



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

AREAS DE DISTRIBUCION DE LOS CARNIVOROS DEL CONTINENTE AMERICANO Y SU CORRELACION CON MASA CORPORAL, HABITOS Y DIETAS; BAJO UN ENFOQUE CONSERVACIONAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A :

LAURA ROSALIA FRANCO FLORES



FACULTAD DE CIENCIAS UNAM

DIRECTOR DE TESIS: DR. HECTOR TAKESHI ARITA WATANABE



2005 FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

m.346624



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE LA
MEXICALCEN

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Laura Rosalía
Franco Flores

FECHA: 3 / Agosto / 2005

FIRMA: [Firma]

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

Áreas de distribución de los carnívoros del continente americano y su
correlación con masa corporal, hábitos y dietas; bajo un enfoque con-
servacional.

realizado por Laura Rosalía Franco Flores

con número de cuenta 09714563-7 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Dr. Héctor Takeshi Arita Watanabe

Propietario Dra. Ella Gloria Vázquez Domínguez

Propietario Biól. José Gerardo Rodríguez Tapia

Suplente M. en C. Mercedes del Pilar Rodríguez Moreno

Suplente Dr. David Valenzuela Galván

Consejo Departamental de Biología

[Firma]
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGÍA

AGRADECIMIENTOS

A mis padres

*por su cariño y confianza
gracias por creer en mí, respetarme y darme su apoyo
Rosy gracias por el amor que me has dado*

A mis hermanos

*Salva, Paco y Alex
por su ejemplo y apoyo incondicional*

A mis sobrinos

*Laura, Daniel y Renata
por contagiarme de alegría y recordarme que lo más bello de la vida es
disfrutar como niño*

A Güinik

*por tu amor y paciencia
gracias porque a pesar de todo siempre estas conmigo*

A mis amigos y familiares

*...aquellos que han estado a mi lado en cada etapa de mi vida y han sido
una parte importante de mí formación
Emmanuel gracias por tus consejos*

A quienes hicieron posible la realización de este trabajo de tesis

Dr. Héctor Arita y Biol. Gerardo Rodríguez

Y a mis sinodales

*Dra. Ella Vázquez, M. en C. Pilar Rodríguez y Dr. David Valenzuela
gracias por sus comentarios*

*ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN DE LOS CARNÍVOROS DEL
CONTINENTE AMERICANO Y SU CORRELACIÓN CON MASA
CORPORAL, HÁBITOS Y DIETAS; BAJO UN ENFOQUE
CONSERVACIONAL*

INDICE

	Págs.
RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	3
PROBLEMÁTICA DE LA BIODIVERSIDAD	3
▪ CONDICIÓN DEL ORDEN CARNIVORA	4
RAREZA DE ESPECIES	6
▪ RELACIÓN ENTRE ABUNDANCIA Y AREA DE DISTRIBUCIÓN	8
▪ BIOLOGÍA DE LA RAREZA	9
PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y RIQUEZA DE ESPECIES	11
▪ RAREZA Y RIQUEZA DE ESPECIES	12
▪ PATRONES DE MASA CORPORAL	13
▪ RELACIÓN DIETAS Y HÁBITOS CON ÁREA DE DISTRIBUCIÓN	16
OBJETIVOS	18
MÉTODO	19
RESULTADOS	24
MASA CORPORAL	25
▪ DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE MASAS CORPORALES	25
▪ RELACIÓN MASA CORPORAL-ÁREA DE DISTRIBUCIÓN	26
DIETAS	29
HÁBITOS	30
DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES RARAS	31
CATEGORÍAS DE RIESGO	36
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	42
APÉNDICE. TABLA DE DATOS	52

RESUMEN

En este estudio se utiliza un enfoque macroecológico para analizar los patrones de rareza de los carnívoros del continente americano. Se utilizó como criterio de rareza el área de distribución de las especies, bajo el supuesto de que una especie con área de distribución restringida es más susceptible a la extinción y por tanto de importancia para la conservación. El objetivo de este trabajo fue identificar a las especies raras de acuerdo con este criterio de rareza, así como analizar algunas características ecológicas asociadas a la rareza. En términos de conservación, el objetivo fue identificar las áreas de importancia para la conservación de este grupo, así como evaluar su representatividad en el actual sistema de identificación de especies en peligro de extinción.

Para identificar a las especies raras se realizó un análisis de la distribución geográfica de 77 especies de carnívoros (Mammalia: Carnivora), que se encuentran en América, sin incluir a las especies insulares e introducidas. Posteriormente se realizó un análisis de correlación entre el área de distribución y la masa corporal, tipo de hábito y dieta. Los resultados muestran que las especies restringidas presentan una disminución en la frecuencia de la dieta carnívora y el hábito terrestre y una mayor frecuencia de la dieta frugívora omnívora y del hábito arborícola. En cuanto a masa corporal se observó que esta variable no determina, para el caso del orden Carnivora, el tamaño del área de distribución, pues a pesar de encontrarse una correlación positiva esta fue baja, siendo más evidente una categoría modal intermedia de masas corporales entre uno y seis kilogramos de peso para especies restringidas.

Las áreas prioritarias para la conservación de los carnívoros se identificaron principalmente a lo largo de cadenas montañosas, desde el sur de Estados Unidos hasta Chile y Argentina. En las listas de especies en peligro de extinción se encontró poca representatividad de las especies raras bajo el criterio de área de distribución restringida.

INTRODUCCIÓN

PROBLEMÁTICA DE LA BIODIVERSIDAD

La pérdida actual de biodiversidad entendida como la variedad de formas de vida, no sólo es lamentable por su valor intrínseco, sino también por sus consecuencias para la sobrevivencia de las demás especies, incluidos los seres humanos. Por esta razón es importante tener mayor conocimiento de la biodiversidad, con el fin de proponer medidas para su adecuada conservación.

A pesar de que el registro fósil muestra una alternancia de periodos con altas tasas de especiación, periodos de cambio mínimo y episodios de extinción masiva ocasionados probablemente por catástrofes naturales a escala global, existe controversia al reconocer las causas de las extinciones actuales. Esto se debe a que la tasa actual de pérdida de especies está alcanzando dimensiones semejantes a dichas extinciones masivas (Gibbs 2001). De acuerdo con el registro fósil, una especie perduraría entre uno y diez millones de años antes de extinguirse o evolucionar hacia una nueva especie (Primack et al. 2001), pero en los últimos años las especies se están extinguiendo a razón de 100 veces más que la tasa natural, con sólo alrededor de 5% de la superficie del planeta en alguna forma de protección (May et al. 1995; Gittleman et al. 2001).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) establece un periodo de 50 años para considerar a una especie extinta, si en este tiempo no se encuentra a ningún individuo de dicha especie. Sin embargo, hay especies cuyas poblaciones presentan tan pocos individuos que pueden considerarse ecológicamente extintas debido a que su efecto sobre otras especies es mínimo. Además presentan un potencial reproductivo tan bajo que es factible suponer que no se recuperarán. Estos elementos nos conducen a pensar que la problemática de pérdida de biodiversidad es mayor y más compleja de lo que se ha podido determinar.

Existen algunas especies o grupos de especies que se consideran más vulnerables a la extinción. Es el caso de los grandes felinos, que requieren de áreas extensas de hábitat para su sobrevivencia y están expuestos a presiones externas, como la caza deportiva y el comercio de sus pieles (Primack et al. 2001). Sin embargo, también es cierto que para grupos menos estudiados como los insectos, no se tiene mucha información sobre su vulnerabilidad y es probable que muchas especies se estén extinguiendo antes de ser descubiertas. En este sentido, la macroecología la cual es un enfoque de estudio de las relaciones entre los organismos y su ambiente a escalas espaciales o temporales amplias (Brown y Maurer 1989; Brown 1995), puede proveer de información respecto a la vulnerabilidad de las especies a la extinción en un tiempo relativamente corto. Esto se debe a que esta disciplina permite encontrar patrones en relación a variables asociadas con la probabilidad de extinción, tales como densidad poblacional, área de distribución, especificidad de hábitat, tamaño corporal, entre otras (Arita y Rodríguez 2001).

CONDICIÓN DEL ORDEN CARNIVORA

Las especies del orden Carnivora están distribuidas en todo el mundo. La mayor parte se alimenta de otros vertebrados, pero algunos son más bien omnívoros. Difieren mucho entre sí por su forma, tamaño y costumbres. La mayoría son terrestres, pero hay especies adaptadas a la vida arbórea, subterránea y acuática. A pesar de que las distribuciones históricas de los carnívoros en general son amplias, este grupo es especialmente susceptible a los cambios ambientales, pues la disminución de sus poblaciones producto de la fragmentación de sus hábitats, induce a la pérdida de variabilidad genética, repercutiendo en su capacidad adaptativa y por tanto, en su sobrevivencia (Gittleman et al. 2001). Esta reducción de las poblaciones de carnívoros determina que especies aún no desaparecidas han perdido una parte sustancial de individuos y por tanto una parte de su área de distribución, y se encuentren muy amenazadas o extintas ecológicamente. Tal es el caso del lobo gris (*Canis lupus*), que tenía una

distribución histórica en América, que abarcaba desde Alaska hasta el centro de México y ahora se restringe solo a un porcentaje reducido de esta región. Algunas de sus poblaciones se han perdido, por ejemplo, el lobo gris mexicano, *Canis lupus baileyi*, subespecie que habitaba los bosques templados de pinos y encinos y los pastizales del norte de México hasta mediados de la década de los años 1950s, a pesar de los esfuerzos para su reintroducción, se encuentra extinta en estado silvestre (Bernal 1989). Por otro lado, aún se desconoce el estado de algunas especies raras que habitan en regiones remotas. Por ejemplo, los gatos de las Pampas que anteriormente eran considerados una sola especie polimórfica, y que recientemente se han considerado como tres especies según García-Perea 1994: *Lynchailurus pajeros*, que habita en los Andes del Ecuador a la Patagonia, Argentina; *L. colocolo*, en Chile y *L. braccatus*, en Brasil, Paraguay y Uruguay, son especies de las cuales se tiene escasa información.

En cuanto a diversidad, a nivel mundial el orden Carnivora ocupa el 4^o lugar de riqueza de mamíferos después de Rodentia, Chiroptera e Insectivora, con alrededor de 271 especies, distribuidas en 93 géneros y 8 familias (félidos, cánidos, úrsidos, prociónidos, mustélidos, hiénidos y vivérridos) (Gittleman et al. 2001). No obstante, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), se reportan a nivel mundial, alrededor del 38% de las especies de carnívoros dentro de alguna categoría de riesgo alto. Esto representa 39 especies determinadas como vulnerables, 33 especies en peligro, 18 casi amenazadas, 6 en peligro crítico, 5 extintas y 1 extinta en estado silvestre (IUCN 2004. Red List of Threatened Species, www.redlist.org).

Aunque se podría argumentar que ninguna especie o comunidad biológica debería perderse, la realidad es que se están perdiendo cada día y que no existen suficientes recursos disponibles para salvar a todas. Esto es un problema para la mayoría de las especies de carnívoros, pues requieren de áreas extensas para su conservación. Por tanto, se necesita encontrar formas de minimizar las pérdidas en un ambiente, contando con recursos financieros y humanos limitados. En este

sentido, el análisis espacial en un sistema de información geográfica (SIG) es un método eficaz para integrar un amplio espectro de datos para su análisis y representación en mapas. Facilitando la detección de áreas críticas que deberían ser incluidas dentro del sistema de áreas naturales protegidas.

Para tomar decisiones de cuáles especies, comunidades o hábitats deben protegerse, se consideran varios aspectos. Por ejemplo, algunos autores consideran que una comunidad biológica compuesta fundamentalmente por especies endémicas y/o raras podría tener mayor prioridad. Si bien existen varios criterios en la determinación de áreas protegidas, lo más común es poner énfasis en la conservación de especies raras y los sitios de mayor riqueza de especies. (Bibby et al. 1992; Williams et al. 1996; Gibbs 2001).

RAREZA DE ESPECIES

Por rareza se entiende a la poco frecuente aparición de una especie. Esta puede ser rareza en la ocupación de áreas (rareza local), o bien, rareza de aparición de individuos dentro de un área (densidad) (Gaston 1994). Endemismo es la condición de ciertas especies de encontrarse sólo en un sitio o región geográfica. Bajo esta definición la rareza local y el endemismo serían términos equivalentes. Sin embargo, estos términos no siempre pueden ser intercambiables. Para Gaston (1994), una especie puede ser endémica a un área geográfica amplia, como el puma (*Felis concolor*) que habita en todo el continente americano desde Canadá hasta el estrecho de Magallanes, o bien, ser endémica a áreas geográficas más pequeñas como el cacomiztle (*Bassariscus sumichrasti*) (Kjell y Birgitta Aava-Olsson 2002).

El término rareza involucra tres dimensiones ecológicas y demográficas: tamaño del área de distribución geográfica, especificidad de hábitat y tamaños poblacionales en cada localidad. De acuerdo con la clasificación de Rabinowitz et

al. (1986), se pueden definir varios niveles de rareza con base en la combinación de éstas características:

- 1) *Tamaño del área de distribución geográfica.* La cual va de especies que se encuentran sobre una superficie muy amplia a especies que se encuentran sólo en un área pequeña.
- 2) *Especificidad de hábitat.* Se define por el grado en que la especie puede adaptarse o no a diferentes ambientes o sólo se le encuentre en sitios de características muy especiales.
- 3) *Tamaño de las poblaciones en cada localidad.* Que va desde aquellas que siempre se encuentran en poblaciones numerosas en cualquier lugar de su área de distribución, a las especies que se encuentran en poblaciones muy reducidas.

De acuerdo con esto, una especie puede ser considerada rara si tiene una o alguna combinación de estas tres características: distribución geográfica restringida, población pequeña o hábitat especializado (ver cuadro 1).

CUADRO 1. Las ocho posibles combinaciones de rareza de acuerdo con Rabinowitz (1986), en las que todas excepto la primera corresponden a alguna forma de rareza.

DISTRIBUCIÓN	HÁBITAT	POBLACIÓN	COMBINACIÓN
Grande	Amplia	Grande	Localmente abundante, área y hábitat amplio
Grande	Amplia	Pequeña	Población pequeña, área amplia y varios hábitats
Grande	Restringida	Grande	Abundante, área amplia y hábitat específico
Grande	Restringida	Pequeña	Población pequeña, área amplia y hábitat específico
Pequeña	Amplia	Grande	Abundante, varios hábitats y área restringida
Pequeña	Amplia	Pequeña	Población pequeña, varios hábitats y área restringida
Pequeña	Restringida	Grande	Abundante, hábitat específico y área restringida
Pequeña	Restringida	Pequeña	Población pequeña, hábitat específico y área restringida

Cada uno de los tipos de rareza tiene diferentes implicaciones en su conservación. Las especies con áreas de distribución restringida, requieren la protección de hábitats específicos, y las especies que presentan poblacionales bajas y distribuciones amplias, requieren no sólo de protección de hábitat, sino del diseño de reservas de mayor extensión.

RELACIÓN ENTRE ABUNDANCIA Y AREA DE DISTRIBUCIÓN

Como se ha señalado abundancia y área de distribución son dos medidas importantes de rareza, las cuales han permitido encontrar patrones de distribución. Esto conduce a pensar que éstas no son variables independientes, sino que existe una relación entre ellas (Rapoport 1975, 1982; Anderson 1985; Brown 1995; Gaston 1996). Tradicionalmente se consideró que el área de distribución de las especies, es resultado de la variación espacial en su abundancia (Gaston 1994). Esta relación positiva entre abundancia y el tamaño del área de distribución dentro de un ensamble de especies, ha sido ampliamente documentada (Brown 1984; Rapoport et al. 1986; Gaston y Lawton 1990_a). Sin embargo, esta correlación ha sido encontrada en grupos filogenéticamente cercanos, y si se incluyen especies menos emparentadas, es decir, se analizan grupos más amplios la relación se hace más débil (Arita y Rodríguez. 2001). De este modo, Arita et al. (1990) encontraron una correlación negativa entre abundancia y área de distribución para los mamíferos neotropicales. Con relación a la distribución de tamaños corporales de las especies, mostraron que las especies más grandes tienden a tener áreas de distribución amplias pero a existir en densidades locales bajas, mientras que los más pequeños como los roedores mostraron el patrón inverso con densidades comparativamente mayores. De acuerdo con esto, si la correlación entre área de distribución y abundancia es positiva, se pueden obtener dos categorías: ampliamente distribuida y abundante, y restringida y rara (en cuanto a su tamaño poblacional), y si la correlación es negativa se producen dos categorías más de especies, restringida pero abundante y ampliamente distribuida pero localmente rara (Arita et. al 1990).

Una explicación plausible para las excepciones de la relación positiva entre abundancia-área de distribución, es la hipótesis que propone Brown (1984), en la cual sugiere que las relaciones negativas pueden ocurrir cuando el hábitat de las especies abundantes difiere marcadamente de los hábitats más comunes de la región geográfica de interés. Esto estaría indicando que los niveles de abundancia se encuentran relacionados con el hábitat y pueden no estar ligados al tamaño del área de distribución.

BIOLOGÍA DE LA RAREZA

La biología de la rareza se encarga del estudio de las causas y consecuencias de las diferencias entre especies raras y comunes, así como del análisis de los procesos responsables de la creación y mantenimiento de dichas diferencias interespecíficas (Kunin y Gaston 1997). Al examinar los tipos de rareza se pueden encontrar coincidencias en sus causas (Gaston 1994). Una característica que puede predisponer la rareza de las especies, es la existencia de ciertas restricciones de hábitat producto de una baja tolerancia a los cambios ambientales, la cual repercute en la especificidad no sólo de hábitat y nicho, sino de recurso (Kunin y Gaston 1997). En estudios sobre rareza se han encontrado diferencias entre especies raras y comunes en algunas características ecológicas (Kunin y Gaston 1997), las cuales aún se encuentran en discusión para los distintos grupos, estas diferencias son:

- *Sistemas de apareamiento.* Se ha observado en plantas que especies raras tienden a la autofertilización, es decir, a la reproducción asexual.
- *Reproducción.* En algunas especies raras de ratones de América del norte del género *Peromyscus*, se ha encontrado menor potencial y esfuerzo reproductivo que sus congéneres comunes y más grandes. A su vez en especies de aves británicas se encontró la misma relación positiva entre potencial de fecundación y abundancia.

- *Capacidad de dispersión.* Los estudios en general concluyen, que las especies raras tienen menor capacidad de dispersión que las comunes.
- *Polimorfismo genético.* En general, las especies raras tienden a ser genéticamente pobres comparadas con especies comunes.
- *Capacidad competitiva.* Algunos estudios, sobre todo en plantas, reportan una relación positiva entre abundancia y capacidad competitiva. Douglas et al. (2002) en un estudio con roedores, encontraron una dominancia competitiva más frecuente en especies geográficamente restringidas pero localmente abundantes.
- *Recurso disponible.* Las especies raras utilizan un rango estrecho de recursos comparado con las especies comunes, debido a que su nicho también es reducido. Esta característica se relaciona con las condiciones ambientales, los hábitats ocupados o especificidad de hábitat, así como con el tipo de dieta de las especies raras y su área de distribución (Kunin y Gaston, 1997).
- *Grupos tróficos.* Generalmente la abundancia de las especies animales tiende a ser menor en niveles altos de la cadena trófica (Arita, et al. 1990; Kunin y Gaston 1997).

Uno de los patrones mejor documentados entre especies raras y comunes es concerniente al tamaño corporal.

- *Tamaño corporal.* En la relación abundancia-tamaño corporal se ha encontrado, que especies con tamaños corporales menores tienden a ser más abundantes (Damuth 1981; Arita et al. 1990). Otros autores consideran que son las especies de tamaños intermedios las más abundantes

(Blackburn y Lawton 1994). Esto se discutirá más adelante. Por otro lado, se ha encontrado una relación positiva entre área de distribución y tamaño corporal (Brown y Maurer 1987, 1989; Arita et al. 1990).

En los últimos años la biología de la conservación ha puesto especial atención en la rareza y sus implicaciones, así como en la importancia de comprender la naturaleza de las diferencias entre especies raras y comunes (Kunin y Gaston 1997). La justificación principal del vínculo entre rareza y conservación, es la evidencia de que las especies raras tienden a tener una gran probabilidad de extinción (Cody 1986; Burke y Humphrey 1987; Bibby et al. 1992; Manne et al. 1999; Gibbs 2001), debido a las limitaciones importantes que presentan en las características ecológicas que ya han sido abordadas. La idea intuitiva de que una especie rara es más propensa a la extinción ha sido apoyada por estudios teóricos y datos empíricos. A escala regional, una especie presente en muchos sitios y por tanto en una mayor variedad de hábitats, puede tener mayores oportunidades de sobrevivencia que una especie con distribución restringida, debido a que un hábitat específico puede ser más sensible a perturbaciones. En general, la presencia de especies raras ha sido un criterio importante en la determinación de áreas prioritarias (Bibby et al. 1992; Ceballos et al. 1998). A su vez a las especies con área de distribución restringida, se les ha otorgado una categoría de conservación especial, al ser consideradas especies endémicas y raras (Ceballos y Navarro 1991), lo que nos habla de la importancia del área de distribución en la determinación de la rareza de una especie.

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y RIQUEZA DE ESPECIES

La biodiversidad está distribuida heterogéneamente a lo largo de la Tierra, algunos ambientes tienen mayor variación biológica como los bosques tropicales o los arrecifes de coral, mientras que otros son comparativamente más pobres como los desiertos o las regiones polares. Asimismo, existe una mayor riqueza de especies distribuida en ciertas regiones, como los trópicos, que en general son más

diversos. Por ejemplo Costa Rica en el neotrópico posee 205 especies de mamíferos, mientras que Francia, país no tropical sólo tiene 93, pese a que ambos países tienen casi la misma superficie (Primack et al. 2001). Gaston (2000) menciona que la distribución de la biodiversidad en la Tierra puede ser descrita en términos de un número relativamente pequeño de patrones a escalas espaciales grandes. Muchos de estos patrones se siguen documentando debido a la necesidad de determinar el estado actual de las especies, para poder predecir su respuesta a los cambios globales del ambiente, y con ello identificar el sistema de conservación y uso sustentable más efectivo.

RAREZA Y RIQUEZA DE ESPECIES

Es difícil determinar el papel que tienen las especies raras y comunes en la comprensión de los patrones de biodiversidad, éste es un tema que se debate en la actualidad (Lennon et al. 2004). El hecho de que las especies comunes sean más importantes para determinar los patrones de riqueza podría parecer evidente, ya que después de todo, son las especies que tienen mayor representatividad en un área. Lo cual es contrario a la idea convencional de centrar la atención en las especies raras. Algunos autores aseguran que las especies comunes hacen una mayor contribución a los patrones totales de riqueza de especies, debido a que estos patrones permiten entender por qué las especies comunes ocurren en algunas áreas y están ausentes en otras (Prendergast et al. 1993; Williams et al. 1996; Vázquez y Gaston 2004). Sin embargo, se ha documentado una correlación positiva entre especies raras y el total de especies en un área (Thomas y Mallorie 1985; Gaston y Blackburn 1996; Lennon et al. 2004), la cual acentúa la importancia de las especies raras en formar patrones espaciales de riqueza de especies. Lennon et al. (2004) sugieren que los requisitos ambientales o determinantes de la distribución de las especies raras y comunes difieren entre sí, y son difíciles de satisfacer simultáneamente, por tanto no existe razón a priori para suponer un papel dominante de las especies raras o comunes en estos patrones.

PATRONES DE MASA CORPORAL

Las variables principales empleadas en los estudios macroecológicos, tales como área de distribución, densidad poblacional y masa corporal, están ecológicamente relacionadas con algunas características de los organismos. La masa corporal por ejemplo, está correlacionada con los requerimientos energéticos y de espacio de cada organismo (Brown 1995). En estudios previos se ha documentado patrones del área de distribución con relación a la posición taxonómica, masa corporal, filogenia y algunas características ecológicas (Rapoport 1975, 1982; Damuth 1981; Brown y Maurer 1987; Arita et al. 1990; Arita 1993; Blackburn y Lawton 1994; Diniz-Filho y Mundim 2002).

En particular, la masa corporal ha recibido mucha atención en estudios ecológicos y evolutivos debido a que se ha demostrado que existen correlaciones entre el tamaño corporal y varios atributos morfológicos, fisiológicos, ecológicos y de historia de vida de los organismos (Schmidt-Nielsen 1984), al igual que se correlaciona con el área de distribución y la densidad local (Arita y Rodríguez 2001; Gaston et. al. 2001). En 1959 Hutchinson y MacArthur, al analizar la distribución de frecuencias de tamaños corporales de mamíferos, encontraron la existencia de un mayor número de especies de tamaño pequeño. En este sentido, considerando que los individuos más abundantes son también los más eficientes en la obtención de recursos y con mayor capacidad competitiva, las especies con tamaño corporal pequeño al tener la posibilidad de ocupar un mayor número de nichos y por tanto de recursos, también serán más abundantes. Sin embargo, estudios posteriores, mostraron patrones más finos contrarios a la teoría de Hutchinson y MacArthur (1959), pues se ha demostrado que la categoría de tamaño más pequeño no es la más rica en especies.

De este modo se ha encontrado que la distribución de frecuencias de masas corporales para varios taxones a escala continental difiere de manera significativa a una distribución normal, aún usando una transformación logarítmica.

La distribución es claramente unimodal, con una categoría intermedia de tamaño que contiene a la mayoría de las especies. Para los mamíferos de América del norte, la categoría modal corresponde a las especies de alrededor de 100 a 120g (Brown y Nicoletto 1991). En dicha distribución existen menos especies de tamaños cada vez mayores, lo que significa que en un grupo de organismos existe una gran diferencia entre la categoría de mayor tamaño y la siguiente. A su vez de la categoría modal existe una disminución comparativamente rápida en el número de especies pequeñas, por lo que también existen menos especies de tallas muy pequeñas. Entre los mamíferos terrestres, por ejemplo, las especies más pequeñas (menores a 100g), como las musarañas y algunos roedores, son comparativamente menos comunes en términos de número de especies que los taxones de tamaño modal.

Por otro lado, existe un claro efecto del número de especies considerado y de la escala espacial a la cual se trabaja. A escalas pequeñas o locales, la distribución de frecuencias es más equitativa que a escalas regionales, haciéndose evidente una distribución homogénea de tamaños corporales de las especies en las diferentes categorías (Brown y Nicoletto 1991; Blackburn y Gaston 1994b; Brown 1995; Arita y Figueroa 1999). A nivel local y en un tiempo ecológico, la competencia evita la coexistencia de especies de talla similar, debido a la acción de la exclusión competitiva. De este modo, aunque exista un pool numeroso de especies de mamíferos con un peso aproximado de 100g solo unas pocas de estas podrían existir en los mismos sitios. Este proceso selectivo de tamaños eventualmente produciría que las distribuciones de frecuencias locales fueran más homogéneas que las existentes para faunas continentales. Lo cual se ha demostrado para mamíferos, ya que especies cuyos individuos pesan más de 100g en un continente, tienden a ser más chicas al invadir islas, mientras que las especies de peso menor a 100g tienden a ser grandes (Arita y Rodríguez 2001).

El hecho de que las distribuciones de frecuencia difieran de la distribución normal y que exista una categoría modal que no corresponde con el tamaño de los

organismos más pequeños, va en contra de la hipótesis de nicho de Hutchinson y MacArthur (1959). Esto aunado al claro efecto de la escala, indica que los patrones observados no son aleatorios, y que existe algún elemento que determina la existencia de un tamaño óptimo (Arita y Rodríguez 2001). Brown et al. (1993) propusieron un modelo energético que aparentemente explica la existencia de un tamaño óptimo para un mamífero terrestre. Este modelo se basa en las relaciones fisiológicas que pueden observarse entre el tamaño corporal y dos atributos muy importantes para la sobrevivencia de las especies. La capacidad de los organismos para tomar energía del ambiente (indispensable para subsistir y crecer) y su capacidad para reproducirse. De acuerdo con esto, los mamíferos pequeños aunque sean eficientes para adquirir energía del ambiente, pueden no serlo en el cuidado de sus crías, mientras que los mamíferos grandes aunque sean más eficientes en el cuidado y sobrevivencia de sus crías, su posibilidad de adquirir energía les impediría aprovechar al máximo esa capacidad. El mamífero ideal que aprovecharía al máximo ambos atributos debe pesar alrededor de 100g, coincidente con la categoría modal de Brown y Nicoletto (1991) y que a su vez es cercano a lo observado por Arita y Figueroa (1999) para los mamíferos de México.

En general las especies de tamaños corporales grandes requieren de mayor energía y por tanto tienden a distribuciones geográficas amplias, mientras que las especies pequeñas requieren de recursos de alta concentración energética llegando a vivir en hábitats específicos, con distribuciones más pequeñas, manteniendo sus poblaciones locales dentro de parches reducidos (Brown y Maurer 1989; Gaston y Blackburn 1996a). Esta correlación positiva entre área de distribución y masa corporal, ha sido apoyada por estudios recientes (Diniz-Filho y Mundim 2002). No obstante, especies con distribuciones amplias no necesariamente tendrán una mayor densidad, por el contrario muchos carnívoros tienen una amplia distribución pero densidades locales reducidas. Esto es congruente con la correlación negativa entre masa corporal y densidad local encontrada para grupos amplios, como los mamíferos (Damuth 1981; Arita et al. 1990, 1993; Gaston 1994; Brown 1995; Gaston y Blackburn 1996a).

RELACIÓN DIETAS Y HÁBITOS CON ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

Algunas características ecológicas como tipo de hábito y dieta juegan un papel importante en la determinación de los tamaños de las áreas de distribución de los organismos (Arita et. al. 1990; 1997; Kjell y Aava-Olsson 2002). Dichas características pueden influir en los requerimientos particulares de las especies vulnerables, por tanto el ser consideradas puede permitir la creación de estrategias adecuadas para su conservación.

Recientemente se ha puesto énfasis en los estudios de las causas que determinan la rareza, así como su posible relación con otras variables. En el trabajo de Kjell y Aava-Olsson (2002) se encontró que los géneros de mamíferos endémicos se distinguen en taxonomía, tamaño corporal, hábitos de alimentación y uso del substrato, de los géneros con distribución cosmopolita. Los géneros endémicos fueron dominados por el orden Rodentia y eran principalmente de talla pequeña, de dieta insectívora, frugívora omnívora o herbívora, y de hábito semifosorial, terrestre o arborícola. Mientras que, los géneros con amplia distribución pertenecieron principalmente a las órdenes Chiroptera, Cetacea y Carnivora, de mayor tamaño, de dieta piscívora o insectívora, y de hábito acuático, terrestre o volador (Kjell y Aava-Olsson 2002).

La correlación negativa encontrada entre distribución y abundancia para mamíferos, fue menor al comparar especies dentro de un grupo más pequeño como el de dietas o hábitos (Arita et al. 1990). Esto significa que la distribución y abundancia son estimadores independientes de la rareza, si la distribución se restringe a especies con tamaños y rasgos ecológicos similares. Arita et al. (1990) en su estudio sobre rareza de mamíferos neotropicales demostraron que existe una influencia de la dieta sobre la rareza. Encontraron que los insectívoros omnívoros y frugívoros omnívoros no muestran un patrón aparente de rareza, teniendo aproximadamente el mismo número de especies en cada categoría o combinaciones descritas para rareza (ampliamente distribuida y abundante,

restringida y rara, restringida pero abundante y ampliamente distribuida pero localmente rara). Sin embargo, 10 de 25 especies que representa el 40%, de frugívoros omnívoros están dentro de la categoría: distribución restringida y baja densidad, mientras que 10 de 23 especies de insectívoros omnívoros (43.5%) se encuentran dentro de distribución restringida y alta densidad.

Dentro de los patrones estadísticamente significativos que sugieren un efecto de la dieta sobre la rareza, se encontró que los carnívoros (del orden Carnivora) tienden a concentrarse en la categoría de amplia distribución y densidad baja, mientras que los frugívoros-granívoros (Rodentia) a una distribución restringida y alta densidad (Arita et al. 1990, 1997). En general, las especies que se alimentan de materia vegetal (herbívoros y granívoros) tienden a encontrarse en áreas de distribución restringida y las que se alimentan de materia animal (insectívoros y carnívoros) tienden a una distribución amplia (Arita et al. 1997). Con relación al tipo de hábito, el patrón encontrado para mamíferos es que las especies fosoriales y semifosoriales tienden a áreas de distribución restringidas mientras que, los mamíferos terrestres y escansoriales tienden a estar ampliamente distribuidos (Arita et al. 1997).

Es evidente que el tipo de hábito y la dieta están relacionados con otras características propias de las especies, como lo es la masa corporal, el metabolismo, el ámbito hogareño, la historia de vida, la morfología, entre otras, las cuales pueden determinar la existencia de las especies raras. Esto aunado a las diferencias ecológicas encontradas en las dietas y hábitos, de los géneros endémicos y cosmopolitas, se puede considerar a estas dos características como una herramienta adicional importante en estudios macroecológicos enfocados a la rareza de especies. Reafirmando la importancia del conocimiento de las características ecológicas de las especies raras, para determinar diferentes requerimientos en cuanto a su conservación.

OBJETIVOS

Determinar el tamaño de área de distribución geográfica de las 77 especies del orden Carnivora que se distribuyen a lo largo del continente americano. Para reconocer a las especies raras, consideradas en este trabajo bajo el criterio de tamaño del área de distribución, las cuales podrían requerir de protección especial.

A su vez, correlacionar el tamaño del área de distribución con las variables: masa corporal, tipo de hábito y dieta. Debido a que, algunas de estas características particulares de las especies raras, podrían estar influyendo en la restricción de sus áreas de distribución y por tanto en la determinación de especies raras.

Evaluar como se distribuyen estas especies raras y determinar en donde potencialmente se podrían o deberían establecer áreas prioritarias para la conservación de carnívoros.

Finalmente observar la representatividad de las especies raras de acuerdo al criterio utilizado, en las listas oficiales e internacionales de especies en peligro de extinción.

MÉTODO

Para evaluar la distribución geográfica de las especies de carnívoros se usó una base de datos de los mamíferos de América del norte, elaborada por el laboratorio de Macroecología del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Arita y Rodríguez 2004; disponible en la página web de la Conabio, <http://www.conabio.gob.mx>). Esta base de datos fue elaborada digitalizando los mapas de distribución histórica de 744 especies de mamíferos terrestres, sin incluir a las especies insulares e introducidas, teniendo como base los mapas propuestos por Hall (1981) y actualizados hasta el 2000. Dicha base de datos cuenta con cinco familias del orden Carnivora: Canidae, Felidae, Mustelidae, Procyonidae y Ursidae que representan 51 especies de carnívoros que se encuentran a lo largo de Alaska y norte de Canadá hasta Panamá.

Como parte de este trabajo de tesis se realizó una actualización de la base de datos existente, al incluir a los carnívoros que se distribuyen exclusivamente en América del sur, así como al complementar el área de distribución de los carnívoros de América del norte que se extienden a América del sur. Con esto, el número de especies suma un total de 77 especies de carnívoros distribuidos a lo largo del continente americano (ver apéndice).

Adicionalmente se complementaron los datos de masa corporal, tipo de hábito y dieta para las 77 especies de carnívoros que se encuentran en dicha extensión continental, incluyendo los datos de las especies que se encuentran en América del sur. En general se usó como referencia principal la compilación de Wilson & Reeder (1993) para verificar los datos y la distribución general, incluyendo literatura especializada más reciente. Para los mamíferos de América del sur y América central se consultó Reid (1997), así como información extraída de la red (Myers 2000. Animal Diversity Web. <http://animaldiversity.ummz>.

umich.edu/site/accounts/information/Carnivora.html; Postanowicz, R. 1997-2004. Lioncrusher's Domain. <http://www.lioncrusher.com>).

Las categorías de dietas empleadas fueron: carnívoro (C), carnívoro omnívoro (CO), insectívoro omnívoro (IO), frugívoro omnívoro (FrO) y piscívoro (P); y las categorías de hábitos: terrestre (T), escansorial (SC), semifosorial (SF), semiacuático (SQ) y arborícola (A) (ver apéndice).

Para capturar la información y desplegar los mapas de las áreas de distribución de las especies de carnívoros se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG), Arc View 3.2 el cual se sustenta en una base de datos Access de Microsoft 2002, en la cual fue capturada anteriormente la información. Para cada especie se calculó el área de distribución en kilómetros cuadrados, datos que permitieron la obtención de las relaciones área de distribución-masa corporal, área de distribución-dietas, y áreas de distribución-hábitos. Para realizar la estimación del área en kilómetros se utilizó la proyección Lambert Azimuthal que está descrita como una proyección equivalente, lo cual significa que mantiene el área de distribución lo más exacta posible. Esta proyección fue desarrollada por Johann Heinrich Lambert en 1772 y se utiliza típicamente para trazar regiones grandes como continentes y hemisferios, y más comúnmente para un solo hemisferio, debido a que la distorsión es menor para un hemisferio que para un mapa de la Tierra completa (Errazuriz y González 1992; Snyder y Voxland 1994. [http://www.3dsoftware.com/Cartography/USGS/Map Projections](http://www.3dsoftware.com/Cartography/USGS/Map%20Projections); Kennedy y Kopp 2000). Las proyecciones del mapa de América así como de cada uno de los mapas del área de distribución de las 77 especies, fueron realizadas con un meridiano central de -106.5047359467 y una latitud de referencia de 13.6058235168.

Con el fin de identificar a las especies con distribución restringida, primero se determinó el tamaño del área de distribución geográfica de todas las especies estudiadas, y posteriormente se obtuvo un histograma de frecuencias del número

de especies en cada categoría de tamaño de área geográfica. Se obtuvo el valor promedio de las áreas de distribución geográfica y con base en éste, se consideró como especies de distribución restringida, a todas las especies con distribución menor o igual a dicho valor medio. Este criterio para determinar a las especies con distribución restringida ya había sido utilizado para mamíferos de México (Arita et al. 1997).

Para estandarizar los datos y poder obtener la relación área de distribución-masa corporal, se transformaron a logaritmos base 10. En primer lugar se realizó un histograma de frecuencias de masas corporales para observar la tendencia presente en el grupo de carnívoros. Este análisis se repitió para la muestra de especies restringidas, para comparar la distribución de masas corporales de la población total con la de la muestra mediante una prueba estadística de z (Dowdy y Wearden 1991). Posteriormente se obtuvo el coeficiente de correlación entre las variables área de distribución-masa corporal, para el total de 77 especies y por cada familia. El análisis por familia se realizó con el propósito de observar posibles diferencias en la tendencia general del grupo.

Debido a que la dieta del orden que se estudió es preferentemente carnívora, para observar si se encuentran diferencias en la muestra de especies restringidas, se realizó en primer lugar un histograma de frecuencias de la dieta del grupo total y de la muestra de especies restringidas. Posteriormente se realizó un análisis binomial de distribución hipergeométrica, en el cual se contrastaron dos poblaciones: la dieta carnívora contra las dietas restantes (insectívoro omnívoro, frugívoro omnívoro, carnívoro omnívoro y piscívoro), de la muestra de especies restringidas comparadas con la población total.

Para el análisis de los tipos de hábitos, se realizó además del histograma de frecuencias, una prueba binomial de distribución hipergeométrica como en el caso anterior, debido a la existencia de un hábito predominante, el cual es terrestre. De este modo, se comparó el hábito terrestre con las demás categorías:

escansorial, semiacuático, arborícola y semifosorial, para poder observar diferencias entre la población total y la muestra.

Como un primer acercamiento a la identificación de áreas prioritarias para la conservación de especies raras de carnívoros de América, se sobrepusieron las áreas de distribución de las especies de carnívoros restringidas o raras (Rabinowitz y Dillon 1986; Gaston 1994), para observar los puntos donde se intercepta un mayor número de especies. Posteriormente se realizó un estudio más cuantitativo al obtenerse un índice de rareza por cuadro, en el que se incluyó al total de especies de carnívoros distribuidos en América. Este se produjo contando el número de especies raras, cuya distribución intercepta un cuadro de 0.5 * 0.5 grados de latitud y longitud que equivale en promedio a 2835.56 Km² (53.25 Km. por lado).

El índice:

$$I_c = \frac{\sum_{i=1}^{n_c} 1/A_i}{n_c}$$

Fue utilizado por Arita et al. (1997) en un estudio previo, versión modificada del índice propuesto por Kershaw et al. (1994) Donde I_c es el valor del índice por cuadrante c , A_i es el área de distribución de las especies i , y n_c es el número de especies en el cuadrante c . Esta metodología ha sido usada para definir áreas importantes para la conservación de los mamíferos, definir regiones biogeográficas, analizar patrones geográficos de diversidad de masas corporales, analizar la distribución geográfica de diversidad beta y analizar la relación área de distribución-escala (Arita y Figueroa 1999; Rodríguez 2002, Arita y Rodríguez 2004). Para México, por ejemplo, se han usado cuadros de 2 x 2 grados para definir zonas de alta diversidad de especies o de alta concentración de especies endémicas (Ceballos y Navarro 1991; Ceballos et al. 1998). Asimismo, se han

empleado cuadros de 0.5 x 0.5 grados para encontrar zonas de alta diversidad de especies con área de distribución restringida (Arita et al. 1997).

Por último con el propósito de observar la representatividad de las especies raras bajo el criterio de área de distribución restringida, en las listas oficiales de especies en peligro, a los datos se incluyó la categoría de riesgo en la que se encuentran los carnívoros del continente, tanto a nivel nacional como internacional. Lo que permitió realizar una comparación de los resultados con la clasificación actual. Dicha comparación se llevó a cabo de acuerdo con los registros proporcionados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) actualizados hasta el 2004 (2004 IUCN. red list of threatened species. <http://www.redlist.org/>), así como de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES. <http://www.cites.org/eng/append/appendices.shtml/>), de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) disponible en la página web del Instituto Nacional de Ecología: <http://www.ine.gob.mx>) y de las listas oficiales de países como: Chile, El Salvador, Estados Unidos, Perú y Colombia.

RESULTADOS

Al analizar la distribución de frecuencias del tamaño de las áreas de distribución del total de las especies de carnívoros del continente americano, se encontró que existe un mayor número de especies restringidas. Con un total de 44 especies consideradas en este trabajo como especies restringidas, por tener un área de distribución menor al valor promedio para todas las especies (6.28 millones de km^2). Al examinar la frecuencia del área de distribución del total de 77 especies, así como de las 44 especies con área de distribución restringida, se encontró que por mucho la categoría más numerosa fue la de área de distribución menor o igual a $910\,000\text{ Km}^2$ (figura 1 y 2). Esta categoría corresponde a un número de 17 especies, las cuales se determinaron en este trabajo como las especies cuya área de distribución es muy restringida. Dicha muestra se tomó en consideración con el fin de corroborar los análisis.

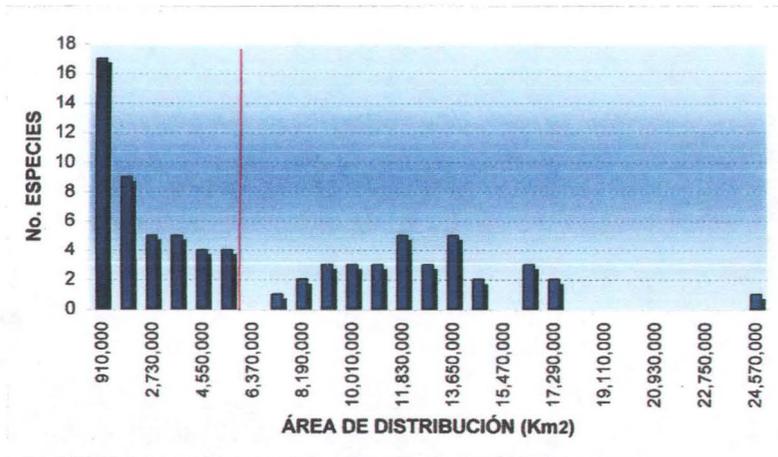


FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL TAMAÑO DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DEL TOTAL DE ESPECIES DE CARNÍVOROS. La línea roja representa a la media de 6.28 millones de km^2 .

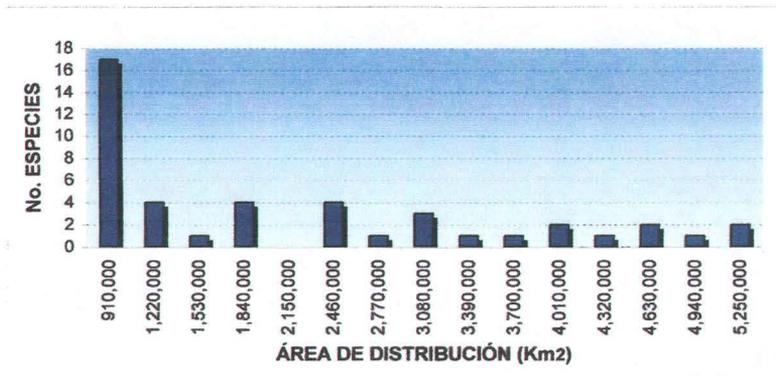


FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA DE 44 ESPECIES.

MASA CORPORAL

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE MASAS CORPORALES

De acuerdo con la distribución de frecuencias de masas corporales del total de especies de carnívoros, se encontró una distribución aparentemente normal ($\mu=0.53 \log_{10}$, $\sigma=0.70 \log_{10}$). Esta distribución se manifiesta con la disminución notable de los organismos con tallas cada vez mayores y más pequeñas. Asimismo se encontró una categoría modal en $0.8 \log_{10}$ de peso, que se encuentra por encima de la media, y que corresponde a una masa corporal de tres a seis kilogramos de peso para el orden Carnívora (figura 3).

Posteriormente al repetirse el análisis con las muestras de 44 y 17 especies consideradas como especies con distribución restringida y muy restringida respectivamente, se encontró que a pesar de que la categoría modal permaneció entre los valores logarítmicos de 0.2 a 0.8, que corresponden a un peso de uno a seis kilogramos, se puede observar en la figura 3, una disminución en la categoría más frecuente y de mayor masa corporal ($0.8 \log_{10}$).

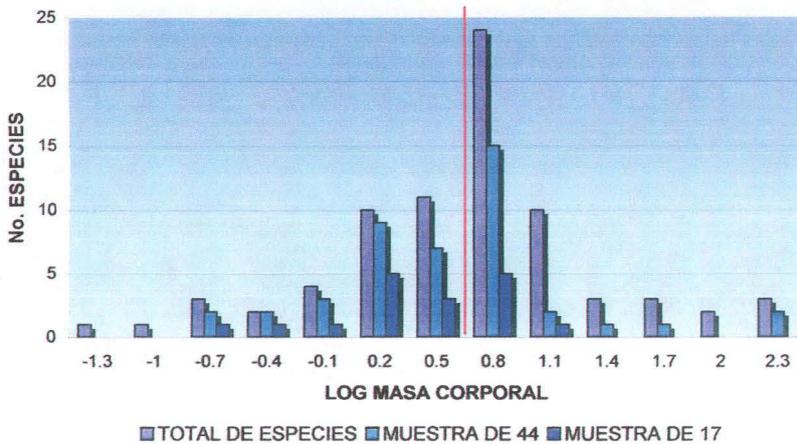


FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE MASAS CORPORALES. La línea roja representa a la media de $0.53 \log_{10}$.

Como resultado del análisis comparativo entre la masa corporal de la población total y los grupos de especies restringidas, mediante una prueba estadística de z, se encontró que existe diferencia significativa en masa corporal, de las especies restringidas ($p=0.03$) y muy restringidas ($p=0.01$) con respecto a la población total. Esto significa que, en general las especies restringidas son de tallas menores comparadas con el total de especies.

RELACIÓN MASA CORPORAL-ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

Se encontró una correlación positiva entre masa corporal y área de distribución para el grupo de carnívoros de América. Este patrón ya había sido descrito para mamíferos en general (Gaston y Blackburn 1996a). La correlación no fue alta, pero estadísticamente significativa ($r=0.26$; $p=0.02$), lo que significa que organismos de tallas mayores tienden a tener una amplia área de distribución. Sin embargo, se puede observar mucha variación, de hecho algunas especies pequeñas se pueden

encontrar tanto en distribuciones restringidas como ampliamente distribuidas, mientras que las especies más grandes tienden a tener sólo áreas de distribución mayores. Asimismo se puede observar dos especies de olingo, *Bassaricyon lasius* y *B. pauli* de tamaño pequeño intermedio que tienen un área de distribución menor a 4 mil km², son endémicas de Costa Rica y Panamá respectivamente, y se encuentran en peligro tanto por su área de distribución restringida, como por su especificidad de hábitat. Ambas especies se encuentran en el bosque subtropical o mesófilo de montaña, el cual es uno de los ecosistemas más frágiles (Challenger 1998) (ver figura 4).

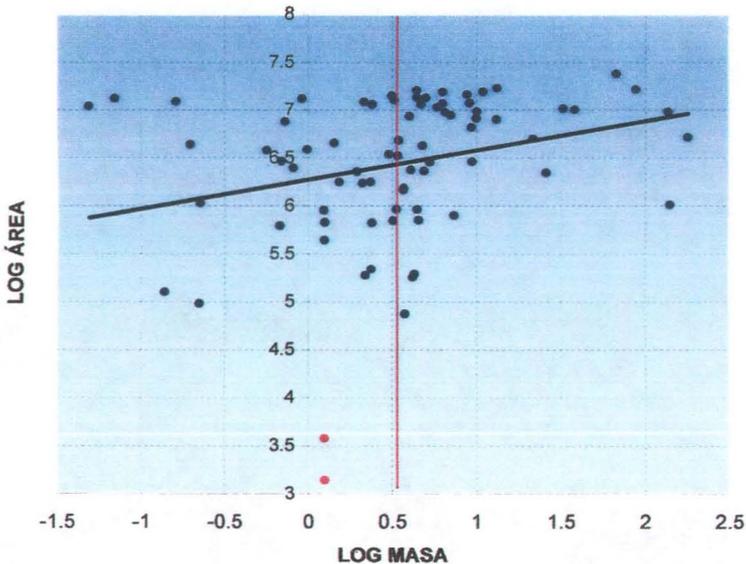


FIGURA 4. RELACIÓN MASA CORPORAL-ÁREA DE DISTRIBUCIÓN. Los puntos rojos representan a dos especies de olingos endémicos. La línea roja representa a la media de la masa corporal ($0.53 \log_{10}$).

En el análisis por familia, sólo las familias Felidae y Procyonidae presentaron una correlación significativa (figura 5-9).

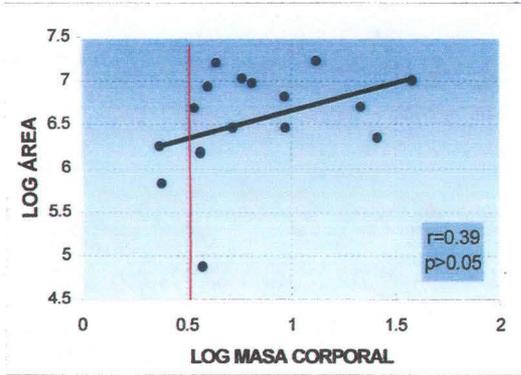


FIGURA 5. RELACIÓN MASA CORPORAL-ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA FAMILIA CANIDAE.
La línea roja representa a la media de 0.53 \log_{10} .

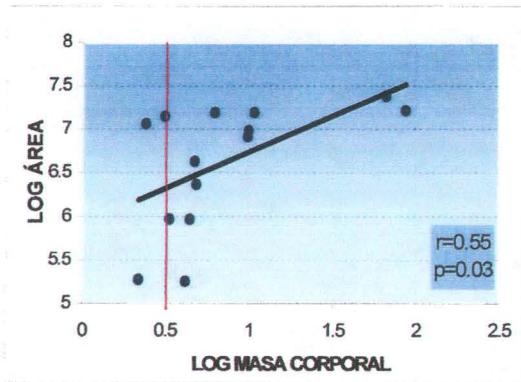


FIGURA 6. RELACIÓN MASA CORPORAL-ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA FAMILIA FELIDAE

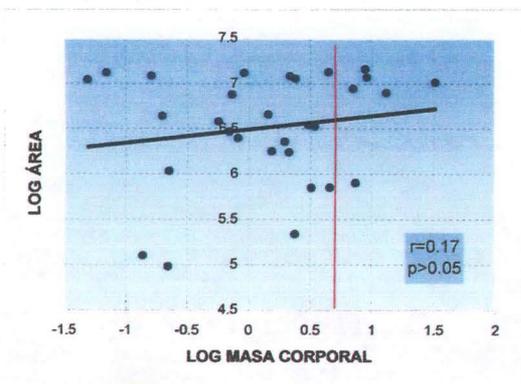


FIGURA 7. RELACIÓN MASA CORPORAL-ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA FAMILIA MUSTELIDAE.

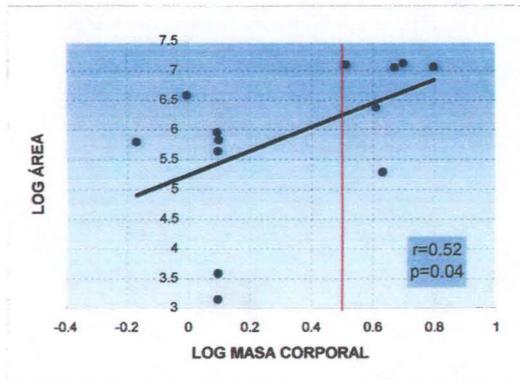


FIGURA 8. RELACIÓN MASA CORPORAL-ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA FAMILIA PROCYONIDAE.

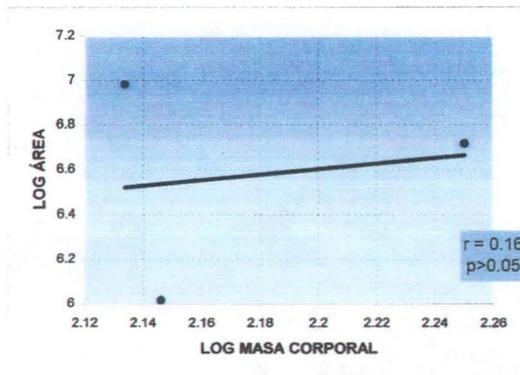


FIGURA 9. RELACIÓN MASA CORPORAL-ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA FAMILIA URSIDAE.

DIETAS

La dieta de este orden es sin duda, preferentemente carnívora (figura 10). Sin embargo, al analizar solo al grupo de las especies con áreas de distribución restringida, se encontró que aumenta la frecuencia de hábitos de alimentación generalistas: insectívoro omnívoro, frugívoro omnívoro y carnívoro omnívoro.

Al contrastar la categoría carnívora contra las demás dietas en un análisis binomial de distribución hipergeométrica, se encontraron diferencias significativas en la proporción de carnívoros entre la muestra total y las muestras de 44

especies restringidas ($p=0.04$) y muy restringidas (17 especies) ($p=0.01$). Esto significa que prevalece una tendencia de las especies restringidas a ser generalistas en sus hábitos de alimentación. A su vez se observó que la dieta frugívora omnívora se presenta con mayor frecuencia en las especies muy restringidas (figura 10).

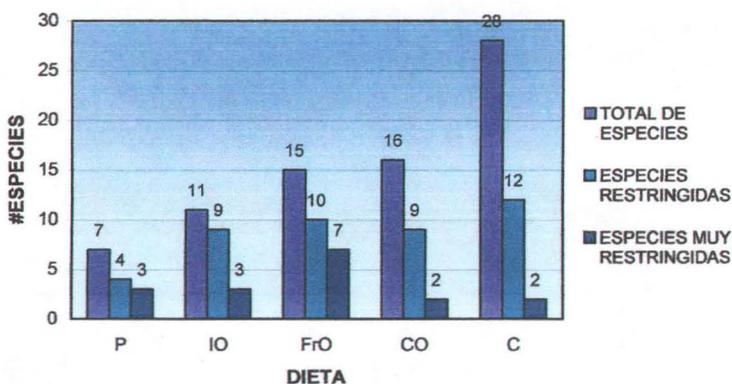


FIGURA 10. COMPARACIÓN EN LA FRECUENCIA DE LA DIETA.

P piscívoro, IO insectívoro omnívoro, FrO frugívoro omnívoro, CO carnívoro omnívoro, C carnívoro.

HÁBITOS

Al igual que en el caso de la dieta en la cual existe una predominancia de carnívoros, es indudable que también existe en mayor proporción la presencia del hábito terrestre. Esto debido a que ambas son características que definen a este orden. Al comparar el hábito terrestre con los demás hábitos en un análisis binomial de distribución hipergeométrica, no se encontró diferencia significativa para el grupo de especies con distribución restringida ($p>0.05$), pero si para el grupo de distribución muy restringida ($p=0.02$) (figura 11). En este grupo se

observa una disminución del número de especies con hábitos terrestres y se mantiene el número de especies con hábitos arborícolas.

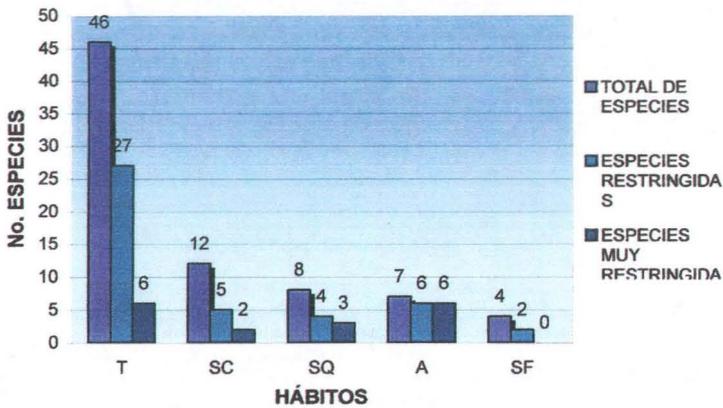


FIGURA 11. COMPARACIÓN DE LA FRECUENCIA DE HABITOS.

T terrestre, SC escansorial, SQ semiacuático, A arborícola, SF semifosorial.

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES RARAS

Al sobreponer las áreas de distribución de las 44 especies de carnívoros, consideradas como especies raras en este estudio por su distribución restringida (Rabinowitz y Dillon 1986; Gaston 1994), se pueden observar algunas áreas con mayor número de éstas especies, las cuales podrían ser consideradas prioritarias para la conservación de carnívoros. A pesar de que no se encontró una zona con un valor muy alto de especies restringidas, pues las zonas con mayor riqueza contienen alrededor de 10 especies (figura 12).

De este modo, se encontró que las especies restringidas se concentran principalmente en la parte baja del este de América del sur lo cual corresponde a los países de Perú, Bolivia, Argentina y Chile. Así como en la parte norte de

México en colindancia con Estados Unidos. En ambas regiones predomina el tipo de vegetación matorral y corresponden a una zona climática de grandes altitudes, la cual está definida como el clima que varía según la elevación, la latitud y la orientación (Philip 1993). Esto debido a que la región meridional de América del sur con predominancia de especies raras, coincide con la cordillera de los Andes.

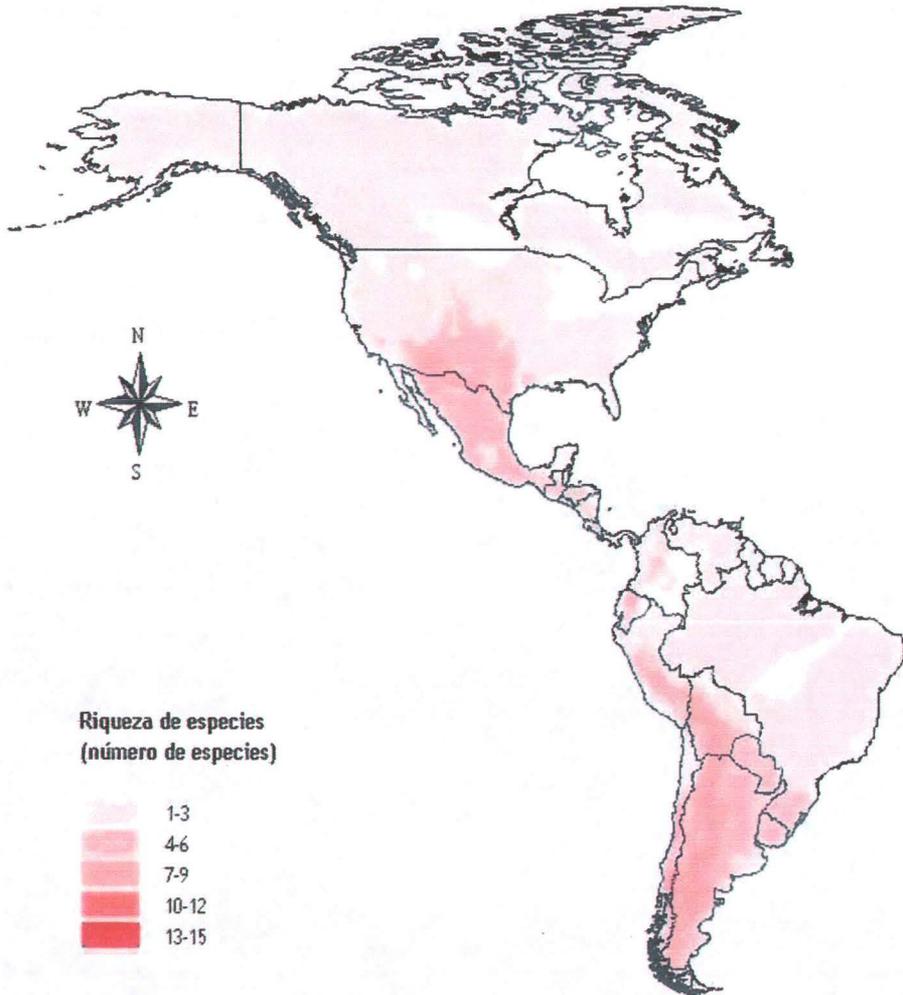


FIGURA 12. MAPA DE RIQUEZA DE ESPECIES RARAS DE AMÉRICA.

Los resultados obtenidos con el índice de especies raras, coinciden en parte con el patrón general de distribución de especies restringidas que se había obtenido de la sobreposición de distribuciones. Debido a que, también se observa una distribución de especies restringidas o raras, en la parte sur de Estados Unidos y norte de México, así como en la zona de la cordillera de los Andes. Sin embargo, el índice permite mayor selectividad y mayor capacidad discriminadora al seleccionar cuadros que potencialmente podrían ser prioritarios para conservar. Mostrando adicionalmente, la presencia de especies restringidas y muy restringidas en la parte oeste y sur de México (Llanura Costera del Pacífico y Sierra Madre del Sur), en el este de México (Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo), y en el corredor biológico mesoamericano (figura 13). Este patrón se observa de manera más clara en la figura 14, en la que solo se utilizaron dos categorías: especies raras y no raras.

Tanto en la zona del sureste de México como en la del corredor biológico mesoamericano y la parte noroeste de América del sur es predominantemente bosque tropical, mientras que en la región de la Sierra Madre Oriental y suroeste de América del sur es bosque templado y matorral. En México existe un mayor índice de especies con distribución muy restringida, en la región de la Sierra Madre del Sur y Oriental, en la cual predomina las áreas forestales (selvas y bosques maderables), así como en una parte de la Llanura Costera del Pacífico y la Llanura Costera del Golfo, en las que es predominantemente arbustiva y pastizal (Philip 1993).

Considerando particularmente, sólo la distribución de especies muy restringidas (figura 13), el patrón encontrado para el continente americano sugiere conservar una parte de la Llanura Costera del Pacífico y la del Golfo, así como la Sierra Madre del Sur y Oriental, tres regiones pequeñas ubicadas en Nicaragua, Costa Rica y Panamá, en América central, y en América del sur: el chocó colombiano, la porción central de Colombia y Venezuela, la vertiente pacífica y el lado oeste de los Andes, la Patagonia, y la Tierra del Fuego.



INDICE DE ESPECIES RARAS



FIGURA 13 MAPA DEL INDICE DE ESPECIES RARAS.



INDICE DE ESPECIES RARAS

-  ESPECIES NO RARAS
-  ESPECIES RARAS



FIGURA 14 MAPA DEL INDICE DE ESPECIES RARAS. Muestra únicamente a las especies raras (desde medianamente raras a muy restringidas).

CATEGORÍAS DE RIESGO

Como ocurre con la mayoría de las especies en los diferentes grupos, existe una poca representatividad de especies raras de carnívoros en las listas oficiales de especies en peligro de extinción, a pesar de ser un grupo relativamente mejor estudiado. Se puede observar en el cuadro 2 que de acuerdo con los registros proporcionados por la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza actualizados hasta el 2004 (2004 IUCN. red list of threatened species; <http://www.redlist.org/>), tan solo el 22.7% de las especies restringidas y el 35.3% de las especies con distribución muy restringida, se encuentran en alguna categoría de riesgo (de Vulnerable a Extinto). Asimismo, 27 y ocho especies respectivamente están dentro de la clasificación de preocupación menor. Es decir más de la mitad de especies consideradas en este trabajo como raras no se encuentran en la lista de la IUCN en las categorías de mayor riesgo.

CUADRO 2. Categorías de riesgo de las especies con distribución restringida y muy restringida de acuerdo con la IUCN.

CATEGORÍAS (IUCN)	DISTRIBUCIÓN RESTRINGIDA	DISTRIBUCIÓN MUY RESTRINGIDA
EX extinto	0	0
EW extinto en estado silvestre	1	0
CR en peligro crítico	1	0
EN en peligro	6	5
VU vulnerable	2	1
LR en riesgo bajo		
CD conservación dependiente	0	0
NT casi amenazado	6	3
LC preocupación menor	21	5
	27	8
DD datos insuficientes	4	2
NE no evaluado	3	1
TOTAL	44 especies	17 especies

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La presencia de una categoría modal de masas corporales, para las especies de carnívoros del continente americano, de 1-6kg para las especies con distribución restringida. Se puede explicar debido a que en continentes completos, como en el caso de América, se observa un patrón unimodal, el cual se manifiesta por la existencia de un tamaño óptimo. En cambio a escalas pequeñas o locales la distribución de frecuencias es más homogénea, debido a la acción de la exclusión competitiva (Brown y Nicoletto 1991; Blackburn y Gaston 1994b; Brown 1995; Arita y Figueroa 1999). Brown y Nicoletto (1991) proponen que la existencia de un tamaño óptimo, es determinado por las características de las especies, y depende de la capacidad de las especies para obtener energía del ambiente y de reproducirse (Brown et al. 1993). De acuerdo con esto, el hecho de encontrar pocas especies de tallas muy grandes o muy pequeñas, se debe a que los animales de tallas muy pequeñas, aunque pueden ser eficientes para adquirir energía, no lo son tanto para el cuidado de sus crías, mientras que los de tallas mayores su poca posibilidad de adquirir energía o alimento, les impide aprovechar al máximo su potencial reproductivo. Por otro lado, las diferencias encontradas en la distribución de frecuencias de masas corporales, entre el total de especies y las especies restringidas, denota que las especies restringidas en general son de tallas menores. Lo cual concuerda con la correlación positiva encontrada entre masa corporal-área de distribución.

La correlación positiva entre masa corporal-área de distribución no fue alta, por lo que no es posible asegurar que la masa corporal, es una característica determinante en el tamaño del área de distribución para el grupo de los carnívoros. De hecho, lo obtenido se asemeja más a la propuesta por Brown y Maurer (1987, 1989), en la que especies pequeñas pueden tener distribuciones amplias y restringidas, mientras que las especies más grandes tienden a tener sólo mayores áreas de distribución. Esta correlación baja, puede ser explicada por la existencia de un patrón filogenético para tamaño corporal (Diniz-Filho y Mundim

2002), en el cual las diferencias en tamaños corporales están determinadas por los grupos filogenéticos. Lo que concuerda con los resultados obtenidos del análisis por separado de las familias del orden Carnivora, debido a que se encontró que sólo las familias Felidae y Procyonidae presentan una correlación significativa.

En estudios previos se ha demostrado que las especies raras difieren en algunas características ecológicas con respecto a las especies con áreas de distribución amplias (Arita et al. 1997; Kjell y Aava-Olsson 2002). En este sentido, Kjell y Aava-Olsson (2002) encontraron para mamíferos diferencias en orden, masa corporal, hábito de alimentación y la utilización del sustrato, lo que sugiere que el aumento encontrado en la frecuencia de frugívoros-omnívoros arborícolas no sea una coincidencia.

Debido a que la dieta tiene influencia sobre la masa corporal y ésta a su vez sobre la abundancia y el tamaño del área de distribución (Arita et al. 1990). El aumento en la frecuencia de frugívoros-omnívoros arborícolas puede explicarse por el hecho de que las especies pequeñas al requerir de mayor concentración de recursos particulares, llegan a vivir en hábitats específicos con distribuciones restringidas (Brown y Maurer 1989). Esto coincide con la especificidad de hábitat en la preferencia arborícola, que corresponde con la dieta frugívora-omnívora. En general, las especies que se alimentan de materia vegetal tienden a encontrarse en áreas de distribución restringida y las que se alimentan de materia animal tienden a una distribución amplia (Arita et al. 1997).

Por otro lado, el hábito y la dieta están relacionados no sólo con la masa corporal, sino con otras características de la historia de vida (Arita et al. 1990). Una mayor especialización ecológica como lo es la dieta exclusivamente carnívora, característica que fue menos frecuente en las especies restringidas. Está relacionada con tamaños corporales mayores, al mismo tiempo que con una mayor capacidad de dispersión. Esta mayor capacidad de dispersión aunada a las

otras características, determina las extensas áreas de distribución que requieren los carnívoros más grandes, y a su vez la predominancia de hábitos terrestres. Así pues, Arita et al. (1997) encontraron que los mamíferos terrestres y escansoriales tienden a estar ampliamente distribuidos. De acuerdo con esto, tanto la dieta carnívora como el hábito terrestre, están relacionados con un tamaño corporal grande y mayores áreas de distribución.

Brown y Maurer (1989) señalaron que la distribución continental de las especies está limitada por la disponibilidad de hábitat adecuado, que se asocia con las características topográficas. Esto explica la distribución encontrada para las especies raras, la cual fue en general a lo largo de ambientes restringidos como las sierras y cordilleras, que se relacionan con la especificidad de hábitat y la restricción de las áreas de distribución. En este sentido Douglas et al. (2002) señalan que las especies restringidas tienden a una mayor especialización ecológica. Por tanto, especies con requerimientos específicos de nicho resultan más vulnerables que aquellas cuyos requerimientos son más generales, debido a que cuando por alguna razón se modifica la disponibilidad de recursos, estas especies tienen mayor probabilidad de desaparecer.

Las especies raras de carnívoros de América, se distribuyen desde la parte sur de Estados Unidos, el este y sureste de México, así como en América central hasta Colombia, Ecuador Perú, Bolivia, Argentina y Chile. En estos países es de gran importancia el establecimiento de áreas naturales protegidas de gran tamaño donde se puedan mantener las poblaciones de carnívoros. La distribución de especies raras de carnívoros en México concuerda con el patrón obtenido por Vázquez y Gaston (2004) para mamíferos. Debido a que en dicho estudio encontraron mayor concentración de especies endémicas en la parte sur de México. Así también, la distribución general de riqueza de especies raras encontrada del sur de México al oeste de América del sur, coincide con el patrón de riqueza encontrado para otros grupos de animales como aves (Manne et al. 1999, Pimm y Brown 2004).

No obstante que la UICN es una organización internacional, existen algunas especies que a pesar de su condición de especie rara, sólo se encuentran en categorías de riesgo en los países donde se distribuyen. Por ejemplo, las especies: *Spilogale pygmaea* (zorrillo pigmeo) y *Bassariscus astutus* (cacomiztle norteño) consideradas por la UICN como de preocupación menor, para la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) se encuentran amenazados y son endémicos (A/e), del mismo modo, *Conepatus semistriatus* (mapurite), también considerado de preocupación menor, la NOM lo considera sujeto a protección especial y endémico (Pr/e) (Norma Oficial Mexicana. NOM-059-ECOL-2001. <http://www.ine.gob.mx>). Del mismo modo países como Chile cuentan con especies raras evaluadas por la UICN como de preocupación menor, este es el caso del Huroncito Patagónico *Lyncodon patagonicus*. A su vez, otras especies consideradas en este trabajo como raras, en países como el Salvador, Colombia, Perú o Estados Unidos sí están consideradas en alguna categoría de riesgo (ver apéndice).

Por otro lado, 12 especies determinadas en este estudio como raras o con distribución restringida, están dentro de al menos uno de los tres apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES. <http://www.cites.org/eng/append/appendices.shtml/>), a pesar de que se encuentran en alguna categoría de riesgo bajo (NT, LC), de acuerdo con la UICN. El hecho de que algunas especies raras o en peligro de extinción se encuentren dentro de alguna categoría de riesgo bajo en los listados internacionales, y que también se encuentren en los apéndices de CITES (<http://www.cites.org/eng/append/appendices.shtml/>), significa que especies que deberían ser de mayor preocupación, están siendo expuestas al comercio ilegal y a su explotación.

Se puede concluir que las características ecológicas analizadas deben ser consideradas como parte de los estudios de rareza de especies debido a que estas variables pueden proveer información complementaria para la identificación

de especies raras y con ello precisar diferentes requerimientos en cuanto a su conservación. Del mismo modo, la determinación de especies raras bajo el criterio de área de distribución restringida, sigue siendo una herramienta importante en la conservación biológica, puesto que este criterio está muy relacionado con la especificidad de hábitat, así como con la densidad poblacional la cual es un criterio difícil de determinar. En este sentido estudios recientes abordan la importancia de la Biogeografía como ciencia emergente en la conservación de las especies (Whittaker et al. 2005).

BIBLIOGRAFÍA

Anderson, S. 1977. Geographic ranges of North American terrestrial mammals. *American Museum Novitates* 2629: 1-15.

Andrewartha, H. G. y L. C. Birch. 1954. *The distribution and abundance of animals*. University of Chicago Press, Chicago Illinois.

Arita, H. T., J. G. Robinson y K. H. Redford. 1990. Rarity in Neotropical Forest Mammals and its Ecological Correlates. *Conservation Biology* 4:181-191.

Arita, H. T. y L. León-Paniagua. 1993. Diversidad de mamíferos terrestres. *Ciencias # Especial* 7: 13-22.

Arita, H. T., F. Figueroa, A. Frisch, P. Rodríguez y K. Santos-del Prado. 1997. Geographical range sizes and the conservation of Mexican mammals. *Conservation Biology*, 11: 92-100.

Arita, H. T. y F. Figueroa. 1999. Geographic Patterns of Body Mass Diversity in Mexican Mammals. *Oikos* 85:310-319.

Arita, H. T. y P. Rodríguez. 2001. Ecología geográfica y macroecología. In J. Llorente-Bousquets y J.J. Morrone (Eds.). *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones*. Pp. 63-80. Las Prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 277 pp.

Arita, H. T. y P. Rodríguez. 2002. Geographic range, turnover rate and the scaling of species diversity. *Ecography* 25: 5-541.

Arita, H. T. y P. Rodríguez. 2004. Local-regional relationships and the geographical distribution of species. *Global Ecology and Biogeography* 13: 15-21.

Arita, H. T. y G. Rodríguez. 2004. Patrones geográficos de diversidad de los mamíferos terrestres de América del Norte. Instituto de Ecología, UNAM. Base de datos SNIB-Conabio Proyecto Q068. México, D.F.

Bailey, N. T. J. 1981. Statistical methods in biology 2th ed. Halsted. New York. 215pp.

Bernal, J. 1989. Proyecto biológico para la recuperación del lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*). Memorias del VI Simposio sobre Fauna Silvestre. FMVZ, UNAM. 1989.

Bibby, C. J., N. J. Collar, M. J. Crosby, M. J. Gead, Ch. Imboden, T. H. Johnson, A. J. Stattersfield y S. J. Thirgood. 1992. Putting biodiversity on the map: priority areas for global conservation. ICBP International Council for Bird Preservation, Cambridge, U.K.

Blackburn, T. M., P. H. Harvey, y M. D. Pagel. 1990. Species number, population density and body size relationships in natural communities. *Journal Animal Ecology*. 59:335-345.

Blackburn, T. M y J. H. Lawton. 1994. Population abundance and body size in animal assemblages. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London, B*, 343, 33-39.

Blackburn, T. M y K. J. Gaston. 1996. The distribution of bird species in the New World: patterns in species turnover. *Oikos* 77: 146: 152.

Blackburn T. M. y K. J. Gaston. 2002. Scale in macroecology. *Global Ecology & Biogeography*. 11: 3-185.

Bock, C. E. 1984. Geographical correlates of abundance vs. Rarity in some North American winter landbirds. *Auk* 101: 266-273.

Brown, J. H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist* 124:255-279.

Brown, J. H. y B. A. Maurer. 1987. Evolution of species assemblages: effects of energetic constraints and species dynamics on the diversification of the American avifauna. *American Naturalist*, 130, 1-17.

Brown, J. H. y B. A. Maurer. 1989. Macroecology: the division of food and space among species on continents. *Science* 243:1145-1150.

Brown, J. H y P. F. Nicoletto. 1991. Spatial scaling of species composition: body masses of North American land mammals. *American Naturalist* 138, 1478-1512

Brown, J. H. 1995. *Macroecology*. University of Chicago Press, Chicago. 269pp.

Brown, J. H., G. C. Stevens y D. W. Kaufman. 1996. The geographic range: size, shape, boundaries and internal structure. *Annual Review of Ecology and Systematic* 27:597-623.

Burke, R. L. y S. R. Humphrey. 1987. Rarity as a criterion for endangerment in Florida's fauna. *Oryx* 21:97-102.

Burton, J. A y B. Pearson. 1987. *The Collins guide to the rare mammals of the world*. The Stephen Greene. Lexington, Massachusetts. 240pp.

Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. Pp. 167-198 in: *Latin American Mammalogy: History, Diversity and Conservation* (M. Mares y D. Schmidly eds.). University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.

Ceballos, G., P. Rodríguez y R. A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications* 8: 8-17.

Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO, UNAM y Agrupación Sierra Madre, S.C. México.

Channel, R. y Lomolino, M. V. 2000. Dynamic biogeography and conservation of endangered species. *Nature* 403, 84-86.

Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating the extent of terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond.* 345:101-118.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. CITES. (<http://www.cites.org/eng/append/appendices.shtml/>)

Damuth, J. 1981. Population density and body size in mammals. *Nature (London)* 290:699-700.

Diniz-Filho, J. A. y N. Mundim. 2002, Phylogenetic comparative methods and the geographic range size-body size relationship in new world terrestrial carnivora. *Evolutionary Ecology* 16:351-367.

Dowdy, S. y S. Wearden. 1991. *Statistics for research* 2th ed. Wiley-Interscience. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. 629pp.

Douglas, S. G. y S. E. Eckert. 2002. Competitive ability, body size and geographical range size in small mammals. *Journal of Biogeography* 29: 1, 81-92.

Errazuriz, K. A. M y J. I. González. 1992. Proyecciones cartográficas manejo y uso. Facultad de Historia, Geografía y Ciencia política. ed. Universitaria, S. A.

García-Perea, R. 1994. The Pampas Cat Group (Genus *Lynchailurus* Severtzov, 1858) (Carnivora: Felidae), a Systematic and Biogeographic Review. *American Museum Novitates*, 3096: 1-36.

Gaston, K. J. y J. H. Lawton. 1990a. Effects of scale and habitat on the relationship between regional distribution and local abundance. *Oikos* 58, 329-35.

Gaston, K. J. 1994. *Rarity*. Chapman & Hall, Londres. 205pp.

Gaston, K. J. 1996. Species range size distributions: patterns, mechanisms and implications. *Trends in Ecology and Evolution*, 11, 197-201.

Gaston, K. J. y T. M. Blackburn. 1996a. Some conservation implications of geographic range size-body size relationships. *Conservation Biology* 10, 638-646.

Gaston, K. J. y T. M. Blackburn. 2000. *Pattern and Process in Macroecology*. Blackwell Science, Oxford.

Gaston, K. J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 405:220-227

Gaston, K. J., S. L. Chown y R. D. Mercer. 2001. The animal species-body size distribution of Marion Island. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 98, 25: 14493-14496

Gaston, K. J. 2003. *The Structure and Dynamics of Geographic Ranges*. Oxford University Press, Oxford. 276 pp.

Gibbs, W. W. 2001. On the Termination of Species. *Scientific American*. Nov:40-49

Gittleman, J. L., S. M. Funk, D. W. Macdonald y R. K. Wayne. 2001. Carnivore conservation. Cambridge University Press, Cambridge. 675pp.

Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. John Wiley and Sons, New York. 2nd. ed.

Heywood, V. H. 1995. Global Biodiversity Assessment, Cambridge University Press, Cambridge, Gran Bretaña.

Hutchinson, G. E. y R. H. MacArthur. 1959. A theoretical ecological model of size distributions among species of animals. *American Naturalist* 93:117-125.

Instituto Nacional de Ecología. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-ECOL-2001. Última actualización 6 de marzo del 2002. (<http://www.ine.gob.mx>)

IUCN 2004. Red List of Threatened Species. Accessed November 04, 2004 at www.redlist.org, www.iucn.org, www.sur.iunc.org

Kennedy, M. y S. Kopp. 2000. Understanding Map Projections GIS by ESRI

Kjell D. y B. Aava-Olsson. 2002. Endemic mammalian genera: are they really unique?. *Journal of Biogeography* 29: 4, 457-464.

Kunin, W. E. y K. J. Gaston. (eds.) 1997. The Biology of Rarity: causes and consequences of rare-common differences. Chapman & Hall, London.

Lennon, J. J., P. Koleff, J. J. D. Greenwood y K. J. Gaston. 2004. Contribution of rarity and commonness to patterns of species richness. *Ecology Letters* 7: 81-87.

MacArthur, R. H. 1965. Patterns of species diversity. *Biological Review of the Cambridge Philosophical Society*, 40: 510-533.

May, R M., J. H. Lawton y N. E. Stork. 1995. Assessing extinction rates. Oxford University Press.

Manne, L. L., T. M. Brooks y S. T. Pimm. 1999. Relative risk of extinction of passerine birds on continents and islands. *Nature* 399:258-261

Myers, P. 2000. "Carnivora" Animal Diversity Web. Accessed January 13, 2005 at <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Carnivora.html>.

Neter, J., M. H. Kutner, C. J. Nachtsheim y W. Wasserman. 1996. Applied linear regression models. 3rd ed. IRWIN. United State of America, 720pp.

Nowak, R. M. 1991. Walker's Mammals of the world. 5th ed. Vol. II. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. 1629 pp.

Philip, G. 1993. Atlas of the world. 2th ed. Oxford University Press, New York. 288pp.

Pimm, S. L. y J. H. Brown. 2004. Domains of Diversity. *Science* 304: 831-833

Postanowicz, R. 1997-2004. Lioncrusher's Domain. Accessed August 26, 2004 at <http://www.lioncrusher.com>

Prendergast, J., R. M. Quinn, J. H. Lawton, B. C. Eversham y D. W. Gibbons. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365:335-337.

Pressey, R. L., C. J. Humphries, C. R. Margules, R. Y. Vane-Wright y P. H. Williams. 1993. Beyond opportunism: key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 124-128.

Primack R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo. 2001. Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México 797pp.

Rabinowitz, D., S. Cairnes y T. Dillon. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. en M. E. Soulé, comp., Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity, Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Rapoport, E. H. 1982. Areography: geographical strategies of species. Pergamon Press, New York.

Rapoport, E. H., G. Borioli y J. A. Monjeau. 1986. The design of nature reserves: a simulation trial for assessing specific conservation value. Biological Conservation 37: 269-90.

Reid, F. A. 1997. A field guide to the mammals of central America y southeast Mexico. New York, Oxford. 334pp.

Rodríguez, P. 2002. Patrones geográficos de diversidad alfa y beta de los mamíferos de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Ruggiero, A. 1999. Spatial patterns in the diversity of mammal species: A test of the geographic area hypothesis in South America. Ecoscience 6: 338-354.

Smith, F. D. M., R. M. May, R. Pellew, T. H. Johnson y K. R. Walter. 1993. How much do we know about the current extinction rate?. Trends in Ecology and Evolution 8:375-378.

Soulé, M. 1985, What is conservation biology?. BioScience 35:727-734.

Schmidt-Nielsen, K. 1984. *Scaling, why is animal size so important?* Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Snyder J. P. y P. M. Voxland. 1994. *An Album of Map Projections*. United State Geological Survey USGS, 249 pp. Accessed October 6, 2004 at www.3dsoftware.com/Cartography/USGS/MapProjections/Azimuthal/LambertAzimuthal/

Thomas, C. D. y H. C. Mallorie. 1985. Rarity, species richness and conservation: Butterflies of the Atlas mountains in Moroco. *Biological Conservation* 33:95-117.

Vázquez, L. B. y K. J. Gaston. 2004. Rarity, commonness, and patterns of species richness: the mammals of Mexico. *Global Ecology & Biogeography* 13 (6): 535-542.

Walter J. y R. Carsten. 2002. Geographic Range Size and Determinants of Avian Species Richness. *Science* Vol. 297, 5586, 1548-1551.

Wayne W. D. 1985. *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Ed. Limusa, 485 pp.

Whittaker, R. J., K. J. Willis y R. Field. 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28: 453-470.

Whittaker, R. J., M. B. Araújo, P. Jepson, R. J. Ladle, J. E. M. Watson y K. J. Willis. 2005. Conservation Biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions* 11:3-23.

Williams, P., D. Gibbons, C. Margules, A. Rebelo, C. Humphries y R. Pressey. 1996. A comparison of richness hotspots, rarity hotspots, and complementary areas for conserving diversity of British birds. *Conservation Biology* 10: 155-174.

Wilson, E. O. 1999. The diversity of life. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos.

Wilson, D. E. y D. A. Reeder. 1993. Mammal species of the World 2th ed. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press. 1205pp.

APÉNDICE: TABLA DE DATOS DE LOS CARNÍVOROS DE AMÉRICA.

No.	IdNombre	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Categoría	Masa	Dieta	Hábitos	Distribución	Area de distribución (km ²)
1	402	Carnívora	Canidae	Alopex	lagopus	Zorro del ártico	LC	3.450	CO	T	NA	4860830.502
2	1231	Carnívora	Canidae	Atelocynus	microtus	Perro orejas pequeñas	DD (I/Pe)	9.313	C	T	SA	6631064.092
3	403	Carnívora	Canidae	Canis	latrans	Coyote	LC	13.177	CO	T	NA	17060775.466
4	404	Carnívora	Canidae	Canis	lupus	Lobo gris	LC* **	37.970	C	T	NA	10115382.802
5	405	Carnívora	Canidae	Canis	rufus	Lobo rojo	CR*	25.750	C	T	NA	2231945.075
6	1257	Carnívora	Canidae	Cerdocyon	thous	Z. cangrejero	LC**	6.500	CO	T	SA	9483355.270
7	1233	Carnívora	Canidae	Chrysocyon	brachyurus	Lobo de crin	NT**	21.500	CO	T	SA	5027750.521
8	1253	Carnívora	Canidae	Pseudalopex	vetulus	Zorro viejo	DD	3.675	IO	T	SA	1483429.019
9	1252	Carnívora	Canidae	Pseudalopex	sechurae	Zorro de Sechura	DD	3.750	CO	T	SA	74988.289
10	1251	Carnívora	Canidae	Pseudalopex	gymnocercus	Zorro de Pampas	LC**	5.263	CO	T	SA	2883850.066
11	1249	Carnívora	Canidae	Pseudalopex	culpaeus	Culpeo	LC**	9.375	C	T	SA	2911289.162
12	1250	Carnívora	Canidae	Pseudalopex	griseus	Zorro gris	LC**	3.688	CO	T	SA	1545316.151
13	406	Carnívora	Canidae	Speothos	venaticus	Perro de monte	VU*	5.825	C	T	NSA	10718329.650
14	407	Carnívora	Canidae	Urocyon	cinereocargenteus	Z. gris americano	LC	3.997	CO	T	NSA	8647988.938
15	1256	Carnívora	Canidae	Vulpes	macrotis	Z. gris pequeño	LC (A/EU)	2.350	CO	T	NA	1786465.128
16	409	Carnívora	Canidae	Vulpes	velox	Zorro velos	LC (A)	2.392	CO	T	NA	670180.607
17	410	Carnívora	Canidae	Vulpes	vulpes	Zorro rojo	LC	4.402	CO	T	NA	16061231.018
18	696	Carnívora	Felidae	Herpailurus	yagouarondi	Yaguarundi	LC** (A)	6.278	C	SC	NSA	15511849.878
19	697	Carnívora	Felidae	Leopardus	pardalis	Ocelote	LC* (P)	10.865	C	SC	NSA	15561695.902
20	698	Carnívora	Felidae	Leopardus	tigrinus	Tigrillo	NT*	2.408	C	T	NSA	11524098.310
21	699	Carnívora	Felidae	Leopardus	wiedii	Tigrillo o Margay	LC* (P)	3.140	C	SC	NSA	14140458.601
22	1241	Carnívora	Felidae	Lynchailurus	pajeros	Gato de las pampas	NT**	4.875	C	T	SA	2332303.548
23	1240	Carnívora	Felidae	Lynchailurus	colocolo	Gato del Pajonal	NE	4.175	C	T	SA	180150.554
24	1239	Carnívora	Felidae	Lynchailurus	braccatus	Gato Pajero	NE	3.350	C	T	SA	933254.485
25	700	Carnívora	Felidae	Lynx	canadensis	Lince canadiense	LC**	9.919	C	T	NA	8234890.563
26	701	Carnívora	Felidae	Lynx	rufus	Gato montés	LC**	10.005	C	SC	NA	9680835.171
27	1247	Carnívora	Felidae	Oncifelis	guigna	Gato gúña	VU**	2.188	C	SC	SA	189605.195
28	1246	Carnívora	Felidae	Oncifelis	geoffroyi	Gato montés argentino	NT*	4.775	C	SC	SA	4293291.072
29	1248	Carnívora	Felidae	Oreailurus	jacobita	Gato montés andino	EN*	4.438	C	T	SA	929644.324
30	703	Carnívora	Felidae	Panthera	onca	Jaguar	NT* (P)	87.583	C	T	NSA	16446649.433
31	702	Carnívora	Felidae	Puma	concolor	Puma	NT* **	66.996	C	T	NSA	24094503.917
32	1234	Carnívora	Mustelidae	Conepatus	chinga	Zorrillo común andino	LC	3.400	IO	T	SA	3377352.143
33	1235	Carnívora	Mustelidae	Conepatus	humboldtii	Zorrillo patagónico	LC**	3.200	IO	T	SA	707802.621
34	665	Carnívora	Mustelidae	Conepatus	leuconotus	Zorrillo americano	LC	2.387	IO	T	NA	218624.899
35	666	Carnívora	Mustelidae	Conepatus	mesoleucus	Zorrillo nariz de cerdo	LC (A/Sal)	1.950	IO	T	NA	2285322.224
36	667	Carnívora	Mustelidae	Conepatus	semistriatus	Mapurite	LC (Pr/e)	2.100	FrO	T	NSA	1741983.254
37	668	Carnívora	Mustelidae	Mephitis	macroura	Mofeta de cola larga	LC	1.524	IO	SF	NA	1787804.259
38	669	Carnívora	Mustelidae	Mephitis	mephitis	Zorrillo rayado	LC	2.152	IO	T	NA	12250503.178
39	1254	Carnívora	Mustelidae	Spilogale	gracilis	Zorrillo del oeste	NE	0.565	IO	T	NSA	3822790.593
40	671	Carnívora	Mustelidae	Spilogale	putorius	Zorrillo del este	LC	0.692	IO	T	NA	2950872.857
41	672	Carnívora	Mustelidae	Spilogale	pygmaea	Zorrillo pigmeo	LC (A/e)	0.222	IO	T	NA	95385.312
42	673	Carnívora	Mustelidae	Eira	barbara	Tayra	LC*** (P)	4.419	FrO	SC	NSA	13543959.364

43	1236	Carnívora	Mustelidae	Galictis	cuja	Hurón menor	LC*** (V/chi)	1.425	C	T	SA	4574432.707
44	674	Carnívora	Mustelidae	Galictis	vittata	Hurón grisón	LC*** (A)	2.390	C	T	NSA	11459440.723
45	675	Carnívora	Mustelidae	Gulo	gulo	Glotón	VU	13.062	CO	T	NA	7991372.304
46	663	Carnívora	Mustelidae	Lontra	canadensis	Nutria de río americana	LC**	9.074	P	SQ	NA	11860513.464
47	1237	Carnívora	Mustelidae	Lontra	felina	Chungungo	EN*	4.531	P	SQ	SA	713414.130
48	664	Carnívora	Mustelidae	Lontra	longicaudis	N. río neotropical	DD* (A)	8.760	P	SQ	NSA	14519546.646
49	1238	Carnívora	Mustelidae	Lontra	provocax	N. de río chilena	EN*	7.341	P	SQ	SA	802943.692
50	1242	Carnívora	Mustelidae	Lyncodon	patagonicus	Huroncito Patagónico	LC (R/chi)	0.225	C	T	SA	1077933.333
51	676	Carnívora	Mustelidae	Martes	americana	Marta americana	LC	0.729	CO	T	NA	7603009.963
52	677	Carnívora	Mustelidae	Martes	pennanti	Marta Pescadora	LC	3.028	C	T	NA	3473295.261
53	1243	Carnívora	Mustelidae	Mustela	africana	Comadreja tropical	DD (I/Pe)	0.197	P	SQ	SA	4391616.401
54	678	Carnívora	Mustelidae	Mustela	erminea	Armiño	LC	0.070	C	T	NA	13284136.803
55	1244	Carnívora	Mustelidae	Mustela	felipei	Comadreja colombiana	EN	0.138	P	SQ	SA	126526.122
56	679	Carnívora	Mustelidae	Mustela	frenata	Comadreja de cola larga	LC	0.162	C	SF	NSA	12333509.908
57	680	Carnívora	Mustelidae	Mustela	nigripes	Hurón de patas negras	EW	0.813	C	SF	NA	2513472.840
58	681	Carnívora	Mustelidae	Mustela	nivalis	Comadreja menor	LC	0.049	CO	T	NA	11070890.543
59	682	Carnívora	Mustelidae	Mustela	vison	Visón americano	LC	0.918	CO	SQ	NA	13189502.347
60	1258	Carnívora	Mustelidae	Pteronura	brasiliensis	Nutria de cola crestuda	EN*	32.500	P	SQ	SA	10393665.162
61	683	Carnívora	Mustelidae	Taxidea	taxus	Tejón americano	LC (A)	7.010	C	SF	NA	8841041.387
62	1230	Carnívora	Procyonidae	Bassaricyon	alleni	Olingo leonado	LC (I/Pe)	1.235	FrO	A	SA	907497.397
63	1232	Carnívora	Procyonidae	Bassaricyon	beddardi	Olingo de Guayana	NT	1.243	FrO	A	SA	440268.058
64	684	Carnívora	Procyonidae	Bassaricyon	gabbii	Olingo grisáceo	NT***	1.250	FrO	A	NSA	678079.204
65	1225	Carnívora	Procyonidae	Bassaricyon	lasius	Olingo costarricense	EN	1.246	FrO	A	NA	3834.068
66	1224	Carnívora	Procyonidae	Bassaricyon	pauli	Olingo fulvo	EN	1.248	FrO	A	NA	1399.646
67	686	Carnívora	Procyonidae	Bassariscus	astutus	Cacomiztle norteño	LC (A/e)	0.986	CO	SC	NA	3907314.461
68	687	Carnívora	Procyonidae	Bassariscus	sumichrasti	Cacomiztle tropical	NT*** (Pr)	0.677	FrO	A	NA	624576.830
69	688	Carnívora	Procyonidae	Nasua	narica	Coatí marrón	LC***	4.069	FrO	SC	NSA	2391539.667
70	1259	Carnívora	Procyonidae	Nasua	nasua	Coatí rojo	LC***	4.681	FrO	SC	SA	11543012.718
71	1245	Carnívora	Procyonidae	Nasuella	Olivacea	Coatí andino	DD (I/Co)	4.285	FrO	SC	SA	194820.501
72	685	Carnívora	Procyonidae	Potos	flavus	Martucha	LC*** (Pr)	3.250	FrO	A	NSA	12763978.748
73	689	Carnívora	Procyonidae	Procyon	cancrivorus	Mapache cangrejero	LC (R/Pe)	5.000	IO	T	NSA	13423855.477
74	691	Carnívora	Procyonidae	Procyon	lotor	Mapache común	LC	6.282	FrO	SC	NA	11677303.720
75	693	Carnívora	Ursidae	Ursus	americanus	Oso negro	LC** (P/Pr)	136.042	FrO	T	NA	9620938.034
76	694	Carnívora	Ursidae	Ursus	arctos	Oso gris	LC* **	177.880	CO	T	NA	5218852.193
77	1255	Carnívora	Ursidae	Tremarctos	ornatus	Oso de anteojos	VU*	140.000	FrO	T	SA	1037150.117

Especies

En azul y rojo: especies restringidas, en rojo: especies muy restringidas o raras

Diets

C: carnívoro, CO: carnívoro omnívoro, IO: insectívoro omnívoro, FrO: frugívoro omnívoro y P: piscívoro

Hábitos

T: terrestre, SC: escansorial, SF: semifosorial, SQ: semiacuático y A: arborícola

Distribución

NA: América del Norte y Central

SA: América del Sur

NSA: América del Norte, Central y del Sur

CLASIFICACIÓN DE CATEGORÍAS DE RIESGO DE ACUERDO CON:

IUCN

The World Conservation Union (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)

- EX** extinto
- EW** extinto en estado silvestre
- CR** en peligro crítico
- EN** en peligro
- VU** vulnerable
- LR** en riesgo bajo
 - CD** conservación dependiente
 - NT** casi amenazado
 - LC** preocupación menor
- DD** datos insuficientes
- NE** no evaluado

CITES

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

- Apéndice I = *
- Apéndice II = **
- Apéndice III = ***

NOM-059-ECOL-2001

Norma Oficial Mexicana

- E** probablemente extinta en el medio silvestre
- P** en peligro de extinción
- A** amenazada
- Pr** sujeta a protección especial
- e** endémica

Otros países

Chile (Chi)	Salvador (Sal)	Estados Unidos (EU)	Perú (Pe)	Colombia (Co)
R rara	V vulnerable	A amenazada	R rara	I indeterminada
V vulnerable			I indeterminada	