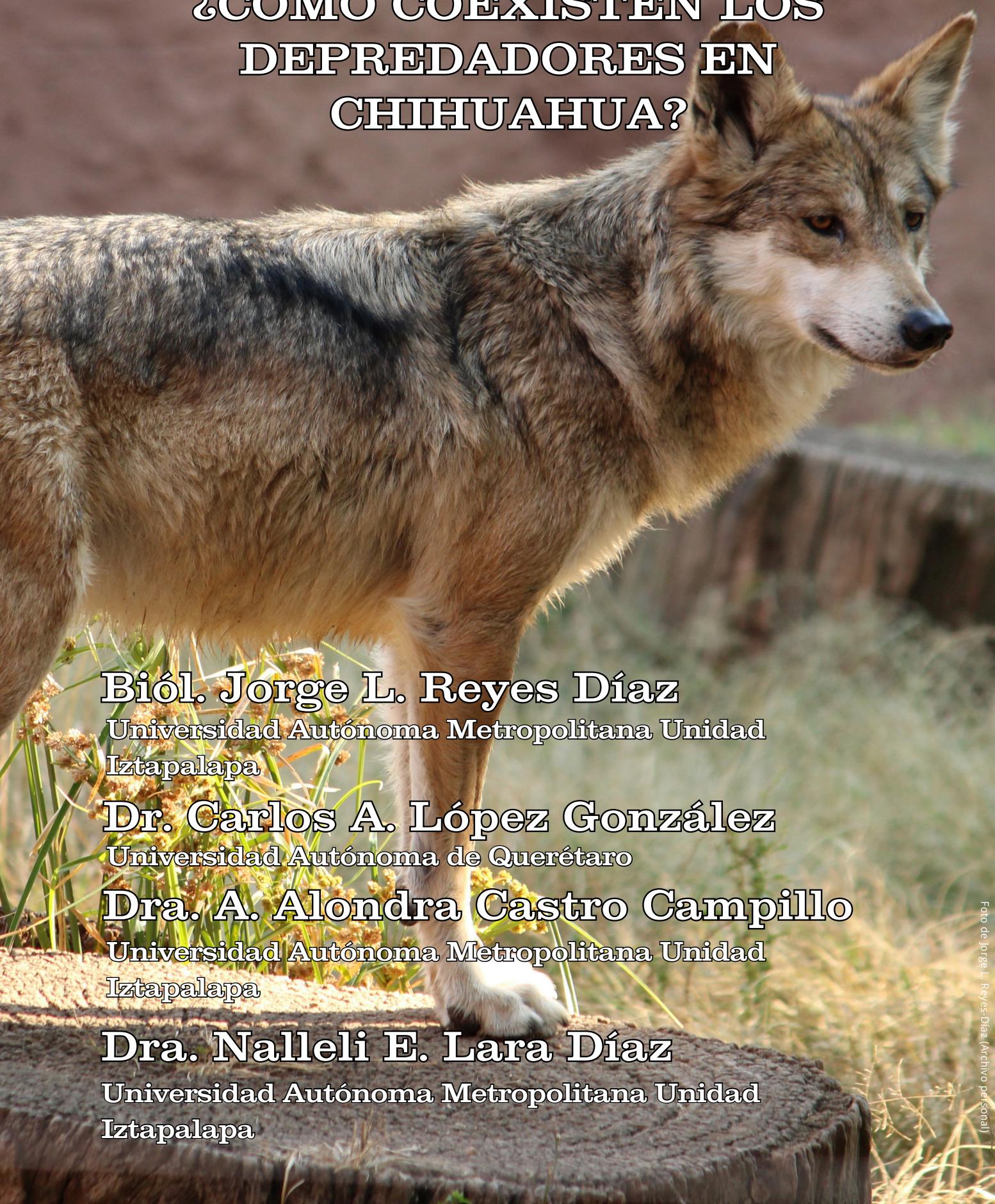


ENTRE DIENTES Y GARRAS: ¿CÓMO COEXISTEN LOS DEPREDADORES EN CHIHUAHUA?



Biól. Jorge L. Reyes Díaz

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
Iztapalapa

Dr. Carlos A. López González

Universidad Autónoma de Querétaro

Dra. A. Alondra Castro Campillo

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
Iztapalapa

Dra. Nalleli E. Lara Díaz

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
Iztapalapa

Abstract

Northwestern Chihuahua hosts five enigmatic predators that feed on the flesh of their prey to survive, though when the latter are scarce, they also take advantage of other resources such as plants and insects. Although at first glance predators share a great diversity of food items, interaction network analyses suggest that each predator may prefer certain prey combinations (modules), thus allowing Mexican wolves, coyotes, black bears, pumas and bobcats to coexist, maintaining the ecosystem balance. Community-based studies of carnivores may be key to their conservation in Mexico.

Keywords: Carnivore community; feeding competition; trophic modularity; white-tailed deer.

Resumen

El noroeste de Chihuahua alberga cinco enigmáticos depredadores que se alimentan de la carne de sus presas para sobrevivir, pero cuando éstas escasean, aprovechan otros recursos como plantas e insectos. Aunque a simple vista los depredadores comparten una gran diversidad de componentes alimentarios, los análisis con redes de interacción sugieren que cada uno de ellos podría preferir determinadas combinaciones de presas (módulos), permitiendo así que lobos mexicanos, coyotes, osos negros, pumas y gatos monteses coexistan, manteniendo el equilibrio del ecosistema. El estudio comunitario de los carnívoros puede ser clave para su conservación en México.

Palabras clave: Comunidad de carnívoros; competencia alimentaria; modularidad trófica; venado cola blanca.

Introducción

El noroeste del territorio mexicano

suele ser retratado como un enorme desierto inhóspito en el que solo las especies más resistentes pueden sobrevivir. Sin embargo, la región también posee grandes extensiones de matorrales, pastizales, e incluso bosques tropicales y templados que resguardan una asombrosa biodiversidad (NALCMS-CEC, 2023). Tanto así, que posee la comunidad de carnívoros depredadores más grande de todo el país (Figura 1; López-González y García-Mendoza, 2024), en donde destaca la presencia de gatos monteses (*Lynx rufus*), ocelotes (*Leopardus pardalis*), pumas (*Puma concolor*), jaguares (*Panthera onca*), osos negros (*Ursus americanus*), coyotes (*Canis latrans*) y lobos mexicanos (*C. lupus baileyi*). Una comunidad tan grande de depredadores requiere de una comunidad mucho mayor de presas para alimentarse, las cuales incluyen vertebrados y otros recursos disponibles en el medio tales como insectos, hongos o productos de origen vegetal (e. g., hojas, tallos, frutos, etc.). En este sentido, encontrar alimento en una región con tanta variabilidad de paisajes y rica en biodiversidad no debería suponer un problema para los depredadores. No obstante, en el último par de siglos el medio silvestre ha sido sometido a constantes cambios derivados de la presencia de una sola especie: los seres humanos.

Los humanos hemos provocado un gran deterioro en todos los ecosistemas del mundo. La constante expansión de los asentamientos humanos, la sobreexplotación de recursos forestales, mineros y acuáticos, así como el desarrollo de prácticas agropecuarias para producir nuestros propios alimentos se han traducido en procesos de gran impacto ecológico como el calentamiento global, la contaminación,

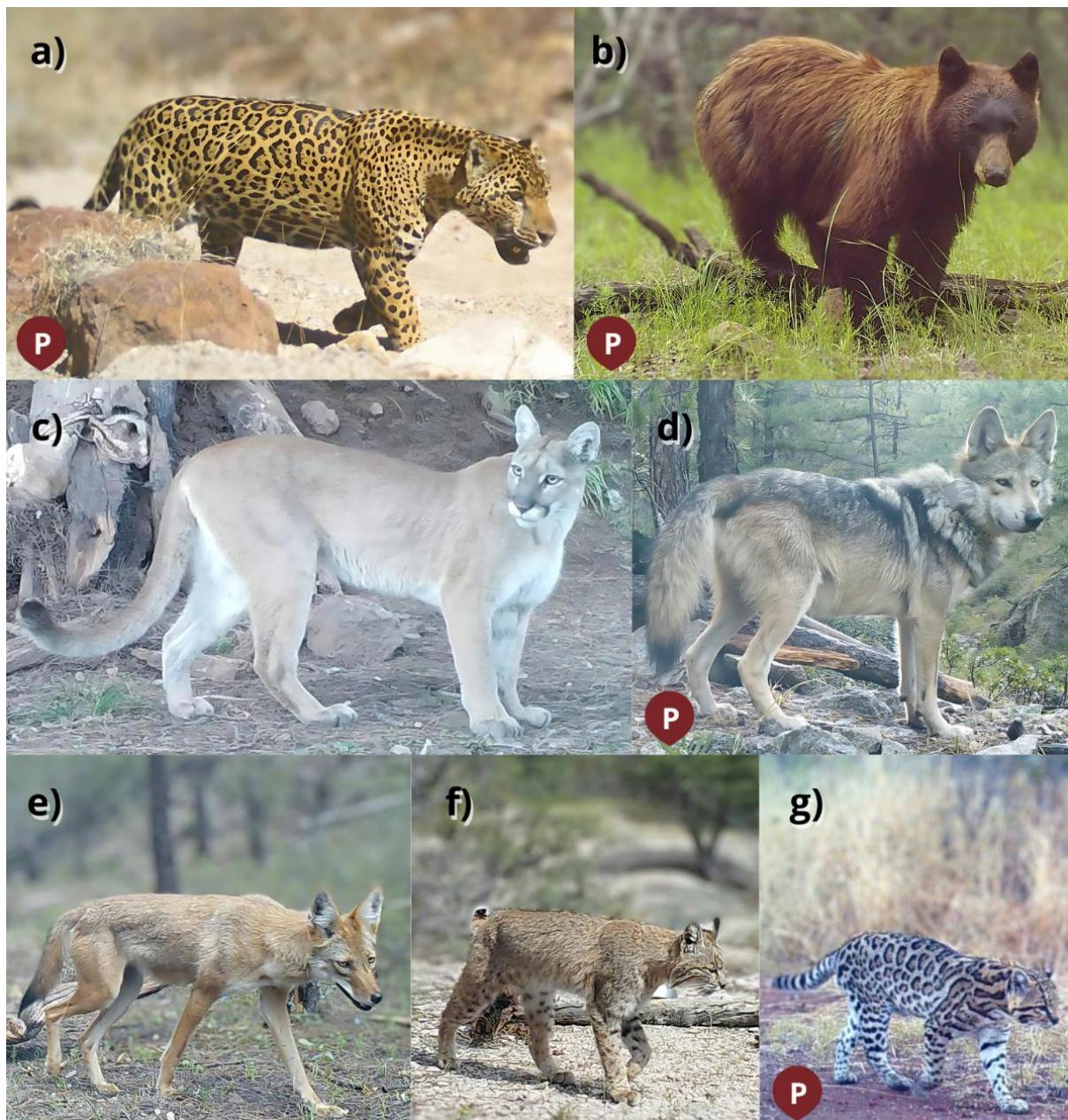


Figura 1: Comunidad de carnívoros depredadores del noroeste de México: a) jaguar, b) oso negro, c) puma, d) lobo mexicano, e) coyote, f) gato montés y g) ocelote. La “P” indica que la especie se encuentra actualmente en “Peligro de extinción” en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fotografías: b – f, UAQ/ITZENI/CONANP; a, g, NJP/ACN.

la extinción de especies y el desmonte (eliminación de toda la vegetación de una zona; Reynosa Navarro, 2015). En el noroeste de México, la heterogeneidad del paisaje ha permitido aprovechar las grandes planicies para la producción agrícola, los bosques frondosos de las serranías y cañadas para la silvicultura y las grandes extensiones

de terreno para la producción extensiva de ganado bovino. Dichas prácticas productivas han reducido considerablemente el hábitat para muchas especies silvestres, obligándolas a utilizar áreas más pequeñas y remotas a la población humana (Inskip y Zimmermann, 2009); o bien, a superponer sus áreas con las actividades

humanas, aumentando la probabilidad de conflictos, particularmente con los depredadores. Contrario a la creencia de muchas personas que ven a los depredadores como 'fieras' que amenazan la vida de los seres humanos, los principales conflictos humano-depredador están representados por eventos de depredación y consumo de ganado (Flores-Armillas *et al.*, 2020). La situación provoca que los depredadores no sean bien recibidos por los productores ganaderos de la región, quienes en muchas ocasiones optan por eliminar a aquellas especies que amenazan a su ganado, tal como ocurrió con el oso plateado (*U. arctos nelsoni*), llevando a esta subespecie a su extinción en México y los Estados Unidos de América durante el siglo XX (Brown, 1983).

Diversos estudios en el mundo han demostrado una clara asociación entre la depredación de ganado y la poca disponibilidad de presas silvestres (Parsons *et al.*, 2022), la cual a su vez fue ocasionada por la destrucción de sus hábitats y por la insuficiencia de recursos alimentarios debido a la competencia con el ganado, o simplemente porque muchas de sus presas silvestres también son cazadas por los seres humanos, como son los venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venados bura (*O. hemionus*), borregos cimarrones (*Ovis canadensis*), pecaríes (*Dicotyles tajacu*), conejos (*Sylvilagus spp.*), guajolotes (*Meleagris gallopavo*), entre otras (SEMARNAT, 2024). Se podría suponer que la disminución de presas silvestres disponibles en la región provocaría una mayor competencia entre la comunidad de carnívoros, ya de por sí envueltos en una constante lucha por los recursos alimenticios disponibles.

Pero ¿esto es así? o ¿cómo es que diferentes especies de depredadores pueden coexistir en la misma región aún con los efectos que desencadenados por las actividades humanas? Los biólogos podemos investigar la dieta de los depredadores y conocer qué especies consumen, lo que nos permite comprender el funcionamiento de la comunidad de carnívoros en un área determinada, además de ayudarnos a tomar mejores decisiones para elaborar planes de manejo y conservación de los ecosistemas, sus comunidades y los hábitats de las especies silvestres.

¿Qué comen los depredadores y cómo lo sabemos?

La fauna silvestre, y en particular los grandes depredadores, son animales que suelen ser muy sensibles a la presencia humana, por lo que muchos de ellos casi siempre buscarán mantenerse alejados u ocultos por su propia seguridad y bienestar. La situación dificulta que podamos observar directamente a los depredadores consumiendo a sus presas (interacciones tróficas), y por tanto necesitamos utilizar otro tipo de métodos para conocer su dieta. Los análisis de dieta pueden seguir diferentes métodos; por ejemplo, en el pasado solían revisarse directamente los estómagos de los depredadores que habían sido cazados. Actualmente es más frecuente revisar sus excrementos con lo que nos aseguramos de no perturbar a los depredadores y a los ecosistemas (Alanis-Hernández *et al.*, 2024). Además, podemos recolectar un número representativo de muestras fecales para ayudarnos a identificar una mayor diversidad de presas... pero ¿cómo?

Los excrementos contienen información increíble, desde su tamaño y forma nos ayudan a suponer a qué tipo de depredador pertenecen, aunque eso

no siempre es suficiente. Para tener certeza de que se trata de la especie de depredador que suponemos, podemos realizar análisis genéticos. Mientras el excremento recorre el tracto digestivo del depredador, algunas de las células de su intestino quedan adheridas a la superficie del excremento, acarreando consigo su ADN o firma genética. Si logramos extraer y secuenciar el ADN en un laboratorio, podemos conocer con precisión a qué depredador pertenece el excremento analizado

(Monterroso *et al.*, 2019). Después de los análisis genéticos, podemos revisar directamente los excrementos y detectar los restos no digeridos de las presas que resguardan en su interior, tales como pelo y huesos, o incluso materia vegetal como restos de hojas o semillas (Figura 2), que utilizaremos para saber qué especies consumieron los depredadores (Alanis-Hernández *et al.*, 2024). Sabiendo esto, hablemos ahora sobre el noroeste de Chihuahua.



Figura 2: Ejemplos selectos de restos de componentes alimentarios no digeridos que se recuperaron de los excrementos de los depredadores: a) restos óseos de ratas y ratones; b) diferentes tipos de semillas; c) mechón de pelo de guardia de venado cola blanca; d) extremidades de un insecto. Fotografías: Jorge L. Reyes-Díaz.

La comunidad de carnívoros del noroeste de Chihuahua, México
Durante cinco años (2018-2022) colectamos más de 2000 excrementos de mamíferos depredadores en el noroeste del estado de Chihuahua. Al realizar

los análisis genéticos correspondientes, confirmamos que pertenecían a cinco especies de carnívoros que ahí habitan: coyotes, lobos mexicanos, osos negros, gatos monteses y pumas. Después de un exhaustivo lavado de los excrementos

y de la revisión de los componentes no digeridos, logramos identificar un total de 88 especies entre plantas (árboles, arbustos, hierbas) y animales (*e. g.*, insectos, reptiles, aves, pero principalmente mamíferos) en la dieta de esta comunidad de carnívoros.

A pesar del elevado número de especies en la dieta de los depredadores, algunas de ellas fueron muy raras en sus excrementos, por lo que supusimos que su frecuencia de consumo también era baja y solo fueron presas incidentales. Por lo tanto, redujimos nuestra lista de componentes alimentarios a las 48 especies más importantes en la dieta de la comunidad de carnívoros del noroeste de Chihuahua. Cabe destacar que los depredadores pueden consumir estas presas en diferentes proporciones, por lo que algunas pueden ser importantes para unos depredadores, pero no para otros. Lo anterior lo podemos visualizar y analizar a través de redes de interacción trófica.

Las redes de interacción y los secretos de la coexistencia

Las redes de interacción trófica son una herramienta bastante útil para observar cómo se distribuyen ecológicamente las especies de una comunidad para coexistir en el mismo tiempo y espacio (Del Val de Gortari, 2022). Las redes están conformadas por un conjunto de nodos y líneas: los nodos representan a cada una de las especies de la comunidad, mientras que las líneas que los unen representan la interacción entre depredadores y presas. Además, el grosor de la línea puede indicarnos el peso de la interacción, es decir, la frecuencia con que ocurre y por tanto su importancia relativa en la comunidad (Martínez-Falcón *et al.*, 2019).

Las redes de interacción son muy

comunes para evaluar comunidades mutualistas como ocurre en especies interactuantes que obtienen algún beneficio (*e. g.*, entre plantas y polinizadores). Sin embargo, el uso de redes de interacción antagónicas (*i. e.*, donde uno de los interactuantes se beneficia y el otro se ve perjudicado) suele ser raro, más aún cuando se trata de redes entre los depredadores y sus presas dentro de comunidades de mamíferos. Por ello, consideramos que utilizar estas redes de interacción no sólo es enriquecedor para analizar la ecología trófica de las comunidades de carnívoros, sino que además brindan una forma muy interesante de representar los resultados.

Para facilitar la visualización y representación de las presas en la red, agrupamos a los insectos, pequeños roedores (ratas, ratones y tuzas), ardillas (terrestres y arborícolas), conejos y zorrillos, lo que nos facilitó crear una red de interacción entre cinco depredadores y 27 componentes alimentarios (Figura 3). La red de interacciones nos permitió visualizar que los osos negros, pese a ser los depredadores de talla más grandes de la comunidad, suelen consumir con mayor frecuencia productos de origen vegetal e insectos, principalmente frutos de manzanita (*Arctostaphylos pungens*), encinos (*Quercus sp.*) y enebros (*Juniperus sp.*), mientras que los animales son raros en su dieta. Otros omnívoros en la comunidad son los coyotes, los cuales observamos que en la región suelen consumir con mayor frecuencia pequeños roedores, pero también presas grandes como venado cola blanca y ganado bovino (*Bos taurus*), lo que representa una mayor proporción de animales en comparación con otras localidades del país (Jensen *et al.*, 2022). Los pequeños roedores y conejos fueron las presas

principales de los gatos monteses y, sorpresivamente, también para los pumas, aunque estos depredadores de talla grande también consumieron con frecuencia venados y ganado bovino, como se ha demostrado en otras regiones de América (Karandikar *et al.*, 2022). Por último, los lobos mexicanos se especializaron en el consumo de presas de talla grande, tal como venados, ganado bovino y carne de cerdo doméstico, siendo esta última suplementada como parte de las estrategias para ayudarlos a re establecerse en vida libre (Reyes-Díaz *et al.*, 2024).



Figura 3: Red de interacción trófica ponderada entre cinco depredadores (1-5) y sus presas principales (6-29) en el norte de Chihuahua, México. El grosor de la línea representa la frecuencia de ocurrencia de la interacción. Las líneas verdes representan consumo frecuente y las azules consumo incidental o raro.

A pesar de la alta diversidad de presas que detectamos y el hecho de que casi todas son consumidas por los cinco depredadores del estudio (superposición de nicho), también observamos que existen grupos de presas o especies particulares (módulos) que son consumidas con mayor frecuencia por cada especie de depredador (modularidad de la red), lo cual sugiere la dependencia principal de cada depredador por tales módulos. En este sentido, podemos observar que los gatos monteses y pumas comparten

el mismo módulo, donde destaca la presencia de aves, conejos, pequeños roedores, carnívoros e incluso pecaríes (*Dicotyles tajacu*); los lobos mexicanos presentaron un módulo caracterizado por la presencia de ardillas, zorrillos listados (*Mephitis sp.*) y mamíferos de talla grande. Los coyotes presentaron el módulo más amplio donde destacaron diferentes especies de pequeños roedores, carnívoros y una alta diversidad de plantas, mientras que el módulo de los osos negros se distinguió por la presencia de plantas e insectos (Figura 4).

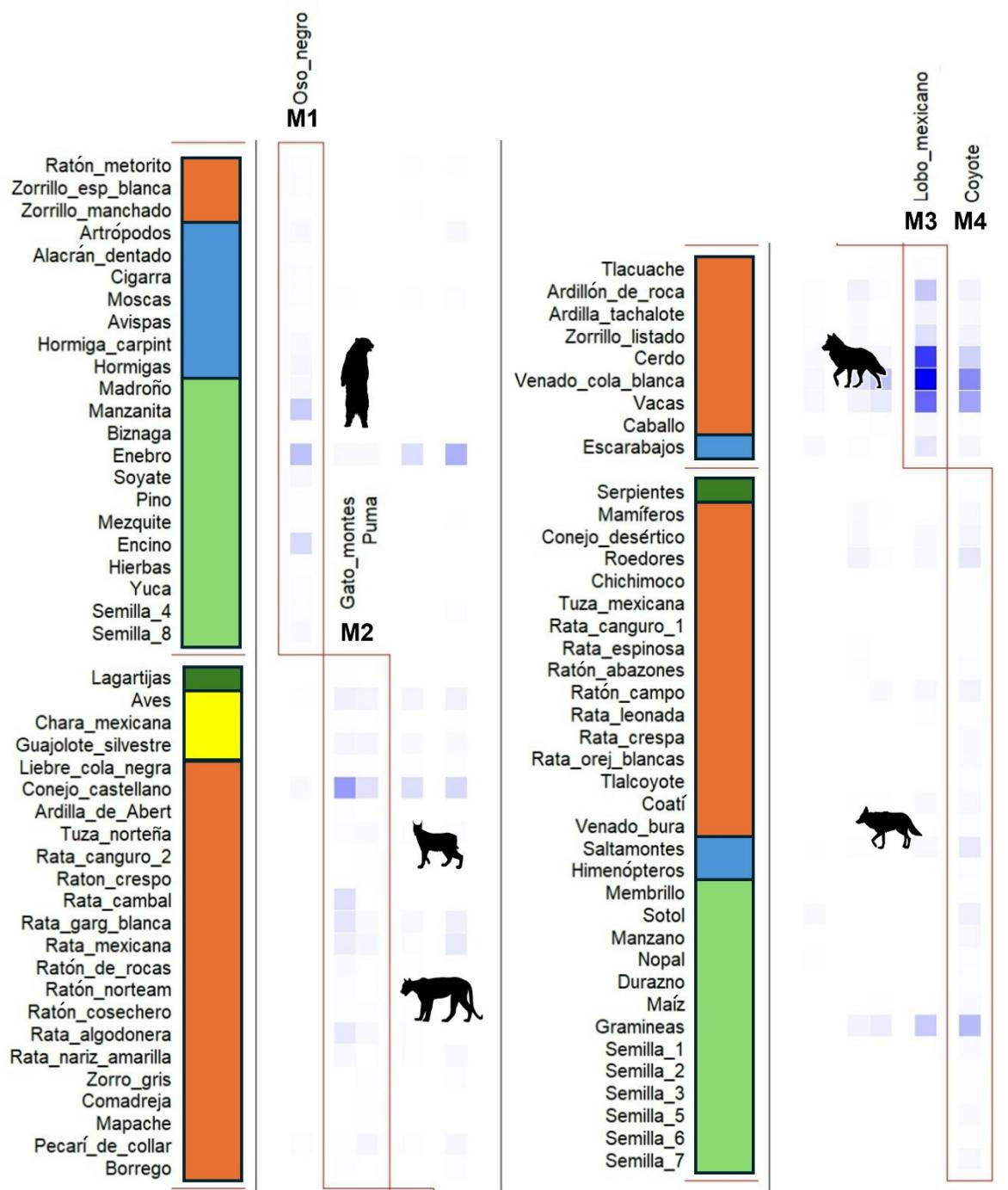


Figura 4: Módulos de presas detectadas para cada depredador en la comunidad del noroeste de Chihuahua, México. A la derecha del listado de presas, los recuadros de colores indican el tipo de componentes alimentario (mamíferos, naranja; aves, amarillo; reptiles, verde oscuro; artrópodos, azul y materia vegetal, verde claro; las semillas numeradas representan especies de plantas que no se pudieron identificar taxonómicamente). El recuadro rojo delimita a las especies que conforman el módulo (M1-M4) de componentes alimentarios para cada carnívoro y dentro de ellos, la intensidad de los cuadros de color azul representa la frecuencia de interacción entre el depredador y las presas (desde blanco = escasa frecuencia, hasta el azul marino = alta frecuencia).

La identificación de módulos puede mostrarnos parte del éxito de la comunidad de depredadores en el noroeste de Chihuahua, ya que cada uno puede ser más o menos dependiente de determinados recursos. Esta “repartición de presas” puede representar la clave para que una diversidad alta de depredadores coexista en la misma región. Aunque es claro que existen presas que son consumidas por los cinco depredadores como los pequeños roedores, conejos o incluso ardillas, una de las presas más importantes por su talla es el venado cola blanca. Los venados son una especie clave en la comunidad, ya que son consumidos por lobos, coyotes, pumas y en menor medida por gatos monteses y osos negros, siendo la presa silvestre más grande de la que se alimentan. La situación es muy parecida a lo que ocurre con el ganado bovino debido a que los depredadores pueden consumir becerros que son más pequeños y fáciles de capturar, aunque no debemos descartar la posibilidad de que los depredadores se alimenten de individuos que murieron por causas ajenas a la depredación como la sequía, la intoxicación con plantas, vejez y/o las enfermedades (Reyes-Díaz *et al.*, 2024). Curiosamente, encontramos semillas de frutos de enebro en los excrementos de todos los depredadores. Es bastante claro que los osos, coyotes e incluso lobos consumen estos frutos, ya que sus excrementos están repletos de sus semillas. Sin embargo, tanto en gatos monteses como pumas, la frecuencia de semillas y otras partes de plantas es menos frecuente, por lo que es probable que no las hayan ingerido directamente, ¡sino que se encontraran en los estómagos de sus presas principales (roedores y conejos)! de tal manera que así fue como terminaron en los excrementos de los felinos (Sarasola *et al.*, 2016).

Conclusión

El estudio de las comunidades de depredadores y presas en el noroeste de Chihuahua nos permite entender cómo todas estas especies logran coexistir en un ambiente diverso y cambiante. A través del análisis de redes de interacción, sugerimos que la repartición de recursos alimentarios y la especialización en ciertos grupos de presas puede ser la estrategia clave para mantener el equilibrio en las comunidades. Sin embargo, la presión antropogénica, que incide en la alteración y pérdida de hábitat, así como la persecución por la depredación de ganado, continúa representando un desafío para la conservación de los carnívoros. Nuestra investigación amplía el conocimiento sobre la ecología de los depredadores, pero también hace énfasis en implementar estrategias integrales de manejo y conservación. Necesitamos prestar atención a la biodiversidad del noroeste mexicano y establecer un enfoque colaborativo que considere las necesidades de las especies silvestres y de las comunidades humanas de la región, ya que incluso éstas pueden extrapolarse al noreste del país donde también se distribuyen las mismas especies de depredadores y algunas presas. Consideramos que si alcanzamos el balance entre estas prioridades podremos garantizar la supervivencia de las especies y los ecosistemas que habitan.

Agradecimientos

JLRD agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI; antes CONAHCYT) la asignación de la beca de maestría (CVU 2001187) para la realización del presente trabajo. Asimismo, NELD agradece a la SECIHTI por el apoyo otorgado a través del Programa

de Estancias Posdoctorales (CVU 270114). Conjuntamente, agradecemos el financiamiento y apoyo logístico de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Arizona Game Fish Department, Defenders of Wildlife, New Mexico Game and Fish Department, U.S. Fish and Wildlife Service, Wild Earth Guardians, y Soluciones Ambientales itzeni, A.C. También, la importante labor de los miembros del equipo técnico del proyecto de reintroducción de lobo mexicano, quienes fueron indispensables para la búsqueda y recolecta de muestras. A los dueños y personal de los predios particulares y ejidos que permitieron el acceso a sus propiedades para la búsqueda de rastros. Y a todas y todos los estudiantes de la licenciatura en Biología de la UAQ que ayudaron en el procesamiento de las muestras.

Referencias

- [1] Alanis-Hernández, L.A., Sánchez-Rojas, G. y Ramírez-Bravo, O.E., Entre hábitos y heces fecales: un vistazo a las dietas de los mamíferos carnívoros. *RDU*, 25[2], 2024, <http://doi.org/10.22201/cuaied.16076079e.2024.25.2.6>
- [2] Brown, D.E., *The Wolf in the Southwest: The Making of an Endangered Species*, University of Arizona Press, Tucson, 1983, 195pp.
- [3] Del Val de Gortari, E., Redes de interacciones para el estudio de la biodiversidad. *RDU*, 23[2], 2022, <http://doi.org/10.22201/cuaied.16076079e.2022.23.2.9>
- [4] Flores-Armillas, V.H., Valenzuela-Galván, D., Peña-Mondragón, J.L. y López-Medellín, X., Human-wildlife conflicts in Mexico: Review of status and perspectives. *Ecosis Regur Agropec*, 7[1], e2274, 2020, <https://doi.org/10.19136/era.a7n1.2274>
- [5] Inskip, C. y Zimmermann, A., Human felid conflict: a review of patterns and priorities world. *Oryx*, 43, pp.18-34, 2009, <https://doi.org/10.1017/S003060530899030X>
- [6] Karandikar, H., Serota, M.W., Sherman, W.C., Verta, G., Kremen, C. y Middleton, A.D., Dietary patterns of a versatile large carnivore, the puma (*Puma concolor*). *Ecol Evol*, 12[6], e9002, 2022, <https://doi.org/10.1002/ece3.9002>
- [7] Jensen, A.J., Marneweck, C.J., Kilgo, J.C. y Jachowski, D.S., Coyote diet in North America: geographic and ecological patterns during range expansion. *Mamm Rev*, 52[4], pp.480-496, 2022, <https://doi.org/10.1111/mam.12299>
- [8] López-González, C. y García-Mendoza, D., Mammals (Tetrapoda: Mammalia) of the Sierra Madre Occidental, Mexico: megadiversity in an area of high environmental complexity. *Acta Zool Mex (n.s.)*, 40[1], pp.1–35, 2024, <https://doi.org/10.21829/azm.2024.4012585>
- [9] Martínez-Falcón, A.P., Martínez-Adriano, C.A. y Dátilo, W., Redes complejas como herramientas para estudiar la diversidad de las interacciones ecológicas. En C.E. Moreno (Ed.). *La biodiversidad en un mundo cambiante: fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Pachuca, 2019, pp.265-283.

- [10] Monterroso, P., Godinho, R., Oliveira, T., Ferreras, P., Kelly, M.J., Morin, D.J., Waitts, L.P., Alves, P.C. y Mills, L.S., Feeding ecological knowledge: the underutilised power of faecal DNA approaches for carnivore diet analysis. *Mamm Rev*, 49[2], pp.97-112, 2019, <https://doi.org/10.1111/mam.12144>
- [11] North American Land Change Monitoring System – Commission for Environmental Cooperation (NALCMS-CEC), Land cover of North America. At 30 meters. Edition 1.0. Raster digital data. Canada Centre for Remote Sensing (CCRS), Canada Centre for Mapping and Earth Conservation (CCMEO), Natural Resources Canada (NRCan), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), and U.S. Geological Survey (USGS), 2023, <http://www.cec.org/north-american-land-change-monitoring-system/>
- [12] Parsons, M.A., Newsome, T.M. y Young, J.K., The consequences of predators without prey. *Front Ecol Environ*, 20[1], pp.31-39, 2022, <http://doi.org/10.1002/fee.2419>
- [13] Reyes-Díaz, J.L., Lara-Díaz, N.E., Camargo-Aguilera, M.G., Saldívar-Burrola, L.L. y López-González, C.A., The importance of livestock in the diet of Mexican wolf (*Canis lupus baileyi*) in northwestern Mexico. *Wildlife Biol*, 2024[6], e01272, 2024, <https://doi.org/10.1002/wlb3.01272>
- [14] Reynosa Navarro, E., *Crisis ambiental global. Causas, consecuencias y soluciones prácticas*. Múnich: GRIN Verlag GmbH, 2015, 50pp.
- [15] Sarasola, J.H., Zanón-Martínez J.I., Costán, A.S. y Ripple, W.J., Hypercarnivorous apex predator could provide ecosystem services by dispersing seeds. *Sci Rep*, 6, 19647, 2016, <http://doi.org/10.1038/srep19647>
- [16] Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Calendario de aprovechamiento de vida silvestre temporada 2024-2025*, 2024, <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/calendario-de-epocas-habiles-2024-2025>