



**Casa abierta al tiempo**



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA**  
**Unidad**  
**I z t a p a l a p a**

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

MAESTRÍA EN BIOLOGÍA

**ECOLOGÍA TRÓFICA DE FELINOS EN LA PENÍNSULA DE**  
**YUCATÁN, MÉXICO.**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN BIOLOGÍA

PRESENTA

**ABIGAIL MARISOL ALCARAZ BARRANCO**

MATRÍCULA: 2212801335

CORREO: abigail.alcaraz@outlook.com

ORCID: 0000-0001-7175-8722

CO-DIRECTOR: DR. JOSÉ CUAUHTÉMOC CHÁVEZ TOVAR  
CO-DIRECTOR: DR. MIGUEL ÁNGEL ARMELLA VILLALPANDO  
ASESOR: DR. JOAQUÍN ARROYO CABRALES

JURADO

PRESIEDENTE: DR. JOAQUÍN ARROYO CABRALES  
SECRETARIO: DR. HELIOT ZARZA VILLANUEVA  
VOCAL: DR. OCTAVIO CESAR ROSAS ROSAS  
VOCAL: DR. DAVID VALENZUELA GALVÁN

Ciudad de México

14 de marzo del 2024

La Maestría en Biología de la  
Universidad Autónoma Metropolitana  
pertenece al Padrón de  
Postgrados de Calidad del CONAHCYT.

## Declaración de originalidad

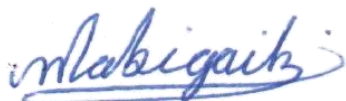
El (La) que suscribe **Abigail Marisol Alcaraz Barranco**, alumno (a) del posgrado Maestría en Biología, de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y autor(a) de la tesis o idónea comunicación de resultados titulada: “**Ecología trófica de felinos en la Península de Yucatán, México**”,

Declaro que:

1. La tesis o idónea comunicación de resultados que presento ante el jurado calificador para la obtención del grado de Maestra en Biología es de mi autoría y original creación, producto del resultado de mi trabajo de investigación personal e individual; el cual cuenta con las correspondientes citas textuales del material bibliográfico utilizado y con el debido otorgamiento de los créditos autorales.
2. En la tesis o idónea comunicación de resultados no he reproducido párrafos completos; ilustraciones, fotografías, diagramas, cuadros y tablas, sin otorgamiento del crédito autoral y fuente correspondiente.
3. En consecuencia, relevo de toda responsabilidad a la Universidad Autónoma Metropolitana de cualquier demanda o reclamación que llegara a formular alguna persona física o moral que se considere con derecho sobre la tesis o idónea comunicación de resultados, respondiendo por la autoría y originalidad de la misma, asumiendo todas las consecuencias económicas y jurídicas si ésta no fuese de mi creación.

La presente declaración de originalidad se firma en la Ciudad de México el 13 de marzo del 2024.

Atentamente



---

Abigail Marisol Alcaraz Barranco

El jurado designado por la  
**División de Ciencias Biológicas y de la Salud**  
de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó:

ABIGAIL MARISOL ALCARAZ BARRANCO

El día 14 de marzo del año 2024

*Comité Tutorial y Jurado*

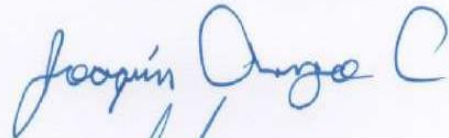
Codirector: Dr. José Cuauhtémoc Chávez Tovar



Codirector: Dr. Miguel Ángel Armella Villalpando



Asesor: Dr. Joaquín Arroyo Cabrales



Sinodal: Dr. Heliot Zarza Villanueva



Sinodal: Dr. Octavio C. Rosas Rosas



Sinodal: Dr. David Valenzuela Galván



A mis padres Marisol Barranco y Mario Alcaraz.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por la beca otorgada para mis estudios de maestría, la cual me permitió cumplir en forma mis estudios.

A la coordinación de la Maestría en Biología por el financiamiento otorgado para la difusión de este proyecto de investigación.

A Pronatura Yucatán A. C., por las facilidades brindadas para trabajar en el Área de Conservación Privada El Zapotal. A Marco Lazcano por el apoyo proporcionado para realizar parte de la investigación dentro de la Reserva Ecológica El Edén. A la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP) por el permiso proporcionado para el acceso a la Reserva de la Biósfera Calakmul.

A los ejidos: Ejido Nuevo León, Ejido El Limonar, Ejido Tesoco Nuevo, Ejido Santa María, Ejido Petcacab, Ejido Noh-Bec, Ejido Caobas, Ejido Laguna Ohm, por las facilidades y apoyo brindado para el acceso a las diferentes áreas de estudio. A los guías Don Miguel Poot, Marco A. Poot, Faustino Uitzil, Alfonso Ku, Pedro Salas, Daniel Salas, cuyos pasos y anécdotas nos acercaron a nuestro objetivo de investigación.

Agradezco a la UAM Unidad Lerma, especialmente al Laboratorio de Biología de la Conservación y el Laboratorio de Biotecnología Ambiental por permitirme trabajar en sus instalaciones y brindarme todas las herramientas para conseguir mis objetivos.

De manera muy especial al Dr. Cuauhtémoc Chávez por guiarme en este proceso, brindarme la confianza y libertad para tomar decisiones en varios aspectos del trabajo de investigación, por el tiempo brindado para mi formación profesional, por los buenos consejos y conocimiento compartido, por el aprendizaje y risas durante el trabajo de campo y por su amistad.

Al Dr. Miguel Armella, por su apoyo como mi codirector, los ánimos brindados y su calidez al incluirme en su laboratorio de comportamiento animal.

Al Dr. Joaquín Arroyo por abrirme las puertas de la Colección del laboratorio de Arqueozoología, guiarme y compartir sus conocimientos en el proceso de identificación de las muestras, además de aconsejarme y estar al pendiente de mi desarrollo durante el proyecto.

Agradezco a todos los colegas, amigos y compañeros que participaron en el trabajo de campo: Akemy González, Andrea Pérez, Marlen Badillo, Erika Méndez,

Paulina Reyna, Gerardo Pedraza y Monserrat Olvera, gracias por su esfuerzo y compañía.

A mis amigos y compañeros de la Maestría Pamela Lazo y Yitzak Ávila por su apoyo en múltiples ocasiones de manera incondicional no solo en el ámbito profesional, gracias por su amistad.

Al Dr. Heliot Zarza por sus valiosas correcciones y sugerencias que ayudaron a obtención de un mejor trabajo y por sus comentarios de ánimo durante este proceso.

Al Dr. Octavio Rosas y Dr. David Valenzuela por aceptar ser parte del Honorable Jurado, por sus acertados comentarios que contribuyeron a enriquecer este trabajo y mi aprendizaje desde otras perspectivas.

Al Dr. Francisco Mendieta quién siempre estuvo en la mejor disposición para guiarme administrativamente y brindarme apoyo en diversos temas relacionados con mi investigación.

Especialmente agradezco a mis papás por brindarme su apoyo y cariño en todo momento, por depositar en mí su confianza y alentarme día a día, su ejemplo profesional y calidez humana siempre son una inspiración.

Agradezco con todo cariño a Jehú Ovando, Akemy González, Axel Rosas y Daniel Alvarado, seres humanos increíbles que han hecho que este proceso y objetivo profesional fuera un manjar de buenas risas, consejos, honestidad, experiencias, amor, inyección de fuerza y muchos momentos que me hacen crecer como persona al par de mi crecimiento profesional.

## RESUMEN

En los ecosistemas, los carnívoros funcionan como reguladores de sus principales presas, de tal forma que impactan en las interacciones de las cascadas tróficas, por lo que, su presencia o ausencia influye en la composición general del paisaje. En la Península de Yucatán, México, se distribuyen cinco especies de felinos: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), tigrillo (*Leopardus wiedii*) y jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) donde, algunas veces se presentan casos de simpatria.

Los hábitos alimentarios de felinos proporcionan información sobre el traslape de nicho ecológico entre estos depredadores, así como la riqueza específica y estado de conservación de las especies que sirven como presa. El objetivo de este trabajo fue conocer el grado de traslape de nicho alimentario entre especies de felinos simpátricos de la Península de Yucatán a tres escalas: peninsular, regional y local.

Este estudio se realizó colectando excremento de los felinos en temporada de secas durante ocho años (2009, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2019 y 2022) en siete sitios de la Península de Yucatán: Reserva de la Biósfera Calakmul, Área de Conservación Privada El Zapotal, Reserva Ecológica el Edén, Ejido Petcacab, Ejido Noh-Bec, Ejido Caobas y Ejido Laguna Ohm. Los excrementos se identificaron de manera molecular por medio de la aplicación de un protocolo de PCR-RFLP con un set de *primers* específicos por especie de felino. La identificación de las presas consumidas se realizó por medio de la comparación con ejemplares de la colección de mamíferos del Laboratorio de Arqueozoología del INAH y de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, así como el uso de diversos manuales de identificación de pelos de mamíferos. Las especies presa se clasificaron en especies de talla grande, mediana y pequeña según el tamaño corporal y peso promedio de la especie. Calculamos la importancia relativa de cada especie y tipo de presa, y el traslape de nicho alimentario principalmente entre pumas y jaguares.

Los resultados obtenidos a nivel peninsular muestran que el jaguar y puma presentan un traslape alimentario alto (0.80), comparten cuatro especies presa que, en ambos casos, aportan más del 5% de la Biomasa Relativa Consumida y la suma de éstas es mayor al 50% del total de la alimentación de ambos felinos. A nivel región Norte de la Península de Yucatán los resultados obtenidos para el traslape de nicho alimentario para jaguar y puma fue alto (0.84). Mientras que a nivel local el valor de traslape de nicho alimentario entre

jaguar y puma también alcanzó un máximo (0.92), este valor es mayor a lo reportado anteriormente. En las tres escalas estudiadas los hábitos alimentarios de los grandes felinos se concentran en mamíferos silvestres de tamaño mediano y grande, tales como venados, pecarí de collar, entre otros, con un número mínimo de especies pequeñas.

Del análisis de los excrementos se reportan hasta 29 especies presa para jaguar y puma, donde el armadillo, venado cola blanca, temazate, coatí y pecarí de collar fungen como las principales presas siendo igual al considerar los tres niveles de escala analizados. El ocelote, es el único de los felinos pequeños de los que se tuvo suficiente información, esta especie consumió un mayor número de presas de talla pequeña (roedores, zorrillo manchado, coatí); sin embargo, para nuestros resultados a nivel regional, el pecarí de collas proporcionó la mayor biomasa en la alimentación del ocelote.

En este trabajo se puedo reportar por primera vez el tipo y frecuencia de presas consumidas por jaguares machos y pumas hembras y machos. Los jaguares machos concentraron su alimentación en presas de talla mediana seguido por presas grandes. El pecarí de collar, el armadillo y el oso hormiguero fueron las tres presas más consumidas. Por el contrario, los pumas machos consumieron con mayor frecuencia presas de talla grande y posteriormente medianas, siendo el pecarí de labios blancos y los venados los más consumidos, mientras que las hembras de puma consumieron en mayor frecuencia presas medianas, seguido por grandes y finalmente pequeñas, donde el tepezcuintle, los venados y el armadillo se presentaron en mayor frecuencia.

Se espera que la información proporcionada en este trabajo sea útil para la toma de decisiones en la creación de planes y programas de manejo y conservación de los felinos de la Península de Yucatán.

## ABSTRACT

In ecosystems, carnivores act as regulators of populations of their main prey, in such a way that they impact on the interactions of trophic cascades, so their presence or absence influences the overall composition of the landscape. Five felid species are distributed in the Yucatan Peninsula, Mexico: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelot (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*) and jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), where sympatry sometimes occurs.

The feeding habits of felids provide information on the ecological niche overlap between predators, as well as the specific richness and conservation status of the species they serve as prey. The aim of this study was to determine the grade of niche overlap between sympatric cat species in the Yucatan Peninsula at three scales: peninsular, regional and local scales.

This study was conducted by collecting felids scats during the dry season for eight years (2009, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2019 and 2022) at seven sites in the Yucatán Peninsula: Calakmul Biosphere Reserve, El Zapotal Private Conservation Area, El Eden Ecological Reserve, Ejido Petcacab, Ejido Noh-Bec, Ejido Caobas and Ejido Laguna Ohm. Scats were collected and molecularly identified by applying a PCR-RPC protocol with a set of *primers* specific for each feline species. Identification of prey consumed was carried out by comparison with specimens from the mammal collection of the INAH Archaeozoology Laboratory and the Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, as well as the use of several mammal hair identification manuals. Prey species were classified into large, medium and small sized species according to body size and average weight of the species. We calculated the importance of prey type and feeding niche overlap mainly for pumas and jaguars.

The results obtained at the peninsular level show that the jaguar and puma have a high overlap in feeding habits (0.80), they share fourth prey species which, in both cases, contribute more than 5% of the Relative Biomass Consumption and the sum of these is greater than 50% of the total diet of both felids. At the northern region of the Yucatan Peninsula, the results obtained for jaguar and puma feeding habits niche overlap were high (0.84). While at the local level the value of feeding habits niche overlap between jaguar and puma was also reached a maximum (0.92), this value is higher than previously reported. At all three scales studied, the feeding habits of big cats are concentrated on medium and large

wild mammals, such a deer, collared peccary, among others, with a minimal number of small species.

From the analysis of the scats, up to 29 prey species are reported for jaguar and puma, where armadillo, white-tailed deer, temazate, coati and collared peccary are the main prey being the same when considering the three levels of scale analysed. The ocelot, the only small cat for I had sufficient information, consumed a greater number of small prey (rodents, spotted skunk, coati); however, for the results at the regional level, the collared peccary provided the greatest biomass in the ocelot's diet.

In this work it was able to report for the first time the type and frequency of prey consumed by male jaguars and male and female pumas. Male jaguars concentrated their feeding on medium-sized prey, followed by large prey. Collared peccary, armadillo and anteater were the three most consumed prey. In contrast, male pumas most frequently consumed large and then medium-sized prey, with white-lipped peccary and deer being the most consumed, while female pumas most frequently consumed medium-sized prey, followed by large and finally small prey, with tepezcuintle, deer and armadillo occurring most frequently.

I hope that the information provided in this work will be useful for decision making in the creation of management and conservation plans and programs for the felids of the Yucatan Peninsula.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>18</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>18</b>
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>19</b>
Objetivo general .....	19
Objetivos específicos.....	19
<b>MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
Área de estudio .....	19
Sitios de estudio .....	20
Colecta de muestras.....	23
Identificación molecular de excrementos .....	24
Identificación de componentes en excrementos .....	24
Análisis de datos .....	25
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
Identificación molecular .....	29
Hábitos alimentarios de los felinos en la Península de Yucatán .....	32
Diversidad de dieta .....	32
Traslape de nicho alimentario entre jaguar y puma a nivel peninsular.....	39
Hábitos alimentarios de felinos en la Región Norte de la Península de Yucatán (REEE y ACPEZ) .....	40
Diversidad de dieta .....	40
Traslape de nicho alimentario entre jaguar y puma a nivel regional .....	47
Hábitos alimentarios de felinos en la Reserva Ecológica El Edén (REEE) .....	48
Diversidad de dieta .....	48
Traslape de nicho alimentario entre jaguar y puma a nivel local .....	55
Alimentación de hembras de puma y de machos de jaguar y puma .....	55
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>58</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>67</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>69</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>82</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Hábitos alimentarios reportados para jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) y puma ( <i>Puma concolor</i> ) en México .....	7
Cuadro 2. Dieta de ocelote ( <i>Leopardus pardalis</i> ), tigrillo ( <i>Leopardus wiedii</i> ) y jaguarundi ( <i>Herpailurus yagouaroundi</i> ) reportado diferentes autores de estudios en América. ....	11
Cuadro 3. Estudios realizados en México sobre traslape de nicho alimentario en jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) y puma ( <i>Puma concolor</i> ).....	16
Cuadro 4. Número de muestras obtenidas durante 8 años de muestreo en la Península de Yucatán. ....	24
Cuadro 5. Número de muestras obtenidas por año de muestreo en la Península de Yucatán. ....	29
Cuadro 6. Especies presa consumidas por jaguar ( <i>Panthera onca</i> ), puma ( <i>Puma concolor</i> ) y ocelote ( <i>Leopardus pardalis</i> ) en la Península de Yucatán 2009.....	33
Cuadro 7. Especies presa consumidas por jaguar ( <i>Panthera onca</i> ), puma ( <i>Puma concolor</i> ) y ocelote ( <i>Leopardus pardalis</i> ) en la Región Norte de la Península de Yucatán 2009, 2011, 2015 y 2016.....	41
Cuadro 8. Especies presa consumidas por jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) y puma ( <i>Puma concolor</i> ) en la Reserva Ecológica el Edén, pertenecientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 en temporada de secas. ....	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de las áreas de estudio en la Península de Yucatán, México. ....	20
Figura 2. Área de estudio de la Zona Norte de la Península de Yucatán, México. ....	21
Figura 3. Áreas de estudio en el sur de la Península de Yucatán, México. ....	23
Figura 4. No. de excrementos identificados para cada felino por cada año de muestreo .	30
Figura 5. Número de excrementos identificados por género: hembras o machos, para cada especie de felino identificado correspondientes a los años 2009, 2011, 2012 y 2013.....	30
Figura 6. Número de individuos identificados de jaguar y puma durante 4 años, en 4 sitios de la Península de Yucatán. ....	31
Figura 7. Frecuencia de aparición de especies presa de los felinos de la Península de Yucatán ( <i>Panthera onca</i> , <i>Puma concolor</i> , <i>Leopardus pardalis</i> y <i>Leopardus wiedii</i> ) 2009 y 2011 en temporada de secas.....	32
Figura 8. Especies presa compartidas entre el jaguar, puma y ocelote, en la Península de Yucatán. ....	35
Figura 9. Diversidad de presas para el jaguar ( <i>Panthera onca</i> ), puma ( <i>Puma concolor</i> ) y ocelote ( <i>Leopardus pardalis</i> ) en la Península de Yucatán. ....	36
Figura 10. a) Curva de acumulación de la riqueza de especies presas consumidas por jaguar, puma y ocelote, y b) Estimación de la cobertura de la muestra de especies de presas consumidas por jaguar, puma y ocelote, en la Península de Yucatán basada en 232 excrementos analizados. ....	37
Figura 11. Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) por jaguar, puma y ocelote en la Península de Yucatán, de acuerdo con la clasificación de pesas de conforme a su peso: pequeñas (> 1kg), medianas (1 – 15 kg) y grandes (> 15 kg). ....	38
Figura 12. Especies presa del jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) y puma ( <i>Puma concolor</i> ) que presentaron un Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) mayor al 5%, en la Península de Yucatán.....	39
Figura 13: Frecuencia de aparición de especies presa de los felinos de la Región Norte de Península de Yucatán ( <i>Panthera onca</i> , <i>Puma concolor</i> , y <i>Leopardus pardalis</i> ). ....	40
Figura 14. Especies presa compartidas entre el jaguar, puma y ocelote, en la Península de Yucatán, México. ....	43
Figura 15. Diversidad de presas consumidas por jaguar ( <i>Panthera onca</i> ), puma ( <i>Puma concolor</i> ) y ocelote ( <i>Leopardus pardalis</i> ) en el Norte de la Península de Yucatán.. ....	44

Figura 16. Curva de acumulación de la riqueza de especies presas consumidas por jaguar, puma y ocelote, y b) Estimación de la cobertura de la muestra de especies de presas consumidas por jaguar, puma y ocelote, en el Norte de la Península de Yucatán basada en 256 excrementos analizados.....	45
Figura 17. Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) por jaguar, puma y ocelote en la Región Norte de la Península de Yucatán (REEE y ACPEZ), de acuerdo con la clasificación de pesas de conforme a su peso: pequeñas (> 1kg), medianas (1 – 15 kg) y grandes (> 15 kg).....	45
Figura 18. Especies presa de jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) y puma ( <i>Puma concolor</i> ) que presentaron un Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) mayor al 5%, en el Norte de la Península de Yucatán.....	46
Figura 19. Frecuencia de presencia de las especies presa consumidas por felinos en la Reserva Ecológica el Edén (n= 187) pertenecientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 en temporada de secas.....	48
Figura 20. Especies presa compartidas entre el jaguar, puma y ocelote, en la Península de Yucatán, México. ....	51
Figura 21. Diversidad de presas consumidos por jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) y puma ( <i>Puma concolor</i> ), en la REEE pertenecientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 en temporada de secas (contemplando aquellos remanentes identificados a nivel, especie, género, familia y grupo). ....	52
Figura 22. Curva de acumulación de la riqueza de especies presas consumidas por jaguar, puma y ocelote, y , b) Estimación de la cobertura de la muestra de especies presas consumidas por jaguar, puma y ocelote, en la Reserva Ecológica el Edén pertenecientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 en temporada de secas, basada en 187 excrementos analizados .....	53
Figura 23. Porcentaje de consumo de biomasa (%BRC) de los felinos: jaguar y puma en la Reserva Ecológica el Edén pertenecientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 en temporada de secas, de acuerdo con la clasificación de presas conforme a su peso: pequeñas (> 1kg), medianas (1 – 15 kg) y grandes (> 15 kg). ....	54
Figura 24. Especies presa del jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) y puma ( <i>Puma concolor</i> ) que presentaron un Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) mayor al 5%, en la REEE.....	54
Figura 25. Frecuencia de Aparición (FA) de especies presa consumidas por a) jaguar b) puma, en temporada de secas en la Península de Yucatán 2009 y 2011 .....	56
Figura 26. Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) por sexo de jaguares y pumas, de acuerdo con el tamaño de presa. ....	57
Figura 27. Comparación entre el porcentaje de la frecuencia de consumo y el porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) de presas por a) jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) y b)	

puma (*Puma concolor*), de acuerdo a la clasificación de peso de las presas, en la Península de Yucatán. .... 61

## **ANEXOS**

Anexo 1. Lista de especies presa de jaguar, puma y ocelote de la Península de Yucatán. Presas de talla grande (> 15 kg), talla mediana (1-15 kg) y talla pequeña (< 1kg) ..... 82

Anexo 2. Estudios en México que han registrado el traslape de nicho alimentario (Índice de Pianka) en excrementos de jaguar y puma. Con identificación de excrementos de baja y alta confiabilidad. .... 83

## INTRODUCCIÓN

Los depredadores tope desempeñan una función importante en los ecosistemas principalmente por la manera en la que impactan en las interacciones de las cascadas tróficas (Estes *et al.*, 2011), esto se refleja en el cambio de la abundancia o riqueza de varios taxones en un sitio, por lo que su desaparición dentro de los ecosistemas tiende a la degradación de las cadenas tróficas y, por consecuencia, al cambio en la composición del paisaje (Ripple *et al.*, 2014).

Las poblaciones de felinos, y las de sus presas, se ven afectadas por la pérdida y degradación de su hábitat, persecución y caza con diferentes fines como su erradicación o por su uso tradicional en algunas culturas (Loveridge *et al.*, 2010), por lo que, la creación de áreas naturales debe ser una herramienta importante para la conservación de felinos, así como para la protección de las poblaciones de sus especies presa (Treves y Karanth, 2003), garantizando a la existencia de normas que eviten la sobreexplotación de recursos en dichas áreas. Para ello, es necesario conocer las necesidades ecológicas de estos carnívoros a lo largo de su distribución.

El desarrollo de investigaciones referentes a las necesidades ecológicas de cada especie de felino puede aportar información valiosa para la implementación de planes de manejo y políticas que ayuden a su conservación (Aranda, 1994). El estudiar y evaluar la estructura de la comunidad desde el punto de vista de la competencia interespecífica, en donde los individuos de distintas especies disputan uno o más recursos cuando estos son limitantes, ha sido central en el estudio de la ecología de poblaciones y de comunidades, por lo que es importante la diferenciación de nichos y la identificación de estrategias de reparto de los recursos, lo cual nos permitirá conocer las relaciones que se generan entre especies que coexisten, sobre todo en especies estrechamente relacionadas filogenéticamente (Schoener, 1974; Palomares *et al.*, 2016).

La coexistencia en carnívoros puede darse debido al reparto de recursos, y se ve reflejado a través de tres mecanismos principales: 1) uso diferencial del hábitat, 2) cambios en los horarios de actividad y 3) diferencias en patrones de alimentación

(Wang, 2002; Scognamillo *et al.*, 2003; Hearn *et al.*, 2018), esto último se observa en uso de diferentes taxones y tamaños de presa (Sunquist, Sunquist y Daneke, 1989), se conoce que el tamaño corporal del depredador se correlaciona con el tamaño de las presas (Chinchilla, 1997), por lo que especies simpátricas o con tamaños corporales similares, pueden compartir especies presa; sin embargo, la selección de éstas puede ser influenciada por las características del ambiente y la abundancia, conllevando a la selección diferencial de presas basado en tamaños o taxones (Novack *et al.*, 2005; Foster *et al.*, 2010; MacDonald *et al.*, 2010).

Algunos otros estudios realizados han determinado que los horarios de actividad de las presas están ligados en gran medida con los horarios de actividad de los felinos (Karanth y Sunquist, 2000; Ávila-Nájera *et al.*, 2020). Por ejemplo, el jaguar tiende a presentar una actividad nocturna mientras el puma presenta una actividad crepuscular (Núñez *et al.*, 2002) este comportamiento incide en el tipo de presa consumida y la frecuencia de consumo de cada tipo de presa, derivando así en un grado de traslape de nicho alimentario debido a presas compartidas (Harmsen *et al.*, 2009).

Weckel *et al.* (2006) plantean que el jaguar y puma son especies oportunistas, que cazan lo disponible en su ambiente, por lo que factores que incidan en abundancia y disponibilidad de presas se verán reflejados en el tipo de alimentación, es decir podrá observarse una diferencia en la diversidad de presas, amplitud de nicho y traslape de nicho alimentario entre felinos simpátricos en ambientes que tienen un grado de fragmentación, donde la mayoría de los casos se presenta mayor traslape en ambientes perturbados en contraste con ambientes no perturbados (Taber *et al.*, 1997; Novack *et al.*, 2005; Foster *et al.*, 2010).

Existe una variabilidad en los hábitos alimentarios del jaguar (*Panthera onca* – Linnaeus, 1758) y puma (*Puma concolor* – Jardine, 1834) a lo largo de su distribución geográfica (Oliveira, 2002). Los felinos pequeños como ocelote (*Leopardus pardalis*), tigrillo (*Leopardus wiedii*) y jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) también presentan una variación en su dieta geográficamente, donde se denota un patrón de selección de presas de talla pequeña de diferentes grupos

taxonómicos (Sánchez *et al.*, 2008; Gómez-Ortiz *et al.*, 2015). En México son pocos los trabajos reportados para la dieta de felinos pequeños (De Villa *et al.*, 2002; Guerrero *et al.*, 2002; Moreno *et al.*, 2006; Cinta-Magallón *et al.*, 2012; Gómez-Ortiz *et al.*, 2015), en comparación con el número de estudios realizados para jaguar y puma (Aranda, 1994; Aranda y Sánchez-Cordero, 1996; Núñez *et al.*, 2000; Amín, 2004; Novack *et al.*, 2005; Rosas-Rosas *et al.*, 2008; De la Torre y De la Riva, 2009; Gómez-Ortiz y Monroy-Vilchis, 2013; Rueda *et al.*, 2013; Hernández-SaintMartín *et al.*, 2015; Cassaigne *et al.*, 2016; Ávila-Nájera *et al.*, 2018; Victoria, 2018, entre otros), en los que además habrá que contemplar la confiabilidad de los métodos utilizados para la identificación de la procedencia del excremento.

Algunos trabajos de hábitos alimentarios de felinos en México han recurrido a métodos de asociación de rastros para la identificación de excrementos (Aranda, 1994; Aranda y Sánchez-Cordero, 1996; Núñez *et al.*, 2000); sin embargo, en la actualidad éste tipo de técnicas son consideradas poco confiables pues existen un gran número de factores que pueden alterar la correcta identificación; tan solo el considerar que una especie de felino puede presentar una variedad de tamaños dependiendo del estadio en el que se encuentren los individuos, nos permite deducir que el tamaño y forma de los excrementos también puede variar (Farell *et al.*, 2000) poniendo en tela de juicio la procedencia del excremento, consecuentemente surgiendo inconsistencias en la correcta asociación de depredador-presa.

El uso de técnicas moleculares permite identificar con mayor certeza la procedencia del excremento, especialmente cuando se trata de felinos simpátricos. Una de las técnicas actuales ha sido la extracción de ADN de células epiteliales del intestino que se hallan en la parte externa del excremento (Kohn y Wayne, 1997; Rodríguez-Castro *et al.*, 2018). Siendo útil este método no invasivo que va más allá de conocer a que felino pertenece el excremento, permitiendo también la identificación de sexo e individuo, para posteriormente realizar una gama de análisis. (Farell *et al.*, 2000; Palomares *et al.*, 2012; Menchaca *et al.*, 2019). Roques *et al.* (2011) propusieron un protocolo-PCR de clasificación rápida (RCP-PCR) para los felinos neotropicales, el cual consiste en colocar el ADN extraído en un tubo

multiplex, basado en un set de *primers* específico-especie, obteniendo como resultado un bandeo específico por especie de felino en un gel de agarosa; sin embargo, se debe considerar que el uso de técnicas moleculares puede tener algunas deficiencias en la cantidad y calidad del ADN extraído (Taberlet *et al.*, 1999). Esto es debido a las condiciones ambientales a las que se encuentran los excrementos en campo, sobre todo en ambientes húmedos como selvas tropicales, donde factores como la temporalidad, temperatura y organismos microscópicos contribuyen a la degradación del ADN (Farell *et al.*, 2000; Rueda *et al.*, 2013)

Realizar estudios que consideren técnicas de alta confiabilidad para la identificación de excrementos y asociarlos con investigaciones sobre la alimentación de estos felinos, es fundamental para predecir las condiciones de los requerimientos del hábitat y, con ello proponer políticas para evitar la extinción de especies en el futuro (Garla *et al.*, 2001), sobre todo, en zonas donde la caza de vida silvestre es un problema en aumento, como lo es en la Península de Yucatán (Chávez y Zarza, 2009).

Con base a lo anterior, se realizó la presente investigación con el objetivo de conocer el grado de traslape de nicho alimentario entre especies de felinos simpátricos de la Península de Yucatán, así como conocer la frecuencia de consumo de las presas e identificar aquellas que mayor biomasa aportan en la alimentación de cada felino. Además de realizar un primer acercamiento a la alimentación de jaguares y pumas considerando el dimorfismo sexual. Se espera que la información proporcionada en este trabajo sea útil para la toma de decisiones en la creación de planes y programas de manejo y conservación de los felinos de la Península de Yucatán.

## ANTECEDENTES

La Península de Yucatán presenta el mayor remanente de selva tropical en México, su topografía homogénea da pie a su representativa diversidad de fauna (Sosa-Escalante *et al.*, 2013) y flora (Hernández-Ramírez y García-Méndez, 2015) permitiendo que sea denominada como un *hotspot* (Myers *et al.*, 2000). Es considerada una región de alta prioridad para la conservación de las poblaciones del jaguar (*Panthera onca*) (Sanderson *et al.*, 2002; Ceballos *et al.*, 2021) y también es importante por ser el hábitat del puma (*Puma concolor*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y jagouarundi (*Herpailurus yagouarundi*) (Ceballos y List, 2014).

### *Coexistencia*

Los carnívoros estrictos como el jaguar y el puma son predominantemente solitarios (Harmsen *et al.*, 2009), sus requerimientos de hábitat conducen al traslape de alguno de los ejes definidos de su nicho (Schoener, 1974). Sin embargo, el desarrollo de características conductuales a lo largo de los tres mecanismos de repartición de recursos, dan pie a la coexistencia entre felinos, logrando evitar el conflicto interespecífico, por ejemplo: el estrato en el que cazan, la diferenciación de presas por tamaño y el horario de actividad (Scognamillo *et al.*, 2003). Cabe destacar que el traslape de nichos no significa necesariamente la existencia de competencia por el recurso compartido, esto dependerá de la cantidad de ese recurso en el ambiente, si es escaso podrá dar origen a una competencia, pero si es abundante solo será un recurso compartido (Jaksic y Marone, 2007), por lo que deberán de evaluarse más factores, como la abundancia del recurso, para conocer la existencia y el grado de competencia.

Se han realizado investigaciones en torno a la repartición de los recursos para identificar la coexistencia de felinos que presentan simpatría (Silva-Pereira *et al.*, 2011), como es el caso de los felinos neotropicales: ocelote, tigrillo y jaguarundi, considerados mesodepredadores y felinos de talla pequeña y, el caso del jaguar y puma siendo de los felinos de tallas grandes y en algunos sitios considerados

depredadores ápices. Los estudios llevados a cabo han mostrado diferenciación espacial, repartición temporal (Di Bitetti *et al.*, 2010; Foster *et al.*, 2010) y diferencias de hábitos alimentarios (Rabinowitz y Nottinham, 1986; Wang, 2002; Novack *et al.*, 2005).

### *Hábitos alimentarios de felinos*

Emmons (1987) observó que existe un patrón de selección de presas por parte de los depredadores, éste se relaciona con la disponibilidad de presas y la capacidad del depredador para cazarlas, mostrando así una correlación de tamaño presa-depredador. Por lo que depredadores simpátricos, al presentar tamaños corporales similares, pueden compartir presas de diferentes tamaños o taxones (Chinchilla, 1997). A través de un estudio realizado por Carbone *et al.* (1999), se reportó que existe una relación entre la biomasa de la presa y la del carnívoro, sugiriendo que carnívoros con tamaños corporales grandes se concentrarán en presas igualmente grandes, principalmente consumiendo vertebrados, esto para compensar la energía utilizada incluso durante la caza, en comparación de carnívoros pequeños, que su dieta se puede sostener con presas pequeñas como algunos invertebrados, debido a sus requerimientos energéticos bajos (Carbone *et al.*, 2011).

En ambientes tropicales, los pumas y jaguares suelen consumir mamíferos de talla mediana y grande (Taber *et al.*, 1997; Núñez *et al.*, 2000; Foster *et al.*, 2010) como el pecarí de collar, venado cola blanca, coaties, tlacuaches (Oliveira, 2002) por mencionar algunos, mientras que el ocelote y el tigrillo consumen principalmente pequeños reptiles, mamíferos, y aves (De Villa-Meza *et al.*, 2002; Bianchi *et al.*, 2011). Un estudio realizado por Moreno *et al.* (2006) en Panamá, menciona que los felinos silvestres de tamaño pequeño pueden cambiar sus preferencias espaciales y dietéticas en caso de presentarse una presión por competencia del mismo recurso por parte de felinos con tamaños corporales más grandes.

En una comparación de los estudios sobre hábitos alimentarios entre jaguar y puma realizada por Oliveira (2002), se identificó que ambas especies presentan una

dieta variada y con preferencias diferentes en tamaño de presa, mientras que el jaguar tiene una afinidad por presas de tallas grandes (>15 kg) y medianas (1-15 kg), el puma presenta mayor consumo de presas de talla mediana. Sin embargo, el tipo de dieta de cada depredador puede estar dada por la variabilidad y disponibilidad de presas que se presenta en cada sitio, por lo que el estado de conservación o degradación de su hábitat puede influir en el tipo de alimentación. Por ejemplo, en ambientes fragmentados podemos encontrar un traslape de dieta mayor debido a la reducción en la disposición de las presas, o incluso se aprecia un consumo de especies domésticas (Azevedo, 2008; Rosas-Rosas *et al.*, 2008; Foster *et al.*, 2010) (Cuadro 1).

Son pocos los estudios realizados en México sobre hábitos alimentarios de tigrillo, ocelote, y especialmente para jaguarundi. Sin embargo, detectan un mayor consumo de mamíferos pequeños por parte de estos felinos. (Guerrero *et al.*, 2002; Wang, 2002; Moreno *et al.*, 2006; Bianchi *et al.*, 2011; Cinta-Magallón *et al.*, 2012; Bianchi *et al.*, 2014; Gómez-Ortiz *et al.*, 2015). Se presenta una diferencia de los hábitos de jaguarundi respecto al tigrillo y ocelote, pues el jaguarundi suele depredar aves y reptiles con mayor frecuencia a comparación de sus dos especies simpátricas (Bianchi *et al.*, 2011, Gómez-Ortiz *et al.*, 2015; Cuadro 2).

Cuadro 1. Hábitos alimentarios reportados para jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) en México.

Especies presa	Autor		Sujeta a protección (UICN)*	Distribución en Península de Yucatán**
	<i>Panthera onca</i>	<i>Puma concolor</i>		
<b>MAMÍFEROS</b>				
<i>Odocoileus virginianus</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13	3, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	LC	Sí
<i>Tayassu pecari</i>	4, 5	4, 5	VU	Sí

<i>Dicotyles tajacu</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13	LC	Sí
<i>Tapirus bairdii</i>	13	-	EN	Sí
<i>Mazama americana</i>	1, 10, 12, 13	9, 10, 12, 13	DD	Sí
Ganado	6	6	-	
<i>Bos taurus</i>	11	7, 8, 11	-	Sí
<i>Equus sp.</i>	10	-	-	Sí
<i>Equus caballus</i>	-	7	-	Sí
<i>Equus asinus</i>	-	11	-	Sí
<i>Capra hircus</i>	8	8, 9	-	Sí
<i>Ovis aries</i>	-	8	-	Sí
<i>Tamandua mexicana</i>	1, 2, 5, 12, 13	4, 13	LC	Sí
<i>Eira barbara</i>	4, 13	4	P	Sí
<i>Lontra longicaudis</i>	13	-	NT	Sí
Lagomorpha	6	11, 6, 7	-	-
<i>Sylvilagus sp.</i>	-	10, 13	-	-
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	8	8	LC	No
<i>Sylvilagus floridanus</i>	4, 8	4, 8, 9	LC	Sí
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12,	2, 3, 4, 5, 8, 9	LC	Sí
<i>Canis familiaris</i>	4, 10	8	-	Sí
<i>Canis latrans</i>	-	7, 10, 11	LC	Sí
<i>Didelphis sp.</i>	4	2, 12	-	-
<i>Didelphis virginiana</i>	3, 9, 10, 11, 13	3, 7, 8, 9	LC	Sí
Zorrillos	-	6		-
<i>Conepatus sp.</i>	-	10		-

<i>Conepatus leuconotus</i>	8	8	LC	No
<i>Conepatus semistriatus</i>	4, 12, 13	-	LC	Sí
<i>Mephitis macroura</i>	9	7, 8, 9,	LC	No
<i>Spilogale putorius</i>	-	8	VU	No
<i>Neogale frenata</i>	12, 13	6,8	LC	Sí
<i>Potos flavus</i>	4, 5, 12, 13	4, 5, 9, 12	LC	Sí
<i>Philander opossum</i>	4	4, 6, 9	LC	Sí
<i>Cuniculus paca</i>	1,2,4, 5, 9, 12, 13	2,4, 5, 12, 13	LC	Sí
<i>Dasyprocta punctata</i>	4, 5, 12	4, 5, 12	LC	Sí
<i>Dasyprocta mexicana</i>	13	13	CR	No
<i>Bassariscus astutus</i>	-	6, 7, 8	LC	No
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	13	4	LC	Sí
<i>Leopardus wiedii</i>	12	12	NT	Sí
<i>Lynx rufus</i>	11	-	LC	No
<i>Panthera onca</i>	6	-	NT	Sí
<i>Puma concolor</i>	-	6	LC	Sí
<i>Nasua narica</i>	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13	2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12	LC	Sí
<i>Tlacuatzin canescens</i>	-	3	LC	Sí
<i>Procyon lotor</i>	8, 9, 12, 13	6, 7, 8, 9, 10, 12	LC	Sí
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	5, 11, 12, 13	5, 7, 8, 10, 13	LC	Sí
<i>Coendou mexicanus</i>	5	5	LC	Sí
<i>Mazama spp.</i>	4, 5	4, 5	-	-
Monos	5	5.	-	-
<i>Ateles geoffroyi</i>	4, 12	12	EN	Sí

Ardillas	-	7, 11		
<i>Sciurus aureogaster</i>	-	8	LC	No
<i>Otospermophilus variegatus</i>	-	8	LC	No
Roedores pequeños		3, 6		-
<i>Heteromys</i> sp.	-	8		-
<i>Heteromys irroratus</i>	-	8	LC	No
<i>Microtus oaxacensis</i>	-	13	EN	No
<i>Otodylomys phyllotis</i>	-	4	LC	Sí
<i>Heteromys desmarestianus</i>	-	4	LC	Sí
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	-	4	LC	Sí
<i>Peromyscus aztecus</i>	-	13	LC	No
<i>Peromyscus mexicanus</i>	-	13	LC	No
<i>Cryptotis goldmani</i>	-	13	LC	No
<b>REPTILES</b>				
Tortugas	1, 2	-		
<i>Kinosternon sonoriense</i>	-	6	NT	No
<i>Kinosternon integrum</i>	-	8	LC	No
<i>Gopherus agassizii</i>	-	11	VU	No
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	4	-	NT	Sí
<i>Ctenosaura pectinata</i>	3, 8	3, 8	LC	No
<i>Crocodylus moreletii</i>	4	-	LC	Sí
Lagartijas	-	3		
<i>Sceloporus</i> sp.	9	-		

<i>Cnemidophorus</i> sp.	-	4		
Víboras	1, 2	3		
<i>Masticophis mentovarius</i>	-	4	LC	Sí
<b>AVES</b>				
Aves	1, 2, 3, 5, 11	3, 5, 7, 8, 11		
<i>Crax rubra</i>	1, 2	10	VU	Sí
<i>Meleagris gallopavo</i>	-	7	LC	No
<i>Meleagris ocellata</i>	4	2	NT	Sí
<i>Ortalis vetula</i>	10	10	LC	Sí

<sup>1</sup>Aranda, 1994; <sup>2</sup>Aranda y Sánchez-Cordero, 1996; <sup>3</sup>Núñez *et al.*, 2000; <sup>4</sup>Amín, 2004; <sup>5</sup>Novack *et al.*, 2005; <sup>6</sup>Rosas-Rosas *et al.*, 2008; <sup>7</sup>De la Torre y De la Riva, 2009; <sup>8</sup>Gómez-Ortiz y Monroy-Vilchis, 2013; <sup>9</sup>Rueda *et al.*, 2013; <sup>10</sup>Hernández-SaintMartín *et al.* 2015; <sup>11</sup>Cassaigne *et al.* 2016; <sup>12</sup>Ávila-Nájera *et al.*, 2018; <sup>13</sup>Victoria, 2018.

\*LC: preocupación menor; VU: vulnerable; EN: en peligro; DD: datos insuficientes; P: en peligro de extinción; NT: casi amenazado; CR: peligro crítico

\*\*Datos de distribución de mamíferos y nombre tomados de Ceballos, 2014. Datos de distribución de reptiles, aves, flora tomada de CONABIO (2021).

Cuadro 2. Dieta de ocelote (*Leopardus pardalis*), tigrillo (*Leopardus wiedii*) y jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) reportado por diferentes autores de estudios en América.

Autor

Especies presa	<i>Leopardus pardalis</i>	<i>Leopardus wiedii</i>	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Sujeta a protección (UICN)*	Distribución en Península de Yucatán**
<b>MAMÍFEROS</b>					
<i>Bos taurus</i>	-	-	2	-	Sí
<i>Dicotyles tajacu</i>	3	-	-	LC	Sí
<i>Odocoileus virginianus</i>	1	-	6	LC	Sí
<i>Mazama</i> sp.	3	-	-	DD	Sí
<i>Bassariscus astutus</i>	-	6	6	LC	No

<i>Nasua narica</i>	3	-	-	LC	Sí
<i>Nasuella olivacea</i>	4	-	-	NT	No
<i>Dasypus novemcinctus</i>	3, 6	6	6	LC	Sí
Didelphidae	4	-	-	-	-
<i>Didelphis virginiana</i>	6	6	-	LC	Sí
<i>Didelphis albiventris</i>	4	-	-	LC	No
<i>Didelphis marsupialis</i>	3	-	-	LC	Sí
<i>Procyon sp.</i>	3	-	-	-	-
<i>Procyon lotor</i>	-	-	6	LC	Sí
<i>Tlacuatzin canescens</i>	1	-	2	LC	Sí
<i>Caluromys derbianus</i>	3	-	-	LC	Sí
<i>Tamandua mexicana</i>	3	-	-	LC	Sí
<i>Philander opossum</i>	3	-	-	LC	Sí
<i>Dasyprocta punctata</i>	3	-	-	LC	Sí
<i>Dinomys branickii</i>	4	-	-	LC	No
<i>Choloepus hoffmanni</i>	3	-	-	LC	No
<i>Cyclopes didactylus</i>	3	-	-	LC	Sí
<i>Bradypus variegatus</i>	3	-	-	LC	No
<i>Microrhynchomys minutus</i>	4	-	-	LC	No
<i>Cebus capucinus</i>	3	-	-	LC	No
<i>Sylvilagus spp.</i>	6	6	6	-	-
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	6	6	6	LC	No
<i>Sylvilagus floridanus</i>	6	-	6	LC	Sí
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	4	-	-	LC	No

<i>Coendou rufescens</i>	4	-	-	LC	No
<i>Sciurus aureogaster</i>	-	5	6	LC	No
<i>Otospermophilus variegatus</i>	-	-	6	LC	No
Geomyidae	-	-	6	-	-
<i>Thomasomys aureus</i>	4	-	-	LC	No
<i>Proechimys semispinosus</i>	3	-	-	LC	No
<i>Neomicroxus bogotensis</i>	4	-	-	LC	No
<i>Chilomys instans</i>	4	-	-	LC	No
<i>Reithrodontomys</i> sp.	-	-	6	-	-
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	1	-	-	LC	No
<i>Sigmodon mascotensis</i>	1	-	-	LC	No
<i>Heteromys irroratus</i>	6	6	6	LC	No
<i>Oryzomys couesi</i>			2	LC	Sí
<i>Handleyomys melanotis</i>	1	-	-	LC	Sí
<i>Sigmodon mascotensis</i>	-	-	2	LC	Sí
<i>Heteromys pictus</i>	1	-	2	LC	No
<i>Baiomys musculus</i>	1, 6	-	-	LC	No
<i>Peromyscus</i> sp.	6	-	2		-
<i>Peromyscus maniculatus</i>	-	5	6	LC	No
<i>Peromyscus melanotis</i>	-	-	6	LC	No
<i>Peromyscus aztecus</i>	-	-	6	LC	No

<i>Peromyscus melanophrys</i>	-	-	6	LC	No
<i>Peromyscus perfulvus</i>	1	-	-	LC	No
<i>Peromyscus mexicanus</i>	-	5	-	LC	No
<i>Xenomys nelsoni</i>	1	-	-	EN	No
<i>Nyctomys sumichrasti</i>	1	-	-	LC	No
<i>Cryptotis goldmani</i>	-	5	-	LC	No
<i>Cryptotis mexicana</i>	-	5	-	LC	No
<b>REPTILES</b>					
Colubridae	-	-	2		-
<i>Ctenosaura pectinata</i>	1	-	2	LC	No
<i>Iguana iguana</i>	3	-	-	LC	Sí
<i>Mesaspis juarezi</i>	-	5	-	EN	No
<i>Sceloporus sp.</i>	-	5	-		-
<i>Sceloporus variabilis</i>	-	5	-	LC	Sí
<b>AVES</b>					
<i>Buteogallus anthracinus</i>	-	-	6	LC	Sí
<i>Ortalis vetula</i>		5	-	LC	Sí
<i>Seiurus sp.</i>	6	-	-		
Strigidae	-	-	6		
Aves	3	-			
<b>INSECTOS</b>					
Coleoptera	-	-	6		
Formicidae	6	-	6		

Hemiptera	-	-	6		
Orthoptera	6	6	6		
Acrididae	-	-	2		
Curculionidae	-	-	2		
Scarabaeidae	-	-	2		
Melolonthidae	-	-	2		
Grillidae	-	-	2		
Buprestidae	-	-	2		
Tenebrionidae	-	-	2		
Formicidae	-	-	2		
Pentatomidae	-	-	2		
Elateridae	-	-	2		
Tettigonidae	-	-	2		
<b>VEGETALES</b>					
Gramineae	-	-	2		
<i>Ficus</i> sp	6	-	-		
<i>Myrmeleon</i> sp.	-	6	-		
<i>Physalis</i> sp.	6	-	-		
<i>Psidium</i> sp.	6	-	6		
<i>Cocos nucifera</i>	-	-	2	-	Sí
<i>Citrullus vulgaris</i>	-	-	2	-	Sí
<i>Byrsonima crassifolia</i>	6	-	-	LC	Sí

<sup>1</sup>De Villa *et al.*, 2002; <sup>2</sup> Guerrero *et al.*, 2002; <sup>3</sup> Moreno *et al.*, 2006; <sup>4</sup> Sánchez *et al.*, 2008; <sup>5</sup> Cinta-Magallón *et al.*, 2012; <sup>6</sup> Gómez-Ortiz *et al.*, 2015.

\*LC: preocupación menor; EN: en peligro; DD: datos insuficientes; NT: casi amenazado.

\*\*Datos de distribución de mamíferos y nombre tomados de Ceballos, 2014. Datos de distribución de reptiles, aves, flora tomada de CONABIO (2021).

Por otra parte, es más bajo aún el número de estudios realizados sobre el traslape de nicho entre especies de felinos con tamaños corporales similares. Son escasos los trabajos sobre traslape de nicho entre felinos pequeños (tigrillo, jaguarundi y ocelote). En el caso del jaguar y puma, se han reportado siete estudios a lo largo de su distribución en México, dónde se muestra el valor de traslape de nicho a partir de los hábitos alimentarios (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estudios realizados en México sobre traslape de nicho alimentario en jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*).

Método identificación / Autor	Sitio de estudio	Temporalidad	Puma (n)	Jaguar (n)	Índice Pianka
<b>Baja confiabilidad (Asociación)</b>					
Núñez <i>et al.</i> 2000	Chamela-Cuixmala, Jalisco	1995 a 1998	65	50	0.84
Victoria 2018	Santiago Comaltepec, Oaxaca	2016 a 2017	7	16	0.46
<b>Alta confiabilidad (Ácidos biliares y extracción ADN)</b>					
Amín 2004	Calakmul, Campeche	1998 - 2000	30	84	0.82
Rueda <i>et al.</i> 2013	Tamasopo, San Luis Potosi	2007 - 2008	23	30	0.93
Hernández-SaintMartín <i>et al.</i> 2015	Sierra de Abra-Tanchipa, San Luis Potosi	2010 y 2012	22	43	0.57
Ávila-Nájera <i>et al.</i> 2018	El Edén, Quintana Roo	2011 y 2012	23	26	0.77
Alcaraz 2017	San Ignacio, Sinaloa	2012	29	11	0.61
Piña-Covarrubias <i>et al.</i> 2022a	El Zapotal, Yucatán y El Edén, Quintana Roo	2015 y 2016	49	53	0.86

## JUSTIFICACIÓN

La fragmentación, la pérdida de hábitat por el cambio de uso de suelo y el incremento de interacción humano-felino (Sánchez y Rebollar, 1999; Chávez y Zarza, 2009) han puesto en riesgo a las poblaciones de diversas especies, particularmente a las que requieren grandes extensiones, como lo son el jaguar y el puma. Realizar investigaciones para conocer sus requerimientos ecológicos, es necesario para contribuir al desarrollo de medidas de prevención contra la desaparición de estas especies ápice de las cadenas tróficas, así como aquellos mesodepredadores reguladores de niveles inferiores.

Gran parte de los estudios sobre la dieta de felinos de México, fueron realizados a nivel local y pocos incluyen datos que puedan compararse a nivel regional o que incorporen a más de dos especies. La mayoría de ellos recurrieron a métodos de asociación de rastros para la identificación de excrementos (Aranda 1994; Aranda y Sánchez-Cordero 1996; Núñez *et al.*, 2000) y solo algunos utilizaron métodos moleculares (Rueda *et al.*, 2013; Hernández-SaintMartín *et al.*, 2015; Ávila-Nájera *et al.*, 2018) para una identificación correcta y confiable (Farell *et al.*, 2000).

Además, estos estudios han tenido mayor enfoque en felinos mayores como jaguar y puma (Aranda, 1994; Núñez *et al.*, 2000; Rueda *et al.*, 2013; Hernández-SaintMartín *et al.*, 2015; Cassaigne *et al.*, 2016; Ávila-Nájera *et al.* 2018), y muy pocos son los estudios realizados para felinos pequeños como ocelote, tigrillo y jaguarundi (De Villa *et al.*, 2002; Guerrero *et al.*, 2002; Cinta-Magallón *et al.*, 2012; Gómez-Ortiz *et al.*, 2015). Lo anterior evidencia un somero conocimiento sobre los hábitos alimentarios y traslape de nicho de éstos meso depredadores simpátricos en diferentes ambientes a lo largo de su distribución.

Los felinos de la Península de Yucatán, especialmente aquellos felinos que son simpátricos compiten por las presas, pero también lo hacen con los humanos pues muchas de sus presas son parte de la cacería de subsistencia (Piña-Covarrubias *et al.*, 2022b), por lo que, la persistencia de los felinos a lo largo del tiempo dependerá de la adaptación a las áreas perturbadas por humanos y a la flexibilidad en su

alimentación (Azevedo 2008). Además, considerar el cuidado y protección de estas especies de felinos como lo es el jaguar puede ser de importancia debido a que se considera una especie sombrilla de alto valor por los resultados positivos sobre el cuidado de niveles tróficos directos e indirectos asociados a su hábitat protegido. (Thornton *et al.*, 2016).

Por lo que conocer los hábitos alimentarios de estos felinos a nivel regional aportará información valiosa que contribuya a generar programas de manejo para la protección del hábitat de los felinos y de las presas. Así mismo ser un medio de información que se pueda considerar para la evaluación de las áreas naturales protegidas ya existentes, y los programas de conservación que se realizan con las comunidades humanas para la protección de fauna silvestre.

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

1. ¿Qué especies de presas consumen los felinos de la Península de Yucatán y con qué frecuencia de ocurrencia las consumen?
2. ¿Existe un traslape de nicho alimentario entre especies de felinos simpátricos?
3. ¿Existen diferencias entre hábitos alimentarios, por cada especie de felino, en las diferentes regiones de la Península de Yucatán?
4. ¿Existen diferencias temporales en la biomasa consumida por los felinos?

### **HIPÓTESIS**

El jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*), en la Península de Yucatán presentan en promedio tamaños corporales diferentes, por lo que se espera que los jaguares se alimenten de especies de presas de tamaño más grande que los pumas. Ello se verá reflejado en la biomasa de las presas, es decir los jaguares se alimentarán de presas con mayor biomasa que los pumas.

Los felinos de tamaño corporal grande consumirán una mayor biomasa, por lo que esperamos que exista un gradiente de biomasa siendo los ocelotes (*Leopardus*

*pardalis*), los que consuman una mayor biomasa, seguidos por el jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*) y por último los tigrillos (*Leopardus wiedii*).

## OBJETIVO

### Objetivo general

Determinar si existe traslape de nicho alimentario entre especies de felinos simpátricos a tres escalas espaciales en la Península de Yucatán.

### Objetivos específicos

- a) Evaluar la diversidad de especies presa encontradas en los excrementos de las especies de felinos a tres escalas espaciales: local, regional y peninsular.
- b) Estimar la frecuencia y porcentaje de aparición de las especies presa en los excrementos de las diferentes especies de felinos.
- c) Estimar la biomasa de las presas consumidas por los felinos.
- d) Calcular el traslape de nicho entre los felinos a partir de la dieta.
- e) Evaluar la diversidad de especies presa encontradas en la alimentación de los felinos, por temporada.
- f) Calcular el traslape de nicho entre felinos a partir de la alimentación presentada por temporadas.
- g) Comparar la frecuencia de especies presa consumidas por machos y hembras de puma a nivel peninsular.

## MÉTODOS

### Área de estudio

La Península de Yucatán, comprende los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, en conjunto representan 128,000 km<sup>2</sup> de superficie, presentan una orografía plana y escasa en cuerpos de agua permanentes (Chávez y Zarza, 2009) existe una gran diversidad biológica, en donde se puede encontrar un alto grado de endemismos. Tiene un clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual de 22°C (García, 1998). La vegetación dominante es bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, vegetación acuática, sabanas y agricultura temporal. (Flores-Villela y Gerez, 1994). Sin embargo, estos paisajes presentan una alta degradación debido a la intensa actividad humana como la explotación forestal, la

ganadería y la agricultura (Chávez *et al.*, 2007; Ellis, Navarro-Martínez y García-Ortega, 2021).

## Sitios de estudio

Se realizó un muestreo sistemático en temporada de secas, en siete sitios (Figura 1) distribuidos en la Península de Yucatán (PY): 1) Área de Conservación Privada El Zapotal (ACPEZ), Yucatán y los ejidos circundantes como Ejido Nuevo León, Ejido El Limonar, Ejido Tesoco Nuevo y Ejido Santa María; 2) Reserva Ecológica El Edén (REEE), Quintana Roo; 3) Ejido Petcacab, Quintana Roo; 4) Ejido Noh-Bec, Quintana Roo; 5) Ejido Caobas, Quintana Roo; 6) Ejido Laguna Ohm, Quintana Roo y 7) Reserva de la Biósfera Calakmul, Campeche.

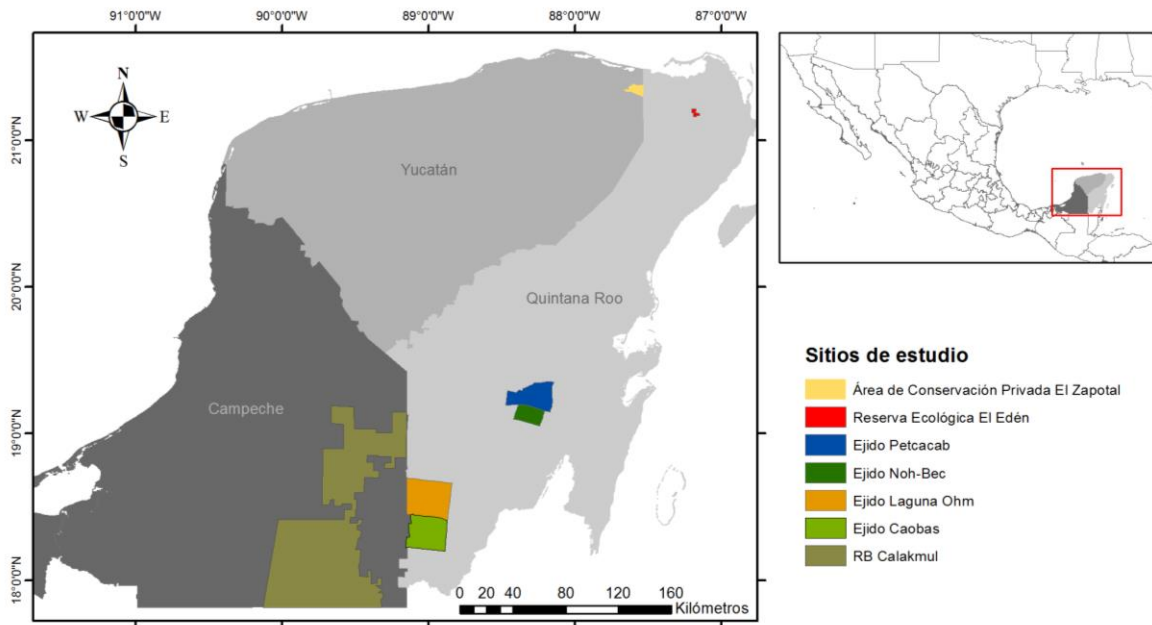


Figura 1. Localización de las áreas de estudio en la Península de Yucatán, México.

- 1) Área de Conservación Privada el Zapotal (ACPEZ) y ejidos circundantes (Ejido Nuevo León, Ejido Tesoco Nuevo, Ejido El Limonar y Ejido Santa María): El ACPEZ ( $21^{\circ} 26'10''$  a  $21^{\circ} 19' 41''$  N;  $87^{\circ} 41' 12''$  a  $87^{\circ} 32' 51''$  O) y los ejidos circundantes se encuentran en el Municipio de Tizimín, al noreste

del Estado de Yucatán (Figura 2), presentan una vegetación potencial de bosque tropical subcaducifolio (Rzedowski, 1990) , dentro de la reserva se prohíbe la extracción de recursos y se puede encontrar selva mediana subperennifolia, por otra parte en los ejidos se puede encontrar terrenos de siembra, selva inundable, pastizales inundables y vegetación secundaria (Faller-Méndez *et al.*, 2005), con una precipitación media anual de 800-1200 mm (Vidal-Zepeda, 1990).

- 2) Reserva Ecológica El Edén (REEE): Se encuentra ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, zona norte del Estado de Quintana Roo ( $21^{\circ}26'10''$  a  $21^{\circ}19' 41''$  N;  $87^{\circ}41'12''$  a  $87^{\circ}32'51''$  W) (Figura 2) con una superficie aproximada de 3,077 ha. La vegetación dominante es bosque tropical perennifolio (Rzedowski, 1990) sin embargo se puede observar bosque tropical secundario (Schultz, 2003), así como vegetación de acahual, selva mediana caducifolia, sabanas y bosques inundables. Presenta una precipitación media anual 800-1200 mm (Vidal-Zepeda, 1990).

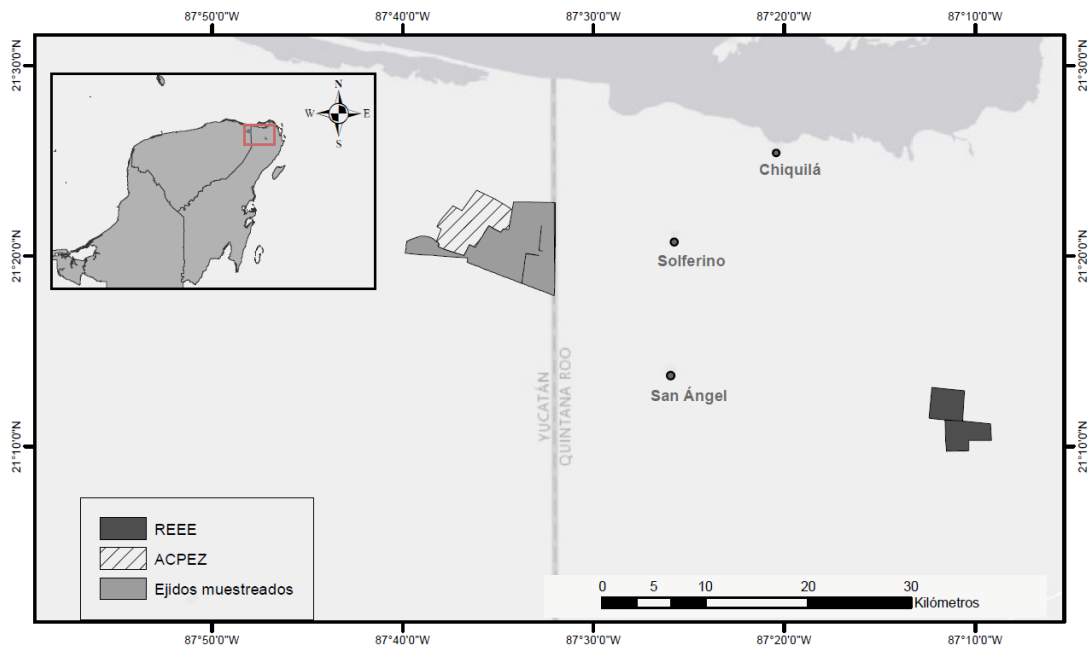


Figura 2. Área de estudio de la Zona Norte de la Península de Yucatán, México.

- 3) Ejido Petcacab y Ejido Noh-Bec: localizados en el Municipio Felipe Carrillo Puerto, Quinta Roo (Figura 3), presentan una vegetación dominante de bosque tropical perennifolio (Rzedowski, 1990), donde el clima es cálido subhúmedo y se presenta una precipitación media anual con rango de 800 - 1200 mm (Vidal-Zepeda, 1990). La tenencia de la tierra en ese sitio es ejidal y cuentan con un certificado de manejo forestal pues su principal fuente de ingreso es la extracción de recurso maderable y no maderable. Estas comunidades puede ser un claro ejemplo del manejo de recursos forestales y su compromiso con el aprovechamiento, conservación y protección de recursos naturales.
  
- 4) Ejido Caobas y Ejido Laguna Ohm: Ambos ejidos son aledaños a la Reserva de la Biósfera Calakmul, localizados en el Municipio de Othón P. Blanco (Figura 3). Presenta una vegetación predominante de bosque tropical perennifolio (Rzedowski, 1990) (Figura 3), con rango de precipitación media anual de 800-1500 mm (Vidal-Zepeda, 1990). El clima es cálido subhúmedo con temperatura media anual mayor de 22°C (García, 1998).
  
- 5) Reserva de la Biósfera Calakmul: En esta área se encuentra el bosque tropical más extenso de México, se localiza al sureste del Estado de Campeche, en el Municipio de Calakmul. Mantiene una vegetación predominantemente diversa presentando: bosque tropical subperennifolio, bosque tropical perennifolio, selva baja subperennifolia inundable, vegetación secundaria y agrupaciones de hidrófilas y vegetación herbácea y arbustiva en áreas pantanosas, además de zonas de cultivo (Rzedowski, 1990; Ruíz *et al.*, 1999) (Figura 3). Presenta un clima cálido subhúmedo con precipitación del mes más seco menor de 60 mm, lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual (García, 1998). Se encuentran asentamientos dentro y en las zonas conurbadas de la Reserva (Instituto Nacional de Ecología, 1999)

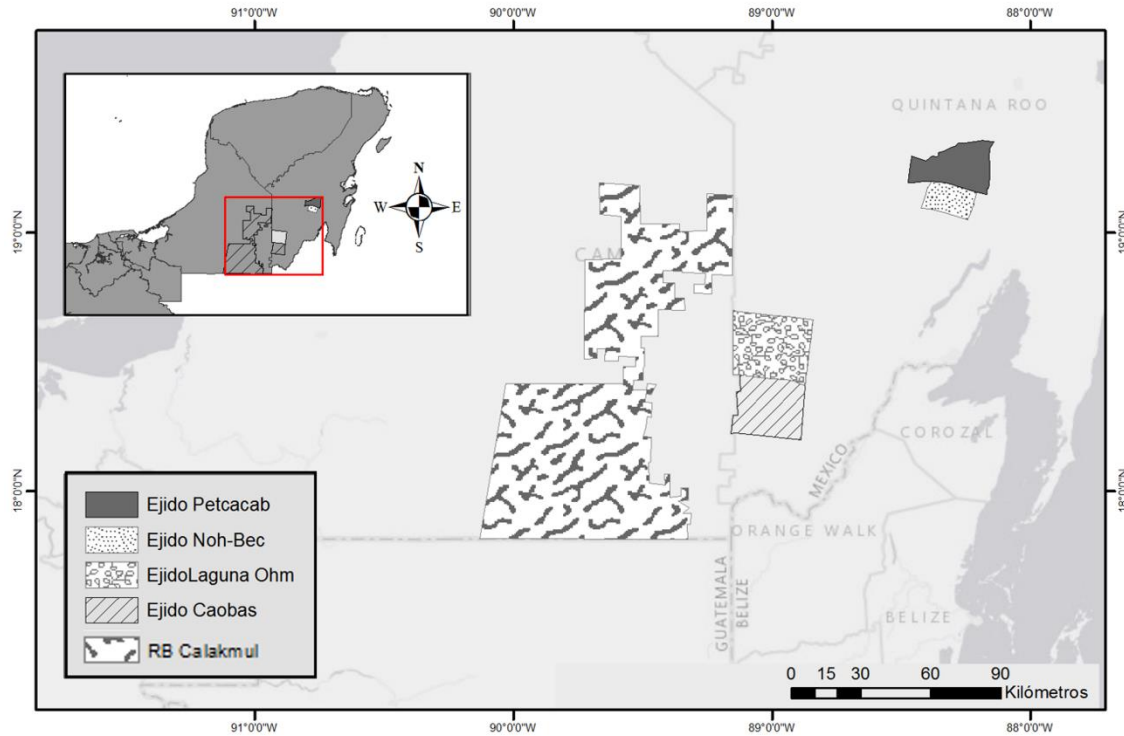


Figura 3. Áreas de estudio en el sur de la Península de Yucatán, México.

### Colecta de muestras

Se realizó una colecta sistemática de excrementos en temporada de secas recorriendo senderos, caminos y brechas preestablecidas como carreteras y carriles de auto. Los muestreos se realizaron en los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2019 y 2022, sin embargo, los lugares muestreados por año variaron (Cuadro 4). Cada excremento recolectado se georreferenció y se dividió en dos; para su uso en la identificación de la especie de felino y la otra parte para uso en la identificación de los hábitos alimentarios, en algunos casos cuando la muestra fue < 5 cm se dio prioridad para la determinación genética. Cada muestra se conservó seca agregando sílica gel.

Cuadro 4. Número de muestras obtenidas durante 8 años de muestreo en la Península de Yucatán.

Sitio	Año							
	2009	2011	2012	2013	2015	2016	2019	2022
RB Calakmul	18	40	-	-	-	-	3	-
REEE	64	54	14	70	30	77	3	2
ACPEZ	72	53	30	-	16	22	3	1
Ejido Petcacab - Ejido Noh-Bec	21	24	-	-	-	-	4	-
Ejido Laguna Ohm	-	-	-	-	-	-	3	-
Ejido Caobas	-	-	-	-	-	-	9	-

- Sitio no muestreado en ese año. RBC= Reserva de la Biósfera Calakmul, REEE= Reserva Ecológica El Edén, ACPEZ= Área de Conservación Privada El Zapotal.

### Identificación molecular de excrementos

La determinación de la especie de felino correspondiente a cada excremento recolectado se llevó a cabo siguiendo el protocolo-PCR de clasificación rápida (RCP-PCR) propuesto por Roques *et al.* (2011), el cual consiste en la extracción de ADN de aquellas células epiteliales que quedaron en la parte externa del excremento al ser defecado. El ADN extraído se colocó en un tubo multiplex, el cual consta de un set de *primers* específico-especie, con el fin de replicar por PCR el ADN del felino correspondiente al excremento.

El producto de RCP-PCR se sometió a electroforesis en un gel de agarosa al 2%, en el cual se pudo observar un bandeo específico por cada especie de felino.

### Identificación de componentes en excrementos

Cada excremento se disgregó sobre tamices para obtener los remanentes de las presas consumidas, tales como tales como pelos, garras, huesos, escamas, dientes y componentes vegetales. Los pelos se observaron en un microscopio óptico a diferentes objetivos (10X, 40X y 100X) para distinguir las escamas del pelo que

forman parte de la cutícula. Posteriormente a cada muestra de pelo se le dio un tratamiento a base de xilol y tetracloruro de carbono, para aclarar la cutícula y poder observar la médula. Una vez que se pudo ver la médula del pelo y diferenciar estructuras celulares, se montó en portaobjetos con la ayuda de bálsamo de Canadá para su fijación y mejor observación en el microscopio óptico (Pech-Canché *et al.*, 2009, Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003). Cada identificación de pelo se cotejó con las guías para identificación de pelos como: Hausman, 1920; Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003; Debelica y Thies, 2009; Pech-Canché *et al.*, 2009, entre otros, así como con pelos de referencia proporcionados por la Colección de Mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa y de individuos del Zoológico de Zacango.

Los componentes encontrados tales como huesos, garras, plumas, escamas y piezas dentales, se compararon con ejemplares de la colección osteológica de comparación del Laboratorio de Arqueozoología del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y para así deducir a qué tipo de especie presa corresponde el remanente.

### **Análisis de datos**

Se realizó la identificación de los hábitos alimentarios de felinos, correspondientes a muestreos realizados en temporada de secas de los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 y 2019. Las muestras de los años 2019 y 2022, no se consideraron en este trabajo debido a la falta de identificación genética y el bajo número de muestras encontradas (25 y 3 respectivamente).

Se realizó el análisis de hábitos alimentarios de felinos a nivel regional considerando como zonas de estudio sitios localizados en el Estado de Yucatán, Quintana Roo y Campeche que en conjunto forman la Península de Yucatán. Estos sitios fueron: la Reserva Ecológica El Edén (REEE), Área de Conservación Privada El Zapotal (ACPEZ), Ejido Petcacab y Reserva de la Biósfera Calakmul (RBC). Se utilizaron las muestras de los años 2009 y 2011 de la temporada de secas.

Para el análisis de hábitos alimentarios de los felinos en la región Norte de la Península de Yucatán se consideraron los sitios REEE y el ACPEZ. Se ocuparon muestras de los años 2009 y las frecuencias de presas presentadas en el trabajo de Piña-Covarrubias *et al.* (2022a) correspondientes a los años 2015 y 2016, así como las frecuencias de presas obtenidas por Ávila-Nájera *et al.* (2018) correspondientes al año 2011. Se realizaron agrupaciones de muestras por periodos: Periodo 1 (años 2009 y 2011) y periodo 3 (años 2015 y 2016).

Para el análisis a nivel local se consideró como zona de estudio la Reserva Ecológica el Edén (REEE) en el Estado de Quintana Roo, utilizamos los datos correspondientes al Periodo 1, Periodo 2 (años 2012 y 2013) y periodo 3. Dónde para la conformación del periodo 3 se tomaron las frecuencias de presas obtenidas por Piña-Covarrubias *et al.* (2022a) correspondientes a los años 2015 y 2016.

Para la descripción de hábitos alimentarios de los felinos de la Región Norte de la Península de Yucatán, se usaron 256 excrementos. Las muestras fueron recolectadas en la REEE y el ACPEZ, correspondientes a los años 2009, 2011, 2015 y 2016, cabe destacar que para el análisis de alimentación a nivel región norte de la Península ocupamos los datos de frecuencia de presas obtenidos por Piña-Covarrubias *et al.* (2022a) (años 2015 y 2016) y un año reportado por Ávila-Nájera *et al.* (2018) (año 2011) y sumamos los datos obtenidos del año 2009.

Se estimó la frecuencia de aparición de las presas consumidas por cada excremento. Se cuantificó la dieta de los felinos calculando el porcentaje de Frecuencia de Ocurrencia (FO), lo cual nos indica el porcentaje de veces que aparece una especie presa en el total de los excrementos analizados.

$$FO = \frac{\text{Frecuencia de aparición de la especie presa } x}{\text{Total de excrementos analizados}} * 100$$

Porcentaje de Ocurrencia (PO), indicando que porcentaje de aparición de una especie entre el total de componentes encontrados (especies presa), calculado de la siguiente forma:

$$PO = \frac{\text{No. de veces de aparición de la especie presa } x}{\text{Total de componentes (items)}} * 100$$

Se elaboró una curva de acumulación a partir de la presencia de las especies presa, usando el programa iNext Online (Chao *et al.*, 2016), para calcular el esfuerzo de muestreo basado en la riqueza de especies presa.

Se calculó el índice de diversidad de Shannon a través del programa PAST versión 3.20 (Hammer *et al.*, 2001) utilizando las frecuencias de aparición de las presas, posteriormente se realizó una prueba de *t* *Hutchenson*, para realizar comparaciones entre la diversidad de especies presa consumidas por cada par de especies de felinos, por ejemplo: jaguar vs ocelote.

Las especies consumidas se clasificaron de acuerdo con su peso vivo en especies pequeñas (< 1 kg), medianas (1-15 kg) y grandes (> 15 kg) (Oliveira, 2002). Esta clasificación nos ayudó a conocer en qué medida consumen los felinos un tipo de presa de acuerdo con su talla, y posteriormente poder realizar una comparación con otros recursos bibliográficos sobre los hábitos alimentarios de los felinos realizados a lo largo de su distribución.

Se utilizó el modelo de biomasa generalizado propuesto por Chakrabarti *et al.* (2016) para calcular la biomasa relativa consumida (BRC), a través de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$y = 0.033 - 0.025 \exp^{-4.284 X}$$

Donde:

y= Biomasa aportada por la presa.

x= peso de la presa (kg) / peso del felino (kg).

Este modelo generalizado es aplicable para todos los felinos tropicales, cuyo valor obtenido depende del peso de la presa, el cual se relaciona con la digestibilidad y el peso corporal del felino estudiado (Chakrabarti *et al.*, 2016). Se estimó el Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida %BRC por cada especie de presa el cual se calculó con la biomasa de cada especie presa de acuerdo con la suma de toda la biomasa consumida por el felino.

Para estimar el traslape de dieta entre el jaguar y el puma se utilizó el %BRC sólo para aquellas especies presa de jaguar y puma, y de ocelote y tigrillo, que presentan más del 5% de la biomasa consumida, el cual se calculó con el índice de Pianka (1973) a través del programa estadístico Ecosim version 7.72 (Gotelli y Etsminger, 2004):

$$O_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij}p_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ij}^2 \sum_{i=1}^n p_{ik}^2}}$$

Donde:

$O_{jk}$  = valor de traslape en una de las dimensiones del nicho entre la especie  $j$  y la especie  $k$ . El valor varía en un rango de 0 (no traslape) a 1 (traslape).

$P_{ij}$  = proporción del recurso  $i$  utilizado por la especie  $j$ .

$P_{ik}$  = proporción del recurso  $i$  utilizado por la especie  $k$ .

$n$  = numero total del recurso. Para este caso el total de las especies consumidas.

Para comparar los patrones de alimentación del jaguar y el puma a nivel de la región Norte de la Península de Yucatán (REEE y ACPEZ) se utilizó un Modelo Lineal Generalizado (GML) con distribución de Poission y función liga  $\log$ , para las 4 presas que presentaron mayor cantidad biomasa de consumo por ambos felinos.

## RESULTADOS

Se recolectaron un total de 633 muestras correspondientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2019 y 2022 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de muestras obtenidas por año de muestreo en la Península de Yucatán.

	Año							
	2009	2011	2012	2013	2015	2016	2019	2022
Total de muestras	175	171	44	70	46	99	25	3

Los excrementos obtenidos en los años 2019 y 2022 se descartaron de este estudio debido al bajo número de muestra para el procesamiento de análisis estadísticos.

### ***Identificación molecular***

A través de la identificación molecular conocimos la procedencia de los excrementos, éstos pertenecieron a solo 4 de los 5 felinos distribuidos en la Península de Yucatán: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y tigrillo (*Leopardus wiedii*). Algunos excrementos no se identificaron debido a la baja calidad y/o cantidad de ADN obtenido, causado por la degradación producto de factores ambientales a los que estuvieron expuestos antes de su recolección.

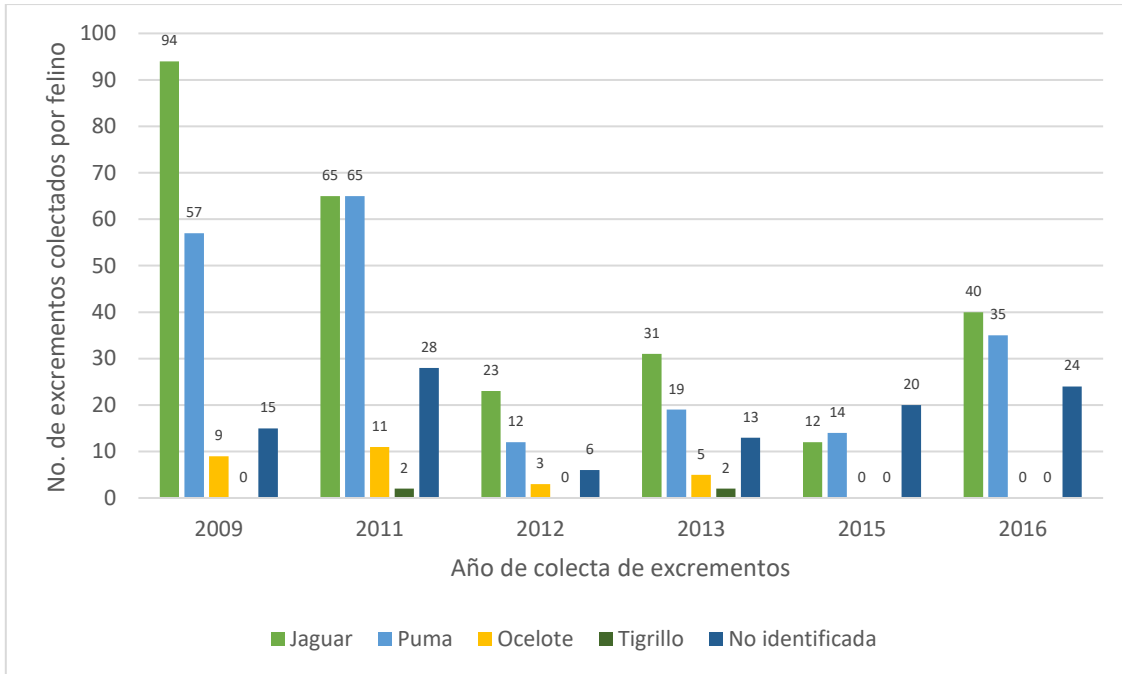


Figura 4. No. de excrementos identificados para cada felino por cada año de muestreo.

De 325 excrementos identificados hasta nivel especie de felino, correspondientes a los años 2009 al 2013 se logró determinar el sexo (Figura 5).

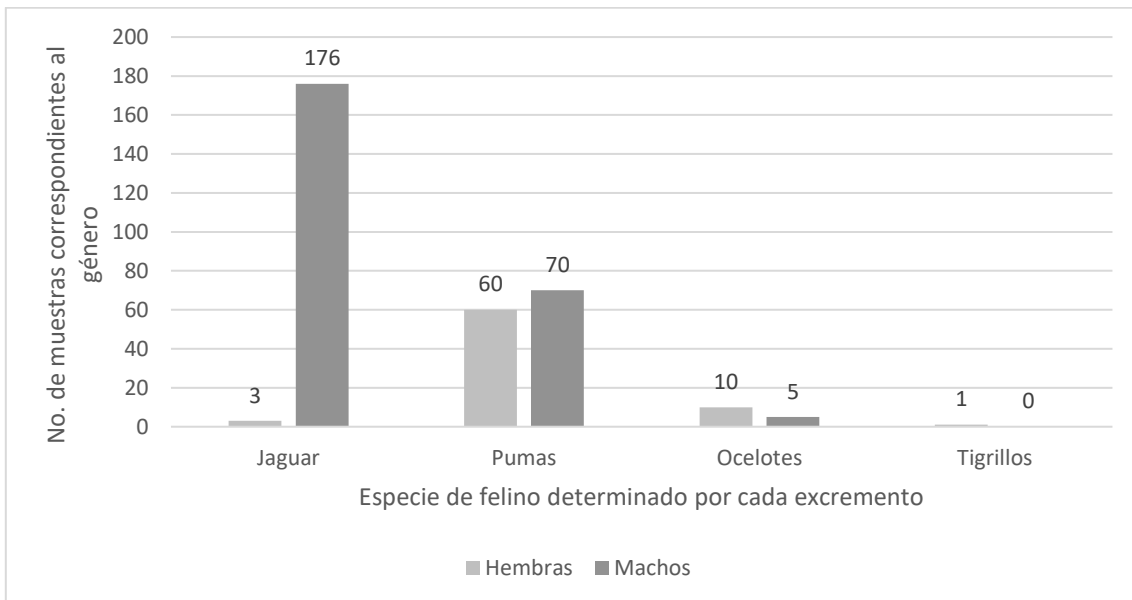


Figura 5. Número de excrementos identificados por género: hembras o machos, para cada especie de felino identificado correspondientes a los años 2009, 2011, 2012 y 2013.

Se identificaron un total de 42 individuos de jaguar y 56 individuos de puma (Figura 6). No se identificaron individuos para ocelote y tigrillo.

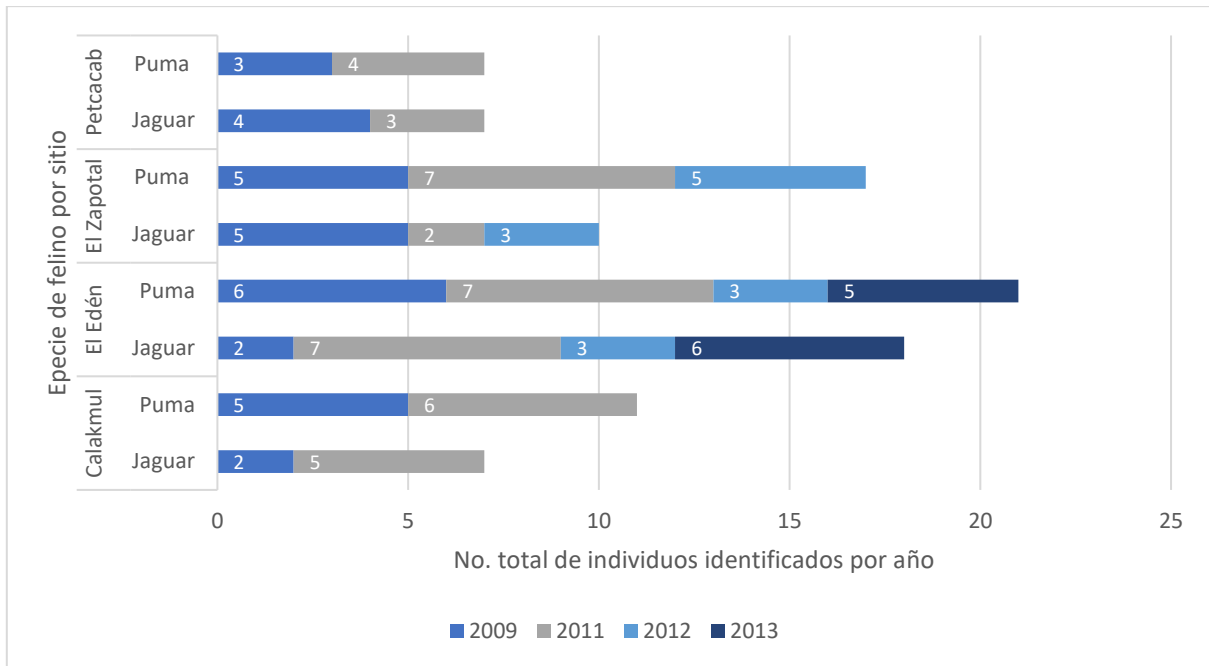


Figura 6. Número de individuos identificados de jaguar y puma durante 4 años, en 4 sitios de la Península de Yucatán.

## Hábitos alimentarios de felinos en la Península de Yucatán.

### Diversidad de dieta

Se obtuvo la dieta de 232 excrementos pertenecientes a jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y tigrillo (*Leopardus wiedii*), en los cuales se encontró 43 especies presa. El 97.1% de las abundancias pertenecieron a la Clase Mammalia, el 1.8% a la clase Aves y el 1.1% a la clase Reptilia (Figura 7).

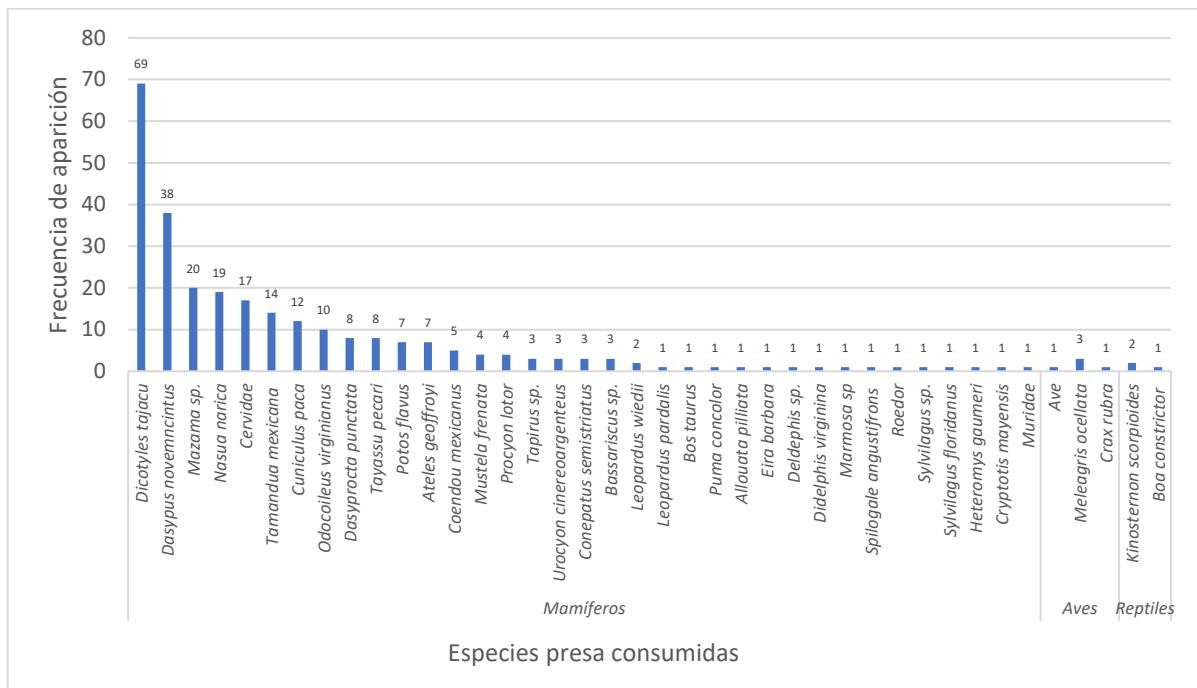


Figura 7. Frecuencia de aparición de especies presa de los felinos de la Península de Yucatán (*Panthera onca*, *Puma concolor*, *Leopardus pardalis* y *Leopardus wiedii*) 2009 y 2011 en temporada de secas.

Las tres especies de mayor consumo en la dieta de los felinos en orden descendente fueron: pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*), armadillo nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*) y temazate (*Mazama sp.*).

El consumo de especies presa varió dependiendo del tipo de felino. Se encontraron 29 especies presa en la dieta del jaguar (logramos identificar

componentes de 25 especies y 4 remanentes se identificaron hasta nivel género), 20 en la dieta del puma (se identificaron componentes de 16 especies, 3 remanentes se identificaron hasta género, y se identificaron algunos remanentes solo hasta la familia Cervidae), 8 especies en la alimentación del ocelote (identificamos componentes de 5 especies, un componente se identificó hasta nivel de género, uno a nivel orden y uno a nivel clase) (Cuadro 6). Por otra parte, solo se identificó un excremento correspondiente a tigrillo el cual contenía restos de un roedor de la familia Muridae.

Cuadro 6. Especies presa consumidas por jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) en la Península de Yucatán 2009.

Peso (Kg)	Especies presa	Jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) <i>n=116</i>			Puma ( <i>Puma concolor</i> ) <i>n=95</i>			Ocelote ( <i>Leopardus pardalis</i> ) <i>n=20</i>		
		FA	FO	%BRC	FA	FO	%BRC	FA	FO	%BRC
> 15 kg										
	<i>Dicotyles tajacu</i>	41	35.3	37.0	26	27.4	25.9	2	22.2	50.1
	<i>Cervidae</i>	-	-	-	17	17.9	18.0			
	<i>Odocoileus virginianus</i>	6	5.2	6.2	4	4.2	4.4	-	-	
	<i>Tapirus</i> sp.	3	2.6	3.2	-	-	-	-	-	
	<i>Bos taurus</i>	1	0.9	1.1	-	-	-	-	-	
	<i>Puma concolor</i>	1	0.9	1.0	-	-	-	-	-	
	<i>Boa constrictor</i>	1	0.9	1.0	-	-	-	-	-	
	<i>Tayassu pecari</i>	-	-	-	8	8.4	8.7	-	-	
1 - 15 kg										
	<i>Nasua narica</i>	10	8.6	5.3	11	11.6	6.6	1	11.1	21.5
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	16	13.8	7.6	22	23.2	11.8	-	-	
	<i>Mazama</i> sp.	12	10.4	10	8	8.5	7.4	-	-	
	<i>Tamandua mexicana</i>	12	10.3	6.8	2	2.1	1.3	-	-	
	<i>Leopardus pardalis</i>	1	0.9	0.8	-	-	-	-	-	
	<i>Leopardus wiedii</i>	1	0.9	0.5	1	1.1	0.6			

<i>Bassariscus</i> sp.	2	1.7	0.7	1	1.1	0.4			
<i>Alouatta palliata</i>	1	0.9	0.6	-	-	-	-	-	
<i>Cuniculus paca</i>	4	3.4	2.4	8	8.4	5.4	-	-	
<i>Eira barbara</i>	1	0.9	0.5	-	-	-	-	-	
<i>Potos flavus</i>	6	5.2	2.9	1	1.1	0.5	-	-	
<i>Meleagris ocellata</i>	1	0.9	0.5	2	2.1	1.1	-	--	
<i>Crax rubra</i>	1	0.9	0.5	-	-	-			
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3	2.6	1.5	-	-	-			
<i>Procyon lotor</i>	3	2.6	1.8	1	1.1	0.7			
<i>Conepatus semiestratus</i>	3	2.6	1.3	-	-	-			
<i>Ateles geoffroyi</i>	3	2.6	1.9	4	4.2	2.8	-	-	
<i>Dasyprocta punctata</i>	4	3.4	1.9	4	4.2	2.1	-	-	
<i>Didelphis</i> sp.	-	-	-	1	1.1	0.5			
<i>Didelphis virginiana</i>	1	0.9	0.4	-	-	-			
<i>Coendou mexicanus</i>	2	1.7	0.8	3	3.2	1.3			
<b>&lt; 1 kg</b>									
<i>Kinosternon scorpioides</i>	1	0.9	0.3	1	1.1	0.3	-	-	
<i>Neogale frenata</i>	4	3.4	1.1	-	-	-	-	-	
<i>Marmosa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1	11.1	6.5
<i>Sylvilagus</i> sp.	1	0.9	0.3	-	-	-	-	-	
<i>Sylvilagus floridanus</i>	-	-	-	1	1.1	0.3	-	-	
<i>Spilogale angustifrons</i>	-	-	-	-	-	-	1	11.1	9.2
Ave	-	-	-	-	-	-	1	11.1	-
Roedor	-	-	-	-	-	-	1	11.1	-
<i>Heteromys gaumeri</i>	-	-	-	-	-	-	1	11.1	6.6
<i>Cryptotis mayensis</i>	-	-	-	-	-	-	1	11.1	6.1

FA= Frecuencia de aparición, FO=Frecuencia de Ocurrencia, %BRC= Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida.

Jaguar y puma compartieron 16 especies presa, el pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*) fue la presa más frecuente encontrada en sus excrementos (Figura 8) seguido por el armadillo (*Dasybus novemcinctus*), las siguientes presas variaron entre el jaguar y puma ya que, para el caso del jaguar los temazates (*Mazama sp*) junto con el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) se posicionaron las terceras presa más frecuentemente consumidas. En la alimentación del puma, la familia *Cervidae* fue la tercera más consumida. En el caso del ocelote, el pecarí de collar se posicionó como la principal presa consumida y la única compartida con los felinos grandes, el resto de las especies presa se presentaron en frecuencias iguales.

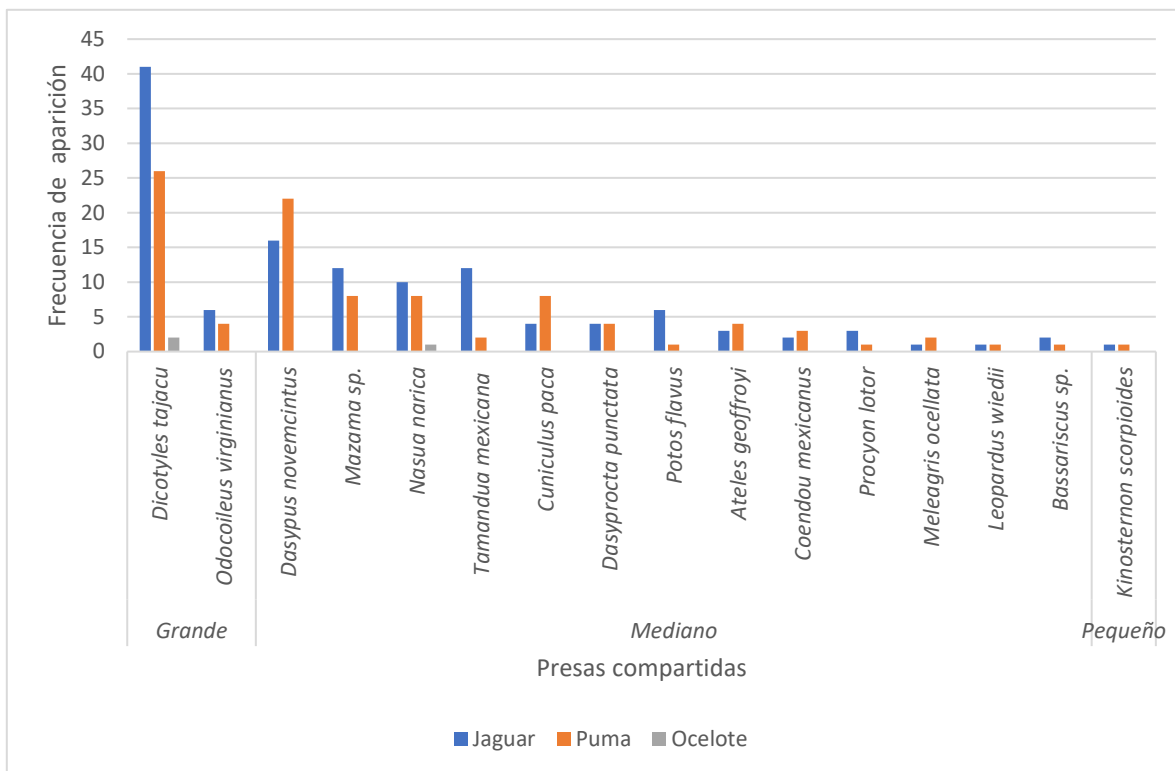


Figura 8. Especies presa compartidas entre el jaguar, puma y ocelote, en la Península de Yucatán.

El jaguar presentó una mayor riqueza de especies presa a partir de la frecuencia de aparición en su alimentación, seguido por el puma y finalmente el ocelote (Figura 9). No se encontraron diferencias significativas entre la diversidad de especies presa de jaguar y puma ( $t= 1.5574$ ,  $p= 0.12055$ ) y la diversidad de especies presa entre puma y ocelote ( $t= 1.8991$ ,  $p= 0.081587$ ), por otra parte, sí existen diferencias

significativas entre la diversidad de especies de jaguar y ocelote ( $t= 2.7241$ ,  $p= 0.017651$ ).

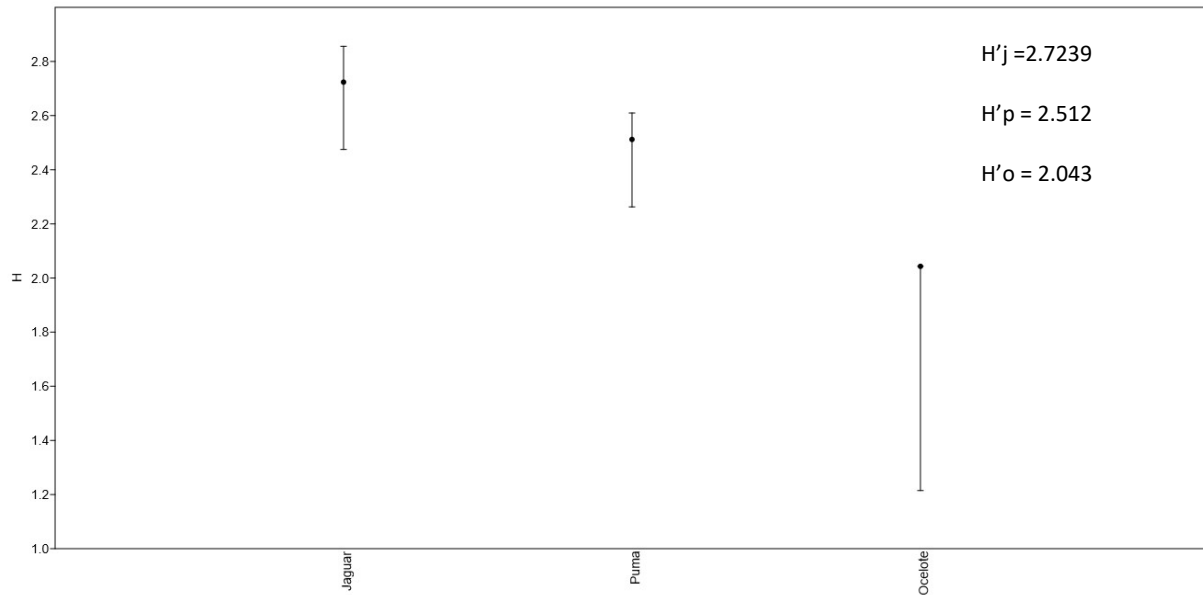


Figura 9. Diversidad de presas para el jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) en la Península de Yucatán.

La curva de acumulación de presas a partir de la riqueza reflejó un supuesto donde aproximadamente el doble de nuestras muestras obtenidas podría reflejar la riqueza total de presas de los felinos (Figura 10 a). Por otra parte, el estimador de la cobertura de la muestra hizo referencia a un 0.926% de la diversidad de especies presa en la alimentación de los felinos de la península de Yucatán (Figura 10 b).

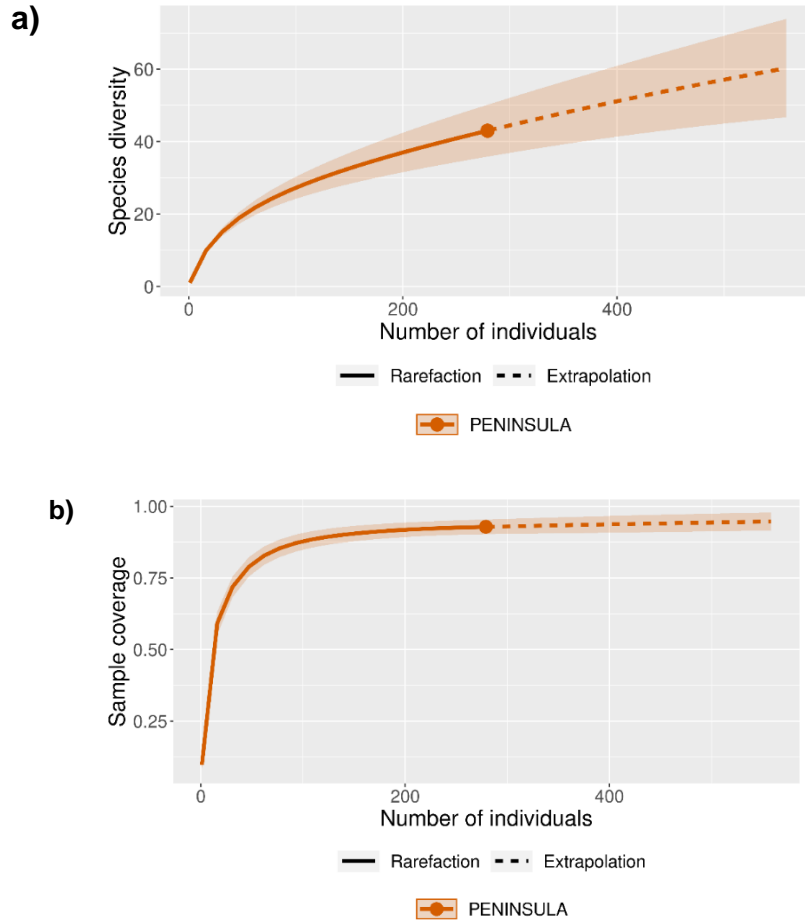


Figura 10. a) Curva de acumulación de la riqueza de especies presas consumidas por jaguar, puma y ocelote, y b) Estimación de la cobertura de la muestra de especies de presas consumidas por jaguar, puma y ocelote, en la Península de Yucatán basada en 232 excrementos analizados.

El jaguar obtuvo un mayor %BRC de mamíferos (97.6%), y en menor medida reptiles y aves (1.5% y 0.9% respectivamente), sugiriendo que los mamíferos son las presas principales en la alimentación del jaguar.

La alimentación del puma a partir de la %BRC se vio compuesta por mamíferos (98.6%), seguido por aves (1.1%) y reptiles (0.3%).

Para ambos felinos grandes, la mayor biomasa consumida provino de presas de talla grande, seguido por especies presas medianas y finalmente especies presa de talla pequeña (Figura 11). En el caso del ocelote el pecarí de collar fue el que aportó

el 50% de la BRC siendo esta una presa de talla grande, posteriormente las presas de talla pequeña y finalmente las presas de talla mediana.

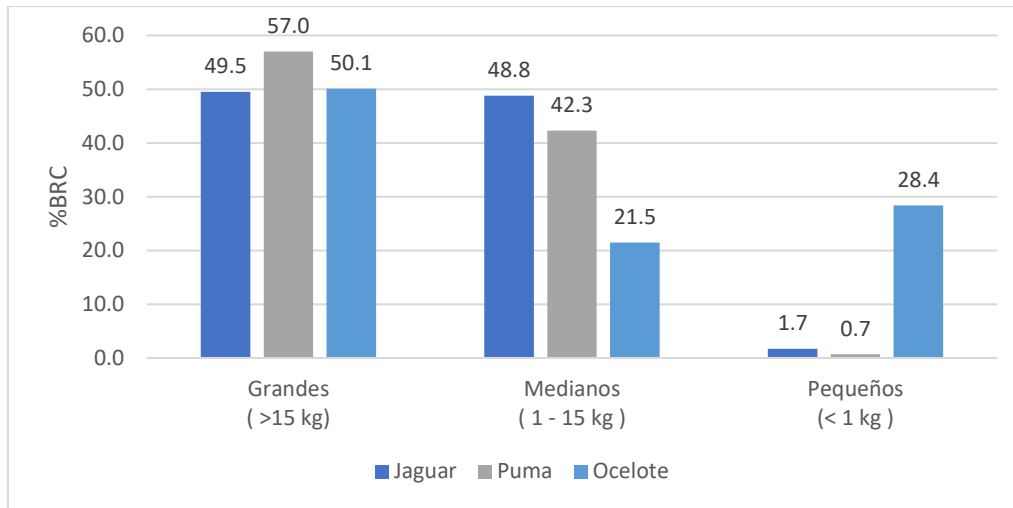


Figura 11. Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) por jaguar, puma y ocelote en la Península de Yucatán, de acuerdo con la clasificación de pesas de conforme a su peso: pequeñas (> 1kg), medianas (1 – 15 kg) y grandes (> 15 kg).

Considerando solo especies presa que obtuvieron una BRC mayor al 5%, podemos destacar que el Orden Artiodactyla es quien más aportó en biomasa a la dieta de ambos felinos grandes (Figura 12). En el caso del jaguar las tres presas que aportaron mayor biomasa a su alimentación de forma descendente fueron: el pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*), temazate (*Mazama* sp.) y el armadillo (*D. novemcinctus*), por lo que consideramos de alto valor en su alimentación.

Para el caso del puma notamos que el pecarí de collar fue una presa que aportó mayor biomasa en comparación que los demás taxones, seguido por la familia Cervidae y el armadillo. Como observación, el pecarí de collar aportó un 25.9% de BRC; sin embargo, la suma de la familia Cervidae sobrepasa la biomasa aportada por el pecarí de collar (*Mazama* sp. con 7.4%, *O. virginianus* con 4.4% y familia Cervidae con 18.0% de Biomasa Relativa Consumida).

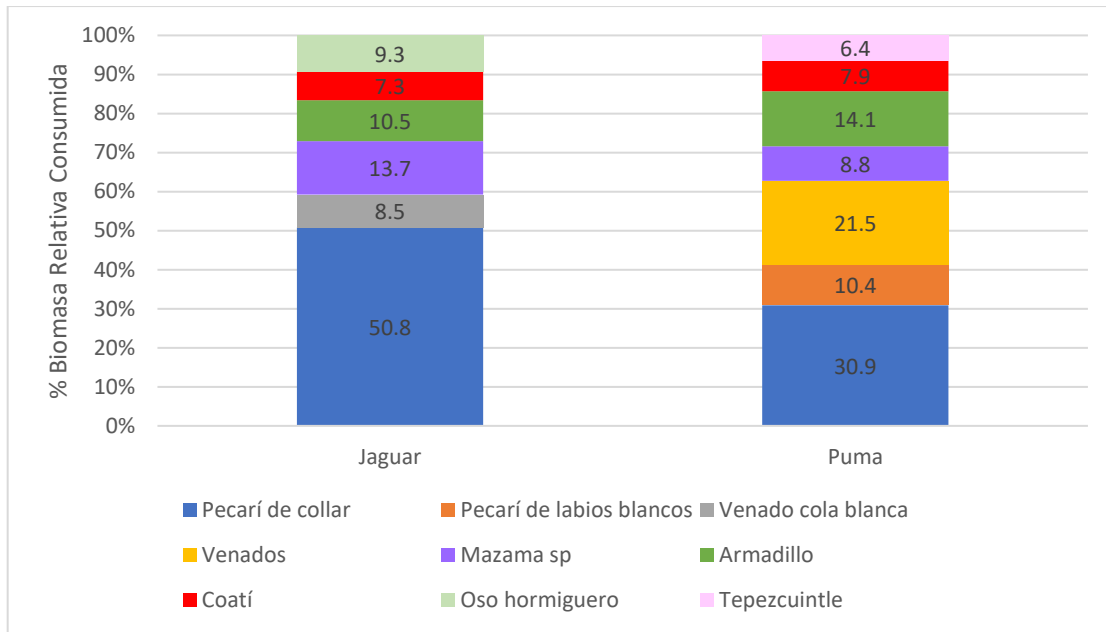


Figura 12. Especies presa del jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) que presentaron un Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) mayor al 5%, en la Península de Yucatán.

\*\*Para esta gráfica se consideró como 100% la sumatoria de la biomasa de solo especies presa con aporte de biomasa mayor o igual al 5% de la consumida en total.

*Traslape de nicho alimentario entre jaguar y puma a nivel peninsular.*

El valor del índice de Pianka calculado para el traslape de nicho alimentario entre jaguar y puma de las especies presa que presentaron un porcentaje de biomasa relativa consumida > 5% fue de 0.802

## Hábitos alimentarios de felinos en la Región Norte de la Península de Yucatán (REEE y ACPEZ)

### Diversidad de dieta

Se obtuvieron los hábitos alimentarios de 256 excrementos pertenecientes a jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*). El 96.1% de las abundancias de presas pertenecieron a la clase Mammalia, el 2.8% a Aves, el 0.8% a Reptilia y el 0.3 al Phylum Chordata (Figura 13).

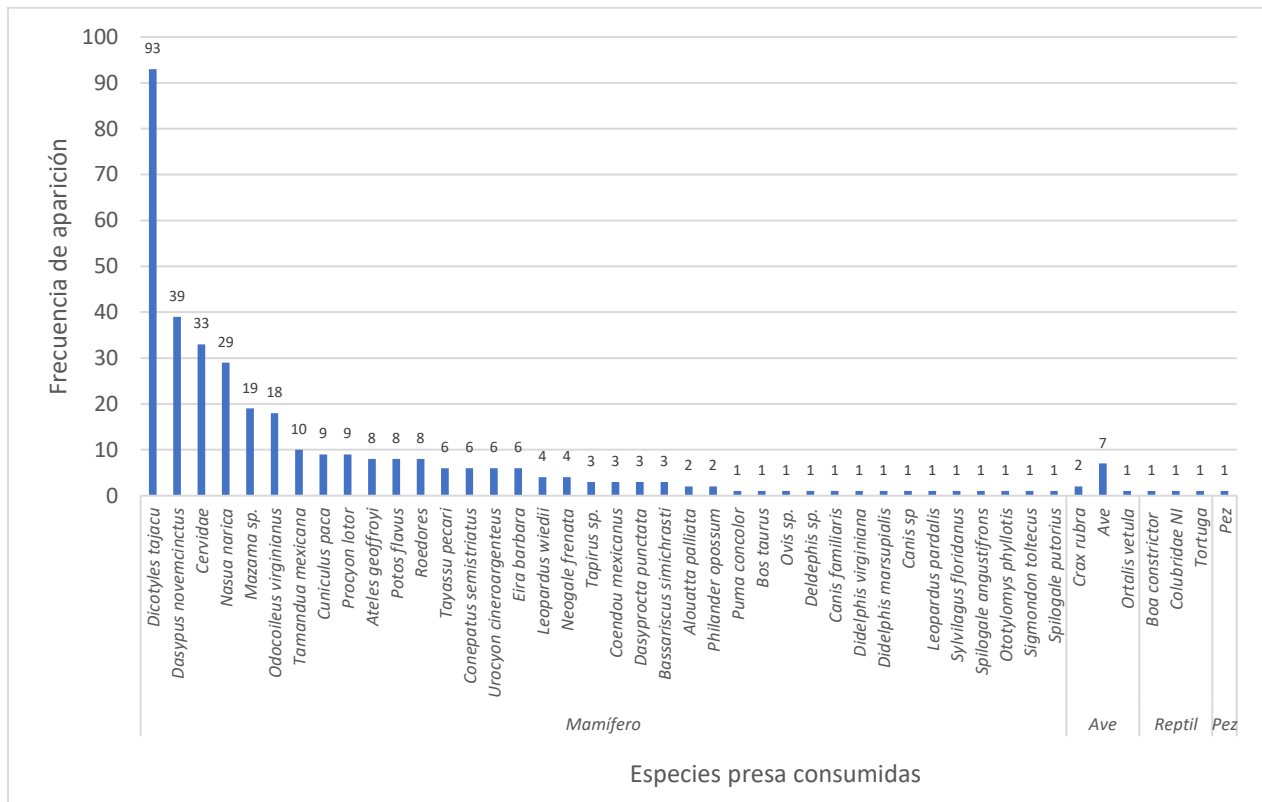


Figura 13: Frecuencia de aparición de especies presa de los felinos de la Región Norte de Península de Yucatán (*Panthera onca*, *Puma concolor*, y *Leopardus pardalis*).

El consumo de especies presa varió dependiendo del tipo de felino. El jaguar consumió 24 presas identificadas hasta nivel especie, 3 remanentes se identificaron hasta Género, 2 hasta nivel Familia, 2 a nivel Orden y 1 a nivel Clase. En la alimentación del puma encontramos 26 presas identificadas hasta nivel especie, 3 remanentes identificados hasta Genero, 1 hasta nivel Familia, 1 hasta nivel Clase y

2 a nivel Orden. La alimentación del tigrillo se conformó por 3 especies de presas (1 remanente identificado hasta nivel especie, 1 a nivel Orden y 1 a nivel Clase (Cuadro 7).

Cuadro 7. Especies presa consumidas por jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) en la Región Norte de la Península de Yucatán 2009, 2011, 2015 y 2016.

Peso (Kg)	Especies presa	Jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) <i>n= 137</i>			Puma ( <i>Puma concolor</i> ) <i>n= 115</i>			Ocelote ( <i>Leopardus pardalis</i> ) <i>n= 4</i>		
		FA	PO	%BRC	FA	PO	%BRC	FA	PO	%BRC
<b>&gt; 15 kg</b>	<i>Dicotyles tajacu</i>	55	28.2	38.0	38	23.6	29.6	-	-	-
	Cervidae	8	4.1	6.0	25	15.5	20.8	-	-	-
	<i>Tayassu pecari</i>	-	-	-	6	3.7	5.1	-	-	-
	<i>Odocoileus virginianus</i>	6	3.1	4.7	12	7.5	10.4	-	-	-
	<i>Tapirus</i> sp.	3	1.5	2.4	-	-	-	-	-	-
	<i>Bos taurus</i>	1	0.5	0.8	-	-	-	-	-	-
	<i>Puma concolor</i>	1	0.5	0.8	-	-	-	-	-	-
	<i>Boa constrictor</i>	1	0.5	0.8	-	-	-	-	-	-
	<i>Ovis</i> sp.	1	0.5	0.8	-	-	-	-	-	-
<b>1 - 15 kg</b>	<i>Nasua narica</i>	17	8.7	6.9	12	7.5	5.6	-	-	-
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	24	12.3	8.8	15	9.3	6.3	-	-	-
	<i>Mazama</i> sp.	13	6.7	8.4	6	3.7	4.4	-	-	-
	<i>Tamandua mexicana</i>	8	4.1	3.5	2	1.2	1.0	-	-	-
	<i>Leopardus pardalis</i>	1	0.5	0.6	-	-	-	-	-	-
	<i>Leopardus wiedii</i>	1	0.5	0.4	3	1.9	1.3	-	-	-
	<i>Bassariscus simichrasti</i>	2	1.0	0.5	1	0.6	0.3	-	-	-

<i>Alouatta palliata</i>	1	0.5	0.5	1	0.6	0.5	-	-	-
<i>Cuniculus paca</i>	5	2.6	2.3	4	2.5	2.1	-	-	-
<i>Eira barbara</i>	2	1.0	0.8	4	2.5	1.9	-	-	-
<i>Potos flavus</i>	6	3.1	2.2	2	1.2	0.8	-	-	-
<i>Crax rubra</i>	1	0.5	0.4	1	0.6	0.5	-	-	-
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	4	2.1	1.5	2	1.2	0.9	-	-	-
<i>Procyon lotor</i>	7	3.6	3.2	2	1.2	1.0	-	-	-
<i>Conepatus semiestratus</i>	4	2.1	1.3	2	1.2	0.8	-	-	-
<i>Ateles geoffroyi</i>	5	2.6	2.4	3	1.9	1.6	-	-	-
<i>Dasyprocta punctata</i>	2	1.0	0.7	1	0.6	0.4	-	-	-
<i>Didelphis sp.</i>	-	-	-	1	0.6	0.4	-	-	-
<i>Didelphis virginiana</i>	-	-	-	1	0.6	0.4	-	-	-
<i>Didelphis marsupialis</i>	-	-	-	1	0.6	0.4	-	-	-
<i>Coendou mexicanus</i>	-	-	-	3	1.9	1.1	-	-	-
<i>Canis sp.</i>	-	-	-	1	0.6	0.7	-	-	-
<i>Canis familiaris</i>	-	-	-	1	0.6	0.7	-	-	-
<b>&lt; 1 kg</b>									
<i>Kinosternon scorpioides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neogale frenata</i>	4	2.1	0.8	-	-	-	-	-	-
<i>Philander opossum</i>	2	1.0	0.4	-	-	-	-	-	-
<i>Sigmondon toltecus</i>	1	0.5	0.2	-	-	-	-	-	-
<i>Sylvilagus floridanus</i>	-	-	-	1	0.6	0.3	-	-	-
<i>Spilogale angustifrons</i>	-	-	-	1	0.6	0.3	1	33.3	-
<i>Ortalis vetula</i>	-	-	-	1	0.6	0.5	-	-	-
<i>Ototylomys phyllotis</i>	-	-	-	1	0.6	0.2	-	-	-
Ave	3	1.5	-	3	1.9	-	1	33.3	-
Roedor	4	2.1	-	3	1.9	-	1	33.3	-
Tortuga	1	0.5	-				-	-	-
Pez	-	-	-	1	0.6	-	-	-	-

FA= Frecuencia de aparición, PO= Porcentaje de Ocurrencia, %BRC= Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida.

Las especies compartidas entre felinos fueron 19 especies (Cervidae y *Mazama* sp. se consideraron como especies independientes) (Figura 14), las aves y los roedores fueron encontradas en los en la alimentación de los tres felinos, sin embargo, los remanentes solo se identificaron hasta Orden y Clase.

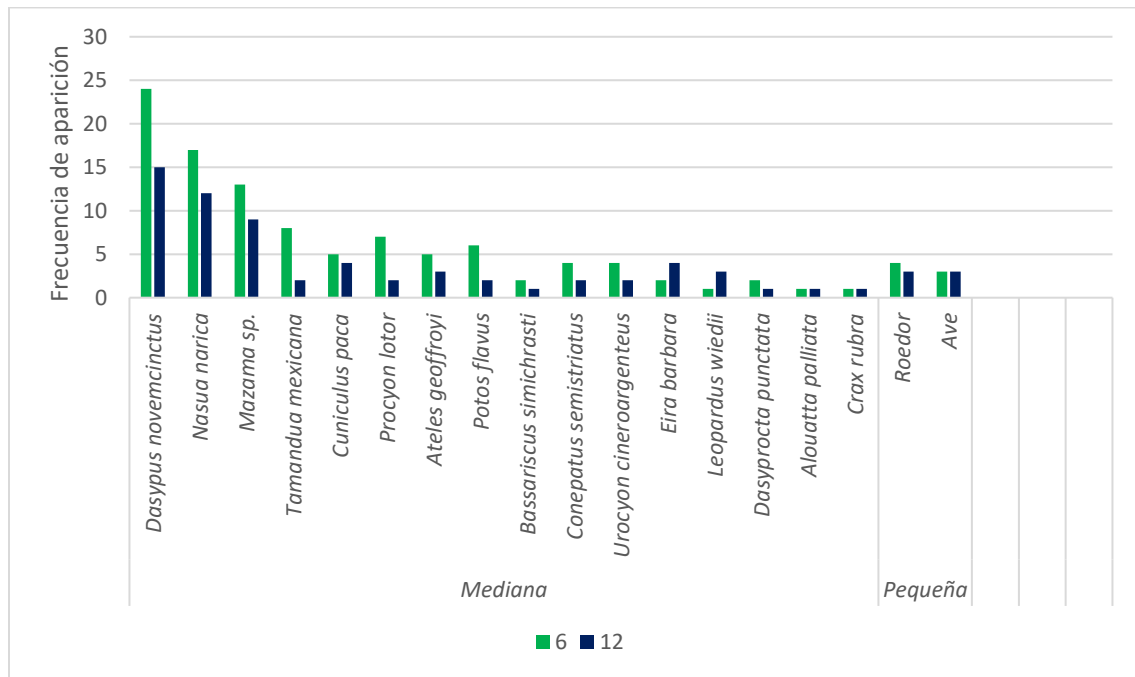


Figura 14. Especies presa compartidas entre el jaguar, puma y ocelote, en la Península de Yucatán, México.

El jaguar y puma presentaron una riqueza de especies presa muy similar (Figura 15). No se encontraron diferencias significativas entre la diversidad de especies presa de jaguar y puma ( $t = -0.10949$ ,  $p = 0.91288$ ), la diversidad de especies presa entre puma y ocelote ( $t = 4.8647$ ,  $p = 0.011093$ ) así como ocelote y jaguar ( $t = 4.8719$ ,  $p = 0.012171$ ) sí presentaron diferencias significativas. El jaguar tuvo un consumo de 32 taxones, el puma de 33 taxones y el ocelote de 3 taxones.

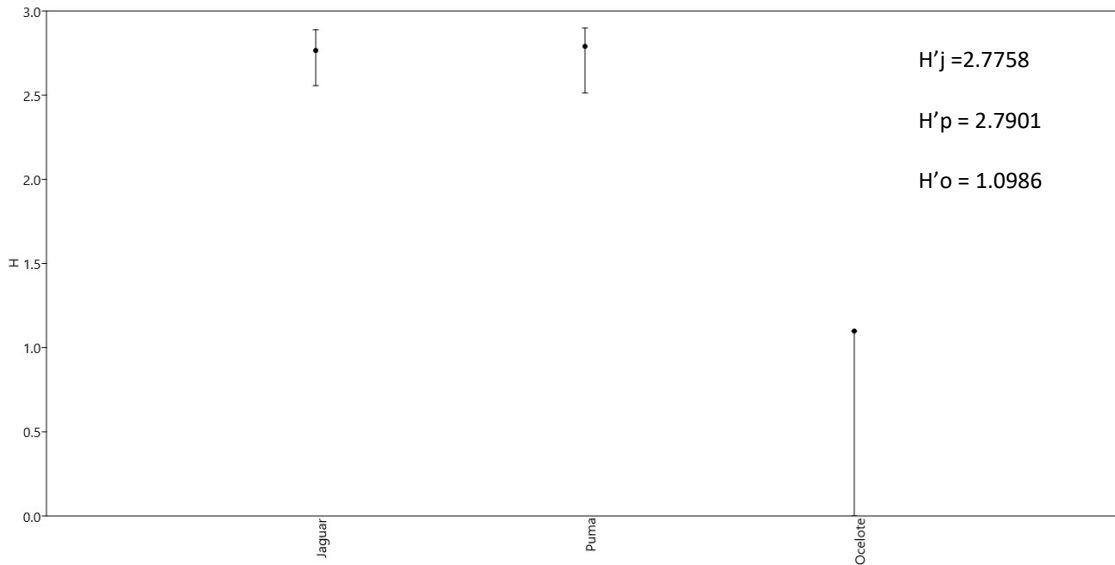
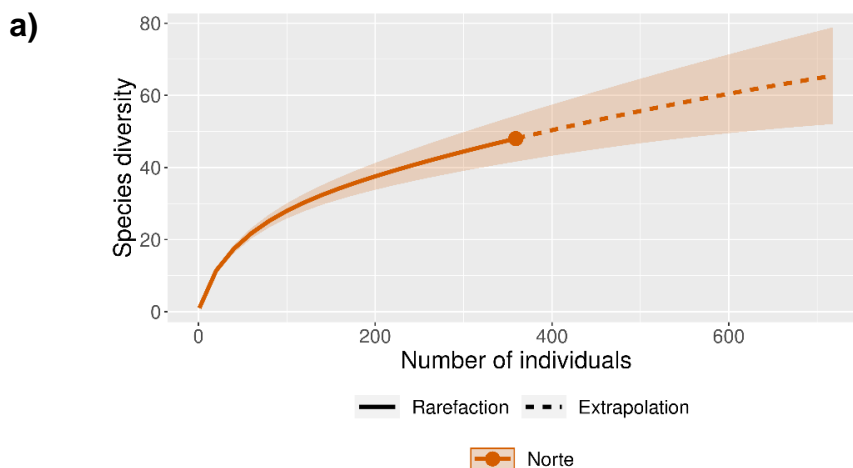


Figura 15. Diversidad de presas consumidas por jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) en el Norte de la Península de Yucatán. \*\*Se consideraron las identificaciones a nivel especie, género y familia y orden.

La curva de acumulación de especies a partir de la riqueza reflejó un supuesto donde aproximadamente 700 muestras obtenidas podría reflejar la riqueza total de presas de los felinos (Figura 16 a). Por otra parte, el estimador de la cobertura de la muestra hizo referencia a que se cubrió un 0.9416% de la diversidad de especies presa en la alimentación de los felinos de la península de Yucatán (Figura 16 b).



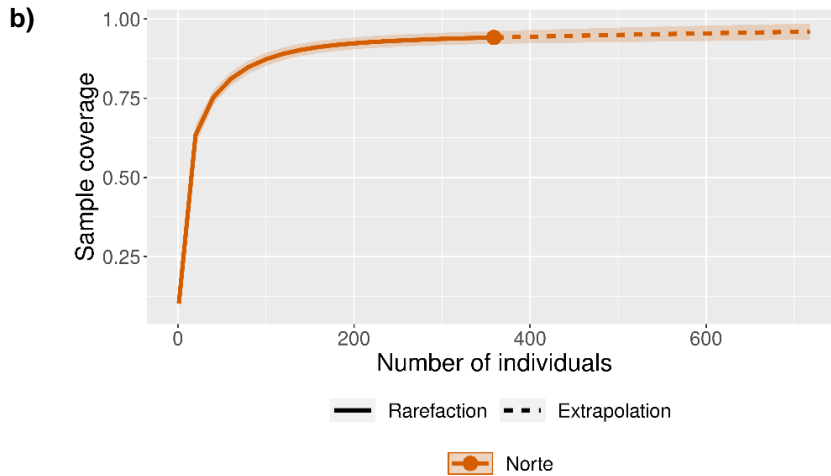


Figura 16. a) Curva de acumulación de la riqueza de especies presas consumidas por jaguar, puma y ocelote, y b) estimación de la cobertura de la muestra de especies de presas consumidas por los felinos (jaguar, puma y ocelote), en el Norte de la Península de Yucatán basada en 256 excrementos analizados.

El jaguar obtuvo un mayor %BRC de mamíferos (98.8%), y en menor medida aves (0.8%) y reptiles (0.4%). La alimentación del puma a partir de la %BRC se vio influenciada casi en totalidad por mamíferos (99.1%) y de manera mínima por aves (0.9%). Para ambos felinos grandes, la mayor biomasa consumida provino de presas de talla grande, seguido por especies presas medianas y finalmente especies presa de talla pequeña (Figura 17).

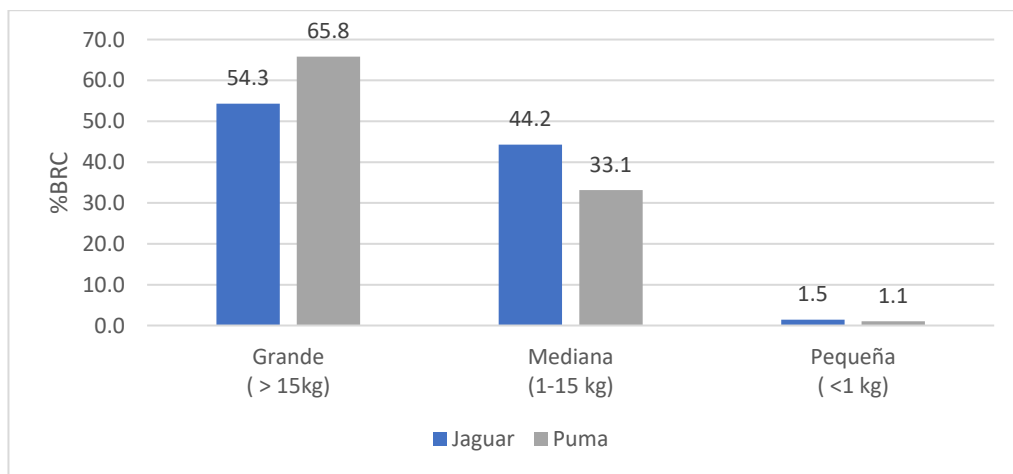


Figura 17. Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) por jaguar, puma y ocelote en la Región Norte de la Península de Yucatán (REEE y ACPEZ), de acuerdo con la clasificación de pesas de conforme a su peso: pequeñas (> 1kg), medianas (1 – 15 kg) y grandes (> 15 kg).

El pecarí de collar fue la especie que mayor biomasa relativa consumida aportó a ambos felinos (Figura 18). Las dos siguientes especies presa que aportaron un mayor número en %BRC para el jaguar fueron el armadillo y el coatí, mientras que para el puma fueron el venado cola blanca y el orden Cervidae.

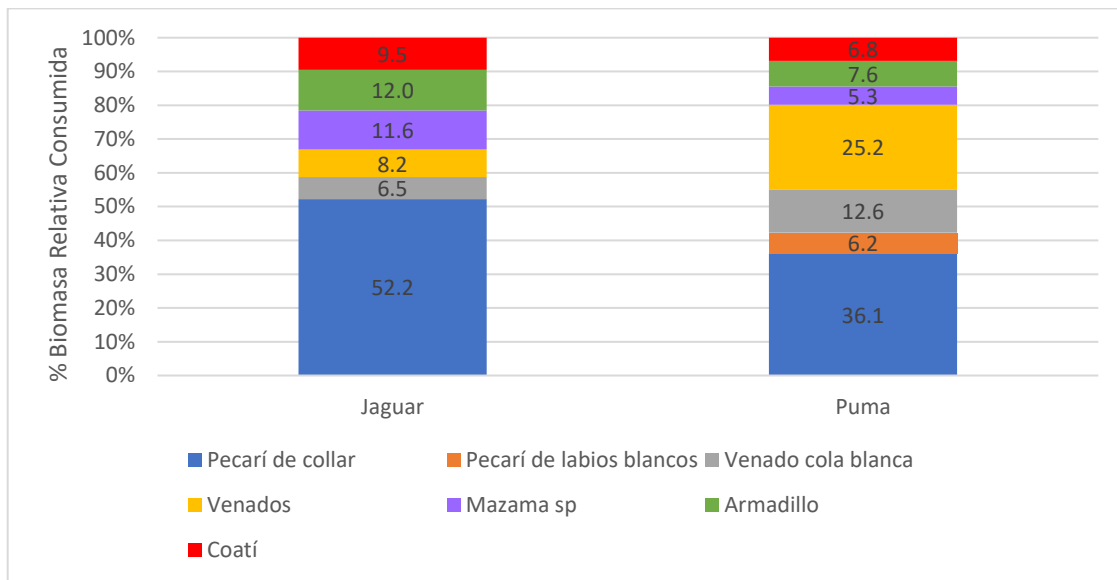


Figura18. Especies presa de jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) que presentaron un Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) mayor al 5%, en el Norte de la Península de Yucatán. \* \* Para esta gráfica se consideró como 100% la sumatoria de la biomasa de solo especies presa con aporte de biomasa mayor o igual al 5% de la consumida en total.

Para la aplicación del GML, se utilizaron los datos del Periodo 1, Periodo 2 y Periodo 3, solo para aquellas presas que presentaron una biomasa relativa consumida arriba del 5 % (pecarí de collar, coatí, armadillo y venado cola blanca).

Existen diferencias significativas (de las frecuencias de consumo presa) que se presentan entre sitios ( $\chi^2= 4.67$ ,  $p < 0.05$ ,  $gl= 1$ ) y periodos ( $\chi^2= 17116202.955$ ,  $p < 0.0001$ ,  $gl= 1$ ). Encontramos diferencias significativas de los felinos por sitio ( $\chi^2= 25.29$ ,  $p < 0.0001$ ,  $gl= 1$ ) y por año ( $\chi^2= 31.57$ ,  $p < 0.0001$ ,  $gl= 1$ ).

La biomasa consumida en el periodo 1 fue significativamente diferente al periodo 3 ( $\chi^2= 9.11$ ,  $p < 0.003$ ,  $gl= 1$ ) siendo mayor en el periodo 1. Así mismo, el Edén fue el lugar donde hubo mayor consumo de biomasa y fue significativamente diferente

al Zapotal ( $\chi^2= 26.40$ ,  $p < 0.0001$ ,  $gl= 1$ ), también se encontraron diferencias significativas en la biomasa consumida por el jaguar y el puma ( $\chi^2= 98.88$ ,  $p < 0.0001$ ,  $gl= 1$ ) siendo el jaguar quien presentó mayor biomasa consumida.

El jaguar en El Edén consumió mayor biomasa en comparación al puma y en comparación al jaguar en El Zapotal ( $\chi^2= 106.22$ ,  $p < 0.0001$ ,  $gl= 1$ ), así como presentó mayor consumo en el periodo 1 ( $\chi^2= 198.72$ ,  $p < 0.0001$ ,  $gl= 1$ ) en contraste al periodo 3 y al puma en el periodo 1 y 3.

*Traslape de nicho alimentario entre jaguar y puma a nivel regional.*

El valor del índice de Pianka calculado para el traslape de nicho alimentario entre jaguar y puma de las especies presa que presentaron un porcentaje de biomasa relativa consumida  $> 5\%$  fue de 0.84022

## Hábitos alimentarios de felinos en la Reserva Ecológica El Edén (REEE)

### Diversidad de dieta

Se obtuvo la dieta de los felinos a partir de 187 excrementos pertenecientes a jaguar y puma.

El 95.3% de las abundancias pertenecieron a los mamíferos, el 2.7% a las aves, el 1.7% a reptiles y el 0.3% a peces (Figura 19). De las especies presa consumidas el 44.6% pertenecieron a la categoría de especie con un peso grande, el 51.2% a especies presa medianas y el 4.2% a especies presa pequeñas.

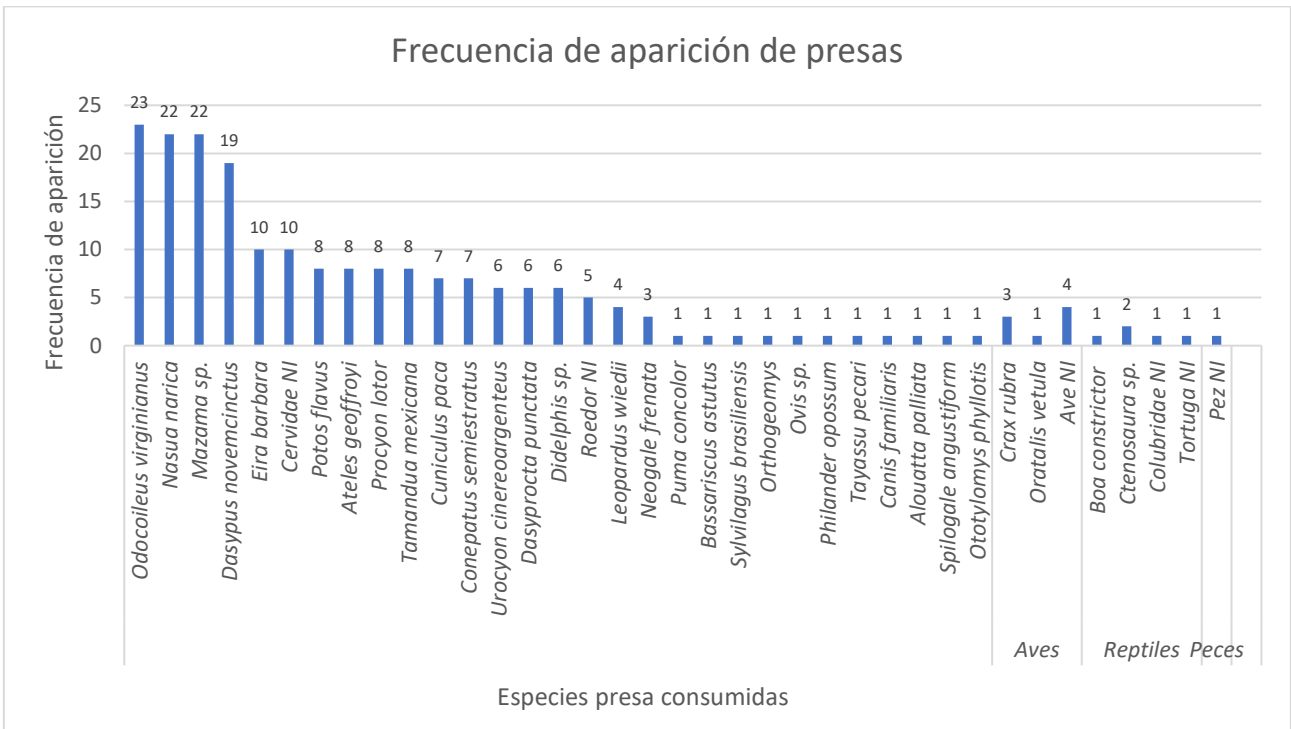


Figura 19. Frecuencia de presencia de las especies presa consumidas por felinos en la Reserva Ecológica el Edén (n= 187) pertenecientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 en temporada de secas.

Las tres especies de mayor consumo en la dieta de los felinos en orden descendente fueron: pecarí de collar, venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y coatí (*Nasua narica*) junto con el género *Mazama sp.*

El consumo de especies presa varió dependiendo del tipo de felino: jaguar o puma. Los componentes encontrados en los excrementos se intentaron identificar hasta nivel especie, sin embargo, en ocasiones solo se logró identificar el Género, Familia, Orden y Clase. Para el caso de los hábitos alimentarios del jaguar, logramos identificar hasta especie componentes correspondientes a 21 especies, identificamos remanentes pertenecientes a 5 géneros, 2 hasta Familia, 2 hasta Orden y 1 hasta Clase. Para el caso del puma se logró identificar remanentes pertenecientes a 21 especies, identificamos 3 hasta nivel de Género, uno a Familia, 2 a nivel Orden y uno a nivel Clase (Cuadro 8).

Cuadro 8. Especies presa consumidas por jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) en la Reserva Ecológica El Edén, pertenecientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 en temporada de secas.

Peso (Kg)	Especies presa	Jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) n= 104			Puma ( <i>Puma concolor</i> ) n= 83		
		FA	PO	%BRC	FA	PO	%BRC
<b>&gt; 15 kg</b>	<i>Dicotyles tajacu</i>	44	27.8	37.2	46	33.1	42.3
	<i>Cervidae</i>	4	2.5	3.6	6	4.3	5.9
	<i>Tayassu pecari</i>	-	-	-	1	0.7	1.0
	<i>Odocoileus virginianus</i>	9	5.7	8.7	14	10.1	14.3
	<i>Puma concolor</i>	1	0.6	1.0	-	-	-
	<i>Boa constrictor</i>	1	0.6	1.0	-	-	-
	<i>Ovis</i> sp.	1	0.6	0.9	-	-	-
<b>1 - 15 kg</b>	<i>Nasua narica</i>	9	5.7	4.5	13	9.4	7.2
	<i>Dasybus novemcintus</i>	14	8.9	6.3	5	3.6	2.5
	<i>Mazama</i> sp.	14	8.9	11.1	8	5.7	6.8
	<i>Tamandua mexicana</i>	7	4.4	3.7	1	0.7	0.6
	<i>Leopardus wiedii</i>	1	0.6	0.5	3	2.2	1.6
	<i>Bassariscus simichrasti</i>	1	0.6	0.3	-	-	-

<i>Alouatta pilliata</i>	-	-	-	1	0.7	0.6
<i>Cuniculus paca</i>	4	2.5	2.3	3	2.2	1.9
<i>Eira barbara</i>	4	2.5	1.8	6	4.3	3.0
<i>Potos flavus</i>	4	2.5	1.8	4	2.9	2.0
<i>Crax rubra</i>	2	1.3	1.0	1	0.7	0.6
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	4	2.5	1.9	2	1.4	1.0
<i>Procyon lotor</i>	6	3.8	3.3	2	1.4	1.2
<i>Conepatus semiestratus</i>	5	3.2	2.0	2	1.4	0.9
<i>Ateles geoffroyi</i>	5	3.2	2.9	3	2.2	1.9
<i>Dasyprocta punctata</i>	3	1.9	1.3	3	2.2	1.4
<i>Didelphis sp.</i>	3	1.9	1.2	3	2.2	1.3
<i>Canis familiaris</i>	-	-	-	1	0.7	0.8

**< 1 kg**

<i>Neogale frenata</i>	3	1.9	0.8	-	-	-
<i>Philander opossum</i>	1	0.6	0.3	-	-	-
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	1	0.6	0.3	-	-	-
<i>Ototylomys phyllotis</i>	-	-	-	1	0.7	0.3
<i>Spilogale angustifrons</i>	-	-	-	1	0.7	0.3
<i>Orthogeomys sp.</i>	1	0.6	0.2	-	-	-
<i>Ortalis vetula</i>	-	-	-	1	0.7	0.3
Colubridae	1	0.6	-	-	-	-
<i>Ctenosaura sp.</i>	1	0.6	0.3	1	0.7	0.3
<i>Ave</i>	1	0.6	-	3	2.2	-
<i>Roedor</i>	2	1.3	-	3	2.2	-
<i>Tortuga</i>	1	0.6	-	-	-	-
<i>Pez</i>	-	-	-	1	0.7	-

FA= Frecuencia de aparición, PO= Porcentaje de Ocurrencia, %BRC= Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida.

Los grandes felinos compartieron 19 taxones (Cervidae y *Mazama* sp. se consideraron como especies independientes) (Figura 20). En ambos casos el pecarí de collar se situó como la presa mayormente consumida por ambas especies de felinos y la que mayor BRC aporta.

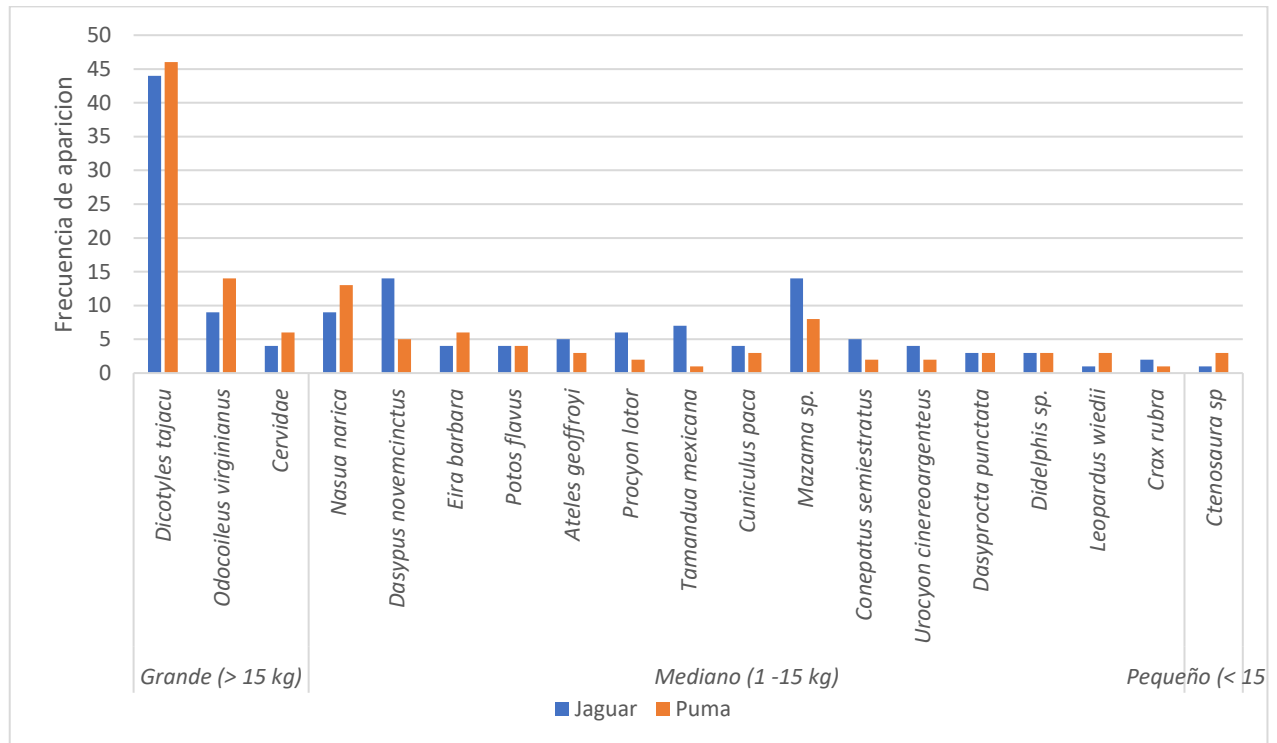


Figura 20. Especies presa compartidas entre el jaguar, puma y ocelote, en la Península de Yucatán, México.

Entre ambos felinos, el jaguar presentó una mayor riqueza de especies presa: 31 taxones, seguido por el puma con 28 taxones. No se encontraron diferencias significativas entre la diversidad de especies presa de jaguar y puma ( $t= 1.2785$ ,  $p= 0.20213$ ) (Figura 21).

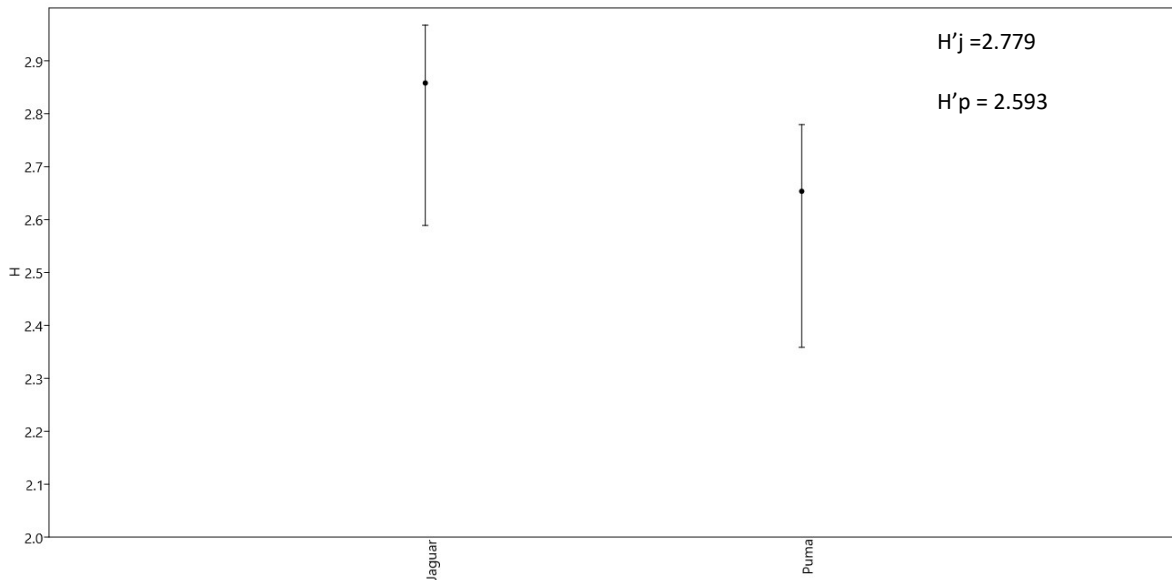
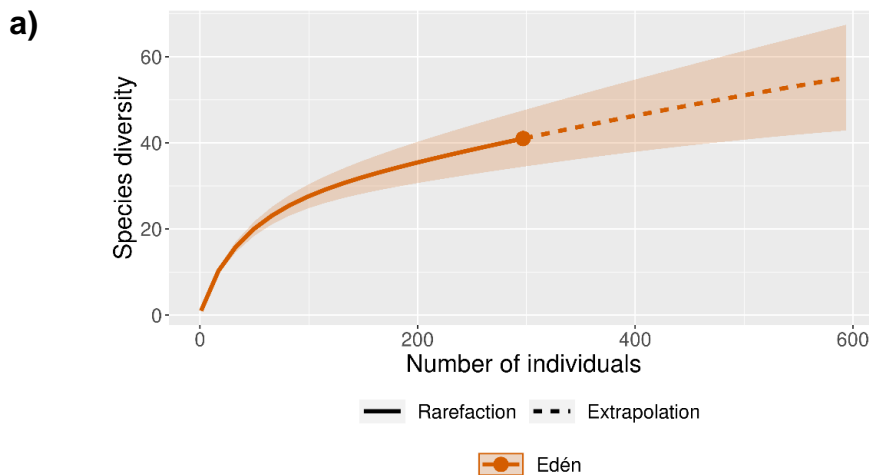


Figura 21. Diversidad de presas consumidos por jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*), en la REEE pertenecientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 en temporada de secas (contemplando aquellos remanentes identificados a nivel, especie, género, familia y grupo).

La curva de acumulación de especies a partir de la riqueza reflejó un supuesto donde aproximadamente 590 muestras obtenidas podría reflejar la riqueza total de presas de los felinos (Figura 22 a). Por otra parte, el estimador de la cobertura de la muestra hizo referencia a que se cubrió un 0.9462% de la diversidad de especies presa en la alimentación de los felinos a nivel local de la REEE (Figura 22 b).



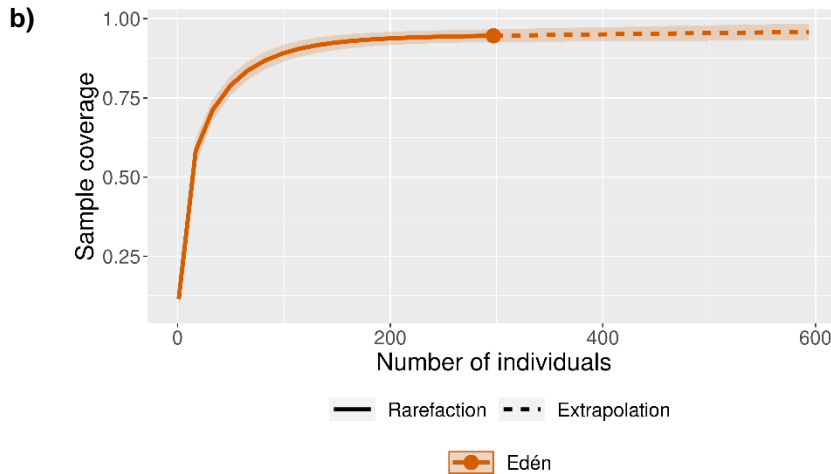


Figura 22. a) Curva de acumulación de la riqueza de especies presas consumidas por jaguar, puma y ocelote, y b) estimación de la cobertura de la muestra de especies de presas consumidas por jaguar y puma, en la Reserva Ecológica El Edén pertenecientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 en temporada de secas, basada en 187 excrementos analizados.

El jaguar obtuvo un mayor %BRC de mamíferos (97.7%), y en menor medida reptiles y aves (1.3% y 0.9% respectivamente). El %BRC por el puma se vio influenciada por mamíferos (98.8%), seguido por aves (3.6%), reptiles (0.7%) y peces (0.7%). Lo anterior sugiere que los mamíferos son las presas principales en la alimentación del jaguar y puma en la REEE.

Para ambos felinos, la mayor biomasa consumida provino de presas que pertenecen a la categoría de peso de especies grandes, seguido por especies presa de talla mediana y finalmente especies presa de talla pequeña (Figura 23).

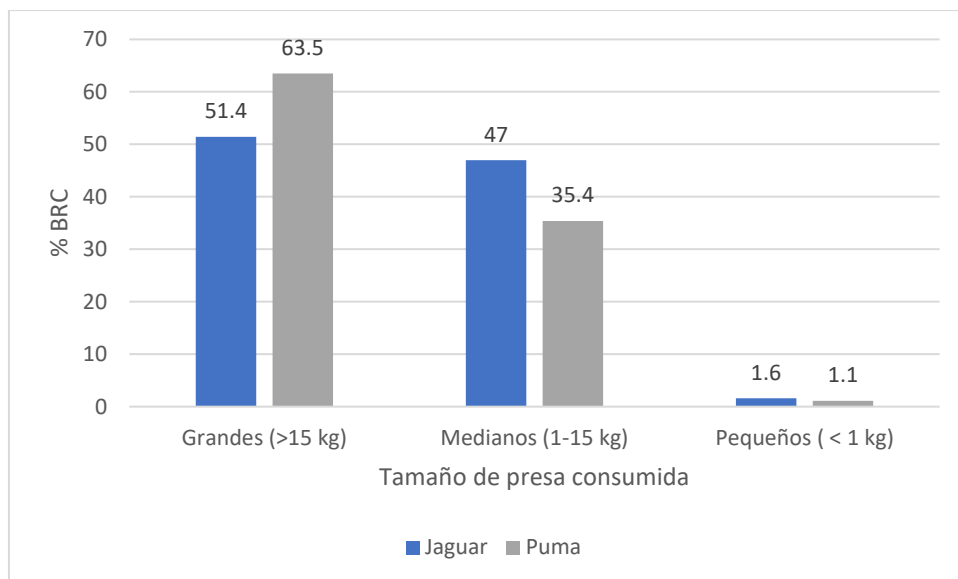


Figura 23. Porcentaje de consumo de biomasa (%BRC) de los felinos: jaguar y puma en la Reserva Ecológica El Edén pertenecientes a los años 2009, 2011, 2012, 2013, 2015 y 2016 en temporada de secas, de acuerdo con la clasificación de presas conforme a su peso: pequeñas (> 1kg), medianas (1 – 15 kg) y grandes (> 15 kg).

El Orden Artiodactyla es quien obtuvo el mayor aporte en biomasa consumida para jaguar y puma (Figura 24). Las especies presa que se consumieron por arriba del 5% de biomasa, fueron compartidas entre ambos felinos, siendo el pecarí de collar la especie presa más importante para ambos felinos, debido a la cantidad de biomasa consumida.

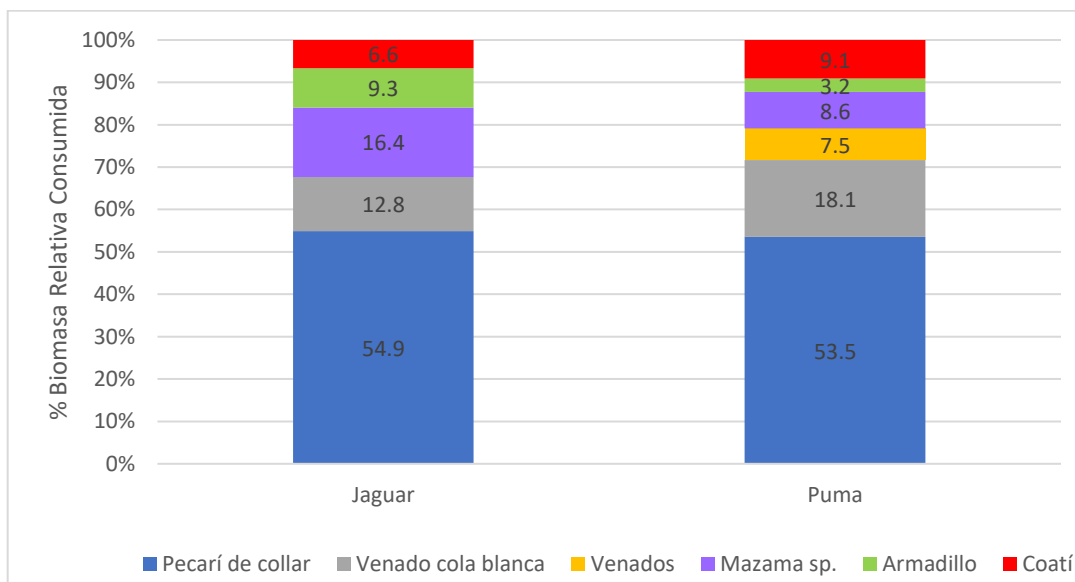


Figura 24. Especies presa del jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) que presentaron un Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) mayor al 5%, en la REEE.

\* \* Para esta gráfica se consideró como 100% la sumatoria de la biomasa de solo especies presa con aporte de biomasa mayor o igual al 5% de la consumida en total.

#### *Traslape de nicho alimentario entre jaguar y puma a nivel local.*

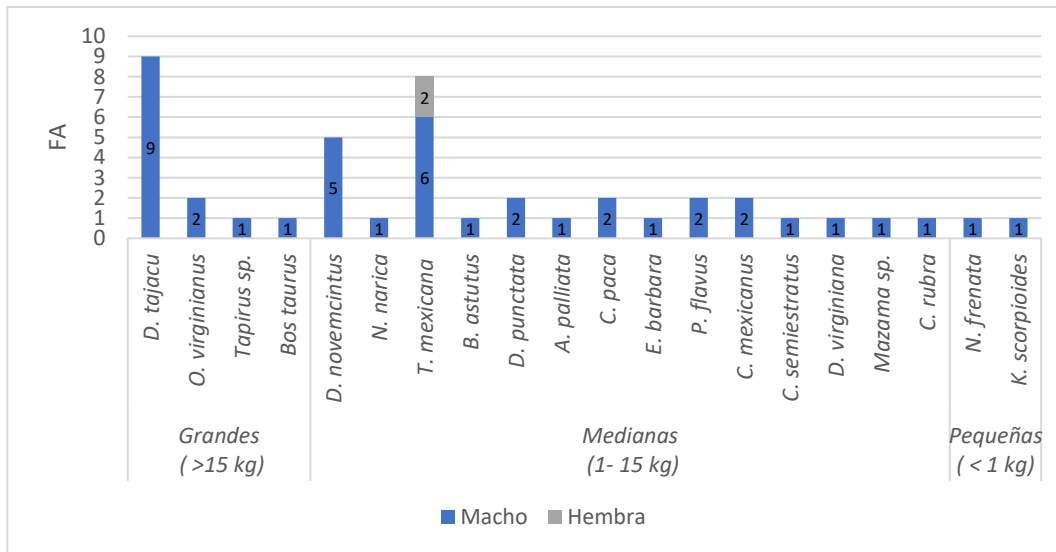
El valor del índice de Pianka calculado para el traslape de nicho alimentario entre jaguar y puma en la REEE de las especies presa que presentaron un porcentaje de biomasa relativa consumida > 5% fue de 0.92433.

#### ***Alimentación de hembras de puma y de machos de jaguar y puma.***

Realizamos una diferenciación del consumo de especies presa a partir del sexado del felino con muestras obtenidas de los años 2009 y 2011. Se analizaron 44 excrementos de jaguar, de los cuales 42 excrementos correspondieron a machos y 2 excrementos a hembras. Por medio del genotipado encontramos que la alimentación descrita corresponde a 2 individuos hembras y 13 individuos machos. Los individuos machos de jaguar consumieron 20 taxones, el pecarí de collar fue el más abundante, seguido por el oso hormiguero (*T. mexicana*) y el armadillo. Ambas muestras de hembras solo reflejaron el consumo de 1 taxón, perteneciente al oso hormiguero (Figura 25 a).

Para el caso del puma analizamos 59 excrementos. La alimentación corresponde a 21 individuos hembras (28 excrementos) y 14 individuos machos (31 excrementos). Los pumas machos consumieron 12 taxones y las hembras 13 taxones, en ambos casos la familia Cervidae presentó la mayor frecuencia de consumo seguido por el pecarí de collar (Figura 25b).

a)



b)

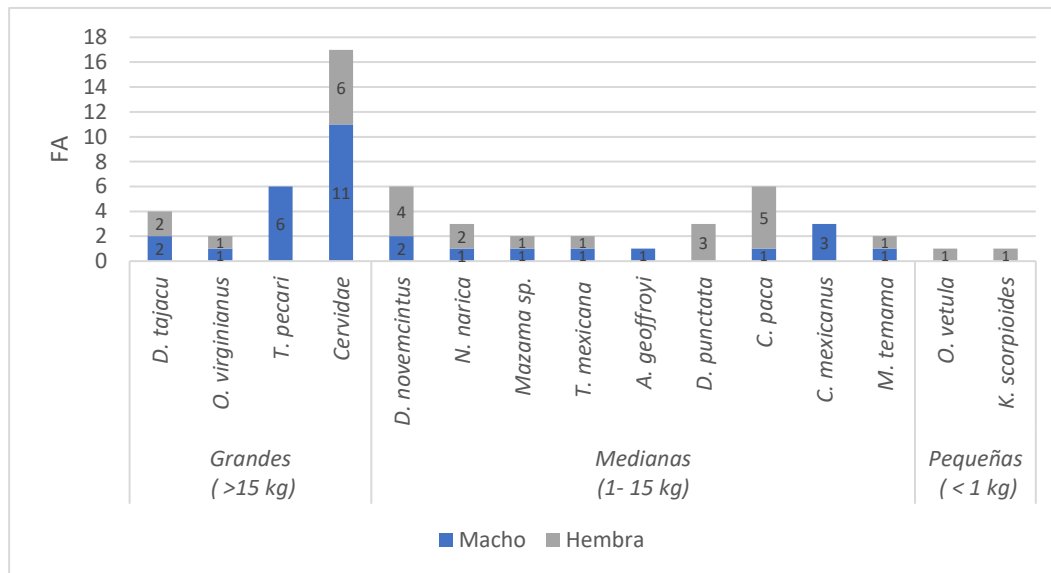


Figura 25. Frecuencia de Aparición (FA) de especies presa consumidas por a) jaguar b) puma, en temporada de secas en la Península de Yucatán 2009 y 2011.

En la alimentación de los machos jaguares observamos una mayor frecuencia de consumo de especies grandes, seguido por presas de talla mediana y finalmente presas pequeñas (Figura 26a). En el caso de los pumas las presas de

talla grande fueron más consumidas por machos, entre tanto, las hembras consumieron en mayor frecuencias especies de tamaño mediano (Figura 26b).

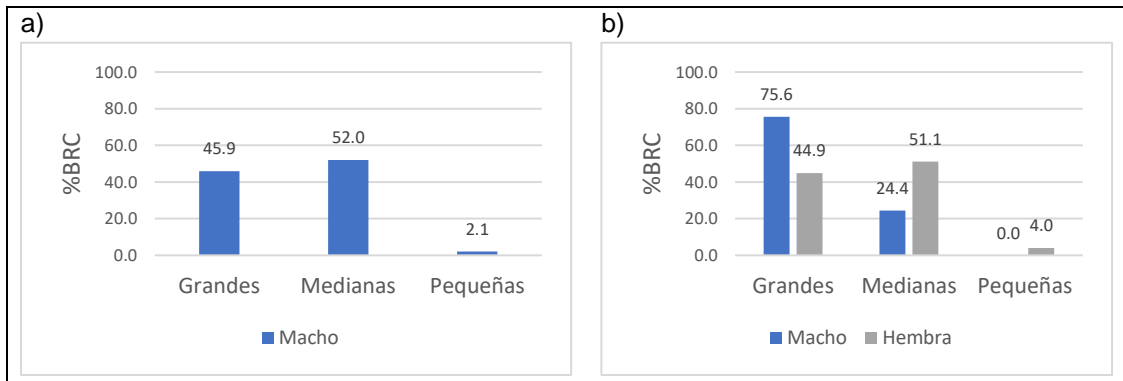


Figura 26. Porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) por sexo de a) jaguares y b) pumas, de acuerdo con el tamaño de presa.

## DISCUSIÓN

### *Traslape de nicho*

Encontramos que existe un traslape de nicho alimentario alto entre jaguares y pumas, que habitan en las tres escalas estudiadas, el número más alto de especies presa registradas para jaguar y puma fueron 29 especies (considerando componentes identificados hasta nivel especie y género). A menor escala el traslape de nicho fue mayor. En cuanto a la diversidad de presas observada no varió significativamente entre escalas estudiadas y pudimos observar que las presas mayormente consumidas fueron muy similares o se encontraron en los cinco primeros lugares de consumo independientemente de la escala.

Para la Región de la Península de Yucatán el jaguar y el puma presentaron traslape de nicho alimentario alto (0.80). Compartieron cuatro especies presa que en ambos casos aportan más del 5% de la BRC cada una, y en donde la suma de éstas es mayor al 50%. En el caso del puma, la especie presa que presentó mayor aporte en biomasa es el pecarí de collar; sin embargo, la suma de la familia Cervidae obtuvo el mayor aporte de biomasa, considerando así al pecarí de collar como la segunda presa más consumida. El pecarí de collar y los temazates fueron las presas que mayor biomasa aportaron en la alimentación del jaguar. Estos resultados son semejantes a trabajos previos donde la biomasa mayormente aportada a jaguares y pumas proviene de pecaríes (Oliveira, 2002, Rueda *et al.*, 2013, Piña-Covarrubias *et al.*, 2022a)

El traslape de nicho reportado anteriormente para ambos felinos en la zona Norte de la Península de Yucatán fue de 0.86 (Piña-Covarrubias *et al.*, 2022a), nuestro valor obtenido fue de 0.84. Observamos que al duplicar el número de muestras; el número de especies encontradas en la alimentación de ambos felinos aumentó pues de 15 especies presa para jaguar y 20 especies presa para puma reportadas por Piña-Covarrubias *et al.* (2022a), nosotros reportamos 24 y 26 especies presa respectivamente (únicamente las identificadas hasta especie). Sin embargo, a pesar de la diferencia de diversidad de especies presa, el pecarí de collar, el

armadillo, el coatí y los venados no cambiaron de posición al colocarse en ambos estudios como los más consumidos y que aportan mayor biomasa en la alimentación de ambos felinos, con nuestros resultados agregamos que los temazates (*Mazama* sp.) forman parte principal de la alimentación de los jaguares al ser de los más frecuentes en su alimentación y aportar un 8.4% de la biomasa total consumida.

En el caso de la Reserva Ecológica El Edén, el traslape de nicho alimentario obtenido fue mayor (0.92) a lo reportado por Ávila-Nájera *et al.* (2018) (0.77); sin embargo, coincidimos en la existencia de traslape de nicho alimentario alto. En su estudio reportaron que los jaguares se alimentan de 15 especies presa y el puma de 11 especies presa. En nuestros resultados el número de especies presa aumentó para ambos felinos: 21 especies presa para jaguar (únicamente las identificadas hasta especie) y 21 especies presa para puma, donde las tres especies presa cuya biomasa se presentó en mayor medida para el jaguar son: el pecarí de collar, el venado temazate y el venado cola blanca; en comparación con Ávila-Nájera *et al.* (2018) solo el venado cola blanca no figura dentro de las primeras cinco especies presa más consumidas. Para el caso del puma, nuestros resultados coinciden en que el pecarí de collar se coloca como la presa con mayor biomasa consumida, seguido por el venado cola blanca, pero difiere en la tercera presa que mayor biomasa aportada, nosotros encontramos que el coatí se sitúa en un tercer lugar y el venado temazate en un cuarto; a pesar de ello, coincidimos en que estas cuatro especies son primordiales en su dieta. Esta comparación nos permite observar que no hay una diferencia notoria en las presas principales consumidas, aun cuando, con un mayor número de muestras obtuvimos una mayor diversidad de presas para ambos felinos.

Con base a los resultados obtenidos en las tres escalas estudiadas, la hipótesis planteada de que “El jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*), en la Península de Yucatán presentan en promedio tamaños corporales diferentes, por lo que se espera que los jaguares se alimenten de especies de presas de tamaño más grande que los pumas. Ello se verá reflejado en la biomasa de las presas, es decir los jaguares se alimentarán de mayor biomasa que los pumas”, **no se cumplió**,

dado que se encontró que tanto pumas como jaguares obtienen mayor biomasa de presas de tamaño grande y posteriormente de presas de tamaño mediano, así mismo, el jaguar no presenta una marcada diferencia entre la biomasa adquirida por presas grandes o medianas a nivel regional y nivel local, por el contrario, en las tres escalas el puma presenta una notoria diferencia en la biomasa aportada por categoría de peso consumiendo en mayor medida especies de talla grande.

A nivel Región Norte de la Península de Yucatán notamos que sí existe una diferencia en la biomasa consumida entre jaguar y puma, donde en el periodo 1 (2009 + 2011), el jaguar consumió más biomasa a diferencia del puma. También existe una diferencia entre sitios ya que en el mismo periodo en la REEE se presentó un mayor consumo en biomasa por parte de ambos felinos en comparación con el ACPEZ, lo anterior puede estar ligado a la disponibilidad y abundancia de presas en los sitios (Oliveira, 2002).

Para el caso de la segunda hipótesis “Los felinos de tamaño corporal grande consumirán una mayor biomasa, por lo que esperamos que exista un gradiente de biomasa siendo los ocelotes (*Leopardus pardalis*), los que consuman una mayor biomasa, seguidos por el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) y por último los tigrillos (*Leopardus wiedii*), no pudimos comprobar debido a una baja cantidad de muestras obtenidas de felinos pequeños.

Nuestros resultados en las tres escalas estudiadas evidencian que los hábitos alimentarios de los grandes felinos como el jaguar y del puma se concentran en mamíferos silvestres de tamaño mediano y grande, con una mínima presencia de especies pequeñas (Figura 27), tanto en frecuencia de consumo como en %BRC. Estos resultados concuerdan con lo reportado para jaguares y pumas (Oliveira, 2002; Scognamillo *et al.*, 2003; Azevedo, 2008, Gómez-Ortiz y Monroy-Vilchis, 2013).

Encontramos que el ocelote consumió un mayor número de especies de talla pequeña; sin embargo, para nuestros resultados a nivel regional, el pecarí de collar proporcionó la mayor biomasa en la alimentación del ocelote. Se ha demostrado

que el ocelote consume en mayor medida especies de talla pequeña y mediana, con baja presencia de especies de talla grande como venado cola blanca y pecarí de collar (De Villa *et al.*, 2002; Moreno *et al.*, 2006); no obstante, se sugiere que el consumo de especies de talla grande puede ser efecto de la liberación competitiva (Moreno *et al.*, 2006) o por uso de carroña (De Villa *et al.*, 2002). El bajo tamaño de muestra obtenida para el análisis de la alimentación del ocelote, no nos permitió observar si el uso del pecarí de collar es un comportamiento constante en su alimentación o consumo ocasional debido al uso como carroña, por lo que solo se muestra como una caracterización de su alimentación.

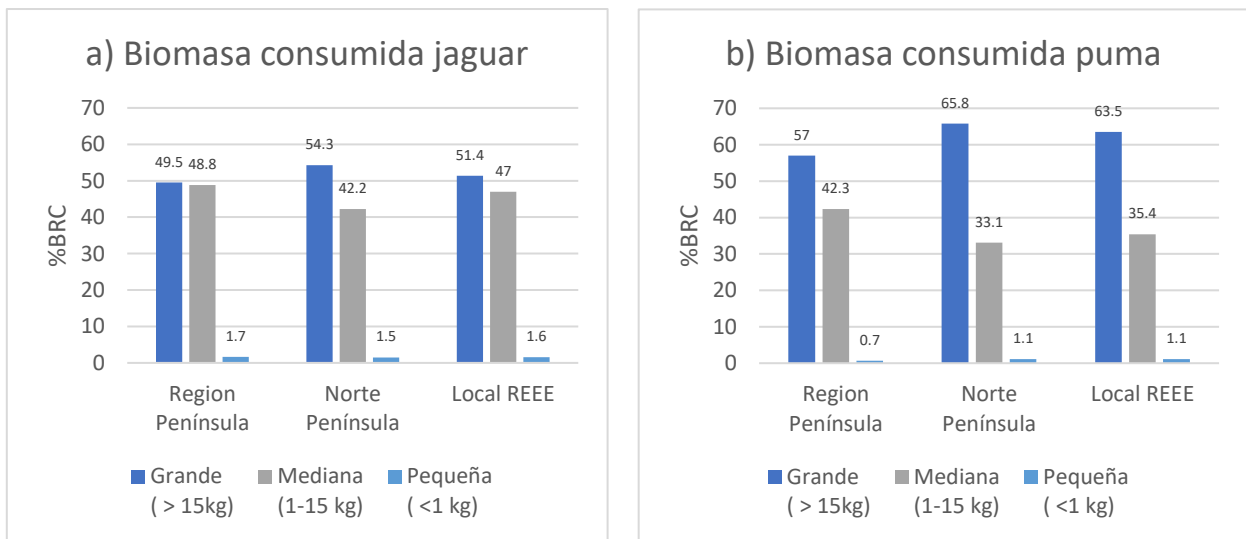


Figura 27. Comparación entre el porcentaje de la frecuencia de consumo y el porcentaje de Biomasa Relativa Consumida (%BRC) de presas por a) jaguar (*Panthera onca*) y b) puma (*Puma concolor*), de acuerdo a la clasificación de peso de las presas, en la Península de Yucatán.

Los artiodáctilos forman parte principal en la alimentación de los felinos grandes en la Península de Yucatán en las tres escalas estudiadas. Esta observación ha sido reportada por otros autores donde el pecarí del collar, el venado cola blanca y el temazate fueron las presas altamente consumidas por jaguares y pumas (Núñez *et al.*, 2000; Oliveira, 2002; Hernández-SaintMartin *et al.*, 2015; Ávila-Nájera *et al.*, 2018; Piña-Covarrubias *et al.*, 2022a). Para las tres escalas presentadas en este trabajo, el pecarí de collar fue la presa más consumida por el jaguar y puma. Cabe destacar que a escala regional y región norte de la Península de Yucatán la suma

de la frecuencia y biomasa de venado cola blanca y Cervidae se posicionan por arriba del pecarí de collar.

Se considera que el jaguar y puma son cazadores oportunistas que consumen las presas disponibles en su ambiente (Weckel *et al.*, 2006), por lo que sus hábitos alimentarios pueden llegar a variar dependiendo de la escala observada (Oliveira, 2002). Al presentar tamaños corporales similares, el uso de las presas puede presentarse de manera semejante; sin embargo, se ha demostrado que los jaguares seleccionan en mayor medida presas de tamaños más grandes como lo es el pecarí de collar, aún por arriba de su disponibilidad (Scognamillo *et al.*, 2003; Weckel *et al.* 2006), esto puede estar asociado a la mayor capacidad morfológica para cazar pecaríes (Del Moral-Sachetti *et al.*, 2011) en contraste con el puma. Para nuestras dos escalas más pequeñas utilizadas, el armadillo fue frecuentemente más consumido por el jaguar, éste consumo también puede estar asociado a las capacidades morfológicas del jaguar que le permite manipular presas con escudos por lo que el tiempo de manipulación es menor (Novak *et al.*, 2005).

El armadillo se posicionó dentro de las primeras cinco especies presa más consumidas y que aportan mayor biomasa en felinos grandes (en las tres escalas) siendo una especie presa común en su alimentación (Aranda, 1994; Aranda y Sánchez-Cordero 1996; Núñez *et al.* 2000; Weckel *et al.* 2006, Azevedo y Murray 2007; Foster *et al.* 2010; Rueda *et al.* 2013; Ávila-Nájera *et al.* 2018; Piña-Covarrubias *et al.*, 2022a). Según lo observado por Miranda *et al.* (2018) el armadillo puede aportar mayor energía en comparación con otras especies de talla mediana, pudiendo ser una de las razones de su mayor consumo entre los felinos grandes. Las aves, los peces y los reptiles no contribuyeron significativamente en la alimentación del jaguar ni a la del puma, sugiriendo que son especies presa ocasionales.

Durante el estudio solo se encontraron tres excrementos con rastros de animales domésticos: un excremento con rastros de ganado vacuno y uno de ganado bovino consumidos por jaguar y otro excremento con rastros de un cánido consumido por puma. De acuerdo con lo descrito por Hoogesteijn (2001) y Polisar *et al.* (2003), el no consumir algún tipo de presa doméstica puede ser indicativo de la estabilidad y

abundancia de presas naturales en el área por lo que los ataques de ganado son poco frecuentes o incluso inexistentes, de manera indirecta podemos inferir que las poblaciones de presas de las zonas estudiadas no presentan gran nivel de perturbación, por ende, el consumo de presas domésticas es mínimo. Algunos estudios donde se describe que el forrajeo de jaguar y puma están en función del tiempo, el espacio, la disponibilidad y abundancia de las presas (Emmons, 1987; Sunquist *et al.*, 1989; Núñez *et al.*, 2000) y que en ocasiones su comportamiento puede cambiar debido a factores antropogénicos que impactan directamente a los felinos o a la abundancia de sus presas (Azevedo, 2008; Novack *et al.*, 2005). Por lo que complementar este estudio con otro tipo de metodologías podría arrojar mejores resultados sobre el comportamiento acerca del consumo de especies domésticas.

En este estudio, los excrementos recolectados fueron identificados genéticamente, los cuales, en su mayoría pertenecieron a pumas y jaguares, y una mínima cantidad a ocelote y tigrillo. La identificación de estos excrementos en campo no pudo realizarse con éxito debido a la falta de elementos que nos permitieran la asociación con algún tipo de felino, así como la gran semejanza entre excrementos imposibilitando distinguir diferencias. Por lo que, este tipo de observaciones durante la identificación del excremento sugiere y coincide con otros autores donde se recomienda el uso de técnicas moleculares para la identificación de la procedencia del excremento (Farell *et al.*, 2000; Rueda *et al.*, 2013), en especial cuando se utilizan para realizar estudios sobre hábitos alimentarios de felinos y se trabaja con especies simpátricas. Dichas técnicas nos ayudarán a evitar cometer errores en adjudicar especies presa y con ello impactar en los verdaderos requerimientos del carnívoro.

Una de las limitaciones que encontramos al realizar las extracciones genéticas es el estado de degradación del ADN (Taberl *et al.*, 1999; Pilgrim *et al.*, 2005) causado por la exposición del excremento a condiciones ambientales previas a su encuentro en campo, reduciendo así la cantidad de muestras identificadas. Por otra parte, en la identificación de presas consumidas a partir de remantes encontrados algunos de los excrementos no presentaron algún remanente identificable,

deduciendo que estas solo se componían de músculo de la presa, por lo tanto, se redujo aún más el número de muestras para el estudio de la alimentación, tomando esto último en consideración al evaluar el tamaño del esfuerzo de muestreo para futuros estudios de alimentación de felinos.

Los estudios realizados en México sobre hábitos alimentarios para felinos que han ocupado técnicas de identificación con métodos moleculares (alta confiabilidad) han utilizado tamaños de muestra que van desde los 22 a 84 excrementos para jaguar y de 11 a 54 excrementos para puma (Amín, 2004; Rueda *et al.*, 2013; Hernández-SaintMartín *et al.*, 2015; Ávila-Nájera *et al.*, 2018; Alcaraz 2017; Piña-Covarrubias *et al.*, 2022a). Gómez-Ortiz *et al.* (2016) reportaron los tamaños de muestra más grandes para felinos pequeños: tigrillo ( $n = 16$ ), ocelote ( $n = 21$ ) y jaguarundi ( $n = 42$ ). En este trabajo se logró trabajar los hábitos alimentarios para jaguar y puma con un tamaño de muestra grande en comparación a lo reportado ( $n > 83$  y  $n > 93$  respectivamente) (Anexo 2). Para el caso de las tres escalas estudiadas la cobertura de nuestra muestra representó un poco más del 90% de la riqueza de especies presas que se pueden encontrar en la dieta del jaguar y puma.

Cabe resaltar que el uso de métodos moleculares para la identificación del felino también nos permitió obtener el sexo e individuo y, con ello realizar el primer acercamiento sobre la descripción de la alimentación de jaguar y puma aunado al dimorfismo sexual. La identificación del sexo de los felinos puede ser importante para conocer si existen diferencias significativas con relación al tipo y frecuencia de especie presa consumida, pues al presentar tamaños corporales diferentes y selección de hábitat sobrepuestos temporalmente (Cavalcanti y Gese, 2009; Conde *et al.*, 2010), se pudieran presentar distintos grados de competencia intraespecífica e incluso una competencia interespecífica con alguna especie simpátrica.

Sunquist y Sunquist (1989) mencionaron que había nulos estudios alrededor de los felinos que investigaran esta asociación; sin embargo, consideraron difícil la competencia intraespecífica debido a su sistema social temporal y espacialmente disperso, e identificaron que los machos podrían tener un efecto positivo sobre las hembras reduciendo las pérdidas de presas al evitar que otro macho se establezca

en la misma área. Se han realizado algunos trabajos sobre dieta de carnívoros y dimorfismo sexual, Bianchi *et al.* (2014) observaron que en el coatí y el zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*) el dimorfismo sexual no genera cambios en su dieta, muy parecido a lo descrito por Begg *et al.* (2003) para el tejón de la miel (*Mellivora capensis*) para los que no se encontraron diferencias. Gonzalez-Borrajo *et al.* (2016) mostraron que existe una mayor superposición espacial de manera intersexual que intrasexual para jaguares y pumas, lo anterior deja abierta una pregunta para conocer si existe un traslape de nicho alimentario entre hembras de jaguar vs pumas machos, dado que la similitud del tamaño corporal pudiera estar asociado al tipo de presa cazada.

Nuestros resultados muestran que los pumas machos presentan mayor frecuencia de consumo sobre presas de tamaño grande (> 15 kg), esto también puede verse reflejado en la BRC donde las presas de talla grande aportan hasta un 75% de biomasa en su alimentación. En contraste, las hembras frecuentaron presas de tamaño mediano, donde en términos de biomasa las presas de talla mediana aportan un 51.1 % mientras que las presas grandes un 44.9%.

Para el caso de jaguares hembras el bajo número de muestras obtenidas (2 de 44) no nos permitió inferir sobre las especies presa consumidas frecuentemente. El bajo número de muestras de hembras de jaguar encontradas en campo puede ser producto del tipo de muestreo sistemático dónde solo utilizamos caminos, brechas y senderos ya establecidos. Palomares *et al.* (2012) detectaron que los jaguares machos suelen ocupar estos caminos y senderos en mayor proporción que las hembras, debido a que su dispersión propicia una mayor movilidad, mientras que las hembras al ser más territoriales evitan los caminos (Conde *et al.*, 2010), tienen menor movilidad (Soares *et al.*, 2006), conllevando a obtener un mayor número de excrementos procedentes de machos durante el muestreo. Por otra parte, los pumas machos y hembras suelen usar de manera similar los caminos y senderos; no obstante, las hembras de puma suelen evitar en mayor medida los encuentros con jaguares, por lo que el número de muestras de machos pudiera ser un tanto mayor (Palomares *et al.*, 2012).

En el caso de jaguares machos, el tamaño de muestra nos permitió identificar que existe una mayor frecuencia de consumo de presas de tamaño mediano y posteriormente presas de tamaño grande, dichos datos también se ven reflejados en la cantidad de BRC, dónde, las presas de talla mediana aportaron la mayor cantidad de biomasa (52%) en comparación con las presas grandes (45.9%).

Encontramos interesante y necesario considerar para próximas investigaciones sobre hábitos alimentarios de felinos: la cantidad de área muestreada, el número de excrementos y conocer de cuantos individuos realmente provienen nuestras muestras, para evitar cometer el error de describir la alimentación de poblaciones de felinos cuando solo se tiene un número mínimo de individuos, debido a que a partir de este estudio se observó que las muestras colectadas en ocasiones pertenecían al mismo individuo, donde a nivel regional se obtuvieron 44 excrementos de jaguar y se describió la alimentación de 13 individuos machos y 2 individuos hembras, para el caso del puma con 59 excrementos recolectados se describió la alimentación correspondiente a 21 individuos hembras y 14 individuos machos.

## CONCLUSIONES

Concluimos que sí existe traslape alto de nicho alimentario entre jaguares y pumas en la Península de Yucatán a tres escalas estudiadas; local, regional y peninsular. Nuestros resultados documentan gran parte de la diversidad y riqueza de las especies presa que pueden encontrarse en los hábitos alimentarios de los grandes felinos en la Península de Yucatán.

El análisis practicado para los hábitos alimentarios de felinos a tres escalas en la Península de Yucatán mostró que el jaguar consume 25 especies presa y el puma 26 especies (considerando aquellos componentes identificados solo hasta nivel especie). Especies presa como el pecarí de collar, venado cola blanca, temazate, armadillo y coatí se consideran las presas con mayor aporte en biomasa (mayor al 5 %) y también son presas compartidas por ambos felinos, impactando así en el valor del traslape obtenido.

Es posible que la disponibilidad de las especies compartidas sea abundante; sin embargo, complementar este estudio con abundancia y disponibilidad de presas por medio de fototrampeo pudiera apoyar aún más nuestros resultados. Consideramos de importancia la protección de las principales presa consumida así como aquellas otras en categorías de tamaño mediano y grande, debido a que son muy importantes en la alimentación para los felinos grandes por la asociación con sus capacidades morfológicas para cazar. Además de la protección de presas de tamaño mediano para la alimentación de felinos pequeños, que aunque con este estudio obtuvimos un reducido acercamiento a sus hábitos alimentarios, se nota una mayor frecuencia de presas de talla pequeña en su alimentación.

Los resultados sobre la alimentación de pumas hembras, y pumas y jaguares machos es el primer estudio sobre las diferencias en sus hábitos alimentarios a partir del dimorfismo sexual. Como primer acercamiento se observó que los jaguares machos consumieron presas medianas y grandes de manera semejante sin una marcada diferencia; por el contrario, los pumas machos frecuentan presas

de tamaño grande mientras que las hembras consumen frecuentemente presas de talla mediana.

Se espera que la información generada a través de este trabajo puede aportar argumentos para la toma de decisiones ante esfuerzos de conservación y manejo de recursos a nivel local o incluso regional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaraz, B. A. M. 2017. Hábitos alimentarios de felinos en San Ignacio, Sinaloa. Proyecto Terminal. Universidad Autónoma Metropolitana, Lerma de Villada, México. Pp 55.
- Amín, O. M. A. 2004. Patrones de alimentación y disponibilidad de presas del jaguar (*Panthera onca*) y del puma (*Puma concolor*) en la Reserva de la Biósfera Calakmul, Campeche. M. tesis. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México. Pp: 63
- Aranda, M. J., 1994. Importancia de los pecaries (*Tayassu* spp.) en la alimentación del jaguar (*Panthera onca*). Acta Zoológica Mexicana. 62: 11–22.
- Aranda, M. y Sánchez-Cordero, V. 1996. Prey spectra of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in tropical forest of Mexico. Studies of Neotropical Fauna and Environment. 31: 65-67.
- Ávila-Nájera, D. M., Palomares, F., Chávez, C., Tigar, B., y Mendóza, G. D. 2018. Jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) diets in Quintana Roo, México. Animal Biodiversity and Conservation. 41 (2): 257-266
- Ávila-Nájera, D. M., Chávez, C., Pérez-Elizalde, S., Palacios-Pérez, J., y Tigar, B. 2020. Coexistence of jaguars (*Panthera onca*) and pumas (*Puma concolor*) in a tropical forest in south–eastern Mexico. Animal Biodiversity and Conservation, 43(1), 55-66.
- Azevedo, F. C. C., 2008. Food habits and livestock depredation of sympatric jaguars and pumas in the Iguacu National Park area, south Brazil. Biotrópica. 40:494–500.
- Begg, C.M., Begg, K.S., Du Toit, J.T. y Mills, M.G.L. 2003, Sexual and seasonal variation in the diet and foraging behaviour of a sexually dimorphic carnivore, the honey badger (*Mellivora capensis*). Journal of Zoology, 260: 301-316.
- Bianchi, R. de C., Rosa, A. F., Gatti A., y Mendes, S. L. 2011. Diet of margay, *Leopardus wiedii*, and jaguarundi, *Puma yagouaroundi*, (Carnivora: Felidae) in Atlantic Rainforest, Brazil. *Zoology*. 28(1):127–32.

- Bianchi, R., Campos, R. C., Xavier-Filho, N. L., Olifiers N., Gompper, M. E., y Mourao G. 2014. Intraspecific, interspecific, and seasonal differences in the diet of three mid-sized carnivores in a large neotropical wetland. *Acta Theriologica*. 59: 13-13.
- Carbone, C., Mace, G. M., Roberts, S. C., y MacDonald, D. W. (1999). Energetic constraints on the diet of terrestrial carnivores. *Nature*. 402: 286-8.
- Carbone, C., Pettoirelli, N., & Stephens, P. A. (2011). The bigger they come, the harder they fall: body size and prey abundance influence predator-prey ratios. *Biology letters*, 7(2): 312–315.
- Cassaigne, I., Medellín, R. A., Thompson, R. W., Culver, M., Ochoa, A., Vargas, K., Childs, J. L., Sanderson, J., List, R. y Torres-Gómez, A. 2016. Diet of pumas (*Puma concolor*) in Sonora, México, as determined by GPS kill sites and molecular identified scat, with comments on jaguar (*Panthera onca*) diet. *The Southwestern Naturalist*. 61:125-132.
- Cavalcanti, S. M. C. y Gese, E. M. 2009. Spatial Ecology and Social Interactions of Jaguars (*Panthera onca*) in the Southern Pantanal, Brazil. *Journal of Mammalogy*. 90(4): 935-945.
- Ceballos G. 2014. *Mammals of Mexico*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Ceballos, G., y List, R. 2014. Orden Carnívora. Capítulo 7. Pp. 497-575. En Ceballos, G. *Mammals of Mexico*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Ceballos, G., Zarza, H., González-Maya, J. F., de la Torre, J. A., Arias-Alzate, A., Alcerreca, C., Barcenas, H. V., Carreón-Arroyo, G., Chávez, C., Cruz, C., Medellín, D., García, A., Antonio-García, M., Lazcano-Barrero, M. A., Medellín, R. A., Moctezuma-Orozco, O., Ruiz, F., Rubio, Y., Luja, V. H. y Torres-Romero, E. J. (2021). Beyond words: From jaguar population trends to conservation and public policy in Mexico. *PloS one*, 16(10): e0255555.

- Chakrabarti, S., Jhala, Y. V., Dutta, S., Qureshi, Q., Kadivar, R. F., y Rana V.J. 2016. Adding constraints to predation through allometric relation of scats to consumption. *Journal of Animal Ecology*. 85: 660–670.
- Chao, A., Ma, K. H., and Hsieh, T. C. (2016) iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. Program and User's Guide published at [http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software\\_download/](http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/)
- Chávez, C., Ceballos, G., y Amín, M. 2007. Ecología poblacional del jaguar y sus implicaciones para la conservación en la Península de Yucatán. En Ceballos, G., C. Chávez, R. List y H. Zarza (Editores). *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pp. 259.
- Chávez, C., y Zarza, H. 2009. Distribución potencial del hábitat del jaguar y áreas de conflicto humano-jaguar en la península de Yucatán *Revista Mexicana de Mastozoología* (13): 46-62.
- Chinchilla, F. A. 1997 La dieta del jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Felis concolor*) y el manigordo (*Felis pardalis*) (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. *Revista Biológica Tropical*. 45: 1223–1229.
- Cinta- Magallón, C. C., Bonilla-Ruiz, C. R., Alarcón, D. I., y Arroyo-Cabrales J., 2012. Dos nuevos registros de margay (*Leopardus wiedii*) en Oaxaca, México, con datos sobre hábitos alimentarios. *Cuadernos de Investigación UNED*. 4: 33- 40
- CONABIO. 2021. Enciclovida. Disponible en línea: <https://enciclovida.mx/>
- Conde, D. A., Colchero, F., Zarza, H., Christensen, J. N. L., Sexton, J. O., Manterola, C., Chávez, C., Rivera, A., Azuara, D. y Ceballos, G. 2010. Sex matters: Modeling male and female habitat differences for jaguar conservation. *Biological Conservation*. 143:1980-1988.

- Debelica, A., y Thies, L. M. 2009. Atlas and Key to the Hair of Terrestrial Texas Mammals. Museum of Texas Tech University. 55: 1-101
- Azevedo, F. C. C., 2008. Food habits and livestock depredation of sympatric jaguars and pumas in the Iguacu National Park area, south Brazil. *Biotropica* 40:494–500.
- Azevedo, F. C. C. y Murray, D. L. 2007. Spatial organization and food habits of jaguars (*Panthera onca*) in a floodplain forest. *Biological Conservation* 137:391–402.
- De la Torre, J. A., y De la Riva, G. 2009. Food habits of pumas (*Puma concolor*) in a semiarid región of central Mexico. *Mastozoología Neotropical*. 16(1): 211-216.
- Del Moral-Sachetti, J.F., Lameda-Camacaro, F. I., Vázquez, J. S. y Zenteno-Cárdenas, R. 2011. Fuerza de mordedura y estrés mandibular en el jaguar (*Panthera onca*) durante la depredación de pecaríes (Artiodactyla: Tayassuidae) mediante la fractura de sus cráneos. *Acta Zoológica Mexicana*. 27(3): 757-776.
- De Villa, M. A., Meyer, E. y López, G. C. A. 2002. Ocelot (*Leopardus Pardalis*) Food Habits in a Tropical Deciduous Forest of Jalisco, Mexico. *The American Midland Naturalist*. 148(1): 146-154.
- Di Bitetti, M. S., De Angelo, C. D., Di Blanco, Y. E., y Paviolo, A. (2010). Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. *Acta Oecologica*. 36: 403-412
- Estes, J. A., Terborgh, J., Brashares, J. S., Power, M. E., Berger, J., Bond, W. J., Carpenter, S. R., Essington, T. E., Holt, R. D., Jackson, J. B. C., Marquis, R. J., Oksanen, L., Oksanen, T., Paine, R. T., Pickett, E. K., Ripple, W. J., Sandin, S. A., Scheffer, M., Schoener, T. W., Shurin, J. B., Sinclair, A. R. E., Soulé, M. E., Virtanen, R. y Wardle, D. A. 2011. Trophic downgrading of planet earth. *Science*. 333: 301–306

- Emmons, L.H., 1987. Comparative feeding ecology of felids in a neotropical rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 20: 271–283.
- Faller-Mendez, J. C., Urquiza-Hass, T., Chávez, C., Johnson, S., Ceballos, G., 2005. Registros de mamíferos en la Reserva Privada el Zapotal, en el Noreste de la Península de Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9: 128-140.
- Farell, L. E., Roman, J. y Sunquist, M. E. 2000. Dietary separation of sympatric carnivores identified by molecular analysis of scats. *Molecular Ecology* 9: 1583-1590
- Flores-Villela, O. y Gerez, F. P. (1994). Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo.
- Foster R., Harmsen, B., Valdes, B., Pomilla, C. y Doncaster, C. 2010. The food habits of jaguars and pumas across a gradient of human disturbance. *Journal of Zoology*. 280: 309-318.
- García, E. 1998. Climas, escala 1:100000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- Garla, C. R., Setz, Z. F. E. y Gobbi, N. 2001. Jaguar (*Panthera onca*) Food Habits in Atlantic Rain Forest of Southeastern Brazil. *Tropical Biology & Conservation* 33: 691-696.
- Gómez-Ortiz. y O. Monroy–Vilchis, 2013. Feeding ecology of Puma *Puma concolor* in Mexican montane forests with comments about jaguar *Panthera onca*. *Wildlife Biology* 19: 179–187.
- Gómez-Ortiz, Y., Monroy-Vilchis, O. y Mendoza-Martínez, G. D. 2015. Feeding interactions in an assemblage of terrestrial carnivores in central México. *Zoological Studies*. 54:1-16.
- Gonzalez-Borrajo, N., López-Bao, J. V., y Palomares, F. 2016. Spatial ecology of jaguars, pumas, and ocelots: a review of the state of knowledge. *Mammal Review* 47: 62-75.

- Gotelli, N. J. y Entsminger, G. L. 2004. EcoSim: null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence and Kesity-Bear. Disponible en línea <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>
- Guerrero, S., Badii, M. H., Zalapa, S. S., y Flores, A. E. 2002. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del Estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 86: 119-137.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., y Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4: 9 pp
- Harmsen, J. B., Foster, J. R., Silver, C. S., Ostro, E. T. L., y Doncaster, C. P. 2009. Spatial and temporal interactions of sympatric jaguars (*Panthera onca*) and pumas (*Puma concolor*) in a neotropical forest. *Journal of Mammalogy*, 90(3): 612-620.
- Hearn, A. J., Cushman, S. A., Ross, J., Goossens, B., Hunter, L. T. B. y MacDonald, D. W. 2018 Spatio-temporal ecology of sympatric felids on Borneo. Evidence for resource partitioning? *PLOS ONE* 13(7): 1-25.
- Hernández-Ramírez, A. M. y García-Méndez, S. (2015). Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México / Diversity, structure and regeneration of the seasonally dry tropical forest of Yucatán Peninsula, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 63(3): 603–616.
- Hernández-SaintMartín A., Rosas-Rosas, O.C., Palacio-Núñez, J., Tarango-Arámbula, L.A., Clemente-Sánchez, F., y Hoogesteijn, A. L. 2015. Food habits of jaguar and puma in a protected area and adjacent fragmented landscape of northeastern México. *Natural Areas Journal* 35(2): 308-317.
- Hausman, L. A. 1920. Structural Characteristics of the Hair of Mammals. *The American Naturalist*. 54(635): 496–523.

- Hoogesteijn, R., 2001. Manual on the problems of depredation caused by jaguars and pumas on cattle ranches. Workshop on survey protocols and method of standardization for research on jaguars. Tikal, Guatemala: Wildlife Conservation Society. 1- 35
- Instituto Nacional de Ecología. 2021. Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Calakmul. México. Pp 1-273
- Jaksic, F., y Marone, L., 2007. Ecología de Comunidades, segunda edición ampliada. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Jardine, W. 1834. Naturalist's Library. Vol. 2., Mammals, Felidae: 266 pp.
- Karanth, K.U., y Sunquist, M.E. 2000. Behavioral correlates of predation by tiger (*Panthera tigris*), leopard (*Panthera pardus*) and dhole (*Cuon alpinus*) in Nagarhole, India. Journal Zoology. 250:255-265.
- Kohn M. H., y Wayne R.K. 1997 Facts from feces revisited. Trends in Ecology & Evolution. 12, 223–227.
- Linnaeus, C. 1758. Systema Naturae per regna tri naturae secundum clasiss, ordines, genera, especies cum characteriebus, differentiis synonymis loci. (Décima edición). Laurentii Salvii, Stocolmo, 824 pp
- Loveridge, A., Wang, S. W., Frank, L., y Seidensticker, J. 2010. People and wild felids: conservation of cats and management of conflicts. Pp.161–195 En: *Biology and conservation of wild felids*. MacDonald, D. W. y Loveridge, A. J. (Eds.) New York: Oxford University Press.
- MacDonald D, W., Loveridge, A. J., y Nowell, K. 2010. Dramatis personae: an introduction to wild felids. Pp. 3–58. En: *Biology and conservation of wild felids*, MacDonald, D. W. y Loveridge, A. J. (Eds.) New York: Oxford University Press.
- Menchaca, A., Rossi, N. A., Froidevauz, J., Dias-Freedman, I., Caragiulo, A., Wultsch, C., Harmsen, B., Foster, R., De de Torre, A., Medellín, R. A., Rabinowitz, S., y Amato, G. 2019. Population genetic structure and habitat connectivity for jaguar (*Panthera onca*) conservation in Central Belize. BMC Genetics. 20:100.

- Miranda, E. B. P., Jácomo, A. T. de A., Tôrres, N. M., Alves, G. B., y Silveira, L. 2018. What are jaguars eating in a half-empty forest? Insights from diet in an overhunted Caatinga reserve. *Journal of Mammalogy*. 99(3): 724–731
- Monroy-Vilchis, O., y Rubio-Rodríguez, R. 2003. Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca.
- Moreno, R. S., Kays, R. W., y Samudio, R. Jr., 2006. Competitive release in diets of ocelot (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. *Journal of Mammalogy*. 87 (4):808-816
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. y Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403(6772): 853–858.
- Ellis, E. A., Navarro-Martínez, A. y García-Ortega, M. 2021. Drivers of forest cover transitions in the Selva Maya, Mexico: Integrating regional and community scales for landscape assessment. *Land Degradation & Development*. 32(10): 3122-3141.
- 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 the hunted and non-hunted sites within the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. *Journal of Zoology*. 267: 167-178.
- Núñez, R., Miller, B. y Lindzey, F. 2000. Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, Mexico. *Journal Zoology London*. 252: 373–379.
- Núñez, R., Miller, B. y Lindzey, F. 2002. Ecología del jaguar en la reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. En: *El Jaguar en el Nuevo Milenio*: 107–126. Medellín, R.A., Equihua, C., Chetkiewicz, C.L.B., Crawshaw, P.G., Rabinowitz, A., Redford, K.H., Robinson, J.G., Sanderson, E.W. & Taber, A. (Eds). México City: Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México, Wildlife Conservation Society.

- Oliveira, T.G., 2002. Ecología comparativa de la alimentación del jaguar y el puma en el Neotrópico, Pp. 265-288. En: El jaguar en el nuevo milenio Medellín, R. A., Equihua, C., Chetkiewicz, C. L. B., Crawshaw, P. G., Rabinowitz, A., Redford, K. H., Robinson, J. G., Sanderson, E. W., y Taber, A. B. (Eds.) Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México/ Wildlife Conservation Society, Distrito Federal
- Palomares, F., Roques, S., Chávez, C., Silveira, L., Keller, C., Sollmann, R., Mello, P. D., Carignano, T. P., Andrados, B., Godoy, J. A., De Alemida, J. A. T., Mundim, T. N., Malzoni, F. M., y López-Bao, J. V. 2012. High Proportion of Male Faeces in Jaguar Populations. PLOS ONE, 7(12): e52923
- Palomares, F., Fernández, N., Roques, S., Chávez, C., Silveira, L., Keller, C., y Andrados, B. 2016. Fine-Scale Habitat Segregation between Two Ecologically Similar Top Predators. PLOS ONE, 11(5): e0155626
- Pech-Canché, J. M., Sosa-Escalante J. E., y Koyoc C. M. E. 2009. Guía para la identificación de mamíferos no voladores del estado de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva época)*, 13: 7-33.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizards communities. *Annual Rev. Ecol. System.* 4: 53-74.
- Pilgrim, K. L., Mckelvey, K. S., Riddle, A. E. y Schwartz, M. K. 2005. Felid sex identification based on noninvasive genetic samples. *Molecular Ecology Notes*, 5 (1): 60-61.
- Piña-Covarrubias, E., Chávez, C., Chapman, M. A., Morales, M., Elizalde-Arellano, C. y Doncaster., P. 2022a. Ecology of large felids and their prey in small reserves of the Yucatán Peninsula of Mexico. *Journal of Mammalogy*, 104(1): 115-127.
- Pina-Covarrubias, E., Chávez, C., & Doncaster, C. P. 2022b. Knowledge of Wildlife, Hunting, and Human-felid Interactions in Maya Forest Communities of the Northern Yucatán Peninsula, Mexico. *Human Ecology*, 50(6): 1035-1045.

- Polisar, J., I. Maxit, D. Scognmillo, L. Farrell, M. E. Sunquist, and J.F. Eisenberg, 2003. Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological interpretations of a management problem. *Biological Conservation*, 109: 297–310.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en línea: <https://www.r-project.org/>
- Rabinowitz, A., y Nottingham, B. 1986. Ecology and behavior of the jaguar in Belize, Central America. *Journal of Zoology*, 210:149-159.
- Ripple, W. J., Estes, J.A., Beschta, R. L., Wilmers, C. C., Ritchie, E. G., Hebblewhite, M., Berger, J., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M. P., Schmitz, O. J., Smith, D. W., Wallach, A. D., Wirsing, A. J. 2014. Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, 343: 6167.
- Rodríguez-Castro, K. G., Saranholi, B. H., Bataglia, L., V. Blanck, D., y Galetti, P. M. 2018. Molecular species identification of scat samples of South American felids and canids. *Conservation Genetics Resources*, 12: 61-66.
- Roques, S., Adrados, B., Chávez, C., Keller, C., Magnusson, E., Palomares, F., Godoy, J. A., 2011. Molecular diagnostics and DNA taxonomy identification of Neotropical felid faeces using RCP–PCR. *Molecular Ecology Resources*, 11(1): 171–175.
- Rosas-Rosas O. C., Valdez, R., y Bender, L. C. 2008. Jaguar and puma predation on cattle calves in northeastern Sonora, México. *Rangeland Ecology and Management*, 61: 554-560.
- Rueda, P., Mendoza, G. D., Martínez, D., y Rosas-Rosas, O. C. 2013. Determination of the jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) diet in a tropical forest in San Luis Potosi, Mexico. *Journal of Applied Animal Research*, 41:484–489.

- Ruíz, B. H. L., Mandujano, A. L. M., Torres, M. S., Rivas, S. L., Díaz, H. M., y Lara, R. M. E. 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Calakmul. Instituto de Ecología, México. Pp 273.
- Rzedowski, J., 1990. Vegetación Potencial'. IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4000000. Instituto, de Geografía, UNAM. México.
- Sánchez, A. R. L., y Rebollar, D., S., 1999. Deforestación en la Península de Yucatán, los retos que enfrentar. *Madera y Bosques*, 5(2): 3-17.
- Sánchez, F., Gómez-Valencia, B., Álvarez, S. J., y Gómez-Laverde, M. 2008. Primeros datos sobre los hábitos alimentarios del tigrillo, *Leopardus pardalis*, en un bosque andino de Colombia. *Revista U. D. C. A. Actualidad & Divulgación Científica*, 11 (2): 101-107.
- Sanderson, E. W., Redford, K. H., Chetkiewicz, C., Medellín, R., Rabinowitz, A., Robinson, J., y Taber, A., 2002. Planning to save a species: the jaguar as a model. *Conservation Biology*, 61: 58–72.
- Schoener, T. W. 1974. Resource Partitioning in Ecological Communities. *Science*, 84:27-39.
- Schultz, G. 2003. Structure and Diversity of the Forest at the el Eden Ecological Reserve, In: *The Lowland Maya Area, Three Millennia at the Human-Wildland Interface*: 91-114 (A. Gómez-Pompa, Allen, M. F., Fredick, S., Jiménez-Osorio, J. J., Eds.). Binghamton, the Haworth Press, New York.
- Scognamillo, D., Maxit I. E., 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.
- Silva-Pereira, J. E., Moro-Rios, R. F., Bilski, D. R. y Passos, F. C. 2011. Diets of three sympatric Neotropical small cats: Food niche overlap and interspecies differences in prey consumption. *Mammalian Biology*, 76(3): 308-312.

- Soares, T. N., Telles, M. P.C., Resende, L. V., Silveira, L., Jacomo, A. T. A., Morato, R. G., Diniz-Filho, J. A. F., Eizirik, E., Brondani, R. P. V. y Brondani, C. 2006. Paternity testing and behavioral ecology: A case study of jaguars (*Panthera onca*) in Emas National Park, Central Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, 29: 735–740.
- Sosa-Escalante, J. E., Pech-Canché, J. M., MacSwiney, M. C., y Hernández-Betancourt, S. 2013. Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(3): 949–969.
- Sunquist, M. E., y Sunquist, F. C. 1989. Ecological Constraints on Predation by Large Felids. *Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution*. Springer, Boston, MA. 283–301.
- Sunquist, M.E., Sunquist, F. y Daneke, D. E. (1989). Ecological separation in a Venezuelan Llanos carnivore community. In *Advances in neotropical mammalogy*: 197–232. Redford, K.H. & Eisenberg, J.F. (Eds). Gainesville: Sandhill Crane Press.
- Taber, A.B., Novarro, A.J., Neris, N. y Colman, F.H. 1997. The food habits of sympatric jaguar and puma in the Paraguayan Chaco. *Biotropica*, 29: 204–213.
- Taberlet, P., Waits L.P. y Luikart, G. 1999. Noninvasive genetic sampling: look before you leap. *Trends in Ecology and Evolution*, 14, 323–327.
- Thornton, D., Zeller, K., Rondinini, C., Boitani, L., Crooks, C. B., Rabinowitz, A. y Quigley, H. 2016. Assessing the umbrella value of range-wide conservation network for jaguars (*Panthera onca*). *Ecological Applications*, 26(4): 1112–1124.
- Treves, A., y Karanth, K. 2003. Human-Carnivore Conflict and Perspectives on Carnivore Management Worldwide. *Conservation Biology*, 17(6): 1491-1499.

- Victoria, H. A. C. 2018. Análisis del nicho trófico del jaguar y puma (Carnivora, Felidae) en la Sierra Norte de Oaxaca, México. M. Tesis, Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. Pp. 130
- Vidal-Zepeda, R. 1990. Precipitación media anual. En Precipitación, IV.4.6. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1 :4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Wang E. 2002. Diets of Ocelots (*Leopardus pardalis*), Margays (*L. wiedii*), and Oncillas (*L. tigrinus*) in the Atlantic Rainforest in Southeast Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 37(3): 207- 212.
- Weckel, M., Giuliano, W. y Silver, S. 2006. Jaguar (*Panthera onca*) feeding ecology: Distribution of predator and prey through time and space. *Journal of Zoology*. 270 (2006): 25-30.

## ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies presa de jaguar, puma y ocelote de la Península de Yucatán. Presas de talla grande (> 15 kg), talla mediana (1-15 kg) y talla pequeña (< 1kg).

Tamaño	Peso Kg	Presa	Nombre común	Tamaño	Peso Kg	Presa	Nombre común
Mediana	6.75	<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador	Mediana	4	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo
Mediana	6.7	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	Pequeña	0.06	<i>Marmosa sp</i>	
Pequeña	1.2	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle tropical	Mediana	14.25	<i>Mazama sp.</i>	Temazate
Mediana	1.2	<i>Bassariscus sp.</i>	Cacomixtle	Mediana	3.58	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado
Grande	38.5	<i>Boa constrictor</i>	Boa	Mediana	4.67	<i>Nasua narica</i>	Coatí
Grande	175	<i>Bos taurus</i>	Ganado vacuno	Pequeña	0.21	<i>Neogale frenata</i>	Comadreja cola larga
Mediana	13	<i>Canis familiaris</i>	Perro doméstico	Grande	35.28	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
Mediana	13	<i>Canis sp</i>		Mediana	4.75	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental
Grande	24.77	<i>Cervidae</i>	Cérvidos	Pequeña	0.46	<i>Ototylomys phyllotis</i>	Rata trepadora orejas grandes
Mediana	2.25	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín tropical	Grande	40	<i>Ovis sp.</i>	
Mediana	2.72	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo de espalda blanca sureño	Grande	48	<i>Panthera onca</i>	Puma
Mediana	4.75	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Pequeña	0.35	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatroojos gris
Pequeña	0.005	<i>Cryptotis mayensis</i>	Musaraña de orejillas yucateca	Mediana	3.6	<i>Potos flavus</i>	Martucha
Mediana	6.5	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuinle	Mediana	6	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
Mediana	3.33	<i>Dasyprocta punctata</i>	Agutí cebtroamericano	Grande	42	<i>Puma concolor</i>	Puma
Mediana	3.58	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	Pequeña	0.162	<i>Sigmodon toltecus</i>	Rata algodónera
Mediana	2.48	<i>Didelphis sp.</i>	Tlacuache	Pequeña	0.546	<i>Spilogale angustifrons</i>	Zorrillo manchado sureño
Grande	18.18	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	Pequeña	0.88	<i>Sylvilagus sp.</i>	
Mediana	2.48	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño	Pequeña	0.88	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano
Mediana	2.48	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	Mediana	5.42	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero
Mediana	4.58	<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte	Grande	220	<i>Tapirus sp.</i>	Tapir
Pequeña	0.071	<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón de abazones	Grande	29.6	<i>Tayassu pecari</i>	Pecarí de labios blancos
Pequeña	0.5	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pecho quebrado escorpión	Mediana	4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
Mediana	12	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote				

Anexo 2. Estudios en México que han registrado el traslape de nicho alimentario (Índice de Pianka) en excrementos de jaguar y puma. Con identificación de excrementos de baja y alta confiabilidad.

Método identificación / Autor	Sitio de estudio	Temporalidad	Puma (n)	Jaguar (n)	Índice Pianka
<b>Baja confiabilidad (Asociación)</b>					
Núñez <i>et al.</i> , 2000	Chamela-Cuixmala, Jalisco	1995 a 1998	65	50	0.84
Victoria 2018	Santiago Comaltepec, Oaxaca	2016 a 2017	7	16	0.46
<b>Alta confiabilidad (Ácidos biliares y extracción ADN)</b>					
Amín 2004	Calakmul, Campeche	1998 - 2000	30	84	0.82
Rueda 2013	Tamasopo, San Luis Potosí	2007 - 2008	23	30	0.93
Hernández-SaintMartín <i>et al.</i> , 2015	Sierra de Abra-Tanchipa, San Luis Potosí	2010 y 2012	22	43	0.57
Ávila-Nájera <i>et al.</i> , 2018	El Edén, Quintana Roo	2011 y 2012	23	26	0.77
Alcaraz 2017	San Ignacio, Sinaloa	2012	29	11	0.61
Piña-Covarrubias <i>et al.</i> , 2022a	El Zapotal, Yucatán y El Edén, Quintana Roo	2015 y 2016	49	53	0.86
Este estudio 2023	El Edén, Quintana Roo	2009,2011, 2012,2013,2015 y 2016	83	104	0.92
		(Ávila-Nájera <i>et al.</i> ,2018 y Piña-Covarrubias <i>et al.</i> , 2022 incluidos en los datos.)			
	Región Norte (El Zapotal, Yucatán y El Edén, Quintana Roo)	2012, 2013, 2015 y 2016 (Piña-Covarrubias <i>et al.</i> , 2022 incluido en los datos.)	137	115	0.84
	Región Península de Yucatán (2009 y 2011)	2009 y 2011	116	95	0.80



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

# ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00229

Matrícula: 2212801335

Ecología trófica de felinos en la Península de Yucatán, México.

En la Ciudad de México, se presentaron a las 13:00 horas del día 14 del mes de marzo del año 2024 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. JOAQUIN ARROYO CABRALES  
DR. DAVID VALENZUELA GALVAN  
DR. OCTAVIO CESAR ROSAS ROSAS  
DR. HELIOT ZARZA VILLANUEVA

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretario el último, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN BIOLOGÍA

DE: ABIGAIL MARISOL ALCARAZ BARRANCO

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

APROBAR

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.



ABIGAIL MARISOL ALCARAZ BARRANCO

ALUMNA

REVISÓ

MTRA. ROSALIA SERRANO DE LA PAZ  
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBS

DR. JOSE LUIS GOMEZ OLIVARES

PRESIDENTE

DR. JOAQUIN ARROYO CABRALES

VOCAL

DR. DAVID VALENZUELA GALVAN

VOCAL

DR. OCTAVIO CESAR ROSAS ROSAS

SECRETARIO

DR. HELIOT ZARZA VILLANUEVA