

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

---

*INSTITUTO DE INGENIERÍA*

*MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA*



“ NICHOTRÓFICO DE JAGUAR Y PUMA EN LA RESERVA NATURAL SIERRA NANCHITITLA,  
MÉXICO”

*TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:*

*MAESTRO EN CIENCIAS*

*PRESENTA*

*YURIANA GÓMEZ ORTIZ*

*DIRECTOR*

*OCTAVIO MONROY VILCHIS*

*Mexicali, B. C.*

*Enero, 2010*

## AGRADECIMIENTOS

*A la UAEMex por su apoyo a través de los proyectos 2188/2005 y a la Fundación Terra Natura por el proyecto 2330/2006. A CONACYT por su apoyo becario. A los integrantes de la Estación Biológica Sierra Nanchititla de la Universidad Autónoma del Estado de México.*

*Quiero agradecer a Hublester por su paciencia y apoyo en el camino hacia esta meta, por su ayuda y participación, asimismo, a Emiliano Atecaltzin por llegar en el momento preciso, por ser la luz que ilumina mi vida.*

*A mis padres y hermanos, por estar siempre conmigo incondicionalmente y por su apoyo, por enseñarme a persistir en el camino y porque me enseñaron que todo llega a su debido tiempo.*

*A Octavio por enseñarme que no hay imposibles, por abrirme las puertas, por sus enseñanzas y por hacer siempre todo más fácil y enseñarme a ocuparme y no preocuparme!*

*A Octavio Monroy, Jorge Lugo, Alberto Tapia, Rocío Vaca y Jorge Alaniz, todos miembros del comité revisor de tesis, quienes con sus muy acertados comentarios mejoraron mi trabajo, agradezco enormemente la atención y tiempo prestado a este trabajo, así como sus crítica constructivas que mejoraron este escrito y mi experiencia.*

*A Leroy, Clarita, Angela, Ricardo, Martha, Juan Carlos (Garu), Lulú (Puka), Super Lulú, Adrián y Hubles por su apoyo en campo, y por los momentos de estrés,*

*alegría, preocupación, cansancio y demás compartidos siempre!. Por sus comentarios y apoyo en la realización de este trabajo, por el tiempo compartido que hace más ameno todo.*

*A los habitantes de la Sierra Nanchititla por su apoyo en campo y porque siempre nos hacen sentir parte de su familia, por abrirnos las puertas de su casa y de su Sierra, sin ustedes nada de esto hubiese sido posible.*

*A mis profesores de posgrado, Octavio Monroy, Octavio Rosas, Marivel Hernández, Germán Mendoza, Víctor Fajardo, por el conocimiento compartido!*

*A Emiliano Atecaltzin y Hublester,*

*A mis padres y hermanos.*

## RESUMEN

En la mayor parte de la distribución de puma y jaguar, se han realizado estudios que analizan la composición de sus dietas por separado y los pocos que existen se han llevado a cabo en ambientes tropicales. En este estudio se determinó el nicho trófico de ambos felinos mediante el análisis del contenido energético y la abundancia relativa de sus principales presas, en un ambiente templado y de reciente simpatria con jaguar. A través del análisis de 209 excrementos de puma se obtuvo que sus presas principales son el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), el coati (*Nasua narica*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), que representan 63.60%. Por otra parte se analizaron 13 excrementos de jaguar y se encontró que las presas más importantes son el armadillo, la cabra doméstica (*Capra hircus*) y el coati que representan 58.82%. La amplitud de nicho para el puma (0.13) muestra una tendencia selectiva a diferencia del jaguar (0.64) que resulta ser más generalista en el consumo de presas. La sobreposición de los nichos tróficos de ambos depredadores (0.83), indica que presentan un nicho trófico similar. Se tomaron un total de 1013 fotografías de presas de puma y jaguar, las cuales representan 13 especies de mamíferos, donde las presas con un IAR mas alto fueron el coati, seguido del conejo (*Silvilagus floridanus*) y el venado. Al calcular el índice de selectividad de Ivlev en la dieta de puma y jaguar se obtuvo una completa preferencia por el consumo de armadillo en relación a su disponibilidad. Se obtuvo el contenido energético para la carne de armadillo (2398.70 kcal/kg), coati (2225.25 kcal/kg), venado (2165.52 kcal/kg) y cabra doméstica (1090.00 kcal/kg).

**Palabras clave:** Hábitos alimentarios, jaguar, puma, presas, abundancia relativa, contenido energético

## ÍNDICE

|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>                                  | <b>2</b>  |
| <b>RESUMEN</b>                                          | <b>5</b>  |
| <b>ÍNDICE</b>                                           | <b>6</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                     | <b>8</b>  |
| <b>ANTECEDENTES</b>                                     | <b>11</b> |
| <i>Importancia ecológica</i>                            | 11        |
| <i>Biología</i>                                         | 11        |
| <i>Estado de conservación (problemática y amenazas)</i> | 13        |
| <i>Pumas y jaguares simpátricos</i>                     | 14        |
| <i>Hábitos alimentarios</i>                             | 15        |
| <i>Selectividad de especies-presas</i>                  | 16        |
| <b>OBJETIVOS</b>                                        | <b>21</b> |
| <i>Objetivo general</i>                                 | 21        |
| <i>Objetivos particulares</i>                           | 21        |
| <b>HIPOTESIS</b>                                        | <b>22</b> |
| <b>MATERIAL Y MÉTODO</b>                                | <b>23</b> |
| <i>Área de estudio</i>                                  | 23        |
| <i>Hábitos alimentarios</i>                             | 26        |
| <i>Abundancia de presas</i>                             | 29        |
| <i>Selectividad de presas (índice de Ivlev)</i>         | 30        |
| <i>Contenido energético</i>                             | 30        |
| <i>Número de organismos requeridos</i>                  | 31        |
| <b>RESULTADOS</b>                                       | <b>32</b> |
| <i>Hábitos alimentarios</i>                             | 32        |
| <i>Abundancia de presas</i>                             | 35        |
| <i>Selectividad de especies presa</i>                   | 36        |
| <i>Contenido energético</i>                             | 38        |
| <b>DISCUSIÓN</b>                                        | <b>41</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>                                     | <b>51</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                       | <b>53</b> |
| <b>ANEXOS</b>                                           | <b>66</b> |

*"Un ser humano... se siente a sí mismo como algo separado del resto; esto es una ilusión. Esta ilusión es como una prisión, nos limita a nuestros deseos personales y a tener afecto por unas pocas personas cercanas. Es necesario liberarnos de esta prisión, ensanchando el círculo de nuestra compasión para incluir a todo lo viviente y a la naturaleza entera"*

*Albert Einstein*

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las poblaciones de grandes carnívoros se encuentran amenazadas o en peligro de extinción pues son muy sensibles a las perturbaciones antropogénicas por lo que pueden ser usados como indicadores de la calidad del ecosistema.

El puma y el jaguar son los dos felinos más grandes que habitan en el continente americano, junto con otras 10 especies de felinos. En México, se distribuyen 6 especies de felinos que representan 50% de las que se distribuyen en el continente, e incluyen al jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), yaguarundi (*Puma yagouaroundi*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y lince (*Lynx rufus*) (Sunqueist y Sunquist, 2002). Cabe destacar, que en la zona de estudio de esta investigación se han registrado 5 de estos felinos (excepto el lince).

Es poca la información que existe de estas especies en el estado de México, así como los datos de su ecología que se tienen para el país (Monroy-Vilchis *et al.*, 2006). En el estado de México, son pocos los estudios que existen para estas dos especies, y estos han sido enfocados a la realización de listas de especies (Chávez y Ceballos, 1998), estudios de distribución, registros (Sánchez *et al.*, 2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2008a) y más recientemente en la zona de interés de éste estudio se describió la distribución, los patrones de actividad y el uso de hábitat (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009b).

El crecimiento continuo de las principales amenazas descritas para estos depredadores en sus sitios de distribución, sugieren la necesidad de conservarlas, lo cual requiere del



establecimiento de acciones de manejo concretas, basadas en el conocimiento científico, así como de esfuerzos concentrados entre los científicos investigadores, la sociedad y las autoridades.

En algunos lugares la relación de éstos con los habitantes no es buena ya que son considerados animales perjudiciales, debido a la pérdida de ganado, así como por la competencia por el consumo del mismo tipo de presas (Salas, 1987; Sunquist y Sunquist, 1989; Zarco-González *et al.*, enviado). Sin embargo han sido especies importantes para algunas culturas indígenas, como los mayas y aztecas (Saunders, 1994).

Históricamente el jaguar se distribuía desde el sudoeste de los estados unidos hasta el norte de la Patagonia argentina (Sanderson *et al.*, 2002). Sin embargo, esta distribución ha sufrido una gran reducción sobre todo en el norte y sur, asociada directamente con la alteración humana de los ambientes donde habitaba y a su persecución directa (Taber *et al.*, 2002). La necesidad de grandes territorios y una importante base de presas hacen del jaguar una especie particularmente sensible a las presiones humanas y a la modificación del hábitat (Taber *et al.*, 2002; Inskip y Zimmermann, 2009).

Respecto al puma, es el mamífero terrestre con la distribución más amplia en América, ha sido considerado peligroso y perjudicial por depredar sobre animales domésticos lo que a llevado a las personas a eliminarlo (Rosas *et al.*, 2007; Inskip y Simmermann, 2009).

La conservación de estos depredadores en la zona es primordial, debido a que ambos son considerados depredadores terciarios dentro de la cadena trófica por lo que su relación con otros individuos es importante, debido a su efecto sobre las poblaciones de presas, pues la presencia de grandes felinos sugiere la existencia de una base de presas adecuada.

En la Reserva Natural Sierra Nanchititla, la importancia del presente radica en que se trata del único reporte de simpatría de estas especies para el estado de México y para un hábitat templado (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009b), lo cual sugiere la necesidad de establecer estrategias para su conservación así como de conocer las estrategias que permiten la presencia de ambos felinos en el sitio. Además de que el conocimiento de la abundancia de los mamíferos permite inferir el estatus de las poblaciones, y aclarar aspectos que ayudan a establecer áreas prioritarias para la conservación (Walker *et al.*, 2000), en este estudio ayudará a aclarar aspectos relacionados con el nicho trófico, enfocados a la estrategia de depredación y preferencia de presas de los depredadores. Es bien sabido que la energía de los alimentos sirve como combustible para los procesos metabólicos, por lo tanto los animales que están mejor adaptados para extraer energía de su entorno y para usar esa energía como ventaja, tienen mayor probabilidad de sobrevivir (Bolen y Robinson, 1999).

## ANTECEDENTES

### Importancia ecológica

Es necesario mucho tiempo e importantes recursos económicos para generar información ecológica de grandes carnívoros debido a sus bajas densidades, grandes requerimientos espaciales, conductas crípticas, hábitos crepusculares y nocturnos, así como la evasión hacia los humanos y la dificultad de manipular sus densidades poblacionales experimentalmente (Logan y Sweanor, 2001; Kortello *et al.*, 2007).

Ecológicamente influyen en el flujo de energía de los ecosistemas, son una fuerza selectiva sobre las especies presa, modelan la dinámica poblacional de sus presas, indirectamente afectan la herbivoría de las presas en las comunidades vegetales, influyen en las interacciones entre herbívoros y compiten con otros carnívoros por recursos (Logan y Sweanor, 2001).

### Biología

El jaguar y el puma son los felinos más grandes de la región Neotropical, son de tamaño similar aunque en ocasiones el jaguar tiende a ser mas grande cuando está en simpatría con el puma, son especies indicadoras de la salud del ecosistema y depredadores tope (Taber *et al.*, 1997; Logan y Sweanor, 2001; Polisar *et al.*, 2003). Habitan simpátricamente en la mayor parte de su área de distribución y ocupan frecuentemente los mismos hábitats (Sunkist y Sunkist, 1989; Oliveira, 2002).

El jaguar posee un cuerpo musculoso y robusto, caracterizado por una cabeza relativamente grande y patas proporcionalmente cortas (Sunquist y Sunquist, 2002). Su dentición y musculatura mandibular están muy desarrolladas, lo que le permite capturar y matar presas de gran tamaño (Seymour, 1989). Los machos son más grandes y corpulentos que las hembras pero el tamaño es variable a lo largo de su distribución (Sunquist y Sunquist, 2002). El tamaño corporal parece estar correlacionado positivamente con el tamaño de las presas disponibles y las condiciones del ambiente, siendo de mayor tamaño los jaguares de áreas abiertas que de zonas con vegetación densa (Hoogesteijn y Mondolfi, 1992).

Sus patrones de actividad son variables ya que pueden ser activos tanto de día como de noche (Sunquist y Sunquist, 2002), aunque en la zona de estudio se observó una mayor actividad de esta especie durante las primeras horas de la noche (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009b).

El puma se encuentra entre las 6 especies de felinos más grandes a pesar de que se parece en algunos aspectos morfológicos a los gatos pequeños (Sunquist y Sunquist, 2002). Al igual que el jaguar presenta una variación en el tamaño corporal a lo largo de su distribución, siendo mayor en áreas de menores temperaturas y presas más grandes, y menor en las zonas más cálidas y de presas más pequeñas (Iriarte *et al.*, 1990). Los machos son de mayor tamaño y más corpulentos que las hembras. Su cola y patas son mas largas en relación al cuerpo. Es de hábitos terrestres, aunque en ocasiones nada y trepa. Sus patrones de actividad generalmente son de día como de noche, presentando variaciones según la región, la época del año y la presencia de gente (Sunquist y Sunquist, 2002).

## Estado de conservación (problemática y amenazas)

Las actitudes de las personas hacia estas especies son muy diversas. Ambas especies son afectadas por la fragmentación de hábitats, sufren de persecuciones relacionadas con las pérdidas de ganado, control de depredadores y el decline de sus poblaciones de presas (Núñez *et al.* 2000; Novack *et al.*, 2005; Rosas *et al.*, 2006; Cascelli, 2008).

El jaguar ha sido cazado históricamente como trofeo por el valor de su piel, por lo que se ubica en el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, 2007), que restringe el tránsito de la especie, excepto con fines científicos. Está considerada como una especie casi amenazada (NT) de acuerdo a la Unión Mundial para la Conservación (IUCN, 2001). En México está calificado como una especie en peligro de extinción de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002).

El puma esta considerado en la categoría de preocupación menor de acuerdo a la Unión Mundial para la Conservación (IUCN, 2001) y en el apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2007), que sugiere un comercio controlado a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia; con excepción de las especies consideradas en mayor riesgo (*P. c. costaricensis* y *P. c. cougar*).

Es una especie protegida total o parcialmente en gran parte del continente, su rango de distribución no se ha visto tan reducido como el de otros felinos (Sunkist y Sunkist, 2002).

Sin embargo en los sitios más perturbados y con más intervención humana, este tiende a desaparecer, debido a la escasez de recursos y la persecución por el hombre (Currier, 1983; Sunquist y Sunquist, 2002).

El puma posee mayor adaptabilidad a los ambientes perturbados por el hombre, lo que sugiere una especie más tolerante a la pérdida o modificación de su hábitat natural (Núñez *et al.*, 2000; Polisar, 2002).

### **Pumas y jaguares simpátricos**

Para los grandes felinos simpátricos que habitan bosques tropicales, la controversia sobre los factores que promueven la viabilidad de las poblaciones involucra factores ecológicos y conductuales (Scognamillo *et al.*, 2003).

Dentro de los diversos factores que parecen estar relacionados con la interacción de especies simpátricas y que permiten la coexistencia están: las diferencias en el tamaño corporal de los depredadores, pues se cree que es una respuesta evolutiva del puma que sirve para reducir la competencia con los jaguares (Taber *et al.*, 1997), así como diferencias en el tipo y tamaño de presas consumidas (Aranda y Sánchez-Cordero, 1996; Novack *et al.*, 2005); sin embargo, se ha observado que donde las presas grandes y medianas son altamente disponibles, se reporta una preferencia de estas por ambos felinos (Iriarte *et al.*, 1990; Taber *et al.*, 1997; Núñez *et al.*, 2000; Polisar *et al.*, 2003; Rosas-Rosas *et al.*, 2003). Es claro que este patrón de coexistencia puede operar sólo si la presa disponible no es un

recurso limitante (Karanth y Sunquist, 1995). Otro factor que se ha considerado es la variación en los patrones de actividad y uso del hábitat (Emmons, 1987; Aranda y Sánchez-Cordero, 1996; Scognamillo *et al.*, 2003), ya que la variación de alguna de las dimensiones del nicho (trófica, temporal y espacial) permite la repartición de recursos y la coexistencia ecológica de las especies (Pianka, 1974; Taber *et al.*, 1997; Scognamillo *et al.*, 2003; Vieira y Port, 2006).

En algunos sitios se ha observado que la abundancia de ciertas presas y la heterogeneidad del hábitat son otros factores que facilitan la coexistencia. Asimismo cuando las presas son abundantes los factores ecológicos tales como la disponibilidad de presas de tamaño apropiado y las características del hábitat son de primordial importancia (Scognamillo *et al.*, 2003).

### **Hábitos alimentarios**

Los miembros de la Familia Felidae son estrictamente carnívoros, la carne es un recurso relativamente limitado de manera natural y éstos generalmente depredan sobre presas vivas lo que implica una elevada demanda energética en su actividad diaria (Villa *et al.*, 2002). Sus hábitos alimentarios son influidos por un número de factores ecológicos que son de alguna manera cuantificables, tales como las características de las especies presa como sus abundancias, la distribución temporal y espacial, tamaño, defensa, tácticas antidepredatorias de las presas, entre otras (Sunquist y Sunquist, 1989).

Los estudios de dieta han sido utilizados frecuentemente para predecir el efecto de los depredadores sobre las poblaciones de presas. La dieta de una especie invade casi cada

aspecto de los parámetros de su historia de vida así como el sistema social, los patrones espaciales y de actividad. Por lo tanto la información sobre los hábitos alimentarios es esencial para entender la ecología, el manejo y las necesidades de conservación de una especie (Ackerman *et al.*, 1984; Crawshaw y Quigley, 2002).

Los mecanismos que permiten la repartición de recursos y que reducen la sobreposición de nichos en especies simpátricas han sido estudiados en algunas especies de carnívoros (Neale y Sacks, 2001; Breuer, 2005; Andheria *et al.*, 2007; Kortello *et al.*, 2007); asimismo, para el caso de pumas y jaguares simpátricos se han realizado estudios tanto con enfoques de conservación o ecológicos que involucran el análisis referente al uso de recursos (Núñez *et al.*, 2000; Scognamillo *et al.*, 2003; Novack *et al.*, 2005; Cruz *et al.*, 2007; Chávez, Ceballos y Amín, 2007; Lira y Ramos-Fernández, 2007; Ramírez y López, 2007; Rosas *et al.*, 2007; Cascelli, 2008; Monroy-Vilchis *et al.*, 2009b). En México son pocos los estudios acerca de la ecología de estos felinos. En ocasiones se ha comparado la dieta de ambos y en algunos casos se ha reportado la dieta de forma individual (Aranda y Sánchez-Cordero, 1996; Núñez *et al.*, 2000; Rosas-Rosas *et al.*, 2003; Monroy-Vilchis *et al.*, 2009a).

### **Selectividad de especies-presas**

Los factores que influyen en la elección de presas en los grandes felinos son el resultado de una compleja interacción de varios parámetros ecológicos que a menudo varían hacia el extremo de la distribución de la misma especie (Sunkist y Sunkist, 1989).

La abundancia y la disponibilidad de presas son vitales en la formación de interacciones entre grandes felinos y pueden alterar los patrones de coexistencia (Iriarte *et al.*,



1990; Núñez *et al.*, 2000). La interacción entre estas especies puede ser el resultado de la competencia explorativa a través de un grado de repartición de alimentos o uso de diferentes especies presa (Taber *et al.*, 1997; Núñez *et al.*, 2000; Scognamillo *et al.*, 2003).

El conocimiento de la selectividad alimentaria es de gran interés en el manejo de fauna, esta información permite indagar sobre la disponibilidad de diversos rubros y la demanda por parte de las especies, que comparten el hábitat. Sin embargo, el nicho trófico de una especie incluye, además de su dieta, la técnica, el tiempo y lugar específicos de captura de su alimento. El nicho está relacionado con el papel funcional que desempeña un organismo en una comunidad y puede estar limitado por la competencia interespecífica; así en ausencia de competencia un organismo ocupa su nicho fundamental, sin embargo cuando ésta se presenta el nicho fundamental se reduce a nicho efectivo, el cual incluye las condiciones bajo las cuales un individuo normalmente subsiste. Por otra parte cuando dos organismos utilizan una porción del mismo recurso, sus nichos se solapan, dicho solapamiento puede indicar una interacción competitiva (Ojasti y Dallmeier, 2000; Smith y Smith, 2001), o en su caso un solapamiento trófico sin que exista competencia (Pianka, 1974).

El uso indica la cantidad relativa de alimento consumido y puede estar basado en la proporción de los tipos de presa o la biomasa de una presa en particular. La selección implica que un tipo de alimento es usado desproporcionadamente a su disponibilidad en el área de actividad de un animal. La selección requiere de medir la disponibilidad de las presas, la cual está en función de la abundancia y comportamiento de cada tipo de presa (Litvaitis *et al.*, 1996).

Una de las técnicas comúnmente empleada en la estimación de abundancias y densidades es el fototrampeo debido a que es una técnica menos invasiva que la telemetría u otros métodos de trampeo común, ya que altera poco el comportamiento de los individuos (Weckel *et al.*, 2006b). Las trampas cámaras han sido usadas desde los 1900s aún más con la aparición de cámaras automáticas y flash electrónicos a incrementado su uso en investigaciones de vida silvestre. Son ideales para identificar especies habitando un área en particular, para el monitoreo absoluto y relativo de abundancia de especies así como el estudio de patrones de actividad. Algunas de sus ventajas sobre otros métodos es que no son invasivas es decir, presentan el mínimo disturbio humano y los animales no tienen que ser capturados, los sitios no tienen que ser constantemente revisados y pueden ser inspeccionados por poca gente, facilitan la detección de especies crípticas que son difíciles de capturar, además de que se pueden individualizar animales para su estudio. Las desventajas de este método es que es relativamente costoso, existe riesgo de robo y son difíciles de reparar en el campo (Wemmer *et al.*, 1996).

La abundancia de animales y la distribución de sus poblaciones varían en espacio y tiempo a menudo con la disponibilidad en el medio de lo necesario para vivir (comida, agua, refugios, etc.). Los organismos sobreviven a través del tiempo tanto como puedan competir exitosamente por recursos. Cada especie es el producto de una larga historia evolutiva influenciada por la competencia (Litvaitis *et al.*, 1996; Bolen y Robinson, 1999).

La dieta de ambos felinos varía a lo largo de su distribución en función de los ambientes que habitan y de la disponibilidad de presas (Iriarte *et al.*, 1990; Sunquist y Sunquist, 2002). Sus hábitos y estructura social son similares son solitarios y territoriales, con

territorios de tamaño variable según la región, los machos tienen territorios de mayor tamaño y pueden superponerse con el territorio de varias hembras (Sunquist y Sunquist, 2002)

Los felinos han sido referidos como depredadores oportunistas es decir, que consumen las presas más abundantes, por lo que sus dietas pueden variar con la estación (Iriarte *et al.*, 1990; Sunquist y Sunquist, 2002). En este sentido una especie debería consumir de las presas más provechosas, es decir aquella que ofrece la máxima ganancia de energía por tiempo invertido e ignorar los ítems de menor calidad, independientemente de su abundancia. Sin embargo, al escasear el alimento de primera, el animal puede optar por las presas restantes que resulten más provechosa y así sucesivamente. De esta manera, la teoría predice que el depredador se comporta como un especialista cuando el alimento de primera es abundante, pero al escasear tal recurso se convierte en generalista. Un especialista selecciona ciertos alimentos y rechaza otros, mientras que un generalista come lo que encuentra en proporción directa con la disponibilidad. El oportunista es una especie que explota gran variedad de recursos procurando escoger lo mejor de lo disponible en cada lugar e instante (Ojasti y Dallmeier, 2000; Smith y Smith, 2001).

Para el especialista resulta ventajoso seleccionar por la alta calidad, rubros menos consumidos por posibles competidores y aquellos utilizables con la máxima eficiencia (debido al tamaño y adaptaciones del depredador); el generalista, en cambio, cuenta con mayor disponibilidad global y es menos afectado por los cambios espaciales y temporales de cualquier rubro (Smith y Smith, 2001)

La cantidad y calidad de las presas disponibles determinan la adecuación del depredador (Sunquist y Sunquist, 1989). La teoría del forrajeo óptimo predice que un depredador siempre buscará las presas más productivas. Para los grandes felinos las presas más productivas son aquellas de mayor tamaño y que pueden ser capturadas sin riesgo (Sunquist y Sunquist, 1989) o bien, presas pequeñas muy abundantes y vulnerables pueden llegar a ser energéticamente viables como para sostener felinos grandes, al menos temporalmente (Ackerman *et al.*, 1984; Aranda, 2002).

Investigaciones recientes sugieren que los pumas no seleccionan a sus presas en pobre condición física (Husseman *et al.*, 2003). Por otro lado se ha encontrado cierta relación entre el contenido energético de las presas de puma y la frecuencia de aparición de estas en la dieta, encontrando como una presa altamente redituable al armadillo (Gómez-Ortiz, 2008). El contenido energético es una medida global de la calidad del alimento, varía conforme a la especie, la edad, el sexo y la condición física del animal. La fracción de grasa es la más cambiante y constituye la base de muchos indicadores de la condición (Ojasti y Dallmeier, 2000).

Los estudios calorimétricos en animales proveen información de gran importancia para las investigaciones ecológicas en bioenergética, además de que nos brindan información acerca del flujo de energía y productividad, particularmente cuando la especie analizada es de importancia económica o forma parte de la dieta de los habitantes (Fergusson-Laguna y Pacheco, 1981).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Determinar los hábitos alimentarios y la preferencia de presas de puma y jaguar en la Reserva Natural Sierra Nanchititla, mediante el análisis de excrementos y la evaluación de algunas características de las presas que pueden influir en su elección por los depredadores, para identificar cuales son las posibles estrategias que permiten la presencia de ambos felinos en la zona.

### **Objetivos particulares**

Estimar la abundancia relativa de las presas de ambos depredadores para determinar si existe selectividad de presas en relación a su disponibilidad.

Analizar el contenido energético de las principales presas de la dieta de ambos depredadores para conocer si existe un mayor consumo de la presa energéticamente más redituable.

## **HIPOTESIS**

Las presas más abundantes, son preferidas de aquellas con menor abundancia en el medio.

Las presas con un aporte energético más alto, son consumidas preferentemente de aquellas con un contenido energético menor.

Las presas cuyas características morfológicas y conductuales sugeridas en la literatura las hacen mas vulnerables, son preferidas por los depredadores.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Área de estudio

La zona de estudio se localiza en la región centro de México, en la Reserva Natural Sierra Nanchititla (RNSN) que se ubica entre las coordenadas de 19° 04' 13" a 18° 45' 38" latitud norte y 100° 15' 59" a 100° 36' 34" longitud oeste, pertenece a la región fisiográfica de la Cuenca del Balsas, provincia Sierra Madre del Sur y Subprovincia Depresión del Balsas. Limita al oeste con los estados de Michoacán y Guerrero (INEGI, 1987), y se encuentra dentro de los municipios de Luvianos de Colin y Tejupilco de Hidalgo. Presenta una altitud que va de los 410 a 2080 m y comprende una extensión de 663.93 km<sup>2</sup> (Fig. 1).

En la zona se presentan varios tipos de vegetación tales como, bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque tropical deciduo, pastizal inducido y cultivos. De manera general, en la parte baja hay selvas secas propias de la cuenca del Río Balsas (420-1400 msnm) y en la parte alta (1400-2100 msnm), existen bosques de pino-encino característicos del eje neovolcánico transversal. Asimismo, se distinguen dos tipos de clima: un clima cálido y uno de transición entre el cálido y el templado (Monroy-Vilchis *et al.*, 2008a; Zepeda *et al.*, 2008; Rubio-Rodríguez, en preparación).

La topografía principal comprende sierras muy escarpadas, cañadas y mesetas con elevaciones correspondientes al cerro de Achicalote (1840 msnm), el cerro la campanita (1880 msnm) y el Cerro alto (1950 msnm). En el mirador hacia la región sur (Bejucos; 560 msnm) se aprecia una cascada de 105 m de altura formada por el Río Salto (Gobierno del Estado de

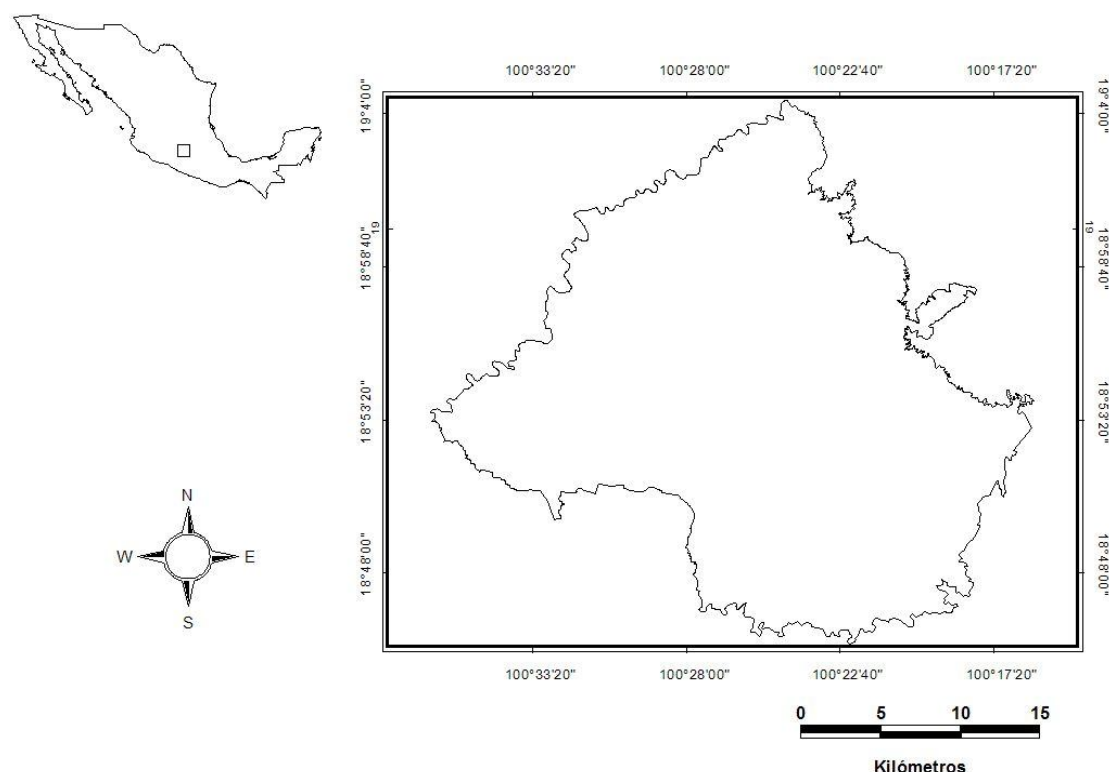
México, 1998). La región serrana se distingue en toda la franja centro de este a oeste. Las dos mesetas más destacadas son el potrero chiquito y el potrero grande que se ubica al suroeste de la Sierra.

Existe una gran variedad de especies de vertebrados terrestres, se han registrado 20 especies de anfibios y 28 especies de reptiles (Casas-Andréu y Aguilar-Miguel, 2005), 143 especies de aves y 53 especies de mamíferos (Monroy-Vilchis *et al.* no publicado). Cabe mencionar que en esta zona están presentes 5 de las 6 especies de felinos registrados en México (Sánchez *et al.*, 2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2008b). El grupo más utilizado de acuerdo a un estudio realizado en la zona del uso tradicional de vertebrados, es el de mamíferos, de los cuales el conejo (*Sylvilagus floridanus*) es el más utilizado. Y se encontró que los habitantes locales usan con mayor frecuencia las especies más abundantes en la región, en general, los usos que se les dan los habitantes a los vertebrados consisten en cubrir sus necesidades alimenticias y curativas (Monroy-Vilchis *et al.*, 2008b).

En la RNSN existen varios asentamientos humanos, distribuidos en 180 pequeñas localidades y rancherías, de las cuales 75% tienen menos de 100 habitantes. Socioeconómicamente 76,4% de la población pertenece al estrato de alta marginación y 23.6% restante al estrato de marginación muy alta (Gobierno del estado de México, 1998).

La ocupación principal de los habitantes locales es la agricultura de subsistencia. Las personas que aportan mayor recurso económico a la RNSN son los migrantes que se encuentran en EEUU, evidenciando en esta zona una de las mayores problemáticas nacionales (Gobierno del Estado de México, 1998).





**Figura 1. Ubicación geográfica de la Reserva Natural Sierra Nanchitla**

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), en la actualidad la RNSN, forma parte de las regiones terrestres prioritarias (RTP) del país; es decir, es una zona estable desde el punto de vista ambiental, que destaca por la riqueza de ecosistemas, por su integridad ecológica funcional y donde, se tiene una oportunidad de conservación. Además de representar el área natural protegida (ANP) de mayor extensión en el estado de México (CEPANAF, 1999; CONANP, 2007).

## **Hábitos alimentarios**

De agosto del 2002 a mayo del 2009 se realizaron salidas mensuales a la RNSN, se organizaron recorridos sobre caminos ya establecidos dentro del área y se colectaron oportunamente excrementos de puma y jaguar, los que fueron identificados usando la guía de identificación de Aranda (2000), con base en sus características morfológicas (color, forma, longitud, diámetro etc.), asociados a huellas (Aranda, 1994), a fotografías tomadas con trampas cámara ubicadas cerca de los sitios de colecta y comparados con excrementos obtenidos de animales cautivos.

Para realizar el análisis de la dieta de ambos depredadores se consideró el periodo de muestreo completo realizado (agosto del 2002 a mayo del 2009), el cual incluye parte de los excrementos de puma analizados por Gómez-Ortiz (2008), en un periodo que abarcó de agosto del 2002 a Mayo del 2007.

Los excrementos fueron colectados con guantes de látex y guardados en bolsas de plástico, se registró la fecha, nombre del lugar, trayecto, georeferencia, peso, diámetro, longitud y en su caso algunas observaciones relevantes.

Los excrementos fueron procesados en el laboratorio donde fueron lavados, secados y separados. Cada componente encontrado en estos fue identificado con ayuda de guías de identificación de pelo (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003), colecciones de esqueletos y pieles de la Estación Biológica Sierra Nanchititla.

Las especies identificadas fueron analizadas a través de frecuencia de ocurrencia (FO), que representa el porcentaje de los excrementos en que aparece un componente, mediante la siguiente fórmula:

$$FO = (F_S / N) * 100$$

Donde:

$F_S$ = Frecuencia absoluta del componente.

$N$ = Número total de excrementos analizados (Aranda, 2000).

Asimismo se calculó el porcentaje de aparición (PA), el cual indica el porcentaje en que aparece un componente respecto al total de los componentes:

$$PA = (F_S / F_t) * 100$$

Donde:

$F_S$ = Frecuencia absoluta del componente.

$F_t$ = Suma de todas las apariciones (Aranda, 2000).

Debido a que con los cálculos anteriores se llega a sobrestimar la importancia de presas grandes o bien se subestima la importancia de especies pequeñas, se realizó un análisis de biomasa relativa consumida (BRC) utilizando la siguiente fórmula:

$$BRC = (FA * Y) / \sum(FA * Y)$$

Donde:

BRC= Biomasa relativa consumida (%).

FO= Frecuencia ocurrencia.

Y= Factor de corrección de Ackerman *et al.*, (1984).

Se calculó el número relativo de individuos consumidos (NROC):

$$NROC = (BRC / p) / \sum(BRC / p)$$

Donde:

NROC= Número relativo de organismos consumidos (%).

BRC= Biomasa relativa consumida (%).

p= Peso promedio de la presa (kg).

El peso promedio de las presas fue tomado a partir de un promedio calculado de lo reportado en la literatura (Anexo 1).

Como medio de comparación se utilizó el factor de Monroy-Vilchis *et al.*, (enviado) y se determinó el número mínimo de organismos consumidos:

$$NMOC = FA / Y'$$

Donde:

NMOC= Número mínimo de organismos consumidos.

FA= Frecuencia absoluta.

Y' = Número de excrementos depositados (Monroy-Vilchis *et al.*, enviado).

El número de excrementos depositados fue determinado con el factor de Monroy-Vilchis *et al.*, (enviado):

$$Y' = (0.60538) X^{(0.30555)}$$

Donde:

Y' = Número de excrementos.

X= Biomasa ingerida (g).

Con la finalidad de determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las presas tomadas por cada depredador, se compararon las dietas de ambos depredadores a través de una prueba de Ji-cuadrada con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Asimismo se determinó la amplitud de nicho trófico para ambos felinos por medio del índice de Levins y se determinó similitud trófica por medio de la sobreposición de nichos a través del índice de Pianka (Krebs, 2001).

### **Abundancia de presas**

De diciembre del 2003 a enero del 2008 se llevó acabo el muestreo para determinar la abundancia relativa de las presas. Para lo cual se utilizaron 17 trampas cámara con sistema de detección fotográfica automática modelo Wildlife Pro II Camera System con sensor infrarojo pasivo. Las trampas cámara fueron programadas para funcionar las 24 horas del día y con 20s de diferencia entre cada fotografía tomada.

Estas fueron colocadas en 17 localidades de la RNSN específicamente en puntos donde se habían encontraron rastros de animales, fueron revisadas mensualmente, con la finalidad de extraer la película fotográfica y realizar un cambio de baterías cuando fuera necesario.

La abundancia fue calculada a través de un índice de abundancia relativa ( $IAR_2 = \text{número de fotos adquiridas} / 100 \text{ días trampa}$ ) (O'Brien *et al.*, 2003), el cual establece el número de fotografías adquiridas por esfuerzo de muestreo (considerando como esfuerzo de

muestreo 100 días trampa). Para su análisis se consideraron sólo aquellas fotografías independientes, es decir; fotografías consecutivas de diferentes individuos de la misma o diferente especie, fotografías consecutivas de individuos de la misma especie tomadas con una separación de más de 1 minuto (Yasuda, 2004) y fotografías no consecutivas de individuos de la misma especie.

Se cuantificó el total de fotografías tomadas por especie, el número de fotografías independientes así como el número de días-trampa, es decir, el número de días en que cada cámara permaneció funcionando.

### **Selectividad de presas (índice de Ivlev)**

Se empleó el índice de selectividad de Ivlev para determinar la selección del depredador por tipo de presa. Se consideró como uso de la presa la frecuencia de ocurrencia con que se presenta en la dieta del depredador y al IAR<sub>2</sub> como un indicador de su disponibilidad en el medio. El índice toma valores de -1 (evasión) a 1 (preferencia), los valores de cero o cercanos a cero indican que la presa es consumida en proporción a su disponibilidad (Krebs, 2001; Weckel *et al.*, 2006b).

### **Contenido energético**

Para determinar el contenido energético de las tres presas de mayor frecuencia de ocurrencia en la dieta (*Dasypus novemcinctus*, *Nasua narica* y *Odocoileus virginianus*), se tomó como base el contenido energético reportado por Gómez-Ortiz (2008), al cual fue necesario realizar

algunas modificaciones, de manera que se siguieron los procedimientos de la Association of Official Analytical Chemists (1990). Para el caso de la composición corporal de la cabra doméstica (*Capra hircus*) y parte de la composición corporal del venado (*O. virginianus*) se tomaron los valores reportados en las tablas de composición de alimentos de Centroamérica (INCAP, 2000).

### Número de organismos requeridos

Se calculó el número de organismos necesarios para satisfacer los requerimientos energéticos de ambos felinos, asumiendo para pumas y jaguares de esta zona la demanda energética reportada para pumas del centro sur de Idaho y del noroeste de Utah en los Estados Unidos (Laundré, 2005), el cálculo se estimó utilizando la fórmula modificada de Laundré, (2005):

$$\text{Número de organismos} = \frac{\left( \frac{(DE * 365) * F}{P} \right)}{\text{Biomasa (kg) presa}}$$

Donde:

DE= Demanda energética del depredador (kcal/día).

F= Proporción de la frecuencia de FO.

P= kcal/kg presa (base húmeda) (Anexo 1).

## RESULTADOS

### Hábitos alimentarios

Para el estudio de la dieta de puma y jaguar se analizaron un total de 222 excrementos, los que fueron colectados en el periodo de muestreo completo llevado a cabo en la zona de estudio. De los cuales 39 excrementos corresponden al periodo de colecta realizado de junio del 2007 a mayo del 2009, mismos que fueron procesados y anexados en el análisis.

De esta manera se obtuvo una amplitud de nicho trófico para el puma ( $B^*=0.13$ ) con una tendencia completamente selectiva a diferencia de la del jaguar ( $B^*=0.64$ ) que resultó ser un poco mas generalista en el consumo de presas. La sobreposición de los nichos de ambos depredadores es de 0.83; es decir, que ambos depredadores presentan un nicho trófico muy similar. Además de que no se encontraron diferencias significativas entre las dietas de ambos depredadores ( $X^2=33.39$ , g.l.=25,  $p>0.05$ ).

- **Puma** (*Puma concolor*)

Se identificaron un total de 209 excrementos de puma (*Puma concolor*) y se lograron determinar un total de 24 categorías presa, dos no pudieron ser identificadas (1 mamífero y 1 ave). Las presas principales en orden de importancia son el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), seguido del coatí (*Nasua narica*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), que juntas representan 79.35 % de la FO, 63.6% del PA y 72.35% de la BRC. El orden de las principales presas en relación al porcentaje del NROC y el NMOC presentan en orden de importancia al armadillo, seguido de coatí y finalmente la chachalaca (*Ortalis poliocephala*) las cuales reúnen un aporte de 66.72% de BRC (Cuadro 1).



Cuadro 1. Hábitos alimentarios de *Puma concolor* en la RNSN de agosto del 2002 a mayo 2009.

| Presa                           | FO           | PA           | Peso (Kg) | Factor de corrección <sup>1</sup> | BRC (%)      | NROC         | Factor de corrección <sup>2</sup> | NMOC         |
|---------------------------------|--------------|--------------|-----------|-----------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|--------------|
| <b>MAMMALIA</b>                 |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <b>Carnivora</b>                |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <i>Nasua narica</i>             | <u>16.67</u> | <u>13.41</u> | 4.88      | 2.15                              | <u>15.59</u> | <u>8.25</u>  | 8.11                              | <u>4.32</u>  |
| <i>Procyon lotor</i>            | 1.91         | 1.53         | 5.50      | 2.17                              | 1.81         | 0.85         | 8.41                              | 0.48         |
| <i>Bassariscus astutus</i>      | 3.35         | 2.68         | 0.92      | 0.92                              | 1.34         | 3.76         | 4.87                              | 1.44         |
| <i>Conepatus leuconotus</i>     | 0.48         | 0.38         | 2.70      | 2.07                              | 0.43         | 0.41         | 6.77                              | 0.15         |
| <i>Mephitis macroura</i>        | 0.48         | 0.38         | 1.73      | 1.73                              | 0.36         | 0.54         | 5.90                              | 0.17         |
| <i>Spilogale putorius</i>       | 0.96         | 0.77         | 0.57      | 0.57                              | 0.24         | 1.07         | 4.21                              | 0.47         |
| <i>Mustela frenata</i>          | 0.48         | 0.38         | 0.21      | 0.21                              | 0.04         | 0.54         | 3.11                              | 0.32         |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 0.48         | 0.38         | 4.00      | 2.12                              | 0.44         | 0.28         | 7.63                              | 0.13         |
| <i>Canis familiaris</i>         | 0.48         | 0.38         | 6.13      | 2.19                              | 0.46         | 0.19         | 8.70                              | 0.12         |
| <b>Lagomorpha</b>               |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <i>Sylvilagus cunicularius</i>  | 3.83         | 3.07         | 1.76      | 1.76                              | 2.93         | 4.30         | 5.94                              | 1.35         |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | 1.44         | 1.15         | 1.35      | 1.35                              | 0.84         | 1.61         | 5.48                              | 0.55         |
| <b>Rodentia</b>                 |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <i>Sciurus aureogaster</i>      | 3.35         | 2.68         | 0.58      | 0.58                              | 0.85         | 3.76         | 4.23                              | 1.65         |
| <i>Spermophilus variegatus</i>  | 0.48         | 0.38         | 0.87      | 0.87                              | 0.18         | 0.54         | 4.80                              | 0.21         |
| <i>Lyomis irroratus</i>         | 0.96         | 0.77         | 0.04      | 0.04                              | 0.02         | 1.07         | 1.90                              | 1.05         |
| <i>Lyomis sp.</i>               | 0.48         | 0.38         | 0.05      | 0.05                              | 0.01         | 0.54         | 1.98                              | 0.50         |
| <b>Didelphimorphia</b>          |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <i>Didelphis virginiana</i>     | 4.31         | 3.45         | 2.48      | 2.07                              | 3.87         | 4.04         | 6.59                              | 1.37         |
| <b>Cingulata</b>                |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <i>Dasypus novemcinctus</i>     | <u>55.02</u> | <u>44.06</u> | 2.48      | 2.07                              | <u>49.45</u> | <u>51.58</u> | 6.59                              | <u>17.45</u> |
| <b>Artiodactyla</b>             |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <i>Bos taurus</i>               | 4.78         | 3.83         | 6.13      | 2.19                              | 4.57         | 1.92         | 8.70                              | 1.15         |
| <i>Capra hircus</i>             | 5.74         | 4.60         | 6.13      | 2.19                              | 5.48         | 2.31         | 8.70                              | 1.38         |
| <i>Ovis aries</i>               | 1.91         | 1.53         | 6.13      | 2.19                              | 1.83         | 0.77         | 8.70                              | 0.46         |
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | <u>7.66</u>  | <u>6.13</u>  | 6.13      | 2.19                              | <u>7.31</u>  | 3.08         | 8.70                              | 1.84         |
| Mamífero no identificado        | 1.44         | 1.15         |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <b>AVES</b>                     |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <b>Galliformes</b>              |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <i>Ortalis poliocephala</i>     | 6.70         | 5.36         | 0.58      | 0.58                              | 1.68         | <u>7.52</u>  | 4.22                              | <u>3.32</u>  |
| ave no identificada             | 0.48         | 0.38         |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <b>REPTILIA</b>                 |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <b>Squamata</b>                 |              |              |           |                                   |              |              |                                   |              |
| <i>Ctenosaura pectinata</i>     | 0.48         | 0.38         | 1.05      | 1.05                              | 0.22         | 0.54         | 5.07                              | 0.20         |
| <i>Kinosternon integrum</i>     | 0.48         | 0.38         | 0.30      | 0.30                              | 0.06         | 0.54         | 3.46                              | 0.29         |

<sup>1</sup>Factor de corrección de Ackerman *et al.* (1984), <sup>2</sup>Factor de corrección de Monroy-Vilchis *et al.* (enviado).

- **Jaguar** (*Panthera onca*)

Se colectaron en total 13 excrementos para esta especie, con los que se logró determinar 9 categorías presa. En la dieta de jaguar las presas que predominan son el armadillo, la cabra doméstica (*Capra hircus*) y el coatí, mismas que representan 76.92% de la FO, 58.82% del PA y 64.41% de la BRC. El conejo (*S. floridanus*) se ubica en la misma proporción con el coatí de acuerdo a la FO y el PA., sin embargo, su aporte en BRC es menor (8.04%) comparado con el aporte en biomasa del coatí (12.81%) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Hábitos alimentarios de *Panthera onca* en la RNSN de agosto del 2002 a mayo 2009.

| Presa                          | FO           | PA           | Peso (Kg) | Factor corrección <sup>1</sup> | BRC (%)      | NORC         | Factor de corrección <sup>2</sup> | NMOC        |
|--------------------------------|--------------|--------------|-----------|--------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------------|
| <b>MAMMALIA</b>                |              |              |           |                                |              |              |                                   |             |
| <b>Carnivora</b>               |              |              |           |                                |              |              |                                   |             |
| <i>Nasua narica</i>            | <u>15.38</u> | <u>11.76</u> | 4.88      | 2.15                           | <u>12.81</u> | 9.09         | 8.11                              | 0.25        |
| <i>Procyon lotor</i>           | 7.69         | 5.88         | 5.50      | 2.17                           | 6.47         | 4.07         | 8.41                              | 0.12        |
| <i>Conepatus leuconotus</i>    | 7.69         | 5.88         | 2.70      | 2.07                           | 6.18         | 7.91         | 6.77                              | 0.15        |
| <b>Lagomorpha</b>              |              |              |           |                                |              |              |                                   |             |
| <i>Sylvilagus cunicularius</i> | 7.69         | 5.88         | 1.76      | 1.76                           | 5.24         | 10.29        | 5.94                              | 0.17        |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>   | <u>15.38</u> | <u>11.76</u> | 1.35      | 1.35                           | 8.04         | <u>20.60</u> | 5.48                              | <u>0.37</u> |
| <b>Cingulata</b>               |              |              |           |                                |              |              |                                   |             |
| <i>Dasypus novemcinctus</i>    | <u>38.46</u> | <u>29.41</u> | 4.82      | 2.15                           | <u>31.99</u> | <u>22.96</u> | 8.08                              | <u>0.62</u> |
| <b>Artiodactyla</b>            |              |              |           |                                |              |              |                                   |             |
| <i>Capra hircus</i>            | <u>23.08</u> | <u>17.65</u> | 6.13      | 2.19                           | <u>19.61</u> | <u>11.06</u> | 8.70                              | <u>0.35</u> |
| <i>Odocoileus virginianus</i>  | 7.69         | 5.88         | 6.13      | 2.19                           | 6.54         | 3.69         | 8.70                              | 0.12        |
| <b>REPTILIA</b>                |              |              |           |                                |              |              |                                   |             |
| <b>Squamata</b>                |              |              |           |                                |              |              |                                   |             |
| <i>Ctenosaura pectinata</i>    | 7.69         | 5.88         | 1.05      | 1.05                           | 3.13         | 10.33        | 5.07                              | 0.20        |

<sup>1</sup>Factor de corrección de Ackerman *et al.* (1984), <sup>2</sup>Factor de corrección de Monroy-Vilchis *et al.* (enviado).

## Abundancia de presas

Se distribuyeron 17 cámaras en diferentes sitios de la RNSN (Figura 2). Para la determinación del IAR se consideraron solo aquellas fotografías de especies que fueron registradas en la dieta de los depredadores.

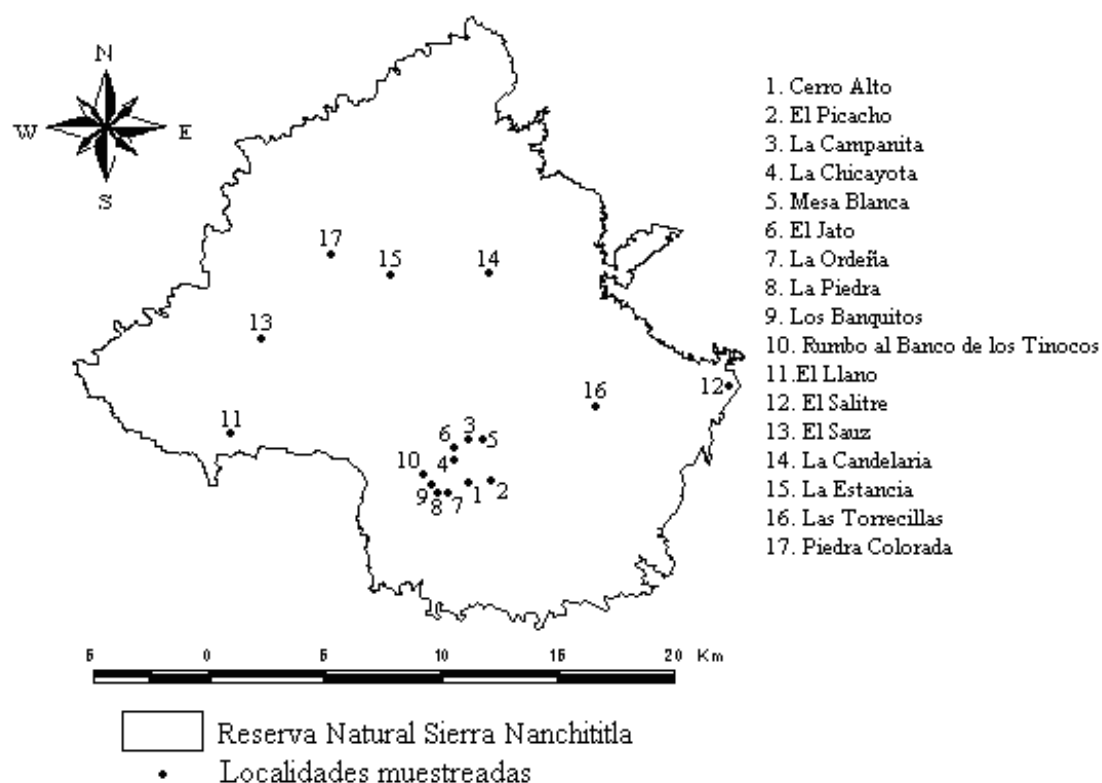


Fig. 2 Ubicación de 17 trampas-cámara en la Reserva Natural Sierra Nanchititla.

Se tomaron un total de 1013 fotografías de presas de puma y jaguar, las cuales conforman 13 especies de mamíferos. En donde el coatí (*Nasua narica*) resultó la presa con un IAR más alto, seguido del conejo (*S. floridanus*) y el venado (*O. virginianus*) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Índice de abundancia relativa de especies presa de la dieta de jaguar y puma en la RNSN.

| Presa                           | Fotografías independientes | IAR <sub>2</sub> | Total de fotografías |
|---------------------------------|----------------------------|------------------|----------------------|
| <b>Carnivora</b>                |                            |                  |                      |
| <i>Nasua narica</i>             | <u>233</u>                 | <u>3.38</u>      | <u>483</u>           |
| <i>Procyon lotor</i>            | 15                         | 0.22             | 30                   |
| <i>Bassariscus astutus</i>      | 5                          | 0.07             | 6                    |
| <i>Conepatus leuconotus</i>     | 13                         | 0.19             | 13                   |
| <i>Mephitis macroura</i>        | 6                          | 0.09             | 6                    |
| <i>Spilogale putorius</i>       | 2                          | 0.03             | 2                    |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 76                         | 1.10             | 117                  |
| <b>Lagomorpha</b>               |                            |                  |                      |
| <i>Sylvilagus cunicularius</i>  | 36                         | 0.52             | 44                   |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | <u>103</u>                 | <u>1.50</u>      | <u>125</u>           |
| <b>Rodentia</b>                 |                            |                  |                      |
| <i>Sciurus aureogaster</i>      | 24                         | 0.35             | 28                   |
| <b>Dodelphimorphia</b>          |                            |                  |                      |
| <i>Didelphis virginiana</i>     | 30                         | 0.44             | 31                   |
| <b>Cingulata</b>                |                            |                  |                      |
| <i>Dasypus novemcinctus</i>     | 8                          | 0.12             | 8                    |
| <b>Artiodactyla</b>             |                            |                  |                      |
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | <u>86</u>                  | <u>1.25</u>      | <u>120</u>           |

### Selectividad de especies presa

- **Puma** (*Puma concolor*)

Se logró determinar el IAR para 13 presas de puma y al calcular el índice de selectividad de Ivlev se obtuvo una alta preferencia por el consumo de armadillo y una ligera evasión por el consumo de zorra (*Urocyon cinereoargenteus*), de acuerdo a su disponibilidad en el medio. Sin embargo, de manera general existe una preferencia por el consumo de la mayoría de las especies presa y un consumo en relación con su disponibilidad de *Silvilagus floridanus* (Cuadro 4).

Cuadro 4. Uso disponibilidad y selección de presas por *Puma concolor*

| Presa                           | Uso   | Disponibilidad | Ie    |
|---------------------------------|-------|----------------|-------|
| <b>MAMMALIA</b>                 |       |                |       |
| <b>Carnivora</b>                |       |                |       |
| <i>Nasua narica</i>             | 16.67 | 3.38           | 0.66  |
| <i>Procyon lotor</i>            | 1.91  | 0.22           | 0.79  |
| <i>Bassariscus astutus</i>      | 3.35  | 0.07           | 0.96  |
| <i>Conepatus leuconotus</i>     | 0.48  | 0.19           | 0.43  |
| <i>Mephitis macroura</i>        | 0.48  | 0.09           | 0.68  |
| <i>Spilogale putorius</i>       | 0.96  | 0.03           | 0.94  |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 0.48  | 1.10           | -0.39 |
| <b>Lagomorpha</b>               |       |                |       |
| <i>Sylvilagus cunicularius</i>  | 3.83  | 0.52           | 0.73  |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | 1.44  | 1.50           | -0.52 |
| <b>Rodentia</b>                 |       |                |       |
| <i>Sciurus aureogaster</i>      | 3.35  | 0.35           | 0.78  |
| <b>Didelphimorphia</b>          |       |                |       |
| <i>Didelphis virginiana</i>     | 4.31  | 0.44           | 0.81  |
| <b>Cingulata</b>                |       |                |       |
| <i>Dasypus novemcinctus</i>     | 55.02 | 0.12           | 1.00  |
| <b>Artiodactyla</b>             |       |                |       |
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | 7.66  | 1.25           | 0.72  |

- **Jaguar** (*Panthera onca*)

Para el caso de jaguar se determinó el IAR para 7 de sus presas y mediante el índice de selectividad de Ivlev se logró determinar que existe una alta preferencia hacia el consumo de armadillo. De igual manera la mayoría de los valores indican un consumo preferencial por el resto de las presas, siendo el coatí y el conejo (*S. floridanus*) las especies con los valores de preferencia más bajos pero suficientes para indicar selección por parte del depredador (Cuadro 5).

Cuadro 5. Uso, disponibilidad y selección de presas por *Panthera onca*

| Presas                         | Uso    | Disponibilidad | IE   |
|--------------------------------|--------|----------------|------|
| <b>MAMMALIA</b>                |        |                |      |
| <b>Carnivora</b>               |        |                |      |
| <i>Nasua narica</i>            | 15.385 | 3.38           | 0.64 |
| <i>Procyon lotor</i>           | 7.692  | 0.22           | 0.94 |
| <i>Conepatus leuconotus</i>    | 7.692  | 0.19           | 0.95 |
| <b>Lagomorpha</b>              |        |                |      |
| <i>Sylvilagus cunicularius</i> | 7.692  | 0.52           | 0.87 |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>   | 15.380 | 1.50           | 0.82 |
| <b>Cingulata</b>               |        |                |      |
| <i>Dasyurus novemcinctus</i>   | 38.462 | 0.12           | 0.99 |
| <b>Artiodactyla</b>            |        |                |      |
| <i>Odocoileus virginianus</i>  | 7.692  | 1.25           | 0.72 |

### Contenido energético

Con los resultados obtenidos a partir de la técnica de calorimetría, el análisis bromatológico (Gómez-Ortiz *et al.*, 2008) y el uso como referencia de algunas tablas del INCAP, se logró analizar el aporte energético (energía bruta) de las principales presas de la dieta de puma y jaguar. De esta manera, el aporte energético más alto es atribuido a la carne de armadillo, seguido de la carne de coatí, carne de venado y finalmente la cabra doméstica.

En el caso del armadillo se observa un alto porcentaje de grasa (18.98%) comparado con las otras presas. Asimismo en el caso del venado y la cabra contienen un alto porcentaje de proteínas (28.85% y 20.60% respectivamente) en comparación con el armadillo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Composición corporal y valores calóricos de las principales presas de la dieta de puma y jaguar.

| Presa                         | Energía<br>bruta<br>(kcal/kg) <sup>a</sup> | Proteína<br>(%)    | Grasa<br>(%)      | Carbohidratos<br>(%) | Humedad<br>(%)     | Cenizas<br>(%)    |
|-------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| <i>Dasypus novemcinctus</i>   | 2398.70<br>±103.30                         | 8.32               | 18.98             | 8.98                 | 60.79              | 2.88              |
| <i>Nasua narica</i>           | 2225.25<br>±93.61                          | --                 | --                | --                   | 68.00              | --                |
| <i>Odocoileus virginianus</i> | 2165.52<br>±74.78                          | 28.85 <sup>b</sup> | 1.57 <sup>b</sup> | 0.00 <sup>b</sup>    | 67.34 <sup>b</sup> | 3.88 <sup>b</sup> |
| <i>Capra hircus</i>           | 1090.00 <sup>b</sup>                       | 20.60 <sup>b</sup> | 2.31 <sup>b</sup> | 0.00 <sup>b</sup>    | 75.84 <sup>b</sup> | --                |

<sup>a</sup>Peso fresco, <sup>b</sup>Datos obtenidos de tablas del INCAP (2000), ± desviación estándar.

El número de organismo hipotético de acuerdo a las necesidades energéticas del puma y jaguar sugieren un consumo anual en promedio por puma de 48 armadillos, 16 coatíes y 6 venados (Cuadro 7) y un consumo de 35 cabras, 34 armadillos y 15 coatíes para un jaguar. Lo anterior en relación a la frecuencia de ocurrencia de estas especies en la dieta de los depredadores (Cuadro 8).

Cuadro 7. Número de organismos anuales necesarios para satisfacer la demanda energética de pumas en la RNSN.

| Presa                         | Energía bruta (kcal/kg) | Biomasa de la presa (kg) | Categoría del depredador | Demanda energética (Kcal/día) <sup>a</sup> | No. de individuos necesarios |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|
| <i>Dasypus novemcinctus</i>   | 2398.70                 | 4.82                     | machos                   | 3143.70                                    | 55                           |
|                               |                         |                          | hembras                  |                                            |                              |
|                               |                         |                          | C/crías                  | 2705.40                                    | 47                           |
|                               |                         |                          | hembras S/crías          | 2420.00                                    | 42                           |
| <i>Nasua narica</i>           | 2225.30                 | 4.88                     | machos                   | 3143.70                                    | 18                           |
|                               |                         |                          | hembras                  |                                            |                              |
|                               |                         |                          | C/crías                  | 2705.40                                    | 15                           |
|                               |                         |                          | hembras S/crías          | 2420.00                                    | 14                           |
| <i>Odocoileus virginianus</i> | 2165.50                 | 6.13 <sup>b</sup>        | machos                   | 3143.70                                    | 7                            |
|                               |                         |                          | hembras                  |                                            |                              |
|                               |                         |                          | C/crías                  | 2705.40                                    | 6                            |
|                               |                         |                          | hembras S/crías          | 2420.00                                    | 5                            |

<sup>a</sup> Demanda energética reportada por Laundré (2005). <sup>b</sup> Consumo de biomasa máximo sugerido por Monroy-Vilchis *et al.* (enviado).

Cuadro 8. Número de organismos anuales necesarios para satisfacer la demanda energética de jaguares en la RNSN.

| Presa                       | Energía bruta (kcal/kg) | Biomasa de la presa (kg) | Categoría del depredador | Demanda energética (Kcal/día) <sup>a</sup> | No. de individuos necesarios |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|
| <i>Dasypus novemcinctus</i> | 2398.70                 | 4.82                     | machos                   | 3143.70                                    | 38                           |
|                             |                         |                          | hembras                  |                                            |                              |
|                             |                         |                          | C/crías                  | 2705.40                                    | 33                           |
|                             |                         |                          | hembras S/crías          | 2420.00                                    | 29                           |
| <i>Nasua narica</i>         | 2225.30                 | 4.88                     | machos                   | 3143.70                                    | 16                           |
|                             |                         |                          | hembras                  |                                            |                              |
|                             |                         |                          | C/crías                  | 2705.40                                    | 14                           |
|                             |                         |                          | hembras S/crías          | 2420.00                                    | 13                           |
| <i>Capra hircus</i>         | 1090.00                 | 6.13 <sup>b</sup>        | machos                   | 3143.70                                    | 40                           |
|                             |                         |                          | hembras                  |                                            |                              |
|                             |                         |                          | C/crías                  | 2705.40                                    | 34                           |
|                             |                         |                          | hembras S/crías          | 2420.00                                    | 31                           |

<sup>a</sup> Demanda energética reportada por Laundré, (2005). <sup>b</sup> Consumo de biomasa máximo sugerido por Monroy-Vilchis *et al.*, (enviado).



## DISCUSIÓN

Monroy-Vilchis *et al.* 2009a, reportan que 15 excrementos de puma son suficientes para determinar su dieta, en este estudio, el número de excrementos usado, es suficiente para expresar la dieta. Para el caso del jaguar, el número de excrementos colectados es bajo, pero suficiente para determinar la dieta considerando lo anterior. El bajo número de muestras colectadas para jaguar probablemente está relacionado a sus bajas abundancias con respecto al puma (Soria-Díaz *et al.*, en revisión), pues el esfuerzo de muestreo aplicado en la colecta de excrementos es igual para ambos depredadores. Además de que se tiene evidencia de que existe cierto efecto antropogénico (un incendio y un periodo de aprovechamiento forestal) relacionado con la reducción del número de excrementos colectados (Gómez-Ortiz, 2008).

Se ha observado que la base de presas utilizada por pumas y jaguares a lo largo de su área de distribución, es en gran parte la misma. Sin embargo, son consumidas en diferentes proporciones. El jaguar es una especie para la cual a diferencia del puma, se le ha sugerido una preferencia por el consumo de presas grandes y medianas (Oliveira, 2002).

En norte América, específicamente en el oeste de México se analizaron los hábitos alimentarios de puma y jaguar y se encontró una alta sobreposición del nicho trófico. La dieta de estos felinos es dominada por la presencia de mamíferos, siendo el venado cola blanca (*O. virginianus*) la presa principal de ambos depredadores (Núñez *et al.*, 2000), en contraste con otros estudios hacia el sur de la distribución que han reportado que los jaguares y pumas presentan diferencias en la preferencia de presas (Aranda y Sánchez-Cordero, 1996; Novack *et al.*, 2005).

Estos felinos han sido referidos como cazadores oportunistas, es decir que toman a las presas más abundantes y vulnerables., además de estar morfológicamente adaptados para capturar presas mas grandes que ellos (Iriarte *et al.*, 1990; Logan y Sweanor, 2001; Sunquist y Sunquist, 2002; Novack *et al.*, 2005). La coexistencia de estas especies, sugiere que han evolucionado características conductuales que los separa ecológicamente, o bien que los recursos en los sitios donde coexisten son suficientemente abundantes (Núñez *et al.*, 2000).

La presencia de especialistas en los ecosistemas es un indicador de la estabilidad del ecosistema, pues se ha sugerido una mayor incidencia de generalistas en los ambientes alterados y estocásticos (Smith y Smith, 2001). En la RNSN el jaguar y el puma usan un número de presas muy diferente., sin embargo, el índice de amplitud de nicho estandarizado muestra que el puma sigue una tendencia más selectiva en el consumo de presas que el jaguar., es decir, que el puma es un depredador enfocado en el consumo de ciertas especies presa y el jaguar depreda a sus presas en proporciones similares. A diferencia de lo encontrado particularmente en el oeste de México, en donde el puma tiene una amplitud de nicho más extensa (Núñez *et al.*, 2000) y en otros lugares al sur de la distribución en donde el jaguar presenta una amplitud de nicho trófico más selectiva (Taber *et al.*, 1997; Scognamillo *et al.*, 2003; Cascelli, 2008).

La sobreposición geográfica entre puma y jaguar sugiere que difieren ecológicamente lo suficiente para poder coexistir (Emmons, 1987). Principalmente, se ha observado que cuando el jaguar y el puma son simpátricos, existe una segregación entre el tamaño de las presas consumidas, indicando una preferencia por el consumo de presas grandes por parte del jaguar (Iriarte *et al.*, 1990; Taber *et al.*, 1997; Núñez *et al.*, 2000; Scognamillo *et al.*, 2003;

Cascelli, 2008). En este estudio se observa una preferencia de ambos depredadores por el consumo de presas medianas y grandes y no se observaron diferencias significativas entre sus dietas ( $p > 0.05$ ). Parecido a los hábitos alimentarios de pumas y jaguares de Guatemala, en donde la dieta de jaguar es dominada por el consumo de presas medianas., sin embargo, este comportamiento fue asociado a la presión de la cacería y una disminución de las presas principales del jaguar (Novack *et al.*, 2005). Tal similitud entre dietas sugiere una adecuada disponibilidad de presas en la zona que permiten la coexistencia de las dos especies, que disminuye la competencia y permite la selectividad de especies presa (Karanth y Sunquist, 1995; Taber *et al.*, 1997; Núñez *et al.*, 2000; Scognamillo *et al.*, 2003).

Los hábitos alimentarios de estos felinos presentan un patrón peculiar, por ejemplo la dieta de puma en México sugiere el consumo de presas de tamaño grande como venado cola blanca (Aranda y Sánchez-Cordero, 1996; Núñez *et al.*, 2000) y borrego cimarrón (Rosas-Rosas *et al.*, 2003), como se ha sugerido para el norte de la distribución del puma (Iriarte *et al.*, 1990). En contraste en la RNSN se reportó al armadillo como la presa principal en la dieta de puma (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009a), resultados que se mantienen en el presente y que apoyan la idea de una relación no lineal entre la latitud geográfica y la amplitud del nicho que indican un comportamiento más selectivo de pumas cercanos al ecuador (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009a).

Existen algunas características que pueden explicar dicho comportamiento alimentario. La presencia del jaguar en la RNSN es diferente a la encontrada generalmente en zonas de simpatria con puma, pues recientemente se registró que el jaguar ocurre en baja abundancia relativa comparada con la de puma, asimismo se ha sugerido la presencia del jaguar, en un

ambiente atípico, pues generalmente se encuentra en hábitat más tropicales que los descritos para la zona de estudio (Monroy-Vilchis *et al.*, 2008b; Monroy-Vilchis *et al.*, 2009b).

Los resultados indican que aunque existe una gran sobreposición trófica entre estas especies, los jaguares presentan una amplitud de nicho más extensa que el puma, lo que probablemente apoya o contribuye con las estrategias que permiten la coexistencia. Por otro lado, además de esta diferencia entre la amplitud, parece que existe una segregación en la dimensión temporal del nicho, ya que recientemente se reportaron diferencias en los patrones de actividad de pumas y jaguares en la RNSN (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009b), parecido a lo observado en pumas y jaguares de Perú y del Chaco Paraguayo, pues se sugiere que no siempre existe alguna segregación espacial (Emmons, 1987; Taber *et al.*, 1997). Además de que la coexistencia de las especies es exitosa cuando existen diferencias en el uso de al menos una dimensión del nicho, ya sea espacial, temporal o trófica (Pianka, 1974).

Los jaguares depredan selectivamente a la mayoría de sus presas, especialmente al armadillo, siendo este la presa más importante en todos los aspectos analizados en la dieta. Este patrón es similar a los hábitos alimentarios reportados para jaguares en Guatemala y en la región noreste de Belice (Novack *et al.*, 2005; Weckel *et al.*, 2006a; Weckel *et al.*, 2006b). El puma toma en proporción similar a su disponibilidad a *S. floridanus* y presenta una ligera evasión por el consumo de *U. cinereoargenteus*, sin embargo selecciona fuertemente al armadillo y mantiene una alta preferencia por el resto de las presas. Esta conducta de selección ha sido observada en pumas de Bolivia, donde seleccionan a la vicuña ante el ganado aún cuando éste es más abundante (Pacheco *et al.*, 2004).

Los depredadores seleccionan presas con base en sus costos y beneficios así como factores de vulnerabilidad, abundancia y disponibilidad (Emmons, 1987; Sunquist y Sunquist, 1989; Iriarte *et al.*, 1990; Kunkel *et al.*, 1999; Polisar *et al.*, 2003). En este sentido aunque el coatí es una de las presas más abundantes, que coincide temporalmente en los picos de actividad más altos con el puma y espacialmente en el uso de hábitats de pino-encino con ambos depredadores (Zarco-González, 2007), no es la presa principal en la dieta de estos felinos. Este comportamiento puede ser explicado por una estrategia de depredación que considera la disminución del riesgo de ser heridos por especies que viven en grupos (Hass y Valenzuela, 2002; Bustamante-Ho *et al.*, 2009), además de presentar un bajo aporte energético comparado con el armadillo lo que plantea una depredación con base en la ganancia de energía (Sunquist y Sunquist, 1989; Scognamillo *et al.*, 2003; Gómez-Ortiz *et al.*, enviado).

El venado no coincide con los patrones de actividad del puma y jaguar reportados en la RNSN (Zarco-González, 2007) y no es la presa de mayor consumo para ambos depredadores, aún cuando se presenta con un alto IAR. Es una especie relativamente débil que depende casi exclusivamente de su velocidad para evitar ser cazado (Aranda, 2002), razón que puede incrementar el gasto energético de captura.

En la zona de estudio, al igual que en el oeste de México, el número de presas grandes es mínimo, encontramos al venado y al pecarí, como las únicas especies silvestres grandes (Núñez *et al.*, 2000), por lo que el impacto sobre presas de tamaño medio o pequeño puede ser mayor. Los pecaríes por su parte, debido a su morfología parecen ser especies agresivas capaces de luchar y herir a los felinos, motivo que puede explicar la ausencia de esta especie

en la dieta de puma y jaguar (Aranda, 2002). Los resultados del presente estudio contradicen la idea de la dependencia de estos depredadores con la presencia de venado o pecarí consideradas especies importantes que determinan la presencia de puma y jaguar en regiones de norte América, ya que se ha indicado que el venado es una presa importante en la dieta de puma en el norte de su rango de distribución y el pecarí limita la distribución del jaguar hacia el norte por los mismos motivos (Iriarte *et al.*, 1990; Aranda, 2002). Sin embargo, aún con la presencia de ambas especies presa en la RNSN, la baja contribución del venado en la dieta de puma y la ausencia de pecarí en la dieta de jaguar sugieren su independencia.

En relación a la teoría del forrajeo óptimo, la elección de la presa energéticamente más rentable es apoyada por el análisis energético de este estudio. Pues aunque el armadillo ha sido referido como una presa energéticamente pobre con base en su aporte de biomasa (Núñez *et al.*, 2000; Weckel *et al.*, 2006b), el valor calórico obtenido a través del análisis bromatológico, lo ubica como una de las presas más provechosas e importantes en la dieta de estos felinos para la RNSN, además de presentar patrones de forrajeo ruidosos y pocas tácticas de escape que facilitan la captura (Maehr *et al.*, 1990). Las principales presas de puma presentan una correspondencia entre su frecuencia de ocurrencia en la dieta y su aporte calórico, sugiriendo una selectividad de presas en función de la calidad de su carne, este aspecto es soportado por los hábitos de depredación selectivos obtenidos para puma. En contraste, el jaguar parece elegir al armadillo en función de la calidad de su carne, sin embargo la segunda presa en orden de importancia (cabra doméstica) presenta un aporte energético menor que el calculado para el coatí. Esta selección refleja la tendencia generalista encontrada en la dieta de jaguar.

Este estudio brinda información hipotética acerca del número de individuos necesarios para satisfacer las necesidades energéticas del puma y jaguar, que serán la base para estimar factores biológicos importantes como la capacidad de carga en la RNSN, que ayuden a establecer estrategias de manejo para las especies de interés, pues se ha sugerido que los depredadores satisfacen sus necesidades energéticas con presas que a menudo los ponen en competencia con los intereses humanos (Laundré, 2005). Además, teóricamente sugiere una vía para estimar el número de presas que cubren las necesidades del depredador en términos energéticos, con la finalidad de acercarse a aproximaciones más reales, que eviten la subestimación o sobreestimación al respecto (Gómez-Ortiz *et al.*, enviado).

En este estudio se asume una demanda energética para jaguar igual a la de puma, pues no existen reportes claros acerca de la demanda energética o modelos energéticos del jaguar. En este sentido, considerando el tamaño del jaguar, es posible asumir que sus requerimientos energéticos deben ser similares, a los de puma (Aranda, 2002).

No es posible evaluar del todo el impacto de los depredadores sobre sus presas, debido a que el impacto depende de si la mortalidad por depredación es aditiva o compensatoria. El impacto por depredación es mayor cuando la mortalidad debida a la depredación es aditiva a otros tipos de mortalidad y menor cuando las muertes debidas a los pumas son compensadas por reducciones en otros tipos de mortalidad, o hay incremento por reclutamiento (Hernández y Ávila, 2005; Laundré, 2005).

La depredación de jaguar sobre ganado fue más alta que la de puma., sin embargo, en diversidad de especies el puma incluyó tres especies domésticas en su dieta que representan

11.88% de la BRC a diferencia del jaguar que incluyó solo una especie pero representó el 19.61% de BRC. La baja contribución de estas especies en la dieta de ambos depredadores, sugiere que estas son consumidas ocasionalmente. En este sentido, las estimaciones respecto a la depredación de ganado pueden ser exageradas, debido a la alta detectabilidad de ganado a diferencia de la presas silvestres matadas (Cascelli, 2008), pues a estos felinos se les han atribuido pérdidas de ganado aún cuando la muerte es debida a otras causas (Zarco-González *et al.*, enviado).

El puma depredó sobre presas más grandes (*Bos taurus*) que el jaguar (*Capra hircus*). Este comportamiento resulta diferente a lo encontrado en otros estudios donde el puma tiende a consumir presas más pequeñas, cuando se encuentra en simpatría con el jaguar (Iriarte *et al.*, 1990; Sunkist y Sunkist, 2002) y puede estar relacionado con una falta de dominancia del jaguar sobre las poblaciones de puma debido a sus bajas densidades (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009b). Tal como se ha visto en poblaciones de tigres y leopardos, cuando los tigres son menos abundantes su dominancia social interespecifica no ocurre (Rabinowitz, 1989).

En Canadá se observó una competencia explorativa expresada a través de un cambio en la dieta de puma relacionada con la recolonización de lobos, quienes fungían como competidores dominantes (Kunkel *et al.*, 1999; Kortello *et al.*, 2007). Este tipo de competencia sería de esperarse a medida que el jaguar aumente sus densidades en la zona o bien cuando las presas lleguen a escasear.

Cuando la base de presas es diversa, los jaguares se alimentan de una amplia variedad de especies (Aranda y Sánchez-Cordero, 1996; Taber *et al.*, 1997), en este sentido



la falta de presas silvestres grandes y la dominancia social del puma en la zona, puede estar orillando al jaguar a depredar sobre presas domésticas como la cabra. Esta situación es importante, ya que hay que considerar que las represalias por el consumo de ganado es dirigido principalmente hacia los pumas (Zarco-González *et al.*, enviado); sin embargo, la baja abundancia con la que se presenta el jaguar en la zona lo hace una especie más vulnerable a la extirpación provocada por la persecución y ataque de los ganaderos. Además de que en la RNSN existe una percepción negativa hacia los felinos debido a un conflicto entre los pumas y los habitantes locales, pues han existido reportes de ataques a pequeños ranchos y parte de los habitantes coinciden con el hecho de que la captura de estos es una de las mejores estrategias para disminuir las pérdidas (Zarco-González *et al.*, enviado).

La dieta de ambos felinos demuestra la importancia de los mamíferos en la RNSN principalmente los mamíferos medianos. La presencia de ambos felinos indican y mantiene un alto nivel de la calidad de los ecosistemas debida a su estatus como depredadores tope (Núñez *et al.*, 2000). La estrategia de coexistencia seguida por estos felinos en la RNSN está relacionada con una segregación temporal, lo cual sugiere la importancia de mantener en número a las presas principales de la dieta de estos felinos, así como el hábitat de las mismas. La competencia con los habitantes de la zona por el uso de estas presas no ha sido bien establecido; sin embargo, el consumo oportunista de los habitantes coincide con el uso de las principales presas de ambos depredadores (Monroy-Vilchis *et al.*, 2008b). Razón que refuerza la idea de establecer estrategias de manejo de estas especies así como considerar la competencia entre la gente y los depredadores como una amenaza para la conservación, pues en otros sitios la dieta de los pobladores y los depredadores ha resultado similar (Leite y Galvao, 2002). Lo anterior lleva a considerar que el decline de las poblaciones de presas

llevaría al puma y al jaguar a extender su territorio de forrajeo, lo cual implica que aumente el contacto con los humanos y a su vez la captura y muerte de estos felinos, pues es probable que el consumo de presas domésticas aumente.

## **CONCLUSIONES**

El nicho trófico de puma y jaguar en la RNSN, indica que la dieta de ambos está compuesta principalmente de mamíferos y presentan como presa principal al armadillo. En relación a los hábitos de depredación el puma presenta una tendencia especialista en el consumo de presas a diferencia del jaguar, quien presenta una tendencia más generalista.

Ambos felinos no mostraron una preferencia por el consumo de las presas más abundantes; sin embargo, consumen más de lo esperado al armadillo y a la mayoría de sus presas, lo que sugiere un patrón de selectividad de presas regido por otras características.

El contenido energético de las principales presas de la dieta de puma coincide con el orden de aparición en su dieta; es decir, la presa con un contenido energético mayor es la que se presenta con mayor frecuencia de aparición en la dieta. Asimismo, la depredación de armadillo por parte del jaguar coincide con su alto contenido energético., sin embargo, el consumo de cabra y coatí en relación a su aporte energético apoyan la idea de su tendencia generalista. Lo anterior sugiere que la tendencia selectiva del puma podría ser explicada por el contenido energético de sus presas.

Por otro lado de acuerdo a la vulnerabilidad del armadillo dado por sus características morfológicas y patrones de forrajeo, lo hacen una de las especies más sensible a la depredación.

Los resultados de este estudio indican que la preferencia de presas cuando el depredador presenta hábitos de alimentación selectivos puede ser explicada por la calidad de la carne de la presa y la facilidad de captura, lo cual sugiere la depredación de la presa energéticamente más rentable.

*“Primero fue necesario civilizar al hombre en su relación con el hombre. Ahora es necesario civilizar al hombre en su relación con la naturaleza y los animales”*

*Victor Hugo*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerman, B. B., Lindzey, F. G. y Hemker, T. P. (1984). Cougar food habits in Southern Utah. *Journal of Wildlife Management* **48**, 147-155.
- Andheria, A. P., Karanth, K. U. y Kumar, N. S. (2007). Diet and prey profiles of three sympatric large carnivores in Bandipur Tiger reserve, India. *Journal of zoology* **273**, 7.
- AOAC. (1990). Official methods of analysis. 15. Washington, D. C.: Association of Official Analytical Chemists.
- Aranda, M. (1994). Differentiation of jaguar and puma footprints: A diagnostic analysis. *Acta Zoológica Mexicana* **63**, 75-78.
- Aranda, M. y Sánchez-Cordero, V. (1996). Prey spectra of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in tropical forests of México. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* **31**, 65-67.
- Aranda, M. (2002). Importancia de los pecaríes para la conservación del jaguar en México. En: El jaguar en el nuevo milenio. 101-106. Medellín, R., Equihua, C., Chetkiewicz, C. L. B., Crawshaw, P. G. J., Rabinowitz, A., Redford, K. H., Robinson, J. G., Sanderson, E. W. y Taber, A. B. México: Fondo de cultura económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife consevation society.
- Bolen, E. G. y Robinson, W. L. (1999). *Wildlife ecology and management. Predators and Predation*. New Jersey: Prentice Hall.
- Breuer, T. (2005). Diet choice of large carnivores in northern Cameroon. *African journal of ecology* **43**, 10.

- Bustamante-Ho, A., Moreno, R. y Sáenz, J. (2009). Depredación de un pizote (*Nasua narica*) por una puma (*Puma concolor*) en el sureste de la península de osa, Costa Rica. *Acta Biológica Panamensis* **1**, 39-45.
- Casas-Andréu, G. y Aguilar-Miguel, X. (2005). Herpetofauna del parque Sierra de Nanchititla, Estado de México, México; lista, distribución y conservación. *Ciencia ergo sum* **12**, 44-53.
- Cascelli, F. C. (2008). Food Habits and Livestock Depredation of Sympatric Jaguars and Pumas in the Iguacu National Park Area, South Brazil. *Biotropica* **40**, 494-500.
- Ceballos, G. y Galindo, C. (1984). *Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México*. Limusa. México. Distrito Federal. 300pp.
- Ceballos, G. y Oliva, G. (2005). *Mamíferos Silvestres del Estado de México*. Conabio. México. Distrito Federal. 986pp.
- Cervantes, F.A., Delgado, P. y Colmenares, A. L. *Sylvilagus cunicularius*, conejo. En: Ceballos G. y G. Oliva (coord.). (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 842-843pp.
- CEPANAF. (1999). Parque estatal Sierra Nanchititla.  
En Línea: <http://www.edomexico.gob.mx/cepanaf/htm/nanchititla.htm>
- Chávez, C., Ceballos, G. y Amín, M. (2007). Ecología poblacional del jaguar y sus implicaciones para la conservación en la Península de Yucatán. En: Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas. 91-100. Ceballos, G., Chávez, C., List, R. y Zarza, H. México: Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México.
- CITES (2007). *Apéndices I, II y III*. Convención sobre el comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres.

- CONABIO (1998). La diversidad biológica de México: Estudio de país, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- CONANP (2007). ¿Qué son las ANP?. En línea: <http://www.conanp.gob.mx>. Consulta: julio 2007.
- Crawshaw, J. P. G. y Quigley, H. B. (2002). Hábitos alimentarios del jaguar y el puma en el pantanal, Brasil, con implicaciones para su manejo y conservación En: El jaguar en el nuevo milenio, pp. 223-235. Medellín, R. A., Equihua, C., Chetkiewicz, C. L. B., Crawshaw, J. P. G., Rabinowitz, A., Redford, K. H., Robinson, J. G., Sanderson, E. W. y Taber, A. B. México: Fondo de cultura económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife Conservation Society.
- Cruz, E., Palacios, G. y Güiris, M. (2007). Situación actual del jaguar en Chiapas. En: Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas, pp. 81-90. Ceballos, G., Chávez, C., List, R. y Zarza, H. México: Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Currier, M.J. (1983). *Felis concolor*. *Mammalian Species* **200**, 1-7.
- Dewey, T. y Bhagat, S. (2002). *Canis lupus familiaris* (En-línea), Animal Diversity Web. Consulta: Agosto 13, 2007  
[http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Canis\\_lupus\\_familiaris.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Canis_lupus_familiaris.html).
- Dewey, T. y Ng, J. (2001). *Bos taurus* (En-línea), Animal Diversity Web. Consulta: Agosto 13, 2007. [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Bos\\_taurus.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Bos_taurus.html).
- Domínguez, Y. y Ceballos, G. *Liomys pictus*, *ratón espinoso*. En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 629-631pp.

- Emmons, L. H. (1987). Comparative feeding ecology of felids in a tropical rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **20**, (4) 271-283.
- Espinosa, L. A. y Chávez, C.. *Liomys irroratus*, ratón espinoso. En: Ceballos G. y G. Oliva (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 628-629pp.
- Fergusson-Laguna, A. y Pacheco, J. (1981). Calorimetría y composición corporal del armadillo *Dasypus sabanicola* (Mammalia-Edentata). *Acta científica Venezolana* **32**, 5.
- Galindo, C. y Weber, M. *Odocoileus virginianus*, venado cola blanca. En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 517-521pp.
- Gobierno del Estado de México. (1998). Programa de manejo del Parque Natural de recreación popular: Sierra Nanchititla. Gobierno del Estado de México. Toluca, México. 111pp.
- Gómez-Ortiz Y. (2008). Contenido energético de la dieta de *Puma concolor* en la Sierra Nanchititla, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 70pp.
- Hass, C. C. y Valenzuela, D. (2002). Anti-predator benefits of group living in white-nosed coatis (*Nasua narica*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* **51**, 570-578.
- Hernández, L. y Avila S. (Editores). Hernández L. Cougar management guidelines working group. 2005. Guía de manejo del puma. Instituto de ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 137 pp.
- Hoogesteijn, R. A. y Mondolfi, E. (1992). El jaguar o tigre Americano. *Armitano*. Caracas.



- Husseman, J. S., Murray, D. L., Power, G., Mack, C., Wenger, C. R. y Quigley, H. (2003).  
Assesing differential prey selection patterns between two sympatric large carnivores.  
*OIKOS* **101**, 11.
- INCAP (2000). Valor Nutritivo de los Alimentos para Centro América y Panamá.
- INEGI (1987). Carta topográfica. E14A55, E14A56, E14A45 y E14A46. Escala 1:50000.  
México.
- Inskip, C. y Zimmermann A. (2009). Human Felid conflict: A review of patterns and priorities  
worldwide. *Oryx* **43**, (01): 18-34.
- Iriarte, J., Franklin, A., Johnson, W. y Redford, H. (1990). Biogeographic variation of food  
habits and body size of the American puma. *Oecologia* **85**, 185-190.
- Karanth, K. U. y Sunquist, M. E. (1995). Prey selection by tiger, leopard and dhole in tropical  
forest. *Journal of animal ecology* **64**, 439-450.
- Kortello, A. D., Hurd, T. E. y Murray, D. L. (2007). Interactions between cougars (*Puma*  
*concolor*) and gray wolves (*Canis lupus*) in Banff national park, Alberta. *Ecoscience* **14**,  
9.
- Krebs, C. (2001). *Ecology*. Estados Unidos de Norte América: Benjamin Cummings
- Kunkel, K. E., Ruth, T. K., Pletscher, D. H. y Hornocker, M. G. (1999). Winter prey selection by  
wolves and cougars in and near glacier national park Montana. *The journal of wildlife*  
*management* **63**, 10.
- Laundré, J. W. (2005). Puma energetics: a recalculation. *Journal of Wildlife Management* **69**,  
723-732.
- Leite, M. y Galvao, F. (2002). El jaguar, el puma y el hombre en tres áreas protegidas del  
bosque atlántico costero de Paraná, Brasil. En: El jaguar en el nuevo milenio, pp. 237-

264. R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, Robinson, J. y Sanderson, E. México: Fondo de cultura económica.
- Lira, I. y Ramos-Fernández, G. (2007). Situación del jaguar en la región de los Chimalapas, Oaxaca. En: Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas, pp. 71-80. Ceballos, G., Chávez, C., List, R. y Zarza, H. México: Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Litvaitis, J. A., Titus, K. y Anderson, E. M. (1996). Measuring vertebrate use of terrestrial and foods. En: Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals, pp. 254-274. Wilson, D. E., Cole, F. R., Nichols, J. D., Rudran, R. y Foster, M. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Logan, K. A. y Sweanor, L. L. (2001). *Desert Puma*. Washington: Island press.
- Lorenzo, C. y Cervantes, F. A. *Sylvilagus floridanus*, conejo. En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 843-844pp.
- Maehr, D., Belden, R., Land, D. y Wilkins, L. (1990). Food habits of panthers in southwest Florida. *Journal of Wildlife Management* **54**, 420-423.
- Mendoza, A. *Dasypus novemcinctus*, armadillo. En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 116-117pp.
- Mileski, A. y Myers, P. (2004). *Capra hircus* (En-línea). Animal Diversity Web. Consulta: Agosto 13, 2007.
- [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Capra\\_hircus.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Capra_hircus.html).
- Monroy-Vilchis, O. y Rubio-Rodríguez, R. (2003). *Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.

- Monroy-Vilchis, O., Rodríguez-Soto C., Zarco-González M. y Urios V. Distribución, uso de hábitat y patrones de actividad del puma y jaguar en el estado de México. En: Ceballos G. Chávez C., List R. y Zarza H. (2006). Conservación y manejo del jaguar en México estudios de caso y perspectivas. CONABIO, WWF, TELCEL, UNAM. 59-69
- Monroy-Vilchis, O., Gómez, Y., Janczur, M. y Urios, V. (2009a). Food habits puma (*Puma concolor*) at Central Mexico. *Wildlife Biology* **15**, 97-105.
- Monroy-Vilchis, O., Rodríguez-Soto, C., Zarco-González, M. y Urios, V. (2009b). Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in central Mexico. *Animal Biology* **59**, 145-157.
- Monroy-Vilchis, O., Sánchez, O., Aguilera, U., Suárez, P. y Urios, V. (2008a). Jaguar (*Panthera onca*) in the State of Mexico. *The Southwestern Naturalist* **53**, 533-537.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M., Rodríguez-Soto, C., Suárez, P. y Urios, V. (2008b). Uso tradicional de vertebrados silvestres en la Sierra Nanchititla, México. *Interciencia* **33**, 308-313.
- Nava, V. *Bassariscus astutus*, cacomixtle. En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 408-409pp.
- Neale, J. y Sacks, B. (2001). Resource utilization and interspecific relations of sympatric bobcats and coyotes. *Oikos* **94**, 236-249.
- Novack, A. J., Main, M. B., Sunquist, M. E. y Labisky, R. F. (2005). Foraging ecology of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in hunted and non-hunted sites within the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. *Journal of Zoology* **267**, 167-178.
- Nowak, R. M. (1999). *Walker's mammals of the world*. 6 ed. Vol I, II. The Johns Hopkins university press. Maryland. USA. 1921pp.
- Núñez, R., Miller, B. y Lindzey, F. (2000). Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, Mexico. *Journal of Zoology* **252**, 373-379.

- O'Brien, T. G., Kinnaird, M. F. y Wibisono, H. T. (2003). Crouching tigers, hidden prey: sumatran tiger and prey populations in a tropical forest land scape. *Animal conservation* **6**, 9.
- Ojasti, J. y Dallmeier, F. (2000). *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. Washington D.C: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.
- Oliveira, T. G. (2002). Ecología comparativa de la alimentación del jaguar y del puma en el neotrópico. En: El jaguar en el nuevo milenio, pp. 265-288. Medellín, R. A., Equihua, C., Chetkiewicz, C. L. B., Crawshaw, J. P. G., Rabinowitz, A., Redford, K. H., Robinson, J. G., Sanderson, E. W. y Taber, A. B. México: Fondo de cultura económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife Conservation Society.
- Pacheco, J. *Mephitis macroura*, zorrillo listado. En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 388-389pp.
- Pacheco, L. F., Lucero, A. y Villca, M. (2004). Dieta del puma (*Puma concolor*) en el parque Nacional Sajama, Bolivia y su conflicto con la ganadería. *Ecología en Bolivia*. **29**, 75-83.
- Pianka, E. R. (1974). Niche overlap and diffuse competition. *Proceedings of the natural academy of science* **71**, 2141-2145.
- Polisar, J. 2002. components de la base de presas de jaguar y puma en Piñero, Venezuela. En: El jaguar en el nuevo milenio. 101-106. Medellín, R., Equihua, C., Chetkiewicz, C. L. B., Crawshaw, P. G. J., Rabinowitz, A., Redford, K. H., Robinson, J. G., Sanderson, E. W. y Taber, A. B. México: Fondo de cultura económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife consevation society.
- Polisar, J., Maxit, I., Scognamillo, D., Farrell, L., Sunquist, M. E. y Eisenberg, J. F. (2003). Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological interpretations of a management problem. *Biological Conservation* **109**, 297-310.

- Rabinowitz, A. R. (1989). The density and behavior of large cats in a dry tropical forest mosaic in Huai Kha Khaang Wildlife Sanctuary, Thailand. *Natural History Bulletin of the Siam Society* **37**, 235-251.
- Ramírez, O. E. y López, C. A. (2007). Determinación de áreas críticas para la supervivencia del jaguar en la sierra madre oriental. En: Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas, pp. 41-50. Ceballos, G., Chávez, C., List, R. y Zarza, H. México: Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Reavill, C. (2000). *Ovis aries* (En-línea). Animal Diversity Web. Consulta: Agosto 13, 2007. [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Ovis\\_aries.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Ovis_aries.html).
- Romero F. *Spilogale putorius*, zorrillo manchado. En: Ceballos G. y G. Oliva (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 393-394pp.
- Rosas, C., Sánchez, A., Chimal, M. E. y Brito, R. (2003). *Manual de métodos para la evaluación del balance energético en crustáceos*. México: UNAM.
- Rosas, O., Valdéz, R. y Bender, L. C. (2007). Conservación del jaguar y puma en el noroeste de Sonora. En: Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas, pp. 11-18. Ceballos, G., Chávez, C., List, R. y Zarza, H. México: Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rosas-Rosas, O. C., Valdez, R., Bender, L. C. y Daniel, D. (2003). Food habits of puma in northwestern Sonora, Mexico. *Wildlife Society Bulletin* **31**, 528-535.
- Salas, M. (1987). Hábitos alimenticios de la zorra, coyote y gato montes en la Sierra Tarasca. *Ciencia forestal* **62**, 117-132.
- Sánchez, O., Ramírez-Púlido, J., Aguilera-Reyes, U. y Monroy-Vilchis, O. (2002). Felid record from the state of México. México. *Mammalia* **66**, 228-294.

- Sanderson, E. W., Chetkiewicz, C. L. B., Medellín, R. A., Rabinowitz A., Redford K. H. y Taber, A. Un análisis geográfico l estado de conservación y distribución de los jaguares a través de su área de distribución. (2002). En : El jaguar en el nuevo milenio. 101-106.
- Medellín, R., Equihua, C., Chetkiewicz, C. L. B., Crawshaw, P. G. J., Rabinowitz, A., Redford, K. H., Robinson, J. G., Sanderson, E. W. y Taber, A. B. México: Fondo de cultura económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife consevation society.
- Saunders, N. J. (1994). Predators of culture: Jaguar symbolism and mesoamerican elites. *World Archaeology* **26**, 104-117.
- Scognamillo, D., Maxit, I., Sunquist, M. y Polisar, J. (2003). Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of Zoology* **259**, 269-279.
- SEMARNAT (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies. *Diario oficial* 85.
- Servín, J. y Chacón E. *Urocyon cinereoargenteus*, zorra gris. En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 354-355pp.
- Seymour, K. L. 1989. *Panthera onca*. *Mammalian Species*. **340**, 1-9pp.
- Silva, J. L. y Strahl, S. D. (1997). *Efecto humano en poblaciones de chachalacas pavas y guacos (Galliformes: Crácidas) en Venezuela*. En: Robinson, J. G. y Redford, K. H.. *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. 59-77pp. Fondo de cultura económica. México. Distrito Federal. 599pp.

- Smith, R. L. y Smith, T. M. (2001). *Ecología*. 4. Madrid, España: Pearson.
- Sokal, R. y Rohlf, J. (1995). *Biometry*. 3. New York: W. H. Freeman and company.
- Sunquist, M. y Sunquist, F. (1989). Ecological constraints on predation by large felids. En: Carnivore behaviour, ecology and evolution, pp. 283-301. Gittleman, J. L. USA: Cornell University Press.
- Sunquist, M. E. y Sunquist, F. (2002). *Wild cats of the world*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Taber, A., Novaro, A., Neris, N. y Colman, F. (1997). The food habits of sympatric jaguar and puma in the Paraguayan Chaco. *Biotropica* **29**, 204-213.
- Taber, A. B., Cherkiewicz, C. L., Medellín R. A., Rabinowitz A. y Redford K. (2002). La conservación del jaguar en el Nuevo milenio. En: El jaguar en el nuevo milenio. 101-106. Medellín, R., Equihua, C., Chetkiewicz, C. L. B., Crawshaw, P. G. J., Rabinowitz, A., Redford, K. H., Robinson, J. G., Sanderson, E. W. y Taber, A. B. México: Fondo de cultura económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife consevation society.
- IUCN. (2001). *Categorías y criterios de la lista roja de la IUCN: version 3.1*. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: Comisión de supervivencia de especies de la IUCN.
- Valdéz, M. y Ceballos, G. *Spermophilus variegatus*, Ardillón. En: Ceballos, G. y Oliva, g. (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 573-574pp.
- Valdéz, M. y Téllez-Girón, G. *Sciurus aureogaster*, ardilla gris. En: Ceballos, G. y Oliva G. (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 547-548pp.

- Valenzuela, D. *Procyon lotor*, Mapache. En: Ceballos, G. y Oliva G. (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 415-417pp.
- Vieira, E. M. y Port, D. (2006). Niche overlap and resource partitioning between two sympatric fox species in southern Brazil. *Journal of zoology* **272**, 7.
- Villa, A. d., Martínez, E. y López, C. A. (2002). Ocelot (*Leopardus pardalis*) food habits in a tropical deciduous forest of Jalisco, México. *The American midland naturalist* **148**, 9.
- Walker, R. S., Novaro, A. J. y Nichols, J. D. (2000). Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos *Mastozoología neotropical* **7**, 8.
- Weckel, M., Giuliano, W. y Silver, S. (2006a). Cockscomb revisited: Jaguar diet in the Cockscomb basin wildlife sanctuary, Belize. *Biotropica* **38**, 4.
- Weckel, M., Giuliano, W. y Silver, S. (2006b). Jaguar (*Panthera onca*) feeding ecology distribution of predator and through time and space. *Journal of zoology* **270**, 25-30.
- Weimer, R. (1996). *Estadística*. Distrito Federal, México: Grupo editorial patria.
- Wemmer, C., Kunz, T. H., Lundie-Jenkins, G. y Mc Shea, W. J. (1996). Mammalian Sign. En: Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals. 157-176. Wilson, D. E., Cole, F. R., Nichols, J. D., Rudran, R. y M., F. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Yasuda, M. (2004). Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on mount Tsukuba, central Japan. *Mammal study* **29**, 10.
- Zarco-González, M. M. (2007). *Distribución y abundancia de mamíferos medianos y grandes en la sierra Nanchititla*. Biólogo, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Zarco-González, M. M., Monroy-Vilchis, O. y Vicente, U. (enviado). Factors associated to *Puma concolor* depredation on livestock in State of Mexico.



- Zarza, H. y Medellín, R. A. *Didelphis virginiana*, tlacuache. En: Ceballos G. y G. Oliva (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. México. 108-109pp.
- Zepeda, C., Monroy-Vilchis, O., Velázquez-Montes, E. y Rodríguez-Soto, C. (2008). Primer registro de *Cyathea fulva* (Cyatheaceae, Polypodiopsida) en el Estado de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. **83**, 93-96.

## ANEXOS

Anexo 1.- Peso promedio de las presas que integran la dieta de puma (*Puma concolor*), en la Reserva Natural Sierra Nanchititla, México.

| Componente                      | Promedio (kg) | Fuentes                                                     |
|---------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Presas &lt; 6.13 kg</b>      |               |                                                             |
| <b>MAMÍFEROS</b>                |               |                                                             |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 4.000         | Servín y Chacón (2005)                                      |
| <i>Nasua narica</i>             | 4.875         | Valenzuela (2005), Nowak (1999)                             |
| <i>Procyon lotor</i>            | 5.500         | Valenzuela (2005), Ceballos y Galindo (1984)                |
| <i>Bassariscus astutus</i>      | 0.922         | Nava 2005                                                   |
| <i>Conepatus leuconotus</i>     | 2.700         | Mendoza y Ceballos (2005)                                   |
| <i>Mustela frenata</i>          | 0.212         | Ceballos y Oliva (2005)                                     |
| <i>Spilogale putorius</i>       | 0.573         | Romero (2005), Nowak (1999)                                 |
| <i>Mephitis macroura</i>        | 1.725         | Pacheco (2005), Nowak (1999)                                |
| <i>Sylvilagus cunicularius</i>  | 1.762         | Cervantes <i>et al.</i> (2005), Nowak (1999)                |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | 1.350         | Lorenzo y Cervantes (2005)                                  |
| <i>Sciurus aureogaster</i>      | 0.581         | Valdéz y Téllez-Girón (2005), Nowak (1999)                  |
| <i>Spemophilus variegatus</i>   | 0.875         | Valdéz y Ceballos (2005), Nowak (1999)                      |
| <i>Liomys irroratus</i>         | 0.042         | Espinosa y Chávez (2005)                                    |
| <i>Didelphis virginiana</i>     | 2.475         | Zarza y Medellín (2005), Nowak (1999)                       |
| <i>Liomys sp.</i>               | 0.048         | Espinosa y Chávez (2005), Domínguez y Ceballos (2005)       |
| <i>Dasypus novemcinctus</i>     | 4.821         | Mendoza (2005), Nowak (1999)                                |
| <b>AVES</b>                     |               |                                                             |
| <i>Ortalis poliocephala</i>     | 0.575         | Silva y Strahl (1997)                                       |
| <b>REPTILES</b>                 |               |                                                             |
| <i>Kinosternon integrum</i>     | 0.300         | Monroy-Vilchis <i>et al.</i> (2009)                         |
| <b>Presas &gt; 6.13 kg</b>      |               |                                                             |
| <b>MAMÍFEROS</b>                |               |                                                             |
| <i>Canis familiaris</i>         | 37.750        | Nowak (1999), Dewey y Bhagat (2002)                         |
| <i>Capra hircus</i>             | 36.000        | Nowak (1999), Mileski y Myers (2004)                        |
| <i>Bos taurus</i>               | 827.500       | Nowak (1999), Dewey y Ng (2001)                             |
| <i>Ovis aries</i>               | 110.000       | Nowak (1999), Reavill (2000)                                |
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | 738.750       | Galindo y Weber (2005), Nowak (1999), Dewey y Bhagat (2002) |

Anexo 2. Fotografías de los depredadores y sus principales presas, tomadas con trampas-cámara en la RNSN.

a) *Puma concolor*



b) *Panthera onca*



c) *Dasypus novemcinctus*



d) *Nasua narica*



e) *Odocoileus virginianus*



