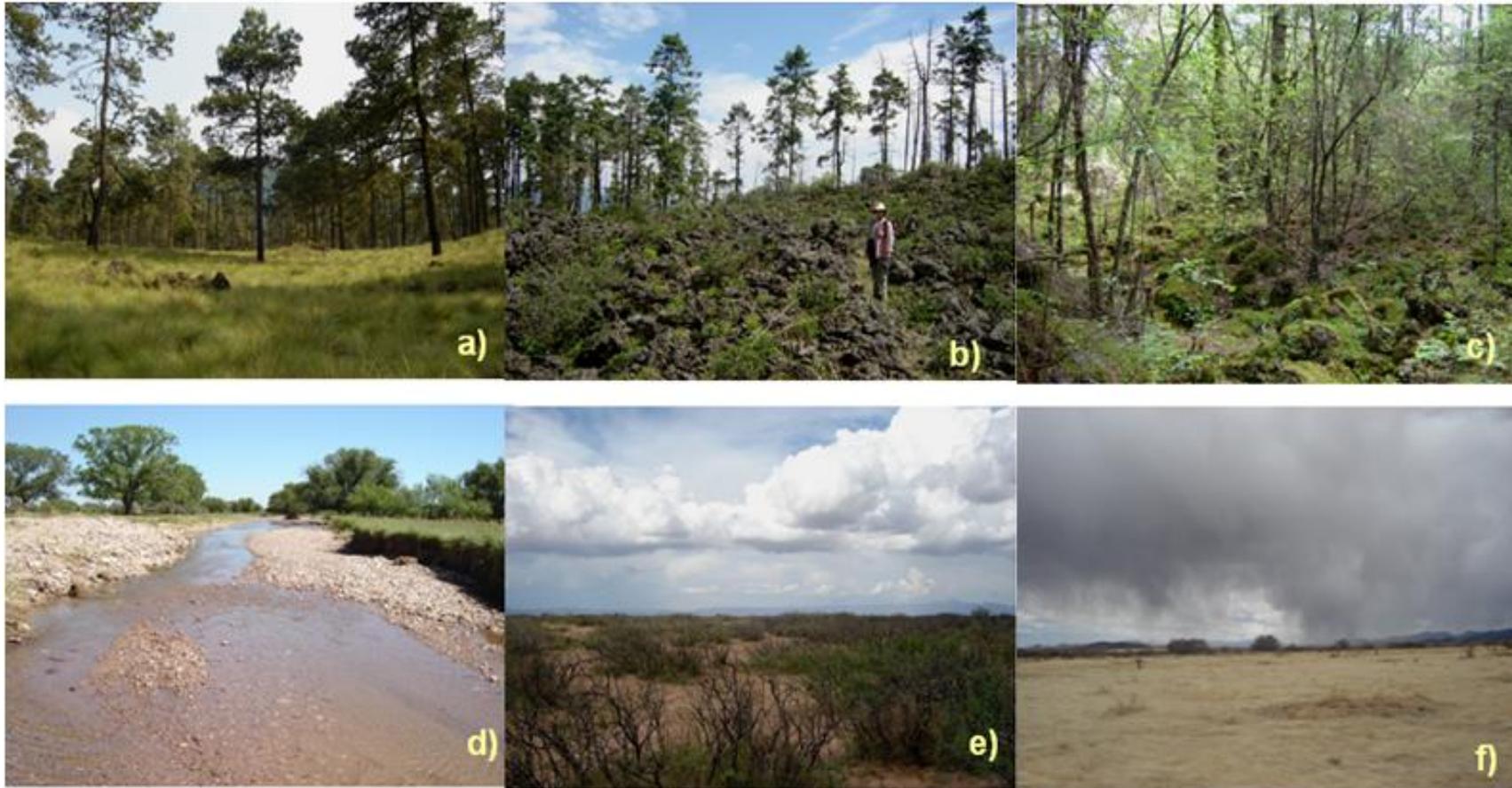


Figura 4. Área Comunal de San Miguel Topilejo, Delegación Tlalpan, Distrito Federal, a) bosque de coníferas-pastizal y b) y c) orografía (serranía y conos volcánicos). Ranchos San Blas y Ojitos, Janos, Chihuahua, d) zona riparía, e) zona de mezquites y f) pastizal natural.

Sierra Fría, Aguascalientes: se ubica dentro de la RTP-66 Sierra Fría (1,419 km²), entre la serranía de los estados de Zacatecas y Aguascalientes, siendo en este último estado donde se realizó el estudio en terrenos pertenecientes a la Comunidad Indígena de Monte Grande en el Municipio de San José de Gracia. Esta región es prioritaria para la conservación ya que se trata de un macizo de vegetación templada bien conservada rodeada de zonas áridas (Arriaga *et al.*, 2000). Se caracteriza por un clima templado y una temperatura media anual entre 12° C y 18° C, la temperatura del mes más frío entre -3° C y 5° C. Presenta un clima subhúmedo C (w) (Köppen, 1948, modificada por García, 1981), y una precipitación anual de 200 a 1,800 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual (Arriaga *et al.*, 2000). El principal tipo de vegetación presente en esta zona es el bosque de encino con asociaciones de *Quercus* spp. y *Arctostaphylos pungens* (Figura 5; Arriaga *et al.*, 2000), esta última especie han proliferado debido a los diferentes disturbios ocurridos en la región que han favorecido su establecimiento y dispersión (Vázquez y Quintero, 2005).

Sierra Seri, Sonora: el estudio se realizó dentro del Municipio de Hermosillo, en una zona conocida como “Rancho doble i” en la planicie costera asociada a pie de monte y sierra, situada en los alrededores del “Pico Johnson” que es la región más alta de esta sierra. Esta área se ubica dentro de la RTP-17 Sierra Seri, con una superficie total de 1,900 km² en el estado de Sonora. Ésta región se caracteriza por un clima muy árido, semicálido BWh(x'), temperatura media anual entre 18° y 22° C, temperatura del mes más frío esta entre los 3 y 16° C, la temperatura del mes más caliente mayor de 22° C y con lluvias en verano e invierno mayores al 18% anual (Arriaga *et al.*, 2000). Los principales tipos de vegetación presentes son matorral sarcocaulé y matorral desértico micrófilo (Figura 5; Rzedowski, 2006).

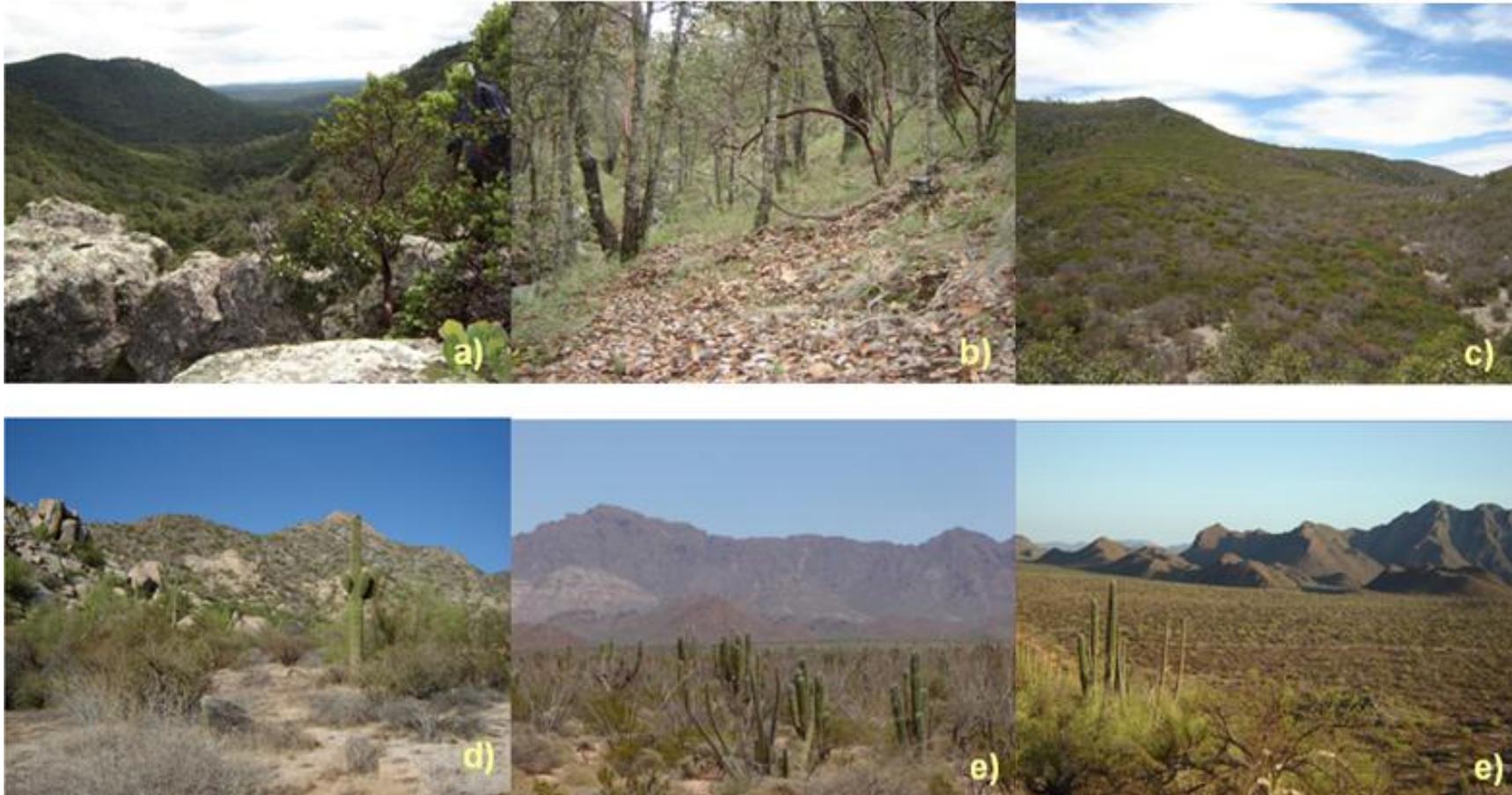


Figura 5. Área Comunal Monte Grande en el Municipio de San José de Gracia, Aguascalientes a) y b) bosque de encino-pino y manzanitas (*A. pungens*) y a) y c) orografía accidentada en el área de estudio. Rancho “doble i” d), e) y f) Matorral sarcocaula, matorral desértico micrófilo y orografía del sitio de estudio.

Carricitos, San Ignacio Sinaloa: se ubica en la zona de la costa del municipio de San Ignacio, al sur del estado de Sinaloa y colinda al norte con el municipio de Elota y al sur con el municipio de Mazatlán, al poniente con el Océano Pacífico y al este del área se encuentran las vías del tren del Pacífico. La altitud en Carricitos va de los 0 a 400 msnm. Los tipos principales de vegetación son selva baja caducifolia y pequeñas áreas con vegetación riparia (Figura 6; Rzedowski, 2006). Entre las especies vegetales dominantes están las amapas (*Tabebuia chrysantha* y *Tabebuia pentaphylla*), el palo blanco (*Ipomoea arborecens*), mauto (*Lysiloma divaricada*), la rosamarilla (*Cochlospermum vitaefolium*), sangregados (*Jatropha spp.*), papaches (*Randia echinocarpa*), los papelillos (*Bursera spp.*), mora (*Maclura tinctoria*) y el brasil (*Haematoxylon brasiletto*) (Rzedowski, 2006). Los climas presentes son semiárido y cálido: BSh y BW (Köppen, 1948, modificado por García, 1973). La temperatura media anual mayor entre los 22° a 26° C y la temperatura del mes mas frío es de 18° C; con lluvias en verano del 5% al 10.2% anual.

Acatlán de Osorio, Puebla: se ubica al sur del Estado de Puebla. El sitio limita al norte con el municipio de Tepexi de Rodríguez y al sur y este con el Estado de Oaxaca (INEGI, 2009). La altitud presente en el sitio va de los 1,100-1300 msnm. El principal tipo de vegetación es matorral xerófilo y algunos elementos de selva baja caducifolia (Figura 6) con especies como *Prosopis laevigata* (mezquite), *Acacia farnesiana* (huizachal), *Ipomoea arborescens* (palo blanco) y *Pachycereus spp.* (cardón) (Rzedowski, 2006). El clima presente es BSo(h')w árido, cálido y una temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes mas frío mayor de 18° C; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual (Köppen, 1948 modificada por García, 1981).

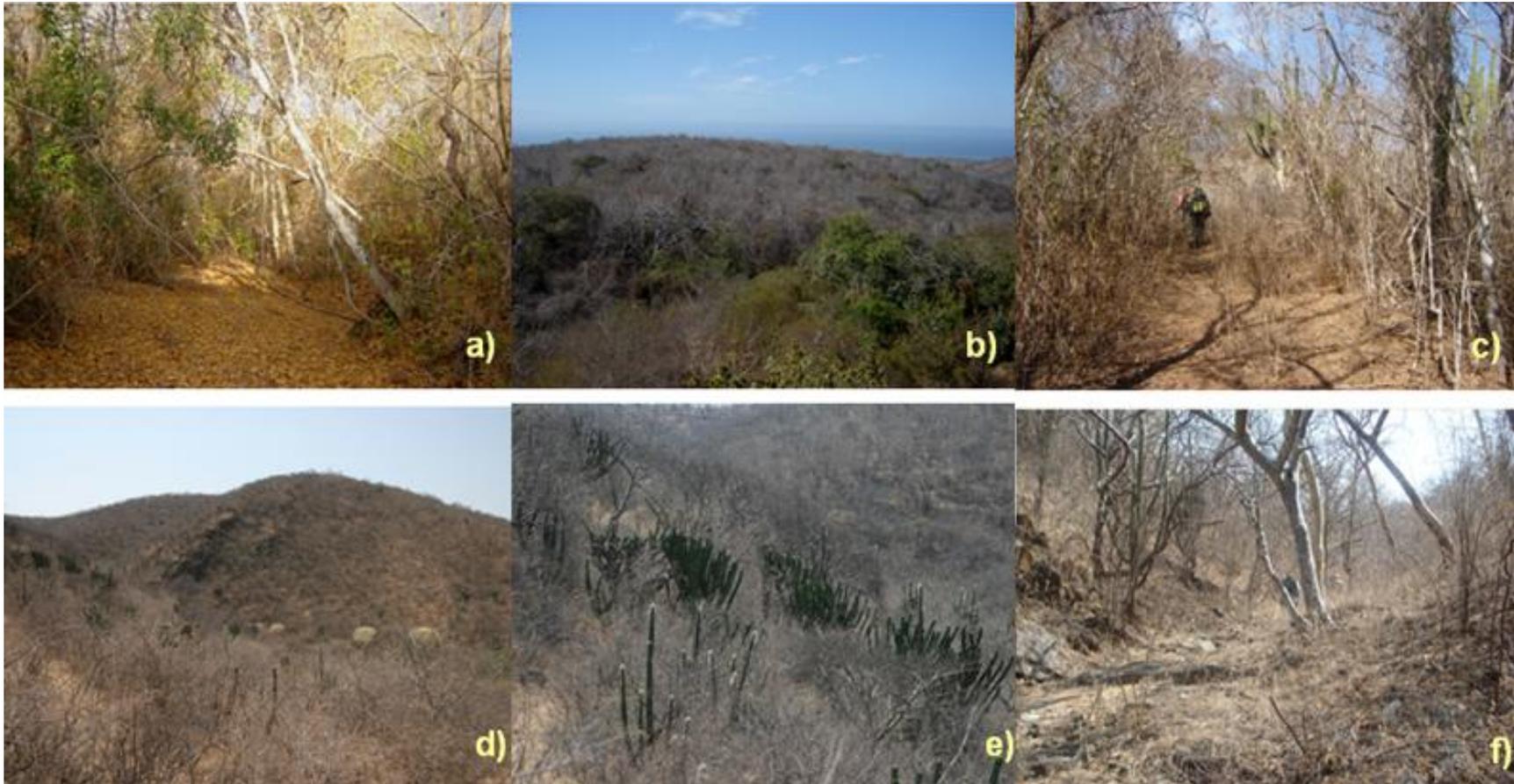


Figura 6. Carricitos, San Ignacio, Sinaloa. a) zona riparía, b) vista área de la selva baja caducifolia y c) senderos dentro del la selva baja caducifolia. Acatlán de Osorio, d) Vista de las cañadas de y orografía del sitio, e) matorral xerófilo y f) senderos y matorral xerófilo con algunos elementos de selva baja.

MÉTODOS

Hábitos alimenticios

Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en al menos dos visitas de 15 días para cada localidad, la primera correspondió a la temporada de lluvias (agosto-noviembre) y la segunda a la temporada de secas (marzo-junio). El estudio inició en la temporada de lluvias en agosto del 2006 y concluyó en la temporada de secas en mayo del 2008. Para los casos de las localidades ubicadas en los Estados de Sinaloa y Puebla solo se realizó una visita de 20 días. Para cada sitio realizaron recorridos a pie en cada área de estudio con distancia variable (Tabla 2), utilizando los caminos de terracería, veredas, brechas y lechos de río.

Tabla 1. Distancias recorridas en cada salida en los seis sitios de estudios. Las distancias de los recorridos se mantuvieron constantes durante las visitas a campo en temporada de lluvias y secas

Sitio de estudio	Distancia recorrida (Km)
San Miguel Topilejo, Distrito Federal	21.31
Sierra Fría, Aguascalientes	22.48
Janos, Chihuahua	22.90
Sierra Seri, Sonora	25.65
Carricitos, San Ignacio, Sinaloa	18.10
Acatlán de Osorio, Puebla	20.05

Para la colecta de excretas se realizaron tres recorridos en cada sitio para cada temporada. Al primer recorrido se le denominó recorrido de limpieza, en este se quitaron todas las excretas encontradas para asegurar que en los siguientes dos

recorridos las excretas colectadas representen muestras de esa temporada. Sin embargo, se conservaron aquellas excretas que tuvieran características correspondientes a un corto tiempo de exposición. Estas características fueron que las excretas mantuvieron su forma, color o bien que no se encontraran lavadas por efecto de la lluvia o erosionadas como efecto de la exposición excesiva al sol como puede ser en el caso del sitio de Sierra Seri, Sonora. En los siguientes dos recorridos se colectaron todas las excretas encontradas. Las colectas se realizaron con una diferencia de entre cuatro a seis días durante la misma visita. La identificación en campo de las excretas de lince se realizó por tres criterios que fueron: la forma, el tamaño y el color (Aranda, 2002; Figura 7). Una vez que se identificaba una excreta de lince en los recorridos se colectaba en una bolsa tipo ziploc y se etiquetaba con un número de colecta, fecha, localidad, localización geográfica y altitud. Si dos o más excretas se encontraban a una proximidad 50 m se les asignó la misma localización geográfica, pero diferente clave y cuando se identificó una letrina todas las excretas tenían los mismo datos excepto la clave y una letra “L” junto con un número que indicaba el número de letrina por ejemplo “L1”.



Figura 7. Se muestran excretas de lince (*L. rufus*) de dos localidades diferentes a) Janos, Chihuahua y b) San Miguel Topilejo, Distrito Federal. En ambos casos la principal característica son las constricciones presentes a lo largo de la excreta y un color de gris verdoso-olivo, tomando la misma referencia visual, son similares en tamaño.

Análisis de laboratorio

Una vez colectadas las excretas y habiéndose secado a temperatura ambiente en el laboratorio se procedió a la separación de sus componentes. Se utilizó una charola de 20 X 20 cm en la cual se colocó la excreta y con un par de pinzas de disección se fue fraccionando la materia fecal y separando los restos óseos, pelos, uñas, escamas y plumas. Para los restos de mamíferos se intentó su identificación hasta nivel de especie cuando fue posible. En el caso de los reptiles sólo se llegó a suborden y para las aves solo clase. Se dió mayor importancia a la identificación de mamíferos porque de acuerdo a la bibliografía esta Clase es la presa principal a lo largo de su distribución (Rollings, 1945; Gashwiler *et al.*, 1960; Hall, 1973; Fritts y Seelander, 1978; Bailey, 1979; Jones y Smith, 1979; Litvaitis, 1981; Knick *et al.*, 1984; Litvaitis *et al.*, 1984; Leopold y Krausman, 1986; Litvaitis *et al.*, 1986; Delibes e Hiraldo 1987; Romero, 1993; Delibes *et al.*, 1997; Aranda *et al.* 2002; Luna y López 2006).

Para la identificación de las presas de mamíferos se utilizaron principalmente dientes y mandíbulas para lo cual se revisaron las referencias de Anderson (1972), Chapman (1978), Dowler y Genoways (1978), Mc Ghee y Genoways (1978), Veal y Caire (1979), Chapman *et al.* (1980); Cameron y Spencer (1981), Hall (1981), Hoffmeister (1981), Webster y Jones (1982), Cornely y Baker (1986), Eshelman y Cameron (1987), Best (1988), Macedo y Mares (1988), Paulson (1988), Cervantes *et al.* (1990), Garrison y Best (1990), Best y Skupski (1994), Best (1996), Jones y Baxter (2004), Mantooth y Best (2005), Reid (2006). Los restos de las presas también fueron comparados de manera directa con ejemplares de la Colección de Mamíferos del Laboratorio de Arqueozoología del Instituto Nacional de Historia. Además, en el caso de la roedores y lagomorfos identificados para Janos, Chihuahua se compararon con la

Colección de Mamíferos del Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre del Instituto de Ecología de la UNAM.

Análisis de los datos

La cuantificación de los componentes en las excretas (restos de huesos, pelo, uñas y otros componentes) se expreso en porcentaje de ocurrencia (% Oc), es decir, el número de veces que una especie particular de presa fue encontrada en el total de las muestras (Bailey, 1979; Jones y Smith, 1979; Delibes e Hiraldo, 1987; Romero, 1993; Delibes *et al.*, 1997; y esto se obtuvo a partir de:

$$\% \text{ Oc} = n \times 100/N$$

Donde n = es el número de veces que aparece una presa en particular y N = número de excretas en cada visita del felino.

Representatividad de la muestra

Para establecer la representatividad de las presas presentes en las excretas se hicieron curvas de acumulación. Para ello se construyeron matrices de datos para cada temporada y para cada localidad. Las filas representaron los taxa y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo que en este estudio fueron las excretas colectadas. Estas matrices contenían los datos de presencias (1) y ausencias (0), ya que la curva de acumulación únicamente representa la adición de especies, independientemente del número de individuos que aporten. Se utilizó el programa EstimateS (Colwell, 1994 y 2004), al cual se le introdujo 100 aleatorizaciones para obtener la curva ideal (suavización de la curva) o el promedio de adición de taxa con el aumento del muestreo. Para evaluar la calidad del muestreo se utilizo la ecuación de Clench porque la probabilidad de añadir nuevas especies eventualmente se desvanece porque la

experiencia en campo se incrementa (Clench, 1979; Soberón y Llorente, 1993). Este tipo de modelo también es uno de los más utilizados y ha demostrado un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y para con la mayoría de los taxones (Sphingidae: León-Cortés *et al.*, 1998; Chiroptera: Moreno y Halffter, 2000; Heterocera: Ricketts *et al.*, 2002; Araneae: Jiménez-Valverde y Lobo, 2004; Hortal *et al.*, 2004; Jiménez-Valverde *et al.*, 2004).

La ecuación de Clench es:

$$S_n = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$$

Donde a es la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y b es un parámetro relacionado con la forma de la curva. El ajuste de estas funciones se realizó mediante estimación no lineal Simplex & Quasi-Newton en el programa Statistica v. 7.0 (Copyright © StarSoft, Inc. 1984-2004).

También se evaluó la calidad de los datos calculando la pendiente al final de la curva: para Clench (en un punto n) mediante:

$$a / (1 + b \cdot n)^2$$

Se obtuvo la proporción de fauna registrada que también nos da idea de la calidad del inventario mediante:

$$S_{obs} / (a/b)$$

Por último se estimó el esfuerzo de muestreo necesario para registrar el 90 y el 95 % de la fauna mediante:

$$n_{90} = \% / [b(1 - 0.90)] \text{ y } n_{95} = \% / [b(1 - 0.95)]$$

Estimación de la densidad

Para la estimación de la densidad de lince para cada localidad y temporada se identificaron las fotos obtenidas, utilizando los caracteres específicos e individuales de cada individuo, utilizando manchas, rosetas, barras o cualquier otra marca distintiva presente para determinar cuantos individuos fueron capturados y de estos cuales fueron recapturados por medio de las fotografías.

Con esta información se elaboraron historiales de captura y recaptura que son matrices de datos de presencias (1) y ausencias (0), donde las columnas fueron los días trampa de esfuerzo y los renglones fueron los individuos capturados por medio de fotografías.

Para estimar el número de lince de cada sitio y temporada se utilizaron estos historiales de captura y recaptura en combinación del programa CAPTURE que es un modelo para estimar poblaciones cerradas y examina lo siguiente: 1) Evalúa si no se violaron los supuestos de captura-recaptura que incluyen si la población monitoreada se comporto como una población cerrada; 2) Analiza el historial de captura y recaptura con varias pruebas de modelos estadísticos (modelo nulo, modelo heterogeneidad a la captura, modelo de respuesta a la captura, modelo de variación temporal en la probabilidad de captura y la combinación de todos estos modelos), para determinar el modelo más adecuado para los datos colectados y 3) Estima la probabilidad de captura y el tamaño de la población o abundancia absoluta (N), con un error estándar y un intervalo de confianza.

Una vez que se obtuvo la estimación de la densidad de lince para cada sitio y temporada por medio del programa CAPTURE, se estimó el área efectiva de muestreo que se calcula siguiendo el polígono que se forma por la conexión de las estaciones de trampeo más externas del área de estudio más una zona de amortiguamiento (buffer),

para considerar que los individuos estén representados en su ámbito hogareño en el área monitoreada (Karanth y Nichols, 2002). Para obtener el área de amortiguamiento de este estudio se tomaron dos puntos de vista para obtener la más adecuada: 1) El desarrollado y utilizado por Wilson y Anderson (1985) que retoma Nichols y Karanth (2002), el cual utiliza la mitad del promedio de la distancia máxima recorrida por los individuos recapturados. Esta metodología aplicada en la mayoría de los trabajos reportados de foto-trampeo en otros felinos en combinación con los modelos captura y recaptura (Karanth y Nichols, 2002; Wallance et al., 2003; Maffei et al., 2004; Silver et al., 2004) y 2) Y el utilizado por Soisalo y Cavalacanti (2006), el cual utiliza solamente el promedio de las de las distancias máximas recorridas de los individuos recapturados que se usaron en estudios realizados con radio-telemetría de jaguar donde se han obtenido datos más precisos.

El área efectiva de muestreo (polígono de las estaciones de trampeo más área de amortiguamiento) se calculó por medio del sistema de información geográfica ArcView versión 3.1, y los datos se representaron en km².

Finalmente para calcular el tamaño poblacional de cada sitio y temporada se utilizó la siguiente fórmula:

$$D = N/A$$

Donde, D = densidad, N = abundancia calculada por el programa CAPTURE y A = área buffer calculada en km².

Modelo Predictivo

Para la estructuración del modelo de predicción de la densidad del lince en sitios con características similares a las poblaciones estudiadas en este trabajo primero se realizó un modelo predictivo de la distribución a nivel Nacional para lo cual se utilizó el

Programa MaxEnt (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>) en el cual se utilizaron registros históricos y actuales de la presencia de lince. De estos registros el 50% fueron utilizados para correr el modelo y el otro 50% para validar el modelo. Se eligió un número máximo de 500 iteraciones. En este modelo se utilizaron un total de 23 variables ambientales continuas en formato de celdas con un tamaño de 0.01. También con este programa se determinó el porcentaje de contribución de cada una de las 23 variables ambientales con la finalidad de elegir las más importantes desde el punto de vista de contribución con el modelo de predicción de la distribución. A estas variables seleccionadas se les realizó un análisis de correlación por medio del programa R. De las variables elegidas se obtuvieron todos los datos que se encontraron dentro del área de los polígonos que se generaron en la sección de estimación de la densidad del lince.

La información de cada polígono de las capas que se fueron depurando se combino y se obtuvo un modelo que predecía los sitios que presentaban las mismas características a los sitios de estudio en este trabajo. Finalmente los modelos generados con esta información se reclasificaron y se les asigno la densidad del lince para cada sitio.

RESULTADOS

Se colectaron un total de 285 excretas. La única localidad donde no se colectaron excretas de lince fue Sierra Fría, Aguascalientes. El 32.98 % de las excretas corresponden a la temporada de lluvias y el 67.01 % a la temporada de secas. A continuación se describe los resultados obtenidos en cada localidad los cuales se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3. Se muestran las tres presas más frecuentes para cada localidad durante la temporada de lluvias y secas.

Sitio	Principales Presas			
	Temporada de lluvias	% de Oc.	Temporada de secas	% de Oc.
San Miguel Topilejo, Distrito Federal	<i>M. mexicanus</i>	41.66	<i>N. mexicana</i>	45.45
	<i>N. mexicana</i>	29.16	<i>M. mexicanus</i>	36.36
	<i>R. diazi</i>	58.33	<i>Sigmodon sp.</i>	27.27
Sierra Fría, Aguascalientes	--		--	
Janos, Chihuahua	<i>Dipodomys sp.</i>	29.26	<i>Dipodomys sp.</i>	39.47
	<i>N. albigula</i>	24.29	<i>N. albigula</i>	34.21
	<i>S. audubonii</i>	46.34	<i>Sigmodon sp.</i>	28.94
Sierra Seri Sonora	<i>S. auduboni</i>	16.39	<i>S. audubonii</i>	21.87
	<i>Chaetodipus sp.</i>	14.75	<i>Chaetodipus sp.</i>	21.87
	<i>N. albigula</i>	29.5	<i>Dipodomys sp.</i>	18.75
Carricitos San Ignacio, Sinaloa	--		<i>Sylvilagus sp.</i>	32.29
			Lacertilia	35.25
			<i>Liomys pictus</i>	11.76
Acatlán de Osorio, Puebla	--		<i>Sylvilagus sp.</i>	64.44
			Aves	8.88
			<i>N. mexicana</i>	4.44

Composición de la Dieta

San Miguel Topilejo, Distrito Federal: se colectaron un total de 33 excretas. El 66.6% de las excretas se colectó en la temporada de lluvias y el 33.3% en la temporada de secas. En ambas temporadas la dieta estuvo compuesta en un 100% por mamíferos. En la temporada de lluvias se colectaron 22 excretas de las cuales se identificaron nueve taxa. El porcentaje de ocurrencia para esta temporada mostró que la presa más frecuente para este felino fue el *Romerolagus diazi* (58.33%), seguida del *Microtus mexicanus* (41.66%), *Neotoma mexicana* (29.16%), *Sigmodon sp.* (12.5%), *Neotomodon*

alstoni (8.33%), *Sylvilagus floridanus* (4.54%), *Cratogeomys merriami* (4.54%), *Peromyscus sp.* (4.54%) y *Reithrodontomys sp.* (4.54%). Para la temporada de secas se analizaron 11 excretas de las cuales se identificaron seis taxa ya registrados en la temporada de lluvias. De acuerdo con los resultados de porcentaje de ocurrencia, la presa más frecuente en esta temporada fue *Neotoma mexicana* (45.45%), seguida de *Microtus mexicanus* (36.36%), *Sigmodon sp.* (27.27%), *Romerolagus diazi* (18.18%), *Neotomodon alstoni* (18.18%), y *Reithrodontomys sp.* (9.09%).

Sierra Fría, Aguascalientes: no se colectó ninguna excreta de gato montés en ninguna temporada durante los recorridos realizados, pero sí se colectaron un total de siete excretas de puma (*Puma concolor*) tres de las cuales fueron obtenidas en la temporada de secas y cuatro durante la temporada de lluvia. De las siete excretas colectadas dos estaban compuestas por conejo (*Sylvilagus audubonii*), dos por venado (*Odocoileus virginianus*), dos por pecarí (*Tayassu tajacu*) y una por *Meleagris gallopavo*. En todos los casos sólo se logró determinar una presa por excreta.

Janos, Chihuahua, se colectaron un total de 79 excretas en esta localidad. El 51.9% en la temporada de lluvias y el 48.1% en la temporada de secas. El total de taxa identificados para ambas temporadas fue de 12. Para la temporada de lluvias se colectaron 41 excretas donde se identificaron ocho taxa. La especie presa más frecuente fue *Sylvilagus audubonii* (46.34%), seguida de *Dipodomys sp.* (29.26%), *Neotoma albigula* (24.29%), *Chaetodipus sp.* (9.75%), serpientes no identificadas (9.75%), reptiles (7.31%), *Lepus californicus* (4.88%) y lagartijas (2.43%). En la temporada de secas se analizaron 38 excretas en las que se identificaron nuevamente ocho taxa. La principal presa fue el *Dipodomys sp.* (39.47%), seguida de la *Neotoma albigula* (34.21%), *Sigmodon sp.* (28.94%), *Sylvilagus audubonii* (15.78%), aves (13.15%), *Perognathus sp.* (2.63%), *Reithrodontomys sp.* (2.63%) y *Chaetodipus sp.* (2.63%).

Sierra Seri, Sonora: se colectaron un total de 91 excretas en ambas temporadas en las cuales se identificaron un total de 17 taxa. Las presas presentes en la muestras corresponde a mamíferos, aves y reptiles. En la temporada de lluvias el porcentaje de ocurrencia muestra que la presa más frecuente durante el periodo de lluvias fue la *Neotoma albigula* (29.5%), seguida por *Sylvilagus audubonii* (16.39%), *Chaetodipus sp.* (14.75%), *Dipodomys sp.* (13.11%), *Ammospermophilus harrisii* (9.83%), aves no identificadas (8.19%), serpientes no identificadas (6.55%). Para la temporada de secas se analizaron 31 excretas. De acuerdo con el análisis del porcentaje de ocurrencia, las presas más frecuente fueron *Sylvilagus audubonii* (21.87%) y *Chaetodipus sp.*(21.87%), seguidas de *Dipodomys sp.* (18.75%), serpientes no identificadas (15.62%), lagartijas no identificadas (12.5%), *Ammospermophilus harrisii* (9.35%), aves no identificadas (9.35%).

Carricitos, San Ignacio, Sinaloa: se colectaron un total de 44 excretas en la temporada de secas de las cuales se identificaron 7 taxa. Los grupos presentes en la dieta son mamíferos, aves y reptiles. El porcentaje de ocurrencia muestra que la presa más frecuente fue el *Sylvilagus sp.* (35.29%), seguido de Lacertilia (23.25%), *Liomys pictus* (11.76%), Aves (11.76%), *Sigmodon sp.* (9.80%), *Baiomys taylori* (3.92%) y *Chaetodipus sp.* (3.92%).

Acatlán de Osorio Puebla: se colectaron 37 excretas en la temporada de secas de las cuales se identificaron un total de 7 taxa. Las presas presentes en la muestras corresponde a mamíferos, aves y reptiles. El porcentaje de ocurrencia muestra que la presa mas frecuente durante este periodo fue el *Sylvilagus sp.* (64.44%), seguida por las Aves (8.88%), *Neotoma mexicana* (4.44%), *Chaetodipus sp.* (4.44%), Lacertilia (4.44%) y *Reithrodontomys sp.* (2.22%).

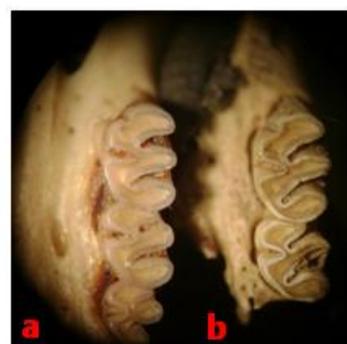
En la Figura 7 se muestran los restos de mandíbulas y dientes de las presas determinados en las diferentes localidades comparados de manera directa con ejemplares de la Colección de Osteología del Laboratorio de Arqueozoología del Instituto Nacional de Historia.

Representatividad de la muestra

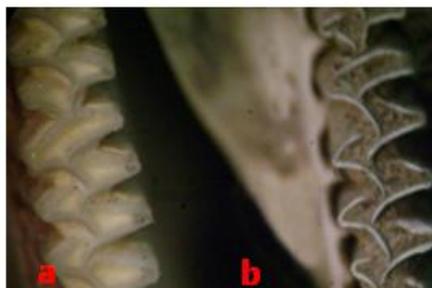
Área Comunal de San Miguel Topilejo, Distrito Federal: en la temporada de lluvias los resultados obtenidos a partir de la curva de acumulación (Figura 8^a) mostraron un coeficiente variación de $R^2 = 0.9817$ y una pendiente de 0.094. El porcentaje de fauna registrado en esta temporada fue del 76.31%. Para tener registrado el 90 % o el 95 % de presas del lince en esta temporada se necesitaba haber colectado 51 y 133 excretas para cada porcentaje mencionado.

Para la temporada de secas se obtuvo una curva de acumulación (Figura 8^b) con un coeficiente de variación de $R^2 = 0.9977$ y una pendiente de 0.176. La proporción de la fauna registrada en esta temporada fue de 69.27%. Para tener registrado el 90 % o el 95 % de presas del lince en esta temporada se necesitaba haber colectado 36 y 88 excretas más para cada porcentaje mencionado (Tabal 4).

Janos, Chihuahua: la curva de acumulación para la temporada de lluvias (Figura 8^c) mostró un coeficiente variación de $R^2 = 9975$ y una pendiente de 0.017. El porcentaje de fauna registrado en esta temporada fue del 88.10%. Para haber registrado el 90 % o el 95 % de presas del lince en esta temporada se necesitaba haber colectado 1 y 55 excretas más para cada porcentaje mencionado.



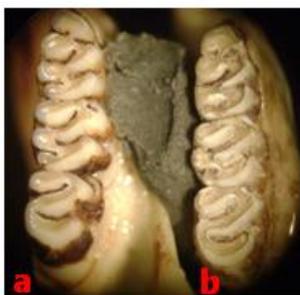
Neotoma albigula
a) 5676 INAH Dgo. hembra
b) Muestra HC18S



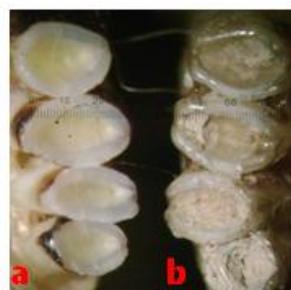
Microtus mexicanus
a) 7550 INAH DF
b) Muestra HDE12



Sylvilagus audubonii
a) 1293 INAH SLP
b) Muestra HC30S



Sigmodon hispidus
a) 5927 INAH Zacatecas
b) Muestra HC12S



Dipodomys spectabilis
a) 6397 INAH Texas
b) Muestra HC32S



Liomys pictus
a) 1298 INAH Sinaloa
b) Muestra HSin30



Baiomys taylori
a) 5803 INAH Jalisco
b) Muestra HSin7

Figura 7. Presas identificadas por comparación directa con los ejemplares de la Colección de Osteología Comparada del Laboratorio de Arqueozoología del Instituto Nacional de Historia. a) Ejemplares de la colección. b) restos de las presas encontradas en las excretas durante este estudio.

Para la temporada de secas se obtuvo una curva de acumulación (Figura 8^d) con un coeficiente de variación de $R^2 = 0.9852$ y una pendiente de 0.029. La proporción de la fauna registrada en esta temporada fue de 90.16%. Para tener registrado el 95 % de presas del lince en esta temporada se necesitaba haber colectado 83 excretas más (Tabla 4).

Rancho "doble i", Sierra Seri, Sonora: en la temporada de lluvias los resultados obtenidos a partir de la curva de acumulación mostraron un coeficiente variación de $R^2 = 0.9998$ y una pendiente de 0.099. El porcentaje de fauna registrado en esta temporada fue del 75.10%. Para tener registrado el 90 % o el 95 % de presas del lince en esta temporada se necesitaba haber colectado 66 y 175 excretas más para cada porcentaje mencionado (Figura 8^e).

Para la temporada de secas se obtuvo un coeficiente de acumulación de $R^2 = 0.9992$ y una pendiente de 0.019. La proporción de la fauna registrada en esta temporada fue de 93.72% (Figura 8^f). Para tener registrado el 95 % de presas del lince en esta temporada se necesitaba haber colectado 78 excretas más (Tabla 4).

Carricitos, San Ignacio, Sinaloa: los resultados obtenidos a partir de la curva de acumulación mostraron un coeficiente variación de $R^2 = 0.9989$ y una pendiente de 0.016. El porcentaje de fauna registrado en esta temporada fue del 88.22% (Figura 8^g). Para tener registrado el 90 % o el 95 % de presas del lince en este sitio para la temporada de secas se necesitaba haber colectado 1 y 51 excretas más para cada porcentaje mencionado (Tabla 4).

Acatlán de Osorio Puebla: en la temporada de lluvias los resultados obtenidos a partir de la curva de acumulación mostraron un coeficiente variación de $R^2 = 0.9947$ y una pendiente de 0.04 (Figura 8^h). El porcentaje de fauna registrado en esta temporada fue del 76.14%. Para tener registrado el 90 % o el 95 % de presas del lince en esta temporada se necesitaba haber colectado 60 y 177 excretas más para cada porcentaje mencionado (Tabla 4).

Tabla 4. Representatividad de la muestra para cada sitio y temporada. En el caso de los sitios de San Ignacio, Sinaloa y Acatlán de Osorio, Puebla solo se incluyen datos para la temporada de secas. En el caso de Sierra Fría, Aguascalientes no se incluyeron datos al no haberse colectado ninguna excreta de lince.

Sitio	# muestras	Especies Observadas EstimateS	R ²	Calidad del Inventario (Clench)	% de Fauna estimada	# de muestras necesarias	
						90%	95%
Topilejo, D.F. lluvias	22	8	0.9817	0.094	76.31	51	133
Topilejo, D.F. secas	11	6	0.9977	0.172	69.27	36	88
Janos, Chi. Lluvias	41	7	0.9975	0.017	88.10	1	45
Janos, Chi. Secas	38	8	0.9852	0.029	90.16	0	83
Sierra Seri, Son. lluvias	31	12	0.9998	0.099	75.10	66	175
Sierra Seri, Son. secas	60	11	0.9992	0.019	93.72	0	78
San Ignacio, Sinaloa	44	7	0.9989	0.016	88.22	1	51
Acatlán, Puebla	38	7	0.9947	0.04	76.14	60	177

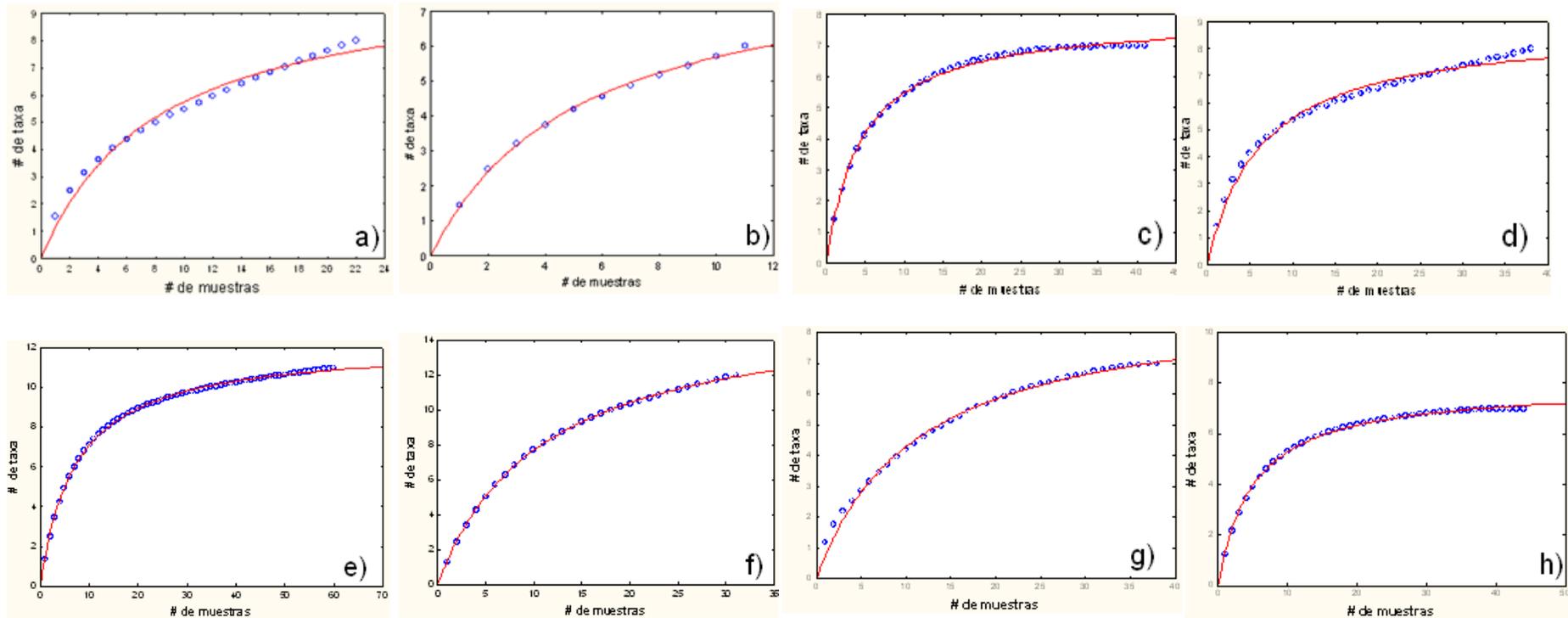


Figura 8. Curvas de acumulación para cada temporada y sitio ● muestras y ---Curva de Clench. San Miguel Topilejo, Distrito Federal: a) temporada de lluvias ($R^2 = 0.9817$) b)temporada de secas ($R^2 = 0.9977$); Rancho San Blas y Rancho Ojitos Janos, Chihuahua: c) temporada de lluvias ($R^2 = 0.9975$), d)temporada de secas ($R^2 = 0.9852$); Rancho doble i, Sierra Seri, Sonora: e) temporada de lluvias ($R^2= 0.9998$); f)temporada de secas ($R^2 = 0.9992$); San Ignacio, Sinaloa: g) temporada de secas ($R^2 = 0.9989$); Acatlán de Osorio, Puebla: h)temporada de secas ($R^2 = 0.9947$).

Estimación de la densidad

Se obtuvieron un total de 41 fotos de lince considerando la temporada de lluvias y secas en los cuatro sitios en 2,070 días trampa. Para las seis localidades durante la temporada de lluvias se obtuvieron 18 registros, mientras que en la temporada de secas se obtuvieron 23 registros. Con estos datos se elaboraron matrices de presencia y ausencia en cada localidad cuando fue posible obtener capturas de lince. En cada matriz se consideraron 15 eventos que corresponden a los 15 días de muestreo, sin embargo en durante la temporada de lluvias en tres localidades se consideraron 12 eventos debido a las modificaciones que se describen en la metodología. Las estimaciones de los lince en las seis localidades de México variaron de 0.053 a 0.536 lince/km². Estas estimaciones fueron calculadas con las metodologías descritas por Wilson y Anderson (1983) y Soisalo y Cavalcanti (2006) que además consideran el programa CAPTURA de manera conjunta con el área efectiva calculada para establecer el número de lince por km² (Tabla 5).

La información de las estimaciones de las densidades del lince a lo largo de su distribución y las obtenidas en este estudio se muestran en la Tabla 6 con la finalidad de comparar y visualizar en que rango se encuentra las densidades del lince en nuestro país.

Tabla 5. Estimación de la densidad del lince en las diferentes temporadas y localidades con trampas cámaras

Localidad	Temporada	Área efectiva de muestreo km ²		Densidad	Densidad (individuo/km ²)	
		Wilson y Anderson (1983)	Soisalo y Cavalcanti (2006)	CAPTURE	Wilson y Anderson (1983)	Soisalo y Cavalcanti (2006)
Topilejo, D.F.	Lluvias	24,070	56,564	3 (se ± 1.38)	0.124	0.053
Janos, Chi	Lluvias	9,558	16,448	5 (se ± 1.96)	0.523	0.303
	Secas	9,328	16,156	5 (se ± 1.99)	0.536	0.309
Sierra Seri, Son	Lluvias	13,858	26,316	2 (se ± 0.0004)	0.144	0.075
	Secas	12,515	22,932	4 (se ± 2.51)	0.319	0.174
San Ignacio, Sinaloa	Secas	6,575	11,428	3 (se ± 1.07)	0.478	0.318
Acatlán, Puebla	Secas	8,160	15,289	1 (se ± 0.00)	0.122	0.065

Tabal 6. Densidades de lince estandarizadas a 1 km² a largo de su distribución y los métodos utilizados para su obtención.

Sitio	lince/ km ²	Métodos	Referencias
Sur Carolina	0.58	Telemetría	Marshall, 1969
Noroeste de California	0.5	Telemetría	Zezulak, 1997
Welder Wildlife Foundation Refuge en el Sur de Texas	0.43	Trampas cámara	Heilbrun <i>et al.</i> , 2003
Costa de California	0.39	Trampas cámara	Larrucea <i>et al.</i> , 2007
Reseva Creek en California	0.35	Trampas cámara	Larrucea <i>et al.</i> , 2007
San Ignacio, Sinaloa (secas)	0.318-0.478*	Trampas cámara	Este estudio
Janos, Chihuahua (secas)	0.309-0.536*	Trampas cámara	Este estudio
Janos, Chihuahua (lluvias)	0.303-0.523*	Trampas cámara	Este estudio
Valle de Sacramento en California	0.27	Trampas cámara	Larrucea <i>et al.</i> , 2007
Sureste de Illinois	0.27-34	Telemetría	Nielsen y Woolf, 2001
Three Bar Wildlife en el Centro de Arizona	0.24-0.27	Marcaje/Recaptura	Jones y Smith, 1979
Three Bar Wildlife en el Centro de Arizona	0.25	Telemetría	Lawhead, 1984
Sierra Seri, Sonora (secas)	0.174-0.319*	Trampas cámara	Este estudio
Sierra Seri, Sonora (lluvias)	0.075-0.144*	Trampas cámara	Este estudio
Sureste de Oklahoma	0.09	Estaciones olfativas	Rolley, 1985
Suroeste de Idaho	0.05	Telemetría	Bailey, 1974
Topilejo, D. F. (lluvias)	0.053-0.124*	Trampas cámara	Este estudio
Acatlán de Osorio	0.065-0.122*	Trampas cámara	Este estudio
Topilejo, D. F. (secas)	0	Trampas cámara	Este estudio
Sierra Fría Aguascalientes (secas, lluvias y secas)	0	Trampas cámara	Este estudio

A continuación se describen a las fotos obtenidas de lince, historiales de captura, estimación mínima y máxima de la densidad obtenida con CAPTURE y cálculos del área efectiva de muestreo para cada una de las temporadas y sitios donde realizo el estudio.

Área Comunal de San Miguel Topilejo, Distrito Federal: en este sitio se obtuvieron cuatro fotos de lince durante el estudio prospectivo en el mes de abril del 2006 en seis días trampa. Las fotos correspondieron a tres individuos diferentes. En ninguno de los casos es posible establecer el sexo de los individuos capturas. En la temporada de lluvias se tomaron cuatro fotos de tres individuos diferentes de lince en 240 días trampa teniendo una frecuencia de captura de 12.5 individuos/días trampa. El lince nombrado Fantasma fue el único del que se obtuvo una recaptura y ocurrió en la misma estación de trampeo. En la temporada de secas en 255 días trampas no se obtuvo ninguna foto de lince.

En esta localidad solo se estimo la densidad de lince en lluvias. Para lo cual se utilizo el programa CAPTURE y la matriz de ausencias y presencias para esta temporada que a continuación se muestra:

Fantasma	0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0
Suerte	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Green eyes	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0

De acuerdo con CAPTURE el modelo que mejor se ajusta a nuestros datos es el modelo de heterogeneidad a la captura ($M_h = 1.0$) que estima una densidad de 3 individuos (se ± 1.38), con una probabilidad de captura de 0.083. El segundo modelo que mejor se ajusta es el modelo nulo ($M_0 = 0.96$), el cual nos estima una abundancia absoluta de 2 individuos (se ± 0.942), con una probabilidad de captura de 0.125 (Tabla 5).

Para estimar el área de amortiguamiento del sitio de estudio se utilizo el único dato disponible generado por este estudio durante el premuestreo en el mes de abril del 2007, donde se encontró que la distancia viajada por un individuo de lince fue de 2.9 km. Esto debido a que en la temporada de lluvias y secas no se obtuvo el dato de la

distancia recorrida por un mismo ejemplar. La estimación del área efectiva calculada para lluvias con el sistema de información geográfica ArcView versión 3.1. incluyendo el área de amortiguamiento de acuerdo con el enfoque de Wilson y Anderson (1983), el área efectiva fue de 24.070 km², mientras que con la perspectiva de Soisalo y Cavalcanti (2006), fue de 56.564 km² (Tabla 5)

Considerando la estimación de la densidad obtenida por CAPTURE y las áreas efectivas se obtuvo que para la temporada de lluvias la densidad estimada fue de 0.124 individuo/km² siguiendo a Wilson y Anderson (1983). En el caso de Soisalo y Cavalcanti (2006), la densidad estimada fue de 0.053 individuos/km² (Tabla 5).

Área Comunal de Monte Grande, Aguascalientes: con un esfuerzo de muestreo de 540 días trampa en este sitio no se obtuvo ninguna foto de lince en las visitas realizadas. Aunque se obtuvieron un total de 21 capturas de puma (*Puma concolor*), cinco en temporada de secas y 16 en temporada de lluvias. Estas fotos incluyeron dos fotos de cría de puma en los meses de septiembre del 2007 y mayo del 2008.

Janos, Chihuahua: se obtuvieron un total de 12 fotos en esta localidad, siete de las cuales fueron tomadas en la temporada de lluvias y corresponden a tres individuos diferentes (1 ♂, 1 ♀, 1?). Se obtuvieron cinco recapturas del lince identificado como hembra y nombrada Princesa, mientras que solo una captura para el lince macho Big boy y el lince llamado Incógnito. Para esta temporada se obtuvo una frecuencia de captura de 12.5 individuos/días trampa. Utilizando el programa CAPTURE y la matriz de presencia y anuencia que a continuación se muestra:

Princesa	1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
Big boy	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

Incógnita 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0

Con CAPTURE se obtuvo que el modelo que mejor se ajusta a nuestros datos es el modelo de heterogeneidad a la captura ($M_h = 1.0$) que estima una densidad de 4 individuos (se ± 2.64), con una probabilidad de captura de 0.077. El segundo modelo que mejor se ajusta es el modelo nulo ($M_0 = 0.98$), el cual nos estima una abundancia absoluta de 5 individuos (se ± 1.969), con una probabilidad de captura de 0.066.

En la temporada de secas se obtuvieron cinco fotos de tres individuos diferentes. Tres de las fotos correspondieron a Princesa y dos mas a individuos que nombramos Gemela 1 y Gemela 2, aunque en ambos caso no determinamos el sexo de estos individuos por la posición de la foto. La frecuencia de captura fue de 12.5 individuos/días trampa. La matriz de presencias y ausencias utilizada para estimar la densidad en CAPTURE es la siguiente:

Princesa	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0
Gemela 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
Gemela 2	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

El programa CAPTURE señala que el mejor modelo para esta matriz es el modelo de heterogeneidad a la captura ($M_h = 1.0$) que estima una densidad de 5 individuos (se ± 1.99), con una probabilidad de captura de 0.053. El segundo modelo que mejor se ajusta es el modelo nulo ($M_0 = 0.99$), el cual nos estima una abundancia absoluta de 4 individuos (se ± 2.74), con una probabilidad de captura de 0.060.

Para estimar el área de amortiguamiento del sitio de estudio se utilizo los datos generados por Princesa de la cual se tuvo recaptura hasta una distancia de 0.940 km en temporada de lluvias y de 0.920 km en temporada de secas.

La estimación del área efectiva calculada para lluvias y secas con el sistema de información geográfica ArcView versión 3.1. incluyendo el área de amortiguamiento de

acuerdo con el enfoque de Wilson y Anderson (1983), el área efectiva fue de 9.558 km² en lluvias y 9.328 km² en secas, mientras que con la perspectiva de Soisalo y Cavalcanti (2006), fue de 16.448 km² en lluvias y de 16.156 km² en secas.

Considerando la estimación de la densidad obtenida por CAPTURE y las áreas efectivas se obtuvo que para la temporada de lluvias la densidad estimada fue de 0.523 individuo/km², y para la temporada de secas fue de 0.536 individuos/km² siguiendo a Wilson y Anderson (1983). En el caso de Soisalo y Cavalcanti (2006), la densidad estimada fue de 0.303 individuos/km². en la temporada de lluvias y de 0.309 individuos/km² para la temporada de secas (Tabla 5).

Rancho “doble ii”, Sierra Seri, Sonora: en esta localidad se tomaron 10 fotos de lince. Tres fotos fueron obtenidas en la temporada de lluvias y corresponde a dos individuos el primero nombrado Half body y el segundo Astaco, de este último son dos fotos. La frecuencia de captura en esta temporada fue de 8.33 individuos/días trampa. En ninguno de estos individuos fue posible identificar el sexo. La matriz de presencia y ausencia utilizada para obtener la estimación de la densidad en el programa CAPTURE es la siguiente:

Half body	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
Astaco	0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0

El modelo que mejor se ajusta es el de la respuesta a la captura junto con el de heterogeneidad a la captura ($M_{bh} = 1.0$), que estima una densidad de 2 individuos (se ± 0.0004), con una probabilidad de captura de 0.012. El segundo modelo que mejor se ajusta es el modelo nulo ($M_0 = 0.86$), el cual nos estima una abundancia absoluta de 2 individuos (se ± 0.955), con una probabilidad de captura de 0.100.

Para la temporada de secas se tomaron siete fotos de lince que correspondieron a cuatro individuos diferentes. Cuatro fotos corresponde a un individuo macho nombrado Noop, una a una hembra nombrada Pretty girl, y dos individuos mas de los cuales no se identifico su sexo y fueron nombrados como Colita y Dorso. La matriz de presencia y ausencia utilizada para correr el programa CAPTURE es la siguiente:

Noop	0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0
Pretty girl	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
Colita	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
Dorso	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0

Con CAPTURE se obtuvo que el modelo que mejor se ajusta a nuestros datos es el modelo de heterogeneidad a la captura ($M_h = 1.0$) que estima una densidad de 4 individuos (se ± 2.51), con una probabilidad de captura de 0.083. El segundo modelo que mejor se ajusta es el modelo nulo ($M_0 = 0.96$), el cual nos estima una abundancia absoluta de 8 individuos (se ± 5.56), con una probabilidad de captura de 0.0426.

Para estimar el área de amortiguamiento del sitio de estudio se utilizo los datos generados por el lince nombrado Astaco en la temporada de lluvias que fue de 1.6 km ente recapturas y para la temporada de secas las generada por el lince Noop que fue de 1.4 km.

La estimación del área efectiva calculada para lluvias y secas con el sistema de información geográfica ArcView versión 3.1. incluyendo el área de amortiguamiento de acuerdo con el enfoque de Wilson y Anderson (1983), el área efectiva fue de 13.858 km² en lluvias y 12.515 km² en secas, mientras que con la perspectiva de Soisalo y Cavalcanti (2006), fue de 26.316 km² en lluvias y de 22.932 km² en secas.

Considerando la estimación de la densidad obtenida por CAPTURE y las áreas efectivas se obtuvo que para la temporada de lluvias la densidad estimada fue de 0.144

individuo/km², y para la temporada de secas fue de 0.319 individuos/km² siguiendo a Wilson y Anderson (1983). En el caso de Soisalo y Cavalcanti (2006), la densidad estimada fue de 0.075 individuos/km². en la temporada de lluvias y de 0.174 individuos/km² para la temporada de secas (Tabla 5).

Carricitos, San Ignacio, Sinaloa: en esta localidad solo se obtuvieron 6 imágenes de lince para la temporada de secas que correspondieron a 3 individuos. Cuatro fotos corresponde a un individuo que al parecer en las imágenes es una hembra a la que nombre Abejita y dos individuos más a los que nombramos Black tail y Sorpresa de sexo desconocido. La matriz de presencia y ausencia utilizada para correr el programa CAPTURE es la siguiente:

Abejita	0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0
Black tail	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
Sorpresa	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0

Con CAPTURE se obtuvo que el modelo que mejor se ajusta a nuestros datos es el modelo de heterogeneidad a la captura ($M_0 = 1.0$) que estima una densidad de 3 individuos (se ± 1.07), con una probabilidad de captura de 0.010. El segundo modelo que mejor se ajusta es el modelo nulo ($M_h = 0.94$), el cual nos estima una abundancia absoluta de 12 individuos (se ± 6.35), con una probabilidad de captura de 0.027.

Para estimar el área de amortiguamiento del sitio de estudio se utilizo los datos generados por los lince Abejita y Black tail que fue de 0.640 y 1 km respectivamente con lo cual se sumo y se saco promedio que fue de 0.840 km.

La estimación del área efectiva calculada para secas con el sistema de información geográfica ArcView versión 3.1. incluyendo el área de amortiguamiento de

acuerdo con el enfoque de Wilson y Anderson (1983), el área efectiva fue de 6.575 km², mientras que con la perspectiva de Soisalo y Cavalcanti (2006), fue de 11.428 km².

Considerando la estimación de la densidad obtenida por CAPTURE y las áreas efectivas se obtuvo que para esta única temporada la densidad estimada fue de 0.478 individuos/km² siguiendo a Wilson y Anderson (1983) y de 0.318 individuos/km² de acuerdo con Soisalo y Cavalcanti (2006) ver Tabla 5.

Acatlán de Osorio Puebla: en esta localidad solo se obtuvieron 3 imágenes para la temporada de secas y correspondieron a solo un individuo al que nombramos el Poblanito del cual no es posible determinar si es hembra o macho. La matriz de presencia y ausencia utilizada para correr el programa CAPTURE es la siguiente:

Poblanito 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0

Con CAPTURE se obtuvo que el modelo que mejor se ajusta a nuestros datos es el modelo de heterogeneidad a la captura ($M_h = 1.0$) que estima una densidad de 1 individuos (se ± 0.205), con una probabilidad de captura de 0.200. El segundo modelo que mejor se ajusta es el modelo nulo ($M_0 = 0.68$), el cual nos estima una abundancia absoluta de 1 individuos (se ± 0.43), con una probabilidad de captura de 0.013.

Para estimar el área de amortiguamiento del sitio de estudio se utilizó los datos generados por el lince llamado Poblanito que fue de 1 km.

La estimación del área efectiva calculada para secas con el sistema de información geográfica ArcView versión 3.1. Incluyendo el área de amortiguamiento de acuerdo con el enfoque de Wilson y Anderson (1983), el área efectiva fue de 8.160 km², mientras que con la perspectiva de Soisalo y Cavalcanti (2006), fue de 15.289 km².

Considerando la estimación de la densidad obtenida por CAPTURE y las áreas efectivas se obtuvo que para esta única temporada la densidad estimada fue de de 0.065 individuos/km² siguiendo a Wilson y Anderson (1983) y de 0.122 individuos/km² de acuerdo con Soisalo y Cavalcanti (2006) ver Tabla 5.

Modelo Predictivo

En la Figura 9 se muestra el modelo resultante de la distribución potencial del lince de acuerdo con MaxEnt el cual presentó un área bajo la curva (AUC) de 0.843 (Figura 10).

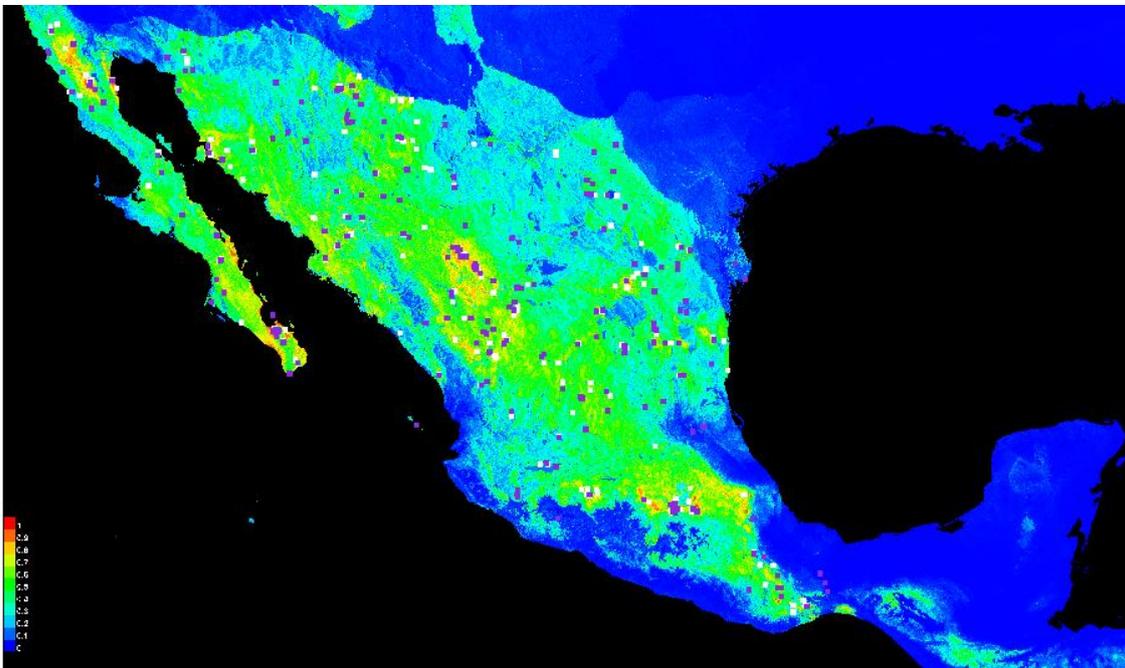


Figura 9. Distribución potencial del lince en México. En la gama de colores que va de azul (0) a rojo (1) se muestra la probabilidad de la distribución del lince.

De las 23 variables que se utilizaron para este modelo de distribución potencial se muestran las 10 que presentaron mayor porcentaje de aportación en este modelo de acuerdo con el programa Max Ent (Tabla 7).

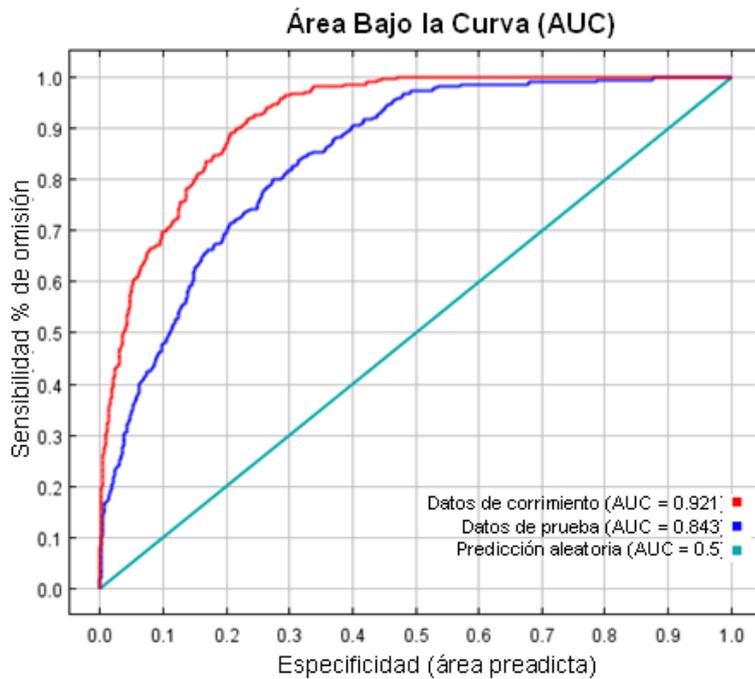


Figura 10. Imagen de la Curva Bajo el Área y los datos obtenidos en el programa de Max Ent.

Estas 10 variables se seleccionaron para iniciar el modelo predictivo de la densidad de lince por haber sido las que aportaran alrededor del 80% de la información total. De estas variables se obtuvo toda la información que se encontraba dentro de los 5 polígonos correspondientes a cada uno de los sitios de muestreo donde se registró al lince.

Tabla 7. Principales variables y sus porcentajes de contribución que se utilizaron como base para iniciar el modelo predictivo de la estimación de lince.

VARIABLE	CLAVE	% DE CONTRIBUCIÓN
Vegetación	linveg	21.6
Precipitación del trimestre más seco	lin17	11.8
Temperatura estacional	lin4	11.1
Isotermas	lin3	8.7

Temperatura anual del trimestre mas frío	lin11	5.7
Precipitación anual	lin12	5.2
Precipitación del mes más seco	lin14	4.1
Altitud	lindem	3.7
Máxima temperatura del mes mas cálido	lin5	3.1
Precipitación temporal	lin15	2.9

Posteriormente está información fue reclasificada en cada uno de los modelos y solo se activaron los datos que se encontraran dentro del polígono y los que se compartieran fuera de él a nivel nacional, es decir en el caso particular del polígono de San Ignacio, Sinaloa para la variable de vegetación en el sitio de estudio solo se reporta selva baja caducifolia y subcaducifolia (Inventario Nacional Forestal, 2000) entonces para esta variable vegetación se activaron los datos para todas las selvas bajas caducifolia y subcaducifolia a nivel nacional y el resto de los tipos de vegetación se desactivaron (ver Figura 11).

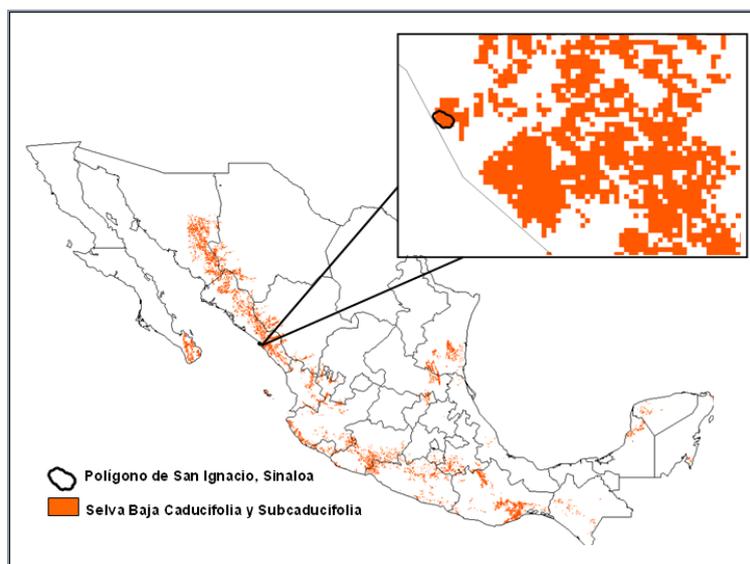


Figura 11. Datos que se obtuvieron de la variable tipo de vegetación para el polígono de San Ignacio, Sinaloa que en este caso particular solo se activaron los datos correspondientes a la Selva baja caducifolia y subcaducifolia presente en el polígono y a nivel nacional.

Considerando nuevamente que se contaba con 5 polígonos con la estimación de la densidad de lince y que se eligieron 10 variables se crearon un total de 50 modelos. Con la información de los modelos reclasificados, información de la correlación entre capas (Figura 12), la biología de la especie y problemas logísticos con el manejo de los datos (exceder los 10 millón de caracteres) se decidió solo utilizar 5 variables que fueron: tipo de vegetación, y las variables relacionadas con precipitaciones del trimestre más seco, el mes más seco, precipitación temporal e isothermas. Finalmente a los datos de las variables se les íntegro la información de las densidades mínimas y máximas obtenidas en cada sitio para cada temporada para generar el modelo predictivo de las densidades de lince en otros sitios con características similares a los polígonos donde se realizó. Esta integración de datos se muestra en la Figura 13 y se da una visión general de los sitios donde se puede extrapolar esta información.

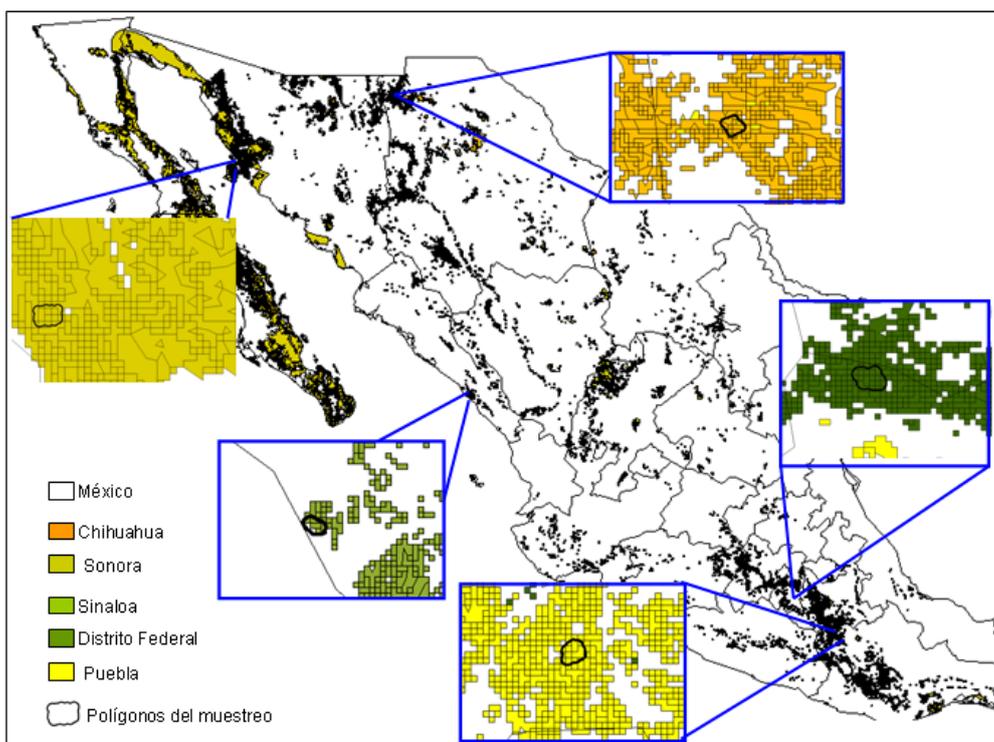


Figura 13. Modelo Predictivo de la densidad de lince tomando como referencia la información de las cinco localidades donde se obtuvieron los datos de las densidades de este felino.

De acuerdo con el modelo predictivo de la estimación de la densidad del lince en otras zonas con características similares a los 5 polígonos donde se obtuvieron las densidades de lince nos muestra superficies que van de los 1,861 a 16,663 km² y número de poblaciones de lince que van desde los 592 lince en sitios similares al polígono de San Ignacio, Sinaloa hasta los 2,823 lince en sitios con variables similares a los que se describen en Sierra Seri, Sonora. Aunque de acuerdo a la referencias de Wilson y Anderson (1983) y Soisalo y Cavalcanti (2006) para todos estos sitios contamos una densidad mínima y máxima (ver Tabla 8).

Tabla 8. Estimación de la superficie y densidades mínimas y máximas obtenidas a partir de los 5 polígono de este trabajo.

Área de estudio	*Estimación de la densidad lince /km ²		Superficie estimada por el modelo (km ²)	# de lince en la superficie estimada	
	Minima**	Máxima***		Mínimo	Máximo
San Miguel Topilejo, Distrito Federal	0.053	0.124	16,663	883	2,066
Janos, Chihuahua	0.309	0.536	4,033	1,246	2,161
Sierra Seri, Sonora	0.174	0.319	8,849	1,540	2,823
Carricitos, San Ignacio, Sinaloa	0.318	0.478	1,861	592	890
Acatlán de Osorio, Puebla	0.065	0.122	10,446	679	1,274

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Hábitos alimentarios

Los hábitos alimentarios reportados en este estudio concuerdan con los patrones de dieta establecidos en otros estudios donde se reporta que los lince se alimentan principalmente de mamíferos y, en menores proporciones, de otros grupos como son las aves y los reptiles (Jones y Smith, 1979; Larivière y Walton, 1997; Rolley, 1999; Sunquist y Sunquist, 2000).

En el caso particular de San Miguel Topilejo el lince se alimenta exclusivamente de mamíferos, mientras que en el resto de las localidades aparecen aves y reptiles en porcentajes menores. En esta misma localidad la dieta reportada para la temporada de lluvias es muy similar al estudio reportado por Romero (1993), que se realizó en una zona cercana (ca. 5 km), donde se reporta que la principal presa fue el conejo teporingo (*R. diazi*), pero difieren en la segunda y tercera presa más importante pues de acuerdo con Romero (1993) fueron el conejo castellano (*S. floridanus*) y el metorito (*M. mexicanus*), mientras que en este estudio la segunda y tercera presa fueron la rata magueyera (*N. mexicana*) y metorito (*M. mexicanus*). En el caso de la temporada de secas, estos datos contrastan ampliamente con los de Romero (1993), donde reporta que hasta en un 93% el lince se alimentó del teporingo, mientras que en este estudio reportamos al teporingo como cuarto en importancia (18.18%) por debajo de la principales presas que fueron la rata magueyera (45.4%), el metorito (36.6%) y la rata algodонера (27.7%; *Sigmodon sp.*). Estos datos pueden sugerir al menos dos explicaciones, la primera que a casi 20 años del estudio de Romero (1993), las poblaciones de teporingo en la dieta del lince y en la zona sur del Distrito Federal han ido en declive. Esto es contradictorio con lo que reporta la IUCN (www.iucnredlist.org) que menciona que la tendencia poblacional del teporingo se incrementa. La segunda y, quizá la más probable, es que aunque las dos zonas se encuentran muy cerca, el sitio donde se realizó este estudio forma parte en al menos un 30% del derrame del volcán Chichinautzin que es un lugar rocoso y no forma parte del hábitat del teporingo, ya que este lagomorfo presenta marcados patrones de uso de hábitat en bosques de *Pinus* que presentan un sotobosque con coberturas altas de zacatonal o bien en los zacatonales donde la cobertura arbórea está ausente (Davis y Rusell, 1953; Cervantes, 1980). En el caso de la rata magueyera, se reporta que para esta zona es la presa más importante en la

temporada de secas y la segunda más importante en la temporada de lluvias puede ser porque esta especie usa con mayor frecuencia hábitats con afloramientos rocosos como los que están presentes en el área de estudio (López-Vidal y Álvarez, 1993). Además su mayor presencia en la dieta del lince en temporada de secas está asociada a que se reporta que este roedor presenta mayor actividad en la temporada de secas que en la temporada de lluvias (López-Vidal y Álvarez, 1993). Delibes e Hiraldo (1987) mencionan que la dieta del lince cambia en relación al hábitat incluso en áreas con pocos kilómetros de separación (9 y 12 Km).

El sitio de Janos, Chihuahua es apenas el segundo estudio (Delibes e Hiraldo, 1987) que se realiza a nivel estatal lo cual es importante considerando que Chihuahua es el Estado de México que mayor superficie tiene (247 455 km²) y por ende donde potencialmente presenta mayor área de distribución del lince (Leopold, 1959; Hall, 1981; Ceballos y Oliva, 2005). Delibes e Hiraldo (1987) reportan la dieta del lince al sur de Chihuahua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Para la temporada de lluvias reportan que las presas que se presentó con mayor porcentaje de ocurrencia fueron los lagomorfos y los roedores siendo estos resultados muy similares a los de este estudio. Para la temporada de secas Delibes e Hiraldo (1987) reportan que la dieta se mantuvo con las mismas presas y porcentajes similares mientras que en la zona de estudio en Janos sí hubo cambios en el orden de la presas siendo los roedores de los géneros *Dipodomys* y *Neotoma* las principales presas seguida de los lagomorfos. De acuerdo con Cruzado (2008), en un estudio realizado dentro del mismo Municipio, dos de las tres especies de rata canguro del género *Dipodomys* (*D. merriami* y *D. spectabilis*) que se distribuyen en esa zona son los mamíferos pequeños que presentan mayores densidades. Estas altas densidades coinciden con el alto porcentaje de ocurrencia en secas en este estudio. Además la rata canguro *D. spectabilis* es la segunda especie que

presenta mayor peso corporal (130 g) de los mamíferos pequeños reportados en Janos (Cruzado, 2008), sugiriendo otra razón por la cual posiblemente el lince se alimentó de esta presa en mayor porcentaje de ocurrencia. En el caso de la rata magueyera (*N. albigula*), Cruzado (2008) reporta que no es muy abundante en la zona. Sin embargo, esta especie es el mamífero pequeño con mayor peso corporal (145 g), siendo la posible causa por la que el lince la depreda también en altos porcentajes. En el caso del conejo *S. audubonii* que fue la principal presa en lluvias puede estar relacionada con las precipitaciones y por ende con la producción de biomasa vegetal (Mandujano *et al.* 2004) como se sugiere en la variación anual en las abundancias del conejo de las Islas Mariás donde en temporada de lluvias se reportan abundancias altas de conejos y para temporada de lluvias disminuyen a menos de la mitad (Medellín *et al.* 2008).

Para Sierra Seri, Sonora la dieta del lince está constituida principalmente por mamíferos. Sin embargo, en la temporada de secas es la época donde se encontró los mayores porcentajes de ocurrencia de reptiles incluso superando al sitio de Baja California Sur donde se había reportado el mayor porcentaje de ocurrencia de este grupo en toda su distribución (Delibes *et al.*, 1997). En la temporada de lluvias la situación de la dieta se mantiene similar a la reportada en otros sitios donde los porcentajes de ocurrencia para mamíferos es alto y los porcentajes de ocurrencia de los reptiles son bajos.

En Carricitos, San Ignacio, Sinaloa es el primer estudio que se realiza a nivel estatal. Además es el primer estudio donde se reporta la dieta del lince para una selva baja caducifolia. Para este sitio sólo se obtuvieron datos para la temporada de secas. La principal presa fueron los lagomorfos, lo cual es similar a lo reportado en la mayoría de sitios donde se distribuye el lince (Jones y Smith, 1979; Litvaitis, 1981; Knick *et al.*, 1984; Litvaitis *et al.*, 1984; Leopold y Krausman, 1986; Litvaitis *et al.*, 1986; Delibes e

Hiraldó 1987; Romero, 1993; Delibes *et al.*, 1997; Aranda *et al.* 2002), sin embargo la segunda presa en importancia fueron el suborden Lacertillia superando a Sierra Seri, Sonora en la temporada de secas y Baja California Sur (15.4%; Delibes e Hiraldó, 1997). Finalmente para esta localidad la tercera presa en importancia fue el ratón espinoso (*Liomys pictus*) que es una especie que no se había reportado en los estudios de dieta del lince publicados (Delibes e Hiraldó 1987; Romero, 1993; Delibes *et al.*, 1997; Aranda *et al.* 2002; Luna y López 2006) en nuestro país. El ratón espinoso (*L. pictus*) en un tipo de vegetación similar al de este estudio donde se presenta selva baja caducifolia en la Reserva de Chamela-Cuixmala se reporta como una especie abundante que alcanza densidades poblaciones de hasta 71 ind/ha (Domínguez y Ceballos, 2005) con lo cual nos sugiere el por que de su importancia en la dieta del lince para esta localidad.

Al igual que el sitio de Carricitos, San Ignacio, Sinaloa la localidad ubicada en Acatlán de Osorio, Puebla es el primer reporte de la dieta del lince a nivel estatal. En este sitio se obtuvo que la principal presa fueron los lagomorfos al igual que la mayoría de los sitios reportados donde se distribuye el lince (Delibes e Hiraldó 1987; Romero, 1993; Delibes *et al.*, 1997; Aranda *et al.* 2002; Luna y López 2006). En general los datos obtenidos en este sitio son muy similares a los de la localidad de BCS (Delibes e Hiraldó, 1987) y Sur de Chihuahua (Delibes *et al.*, 1997) a pesar de ser sitios con diferentes condiciones. La segunda presa en importancia fueron las aves pero sus porcentajes fueron menores a los reportados en este estudio en la temporada de secas en Chihuahua, la temporada de secas en Sinaloa y la temporada de lluvias en Sonora (9.35%). La tercera presa en importancia fue la rata magueyera pero de los sitios que se reportan en este trabajo es la que presento menor porcentaje de ocurrencia de esta

especie. Otros trabajos donde reportan porcentajes de ocurrencia bajos de este género son el de Aranda *et al.* (2002), Romero (1993) y Delibes e Hiraldo (1997).

En general en todos los lugares se ha reportado que las especies de lagomorfos aparecen con frecuencia alta en la dieta del lince, pero además de esas presas en este trabajo tenemos evidencia de que las ratas del género *Neotoma* para estas localidades fueron una presa que apareció en prácticamente todos los sitios y temporadas como un presa que el lince depreda con frecuencia importante

En este trabajo se utilizaron curvas de acumulación que aportan formalidad y permiten comparaciones cuantitativas más rigurosas. Las curvas de acumulación en todos los sitios y temporadas mostraron un buen ajuste del modelo ya que para todas la localidades se obtuvo un valor entre $R^2 = 0.9817$ a 0.9992 . Cuando se analizó la calidad del inventario los datos para todos lo sitios y temporadas mostraron ser inventarios completo y ampliamente fiable (pendientes menores 0.1). Otro dato que nos da idea de la calidad del inventario es la proporción de especies registradas que en la mayoría de los sitios y temporadas fue superior al 80% e incluso llegando en algunos sitios a un porcentaje superior al 90%. En al caso de la localidad de San Miguel Topilejo, Distrito Federal se registró el menor porcentaje de especies registradas para todos los sitios y temporadas que fue 69.27% aunque en otros trabajos se han reportado porcentajes alrededor del 70 % siendo aceptables como en el caso de la dieta del murciélago guanero (*Tadarida brasiliensis*; López-Damián, 2009), que son similares al de esta localidad.

Estimación de la densidad

Las densidades del lince a lo largo de su distribución varían ampliamente desde los 0.05 a 0.58 lince/km². Todas las densidades reportadas en este trabajo se encuentran dentro

del intervalo de las reportadas en los EUA. De hecho si se consideraran las densidades máximas estimadas en Chihuahua en el periodo de secas (0.536 lince/km^2), lluvias (0.523 lince/km^2) y el sitio de Sinaloa en el periodo de secas (0.478 lince/km^2) las densidades se encontrarían entre los primeros cinco lugares de densidades más altas reportadas de este felino solo por debajo de la reportada en sur de Carolina (0.58 lince/km^2). Este tipo de comparaciones nos da idea de que las poblaciones al menos al norte de México se encuentran dentro de los intervalos más altos en otros sitios de su distribución y en general a los números reportados en las poblaciones de los EUA donde se han hecho estimaciones de 700 000 a 1,200 000 lince en todo su territorio (www.cites.org).

En el norte México en los sitios de Chihuahua, Sonora y Sinaloa las estimaciones de las densidades son más altas comparadas con las localidades del Distrito Federal y Puebla. Sin embargo, si se consideraran las estimaciones de la densidad más alta en el Distrito Federal para la temporada de lluvias (0.124 lince/km^2) y Puebla temporada de secas (0.122 lince/km^2) estas estimaciones se encuentran dentro del intervalo de las estimadas en Sureste de Oklahoma (0.09 lince/km^2) y Suroeste de Idaho (0.05 lince/km^2) que son las densidades más bajas reportadas a lo largo de su distribución.

En algunas temporadas y sitios no se registró la presencia del lince. En el caso del sitio en el Distrito Federal no se registraron lince en la temporada de secas siendo una de las posibles causas la alta presencia de cazadores en el sitio de estudio durante el muestreo. Al menos en las imágenes obtenidas en las trampas cámara en ese sitio se identificaron 5 diferentes cazadores durante el periodo de muestreo. Además este sitio se caracteriza por la presencia de zonas de cultivo que rodean al bosque de pino-pastizal por lo que es posible que las poblaciones de los roedores y lagomorfos que forman parte

de su dieta (*R. diazi*, *N. mexicana*, *M. mexicanus*, *S. leucotis*, etc) en la temporada de secas se encuentren números bajos generando que los lince se tengan que mover mayores distancias. Otro sitio donde no se registró la presencia del lince fue en Sierra Fría, Aguascalientes siendo una las posibles causas la alta abundancia de pumas ya que se obtuvo alrededor de 20 imágenes de puma que corresponde a al menos tres individuos diferentes. Leopold (1959) menciona en su trabajo sobre fauna silvestre de México que las localidades donde las abundancias de puma son altas el lince no esta presente y en sitios donde existe abundancias bajas de puma el lince puede estar en números altos. Actualmente existen reportes de que el puma es un depredador del lince y que incluso en algunas localidades forma parte de su dieta en porcentajes de ocurrencia que van de los 1.6 a 3 % de la dieta total (Lindzey, 1999). Además para complementar esta información a una distancia no mayor a 40 km lineales pero a una altitud menor y con mayor presencia antropogénica (zonas de cultivo, ganadería, pequeños ranchos, etc.) al sitio de estudio se registró la presencia de este felino mediante rastros (excretas y huellas) y entrevistas con lugareños, además de la ausencia del puma en esta zona.

La metodología propuesta en este trabajo resultó ser una excelente herramienta para el monitoreo de especies crípticas como es el caso de los lince en el cual se pudo obtener una estimación de sus densidad en diferentes sitios con diferentes características. Uno de los detalles más importante de esta metodología es que los resultados se pueden comparar entre sitios y se encuentran estandarizados los esfuerzos de muestreo. Por lo cual proponemos que este tipo de metodologías se utilice en sitios como las Unidades de Manejo para Conservación de Vida Silvestre (UMA's) donde se realizan estimaciones de las abundancias para determinar el aprovechamiento de

algunas especies, haciendo referencia especial énfasis en aquellas como son los carnívoros como lo son los lince y pumas.

Modelo Predictivo

La estimación de la densidad es un parámetro fundamental para la estructuración de planes de manejo para garantizar la conservación a largo plazo de cualquier especie.

Además esta información es fundamental para la toma de decisiones a nivel nacional e internacional. Sin embargo estimar la densidad de una especie no es tarea fácil. En el caso particular del lince su estimación se convierte en un reto por ser una especie críptica, nocturna y con bajos números poblacionales (comparados contra algunas spp de herbívoros) como es el caso de la mayoría de los carnívoros (Gittleman et al., 1998) por lo cual contar o estimar el número de individuos en un área determinada es todo un reto. Aunado a esto, en el área en que se realizan los monitoreos frecuentemente se registran solo unos cuantos individuos. En este trabajo se hace el primer intento de combinar las variables que predicen la distribución del lince en otros sitios con las densidades reportadas en este trabajo para generar un modelo predictivo de lince que se describió en los resultados.

En cuanto a las pocas variables que se utilizó para realizar la predicción de la abundancia del lince se debieron principalmente a problemas logísticos ya que gran parte del modelo se trabajó en el programa Arcview 3.1 donde los análisis no podían sobrepasar los 10 millones de caracteres porque se presentaban errores que detenían el proceso de análisis. Esto debido a que todo se realizaba a nivel México y en formato de celdas (grid, ASC II) por lo cual considerando la superficie total de México de 1,964 375 km² (INEGI, 2010) cada variable presentaba lo mismo pero en celdas de aproximadamente un 1 km x 1 km por lo cual su manejo se complicaba. Sin embargo,

se contó con el programa Max Ent para determinar cuales variables fueron las que más porcentaje aportaban a la explicación de la presencia del lince y así seleccionar las mejor para estructura el modelo predictivo.

Con respecto a la predicción de las superficies (en km²) donde se estima la densidad de lince, el sitio de Sinaloa fue la presento menor área de extrapolación, lo cual coincide con lo que se sabía de la presencia del lince en sitios con características similares como los son la variable de vegetación que en este sitio de acuerdo con el Inventario Nacional Forestal del 2000 fue la selva baja caducifolia y subcaducifolia en donde hasta antes de este trabajo solo se conocía un reporte de su presencia en este tipo de vegetación (González *et al.*, 1998). En el caso de los polígonos de Puebla y el Distrito Federal fueron los que presentaron la mayor superficie de acuerdo con el modelo. Una de las posibles causas es porque en estos sitios se considero dentro de la variable de tipo de vegetación las zonas de cultivo en combinación con vegetación remanente como lo fueron las selvas espinosas en el caso de puebla y los diferentes bosques de coníferas y encinos que se encuentran en los polígonos de los sitios.

En la extrapolación del de las variables para el polígono de Sonora es el lugar donde se puede predecir un mayor número de lince comparado con los otros sitios y se predice un total de 592 a 2,823 lince con lo cual se podría considerar que la población de lince de en el desierto Sonorense se encuentra en números estables.

Como conclusión general de este proyecto, podemos decir que se cumplió con todos los objetivos que se plantearon inicialmente los cuales fueron documentar las presas más importantes del lince en diferentes zonas de su distribución, así como la densidad de sus poblaciones en los sitios donde se instalaron las trampas cámaras y la aplicación de un modelo para predecir densidades en otros sitios con características

similares a los sitios de estudio. Además con los resultados de este estudio se han generado tres notas científicas de las cuales dos ya están publicadas y una más que será publicada en el mes de julio (ver Anexo 5) y actualmente se está trabajando en dos más que esperamos tenerlas listas en mes de agosto del presente para ser enviadas a revisión de una revista especializada (se enviará copia en cuanto sea aceptada para su publicación). En todos los casos se da el crédito correspondiente a los proyectos financiados por CONABIO.

Sin embargo en la sección de hábitos alimentarios se había planteado implementar un estudio de ácidos biliares para dar soporte bioquímico a la identificación de las excretas del lince que por cuestiones logísticas y coordinación con otros grupos de trabajo especializados en este tipo de análisis no se realizó. Actualmente consideramos que el estudio de los ácido biliares mencionado anteriormente ya no es tan necesario debido a que se cuenta con al menos 30 trabajos sobre la dieta del lince en diferentes regiones de su distribución donde se ha utilizado de manera exitosa métodos tradicionales en la identificación de excretas de este felino como lo son el tamaño, la forma y la coloración por mencionar algunos. Estos mismo criterios se utilizaron en este trabajo para determinar las excretas del lince por lo cual consideramos que este trabajo representa de manera confiable la dieta de este felino en los sitios donde se realizó el estudio.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Association of Fish and

Wildlife Agencie, Wildlife Trust Alliance y BIOCONCIENCIA por el apoyo financiero. A Rogelio Corona por la preparación del modelo predictivo, Edith Nájera, Alexander Vega, Yamel Rubio, Antonio de la Torre, Gabriela Castellanos, a los Seris Francisco Sesma “El Indio” el “Archie”, Felipe Rodríguez, Eduardo Ponce, Rodrigo Sierra, Sergio Romo, Alberto Rosas, Karla Quiroz, Gerardo Ruiz, José Flores, Casiano Flores, Sergio Bárcenas por su valiosa ayuda en el Campo y a Osiris Gaona por su valiosa ayuda en la revisión y logística del proyecto.

REFERENCIAS

- Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua Taxonomy and Distribution. Bulletin of the American Museum of Natural History. 148: 151-410.
- Aranda, M., O. Rosas, J. J. Ríos y N. García. 2002. Análisis Comparativo de la Alimentación del Gato montés (*Lynx rufus*) En dos diferentes Ambientes de México. Acta Zool. Mex. (n.s.) 87: 99-109.
- Aranda, M., Gual-Díaz, M., Monroy-Vilchis, O., Silva, L. C. y Velázquez, A. 1999. Aspectos etnoecológicos: aprovechamiento de la flora y fauna silvestre en el sur de la Cuenca de México. 263-283 pp. En: Velázquez, A. y Romero, F. J. (eds.). Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de Mexico. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. México.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez, y E. Loa (coord). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 609 pp.
- Bailey, T. N. 1974. Social organization in a bobcat population. Journal of Wildlife Management, 38: 435-446.

- Bailey, T. N. 1979. Den ecology, population parameters and diet of eastern Idaho bobcats. Bobcat Research Conf. Proc., Forth Royal, Virginia, oct. 16-18 Ser. Tech. 6:62-69. Natl. Wildl. Fed.
- Beasom, S. L. y Moore, R. A. 1977. Bobcat food habit response to a change in prey abundance. Southwester Naturalist. 21(4): 451-457.
- Best, T. L. 1988. *Dipodomys spectabilis*. Mammalian Species. 311: 1-10.
- Best, T. L. y M. Skupski. 1994. *Perognathus flavus*. Mammalian Species. 471:1-10.
- Best, T. L. 1996. *Lepus californicus*. Mammalian Species. 530: 1-10.
- Brittell, D. J. Sweney, S. J. y Knick, S. T. 1979. Washington bobcats diet population dynamics and movement. Bobcat Research Conf. Proc., Forth Royal, Virginia, oct. 16-18 Ser. Tech. 6: 107-110. Natl. Wildl. Fed.
- Cameron, G. N. y S. R. Spencer. 1981. *Sigmodon hispidus*. Mammalian Species. 158:1-9.
- Ceballos, G. y G. Oliva (Coord.). 2005. Mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Fondo de Cultura Económica. México. 986 p
- Cervantes, F. A., C. Lorenzo, y R. S. Hoffmann. 1990. *Romerolagus diazi*. Mammalian species. 360:1-7.
- Chapman, J. A. y G. R. Willner. 1978. *Sylvilagus auduboni*. Mammalian species. 106:1-4.
- Chapman, J. A., G. J. Hooockman, y M. M. Ojeda. 1980. *Sylvilagus floridanus*. Mammalian species. 136:1-8.
- Cooper, E. W. Shadbolt, T. 2007. Analysis of the CITES-Reported Illegal Trade in Lynx species and Fur Industry Perceptions in North America and Europe. Technical Report Commissioned by the United States Fish and Wildlife Service. TRAFFIC North America World Wildlife Fund. Washington D. C. 1-72 pp.
- Delibes, M. y F. Giraldo. 1987. Food and Habits of the Bobcat in two habitats of the Southern Chihuahua desert. South. Nat. 32(4): 457-461.
- Delibes, M y M. C. Blázquez, R. Rodríguez-Estrella y S. C. Zapata. 1997. Seasonal food habits of bobcats (*Lynx rufus*) in subtropical Baja California Sur, México. Can. J. Zoo. 74: 478-483.
- Diario Oficial. 2009. Decreto por el que se declara como área natural protegida, con el carácter de reserva de la bisfera, la zona conocida como Janos, localizada en el Municipio de Janos, en el Estado de Chihuahua. Marte 9 de diciembre del 2009.

- Dowles, R. C., y H. H. Genoways. 1978. *Liomys irroratus*. *Mammalian Species*. 82: 1-6.
- Eshelman, B. D., y G. N. Cameron. 1987. *Baiomys taylori*. *Mammalian Species*. 285: 1-7.
- Erickson, A. W. 1955. An ecological study of bobcat in Michigan. Master's thesis, Michigan State University. East Lansing.
- Erickson, D. W., D. A. Hamilton, y F. B. Sampson. 1981. The status of the bobcat (*Lynx rufus*) in Missouri. *Trans. Missouri Acad. Sci.* 15: 49-60
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Gashwiler, J. S., Morris, W., Morris, O. W. 1960. Food bobcat in Utah and Nevada. *Journal of Wildlife Management*. 24: 226-229.
- Garrison, T. E., y T. L. Best. 1990. *Dipodomys ordii*. *Mammalian species*. 353: 1-10.
- Gittleman, L., S. M. Funk, D. Macdonald y R. K. Wayne. 2001. *Carnivore Conservation*. Cambridge, University Press.
- Gonzalez, C. A., A. Gonzalez-Romero, and J. W. Laundre. 1998. Range extension of the bobcat (*lynx rufus*) in Jalisco, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 43:103-105.
- Karanth, K. U. 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* population from camera trap data using capture and recapture models. *Biol. Conserv.* 71: 33-338.
- Karanth, K. U. y Nichols, J. D. 2002. *Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia*. Bangalore: Centre for Wildlife Studies.
- Kitchings, T. N. y Story, D. J. 1979. Home range and diet of bobcat in eastern Tennessee. *Bobcat Research Conf. Proc.*, Forth Royal, Virginia, oct. 16-18 Ser. Tech. 6: 47-52. *Natl. Wildl. Fed.*
- Knick, S. T., Sweeney, S. J., Alldredge, J. R. y Brittell, J. D. 1984. Autumn and winter food habits of bobcat in Washington State. *Great Basin Nat.* 44: 70-74.
- Koehler, G. M., y M. G. Hornocker. 1991. Seasonal resource use among mountain lions, bobcats, and coyotes. *Journal of Mammalogy* 72:391-396.
- Hamilton, W. J. y Hunter, R. P. 1939. Fall and winter food habit of Vermont bobcats. *J. Wildl. Manage.* 3: 99-103.
- Hall, H. T. 1973. An ecological study of bobcat in southeastern Louisiana. M. S. Thesis L. A. State University. 132 pp.
- Hall, R.E. 1981. *The Mammals of North America*. Tomo II. John Wiley and Sons. New York. 1175p.

- Haines, M. A., Janecka, E. J., Tewes, M. E., Grasmann, I. L. y Moton, P. 2006. The importance of private lands for ocelot *Leopardus pardalis* conservation in the United States. *Oryx*. 40(1): 90-94.
- Heilbrun, D. R., N. J. Silvy, M. E. Tewes y M. J. Peterson. 2003. Using automatically triggered cameras to individually identify bobcats. *Wildl. Soc. Bull.* 31 (3): 748-755.
- Hoffmeister, D. F. 1981. *Peromyscus truei*. *Mammalian Species*. 161:1-5.
- Jackson, M. R., Roe, D. J., Wangchuk, R. y Hunter, O. D. 2006. Estimating Snow Leopard Population Abundance Using Photography and Capture–Recapture Techniques. *Wildlife Society Bulletin*. 34(3): 772-781
- Jones, J. H. y Smith, S. N. 1979. Bobcat density and prey selection in Central Arizona. *Journal of Wildlife Management*. 43 (3): 666-671.
- Jones, C. A., y C. N. Baxter. 2004. *Thomomys bottae*. *Mammalian Species*. 742:1:14.
- Larivière, S. y L. R. Walton. 1997. *Lynx rufus*. *Mammalian Species* 563: 1-8.
- Lawhead, D. N. 1984. Bobcat (*Lynx rufus*) home range, density and habitat preference in Arizona. *Southwest Nat.*, 29:105-114.
- Lembeck, M. 1978. Bobcat study, San Diego County, California. Calif. Dep. Fish and Game, Sacramento. Project E-W-2, Study IV, Job 1.7. 22pp.
- Leopold, A. S. 1959. *Wildlife of Mexico: the game birds and mammals*. Univ. California Press, Berkeley. 568pp.
- Leopoldo, B. D. y Krausman P. R. 1986. Diet of 3 predators in Big Ben National Park, Texas. *J. Wildl. Manage.* 50(2): 290-295.
- Lindzey, L. 1999. *Wild Furbearer Management y Conservation in North America*. Section IV; Species Biology, Management, and Conservation. Chapter 49.
- Livaitis, J. A. 1981. A comparison of coyote and bobcat food habits in the Wichita Mountains, Oklahoma. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 61: 81-82.
- Litvaitis, J. A., Stevens, C. L. y Mautz, W. W. 1984. Age sex and weight of bobcat in relation to winter diet. *J. Wildlife Management*. 48 (2): 632-635.
- Litvaitis, J. A., Sherburne, J. A. y Bissonette, J. A. 1986. Bobcat habitat use and home range size in relation to prey density. *J. Wildl. Manage.* 50(1):110-117.
- López-Wilchis, R., y J. López-Jardínez. 1998. *Los mamíferos de México depositados en colecciones de estados Unidos y Canadá*. Vol. 1. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México.

- López González, C. A., A. González Romero y J. W. Laundre. 1998. Range extension of the bobcat (*Lynx rufus*) in the tropical dry forest of the Mexican Pacific Coast. *The Southwestern Naturalist* 43(1): 103-105.
- Luna, S. H. y López, G. C. 2005. Abundance and food habits of cougars and bobcats in the Sierra de San Luis, Sonora, México. *USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-36*.
- Macedo, R. H., y M. A. Mares. *Neotoma albigula*. *Mammalian species*. 310:1-7.
- Maehr, D. S. y Brady, J. R. 1986. Food habits of bobcats in Florida. *J. Mammal.* 67: 133-138.
- Marshall, A. D. 1969. Spring and summer movements and home ranges of bobcats in the coastal plain of South Carolina. Unpublished M.Sc. Thesis, University of Georgia at Athens.
- McMahan, L. R. 1986. The international cat trade. En: *Cats of the world: Biology, Conservation, and management*. Ed. S. D. Miller and D. D. Everett, 461-488. Washington, D. C.: National Wildlife Federation.
- McLean, L. M., McCay, S. T. y Lovallo, M. J. 2005. Influence of age, sex and time of year on diet of bobcat (*Lynx rufus*) in Pennsylvania. *The American Midland Naturalist*. 153, 2; 450-453.
- Mc Cord, C. M. y Cordoza, J. E. 1982. Bobcat and Lynx. Pp. 728-766 in J. A. Chapman and G. A. Feldhamer. (eds.) *Wild Mammals of North America: Biology, Management and Economics*. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- Mc Ghee, M. E., y H. H. Genoways. 1978. *Liomys pictus*. *Mammalian Species*. 83:1-5.
- Miller, S. D. y Speake, D. W. 1978. Prey utilization by bobcat on quail plantation in southern Alabama. *Proc Ann. Conf. S. E. Assoc. Fish and Wild. Agencies*, 32:100-111.
- Mantooth, S. J., y T. L. Best. 2005. *Chaetodipus penicillatus*. *Mammalian species*. 767:1-7.
- Novak, M., J. A. Baker, M. E. Obrard, y B. Malloch. 1987. *Furbearer Harvest in North America, 1600-1984*. Ontario Ministry of Natural Resources. Toronto Canada.
- Paulson, D. D. 1988. *Chaetodipus hispidus*. *Mammalian species*. 320: 1-4.
- Pacheco, J., Ceballos, G. y Rurik, L. 1999-2000. Los mamíferos de la región de Janos-Casas Grandes, Chihuahua, Mexico. *Revista Mexicana de Mastozoología* 4: 69-83.

- Pearson, R. G., Thuiller, W., Araujo, M. B., Martínez-Meyer, E., Brotons, L., McClean, C., Miles, L., Segurado, P., Dawson, T. P. y Lees, D. C. 2006. Model-based uncertainty in species range prediction. *Journal of Biogeography*, 33, 1704–1711.
- Peterson, A. T. 2003. Predicting the geography of species' invasions via ecological niche modelling. *Quarterly Review of Biology*, 78, 419–433.
- Peterson, A. T. y Shaw, J. J. 2003. *Lutzomyia* vectors for cutaneous leishmaniasis in southern Brazil: ecological niche models, predicted geographic distributions, and climate change effects. *International Journal of Parasitology*, 33, 919–931.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. y Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modelling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231–259.
- Pollack, E. M. 1951. Food habit of bobcat in the New England States. *J. Wildl. Manage.* 15: 290-213.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. *Acta Zool. Mex.* 21(1): 21-82.
- Reid, F. 1996. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press, New York.
- Reygadas, F., Zamora-Martínez, M. y Fuentes, J. A. 1995. Conocimiento sobre hongos silvestres comestibles en las comunidades de Ajusco y Topilejo, D. F. *Revista Mexicana de Micología*, 11: 85-108.
- Rolley, R. E. 1985. Dynamics of a harvested bobcat population in Oklahoma. *Journal of Wildlife Management* 49:283–292.
- Rolley, R. E. 1999. *Wild Furbearer Management and Conservation in North America*. Section IV: Species Biology, Management and Conservation. Chapter 50.
- Rolling, C. T. 1945. Food habits and parasites of bobcat in Minnesota. *Journal of Wildlife Management*. 9: 131-145.
- Romero, F. 1993. Análisis de la Alimentación del lince (*Lynx rufus*) en el centro de México. pp. 217-230. In: R. A. Medellín y G. Ceballos (eds.). *Avances en los estudios de los mamíferos de México*. Publicaciones Especiales Vol. 1 Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México D. F.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F. (versión electrónica).
- Salas, M. A. 1987. Hábitos alimenticios de la zorra, coyote y gato montes en la Sierra Tarasca, *Ciencia Forestal*. 12: 117-132.

- Samson, F.B. 1979. Mulyivariate Analysis of Cranial Characteristic Among Bobcats with Preliminary Discussion of the number of Subspecies. Bobcat Res. Conf. Natl. Wildl. Fed. Sci. Tech. Ser. 6: 80-86.
- Silva, L. C., Romero, F. J., Velázquez, A. y Almeida-Leñero, L. 1999. La vegetación de la montaña del sur de la Cuenca de México. 66-92 pp. En: Velázquez, A. y Romero, F. J. (eds.). Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de Mexico. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. México.
- Silver, S. C., Ostro, L. E. T., Marsh, K. L., Maffei, L., Noss, A. J., Kelly, J. M., Wallace, B. R., Gomez, H. y Ayala, G. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38(2): 1-7.
- Soisalo, M. K., y S. M. C. Cavalcanti. 2006. Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture–recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation* 129:487–496.
- Sunquist, M. y Sunquist F. 2000. Bobcat. *Wild Cats of the World*. The University of Chicago Press. Chicago. 452p.
- Theobald, A., y D. R. Pierson. 1987. Survey of lynx and bobcat Harvest data, by population estimates and current research, as provided by individual state departments of fish and Wildlife. Fauna and Flora Preservation Society, Boston, Massachusetts. Mimeographed. 22pp.
- Trolle, M. y Kéry, M. 2005. Camera-trap study of ocelot and other secretive mammals in the northern Pantanal. *Mammalia* 69 (3-4): 405-412.
- Toweill, D. E. 1980. Sex and age structure in Oregon bobcat population. Oregon Dept. Fish and Wildl. Res. Rep., W-70-R. 1-32 pp.
- Vázquez, D. J. y G. E. D. Quintero. 2005. Anfibios y Reptiles de Aguascalientes. CONABIO-CIEMA y Gobierno del Estado de Aguascalientes. 318 p.
- Veal, R., y W. Caire. 1979. *Peromyscus eremicus*. *Mammalian Species*. 118:1-6.
- Wallace, R. B., Gomez, H., Ayala, G. y Espinoza, F. 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in Tuchi Valley, Bolivia. *J. Neotrop. Mammal.*; 10(1):133-139.
- Wassmer, D. A. Guenther, D. D. y Layne, J. N. 1988. Ecology of Bobcat in South-central Florida. *Bull. Fla. State Mus., Biol. Sc.* 33(4): 159-228.
- Wilson K. R., y D. R. Anderson 1985. Evaluation of two density estimators of small mammals population size. *Journal of Mammalogy* 66:13-21.

- Wilson, D. E. y D. M. Reeder (eds.). 2005. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3ra edición. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 2142 pp.
- Webster, D. W. y J. K. Jones. 1982. *Reithrodontomys megalotis*. Mammalian Species. 167: 1-5.
- Westfall, C. Z. 1956. Food eaten by bobcat in Maine. J. Mammalogy, 20: 199-200
- Wolf, A., F. H. Hubert. 1998. Status and management of bobcat in the United State over three decades. Wildlife Society Bulletin. 26(2): 287-293.
- Zezulak, D. S. 1998. Spatial, temporal, and population characteristics of two bobcat, *Lynx rufus*, populations in California. Unpubl. PhD Dissertation, University of California Davis, USA.