



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

Facultad de Biología



Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas

Interacción de la actividad espacial y temporal del Puma (*Puma concolor*) con sus presas principales

Tesis que presenta

Biól. Carmina Alejandra Domínguez Monroy

como requisito parcial para obtener

el título profesional de Maestra en ciencias Biológicas

Director de tesis: Dr. Alejandro Salinas Melgoza

Coasesor: Dr. Rodrigo Núñez Pérez

Morelia, Michoacán

Febrero de 2026



DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Declaración de originalidad

El presente documento es producto del trabajo original de investigación de Carmina Alejandra Domínguez Monroy, estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas y respetando siempre los más altos estándares éticos solicitados por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Todos los datos de la investigación reportada en el presente documento de tesis (excepto los indicados explícitamente en el texto), fueron obtenidos por Carmina Alejandra Domínguez Monroy durante el periodo que fue estudiante de la Maestría en Ciencias Biológicas, bajo la Dirección del Dr. Alejandro Salinas Melgoza y la Co-Dirección del Dr. Rodrigo Núñez Pérez.

Morelia, Mich., a 18 de febrero de 2026

Biol. Carmina Alejandra Dominguez Monroy _____

Dr. Alejandro Salinas Melgoza _____

Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, UMSNH

DECLARATORIA

A mis padres, Rosa y Manuel, y a mi hermana, por seguir apoyando mi carrera científica, por inspirarme cada día y por no dejar que me rindiera en los momentos difíciles. A mi perrito, gracias por acompañarme fielmente durante las largas noches de trabajo.

“En cada huella, cada registro y cada encuentro con la vida silvestre, la naturaleza recuerda que aprender es un proceso que nunca termina.”

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la vida por permitirme llegar a este momento, rodeada de mis personas favoritas, quienes han sido mi fuerza y mi refugio a lo largo de este camino.

A mis padres, por su amor incondicional, por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por sostenerme en cada paso. A mi hermana, por su apoyo constante, por escucharme aun cuando no encontraba las palabras y por ayudarme a mantenerme firme y enfocada.

A mi novio, por caminar a mi lado en este proceso, por escucharme, contenerme en los momentos difíciles, ayudarme a sobrellevar el estrés y acompañarme con paciencia y amor en cada bajón emocional. Gracias por motivarme a no rendirme.

A mi director, el Dr. Salinas, por su guía, su paciencia, su apoyo y también por los regaños que me hicieron crecer. Gracias por aceptarme y por hacer posible que regresara a Masto.

A mi codirector, Rodrigo, por su orientación, disposición y por compartir su conocimiento a lo largo de este proceso. A mis sinodales, Eduardo, Octavio y Fernando, por sus valiosas observaciones y aportes que fortalecieron este trabajo.

A Lili, por su paciencia infinita con los trámites y por ayudarnos semestre tras semestre con cada proceso administrativo.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI, antes CONACYT), por la beca otorgada que hizo posible la realización de esta meta.

Al Proyecto Jaguar A.C., a COVDEC A.C., a la CONANP y a los monitores comunitarios, por su apoyo y por hacer posible el trabajo de campo.

A la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, por abrirnos sus puertas y permitirnos aprender de su riqueza natural.

A las especies que hicieron posible este estudio puma, venado cola blanca, armadillo, coatí y pecarí por recordarme la razón por la que elegí este camino y por ser parte invaluable de los ecosistemas de Michoacán.

A mis compañeros y amigos de maestría, Diana, Leo, Armando y Genaro, por compartir este proceso, entendernos sin palabras y apoyarnos en cada trámite, cada reunión y cada momento de estrés.

A mis Malandrinas, por permanecer a pesar del tiempo y la distancia.

A Elva, por estar cuando necesitaba una opinión sincera y por su amistad incondicional.

Y a Blaky, por su compañía silenciosa, su cariño infinito y por acompañarme en tantas noches largas de trabajo.

INDICE

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	2
DECLARATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
INDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
CAPITULO I.	10
INTRODUCCIÓN GENERAL	10
Depredador-Puma(<i>Puma concolor</i>) (Linnaeus, 1771).....	10
Presas.....	12
Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) (Zimmermann, 1780)	12
Pecarí de collar (<i>Dicotyles tajacu</i>) (Linnaeus, 1758)	12
Coatí o tejón (<i>Nasua narica</i>) (Linnaeus, 1766).....	13
Armadillo (<i>Dasypus. mexicanus</i>) Wilhelm Peters (1865).	13
LITERATURA CITADA.....	15
PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS.....	19
OBJETIVOS	20
General	20
Particulares	20
CAPITULO II.....	21
INTRODUCCIÓN	21
MÉTODOS	25
Área de estudio	25
Diseño de muestreo	27
Análisis de datos.....	28
Organización de los registros	28
Caracterización de patrón de actividad.....	28
Nivel de actividad.....	29
Abundancia relativa.....	29

Análisis del nivel de superposición de patrones de actividad entre regiones y estaciones	29
RESULTADOS	31
Variación temporal de los niveles de actividad diaria	32
Variación regional de los niveles de actividad diaria	32
Patrones de actividad diaria de las especies	33
Variación regional del patrón de Actividad	35
Variación regional de la coocurrencia espacial	36
Variación Estacional de la superposición del Patrón de Actividad	38
Variación temporal de la coocurrencia espacial	39
Índices de abundancia relativa	41
DISCUSIÓN	42
CONCLUSIONES	48
LITERATURA CITADA	49
ANEXOS	61
.....	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización de las zonas de muestreo.....	27
Figura 2 Nivel de actividad diaria de las especies registradas,	33
Figura 3 Superposición del patrón de actividad de la interacción puma-presa (Δ).	34
Figura 4 Relación entre la superposición de horario (Δ) y la coocurrencia espacial	35
Figura 5 Curvas de densidad de superposición horaria entre el puma y sus presas principales en las regiones RBZI y Costa.	37
Figura 6 Coeficientes del nivel de superposición del patrón de actividad (Δ) entre el puma y sus presas principales en la región RBZI y Costa.....	38
Figura 7. Curvas de densidad de superposición horaria entre el puma y sus presas principales durante las estaciones de secas y lluvias.....	40
Figura 8 Nivel de superposición del patrón de actividad del puma y sus presas principales durante la temporada de secas y lluvias.....	41

RESUMEN

Las interacciones depredador-presa son fundamentales para la estructura de los ecosistemas, manifestándose a través de ajustes espaciales y temporales que configuran un "paisaje del miedo". Los patrones de actividad definen el periodo del día en que un organismo satisface sus necesidades biológicas; en este sentido, las especies presa pueden ajustar su distribución horaria para reducir el riesgo de depredación. Además de la evasión temporal, las presas seleccionan el espacio en función de la seguridad, ya que existen áreas con distintos niveles de riesgo para la presa y de éxito para el depredador.

El objetivo de este estudio fue evaluar la superposición de los patrones de actividad y la coocurrencia espacial entre el puma (*Puma concolor*) y sus presas principales (venado cola blanca, pecarí de collar, coatí y armadillo) en dos regiones del Occidente de México: la Sierra Madre del Sur y la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo (RBZI). Mediante el uso de fototrampeo se obtuvieron 2,526 registros independientes. Los análisis revelaron una superposición temporal de moderada a alta; sin embargo, la coocurrencia espacial fue generalmente baja, lo que sugiere que la coincidencia en el tiempo es una condición necesaria pero no suficiente para predecir la depredación.

Se detectó un marcado efecto regional: en la Costa se registró una mayor actividad y superposición temporal, mientras que en la RBZI la interacción depredador-presa fue menor. Estacionalmente, la temporada de lluvias redujo la superposición temporal general, permitiendo a las presas optimizar su evasión, con excepción del armadillo, cuya superposición aumentó. Estos hallazgos demuestran que la interacción depredador-presa trasciende el grado de sincronía espacio-temporal, pues las condiciones ambientales locales y la disponibilidad de refugios modulan de manera crítica la dinámica conductual del sistema.

Palabras Clave: Evasión, depredación, miedo, riesgo, coocurrencia

ABSTRACT

Predator-prey interactions are fundamental to ecosystem structure, manifesting through spatial and temporal adjustments that shape a "landscape of fear." Activity patterns define the periods of the day during which an organism meets its biological needs; in this context, prey species can adjust their hourly distribution to reduce predation risk. In addition to temporal evasion, prey select space based on safety, as different areas offer varying levels of risk for the prey and success for the predator.

The objective of this study was to evaluate the overlap of activity patterns and spatial co-occurrence between the cougar (*Puma concolor*) and its primary prey (white-tailed deer, collared peccary, coati, and armadillo) in two regions of Western Mexico: the Sierra Madre del Sur and the Zicuirán-Infiernillo Biosphere Reserve (RBZI). Using camera trapping, 2,526 independent records were obtained. Analyses revealed a moderate-to-high temporal overlap; however, spatial co-occurrence was generally low, suggesting that temporal coincidence is a necessary but insufficient condition to predict predation.

A marked regional effect was detected: the Coast recorded higher activity and temporal overlap, while the RBZI showed a lower predator-prey interaction. Seasonally, the rainy season reduced overall temporal overlap, allowing prey to optimize their evasion, with the exception of the armadillo, whose overlap increased. These findings demonstrate that predator-prey interactions transcend the degree of spatio-temporal synchrony, as local environmental conditions and refuge availability critically modulate the behavioral dynamics of the system.

Key words: Evasion, predation, fear, risk, co-occurrence

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las interacciones depredador-presa son pilares fundamentales para el equilibrio de los ecosistemas (Moleón, 2012). Estas dinámicas actúan en dimensiones espaciales y temporales que moldean los patrones de actividad y el uso del hábitat de las especies involucradas (Levin, 1992; Murdoch y Steward-Oaten, 1975). Aparte del consumo directo, la presencia de los depredadores genera efectos no letales que inducen cambios conductuales, fisiológicos y morfológicos en las presas (Cresswell, 2008).

De acuerdo a la ecología del miedo, las presas perciben el riesgo en su entorno físico, creando un "paisaje del miedo" que las obliga a modificar sus horarios de actividad y selección de sitios de forrajeo para minimizar encuentros con el depredador (Laundré et al., 2001; Brown, 1999). Estas adaptaciones incluyen desde rasgos morfológicos de protección y huida como la armadura de los armadillos (*Dasypus mexicanus*) o las extremidades de los cervidos hasta ajustes en los patrones de actividad (diurnos, nocturnos o crepusculares) para reducir la superposición temporal con cazadores como el puma (*Puma concolor*) (Hut et al., 2012; Kronfeld-Schor y Dayan, 2003).

El puma es un depredador tope con una notable plasticidad conductual. Aunque es predominantemente nocturno y crepuscular, ajusta sus patrones de actividad en respuesta a factores antrópicos, ambientales y, crucialmente, a la disponibilidad de sus presas (Harmsen et al., 2011; Hernández-Saintmartin et al., 2013). Se ha observado que el grado de superposición temporal entre el puma y sus presas suele correlacionarse con la preferencia dietética: existe una mayor sincronía con presas prioritarias como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), y una menor coincidencia con especies menos preferidas o diurnas, como el coatí (*Nasua spp*) (Soria-Díaz et al., 2016). A continuación, se describen las características de las especies clave que se estudiaron en este trabajo.

Depredador-Puma(*Puma concolor*) (Linnaeus, 1771)

El puma pertenece a la familia Felidae y al orden Carnivora. En el continente americano, es el segundo felino más grande (Núñez y Miller, 2019). Los machos presentan un peso

promedio de entre 55 y 65 kg, mientras que las hembras oscilan entre los 35 y 45 kg. En cuanto a su longitud, los machos alcanzan de 2.2 a 2.3 m y las hembras de 2.0 a 2.1 m (Currier, 1983; Rosas y Nuñez 2014).

Morfológicamente, la especie posee orejas cortas y redondeadas, y una cola larga y cilíndrica que representa aproximadamente un tercio de la longitud total del individuo. El pelaje dorsal puede variar desde un café grisáceo claro hasta un café rojizo oscuro. El hocico, la parte posterior de las orejas y la punta de la cola son de color café oscuro o negro, mientras que la barbilla, el rostro y la zona ventral presentan un tono blanco cremoso (Currier, 1983).

El puma es un animal solitario, exceptuando las etapas de reproducción, la cual puede ocurrir en cualquier estación del año (Gittleman, 1986; Sunquist y Sunquist, 2002). El periodo de gestación tiene una duración aproximada de 89 días (Young y Goldman, 1946). Es una especie esquiva, tímida y predominantemente de hábitos nocturnos y crepusculares (Rabb, 1959, Rosas y Nuñez 2014), que tiende a evitar activamente el contacto humano (Sunquist y Sunquist, 2002).

Históricamente, su distribución abarca desde la región central de Canadá hasta el sur de Chile y Argentina, extendiéndose de costa a costa en Norteamérica. Su rango altitudinal es notable, encontrándose desde el nivel del mar hasta los 3,500 msnm en Norteamérica y hasta los 4,500 msnm en Sudamérica (Young y Goldman, 1946; Logan y Sweanor, 2001).

En México, el puma es el felino con mayor distribución, con presencia en todos los estados de la República (Chávez-Tovar, 2005). Habita una amplia diversidad de ecosistemas, que incluyen praderas, matorrales, selvas y desiertos (Rosas y Núñez, 2014), mostrando una preferencia por los bosques altos (40-60 metros) sobre los bajos (menor a 5 metros) (Hernández, 2006; Cruz, et, al, 2014). Sin embargo, sus poblaciones han disminuido debido a la fragmentación del hábitat, la caza furtiva (tanto de la especie como de sus presas) y conflictos con la actividad ganadera (Sunquist y Sunquist, 2002).

Como carnívoros estrictos, los pumas son depredadores generalistas y oportunistas, cuya dieta depende de la disponibilidad de presas en su entorno. Consumen principalmente mamíferos medianos y grandes (Emmons, 1987; Moreno et al., 2006; Caso et al., 2008) como

los Venados (*Odocoileus* spp.), temazate (*Mazama americana*); el Tepezcuintle (*Cuniculus paca*), serete (*Dasyprocta punctata*), Conejo (*Sylvilagus* spp.) Pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*), Armadillo (*Dasypus mexicanus*), coatí (*Nasua narica*) y reptiles como la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) (Núñez et al., 2000; Estrada, 2008 Rosas-Rosas et al., 2003; Chávez et al., 2007; Monroy-Vilchis et al., 2009).

Presas

Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (Zimmermann, 1780)

El venado cola blanca pertenece a la familia Cervidae. Se caracteriza por poseer cuello y patas largas, así como orejas grandes. Su pelaje es de color café castaño con coloración blancuzca en las zonas ventrales. Los machos presentan astas que mudan anualmente entre enero y marzo. Su tamaño oscila entre los 850 y 2100 mm, con un peso promedio muy variable que va de los 18 a los 215 kg (Galindo y Weber 2005, Nowak, 1991; Hall, 1981).

Es una especie de hábitos diurnos y crepusculares (Nowak, 1991). No suele formar grandes grupos; lo común es observar a la hembra adulta acompañada de dos generaciones de crías. Aunque pueden reproducirse durante todo el año, presentan picos de apareamiento entre los meses de octubre y enero. El periodo de gestación dura entre 195 y 212 días, ocurriendo la mayoría de los nacimientos entre los meses de abril y septiembre (Nowak, 1991).

En México, se distribuye en casi todo el país, exceptuando la península de Baja California (Galindo y Weber 2005)). Habita diversos ecosistemas, con preferencia por zonas boscosas que ofrecen refugio, aunque también se encuentra en pastizales, chaparrales, desiertos y bosques tropicales caducifolios (Álvarez-Romero y Medellín, 2005). Su alimentación es herbívora, basada en pastos, hongos, follaje y nueces (Galindo y Weber 2005).

Pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*) (Linnaeus, 1758)

El pecarí de collar pertenece a la familia Tayassuidae. Su tamaño va de los 93.2 a 103 cm y su peso de 15 a 28 kg (Sowls, 1997). El pelaje es una mezcla de negro, blanco y amarillo que le da una apariencia grisácea, destacando un collar de pelos blancos. Poseen colmillos largos que utilizan para excavar y para defensa (Sowls, 1997).

Forman grupos sociales de hasta 50 individuos. Sus colmillos también sirven para producir sonidos de advertencia. Se reproducen durante todo el año y su periodo de gestación es de entre 141 y 151 días (March, 2005).

Se distribuye desde el sur de Estados Unidos y la península de Yucatán hasta el norte de Argentina (Mason Romo et al., 2008). Es un animal omnívoro que consume principalmente frutos, materia vegetal, flores, semillas y raíces (Martínez-Romero y Mandujano, 1995).

Coatí o tejón (*Nasua narica*) (Linnaeus, 1766)

El coatí pertenece a la familia Procyonidae. Es de tamaño mediano con cabeza y nariz alargada y móvil. Sus orejas son cortas y redondeadas. El pelaje varía de rojizo a pardo oscuro y su cola anillada alcanza hasta el 75% de la longitud total del cuerpo (Kays, 2009).

Presentan una estructura social dividida: las hembras y crías forman grupos de hasta 25 individuos llamados "bandas", mientras que los machos adultos son solitarios (Gompper, 1995; Valenzuela, 2005). Son animales muy vocales que utilizan distintos sonidos para alertar sobre peligros o comunicarse. Los nacimientos suelen coincidir con las épocas de mayor disponibilidad de fruta (Smythe, 1970).

En México se encuentra en casi todos los estados, excepto en Baja California y las zonas más secas del Altiplano (Godínez-Navarro et al., 2008). Habita desde el nivel del mar hasta los 3,500 msnm en bosques templados, tropicales, desiertos y sabanas (Gompper, 1995). Su dieta es omnívora, incluyendo frutas, invertebrados y carroña.

Armadillo (*Dasypus. mexicanus*) Wilhelm Peters (1865).

El armadillo pertenece a la familia Dasypodidae. Se distingue por su coraza de placas óseas que le sirve de protección (Ramírez-Pulido et al., 2005). Es de talla mediana (650 a 800 mm) con un peso de 3 a 7 kg. Su color es café oscuro en el dorso y sepia amarillento en los costados (Escobar y Amezcua, 1981).

Es un animal de hábitos crepusculares y nocturnos que cava madrigueras de hasta 4 m de profundidad (Ceballos y Galindo, 1984). Se reproduce una vez al año a finales del verano; tras una gestación de 120 días, la hembra pare casi siempre cuatro gemelos monocigóticos (idénticos) (Núñez-Guzmán, 2025.).

Se distribuye desde Estados Unidos hasta Argentina. En México habita gran parte del país, con excepción el Altiplano central (Ceballos y Galindo, 1984). Prefiere zonas con suelos arenosos o arcillosos que faciliten la excavación (Núñez-Guzmán, 2025.). Se alimenta de insectos, frutos y pequeños reptiles (Núñez-Guzmán, 2025.).

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Brown, J. S., Laundré, J. W., y Gurung, M. (1999). The Ecology of Fear: Optimal Foraging, Game Theory, and Trophic Interactions. *Journal of Mammalogy*, 80(2), 385–399. <https://doi.org/10.2307/1383287>
- Caso, A., López-González, C. A., y Téllez-Valdés, O. (2008). Ecología y conservación del puma (*Puma concolor*) en México. *Mastozoología Neotropical*, 15(2), 275-288.
- Ceballos, G., y Galindo Leal, C. (2013). Mamíferos silvestres de la cuenca de México. SERBIULA (sistema Librum 2.0).
- Chávez-Tovar, J.C. 2005. Puma (*Puma concolor*). En: Ceballos G. y Oliva G. (eds.) Los mamíferos silvestres de México. CONABIO-UNAM-Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 364–367p
- Cresswell, W., 2008. Non-lethal effects of predation in birds. *Ibis*, 150(1), 3–17.
- Cruz, J., Méndez-Toribio, M., Cortés-Flores, J., Coba, P., Cornejo-Tenorio, G., y Ibarra-Manríquez, G. (2014). Estructura y diversidad de los bosques estacionales desaparecidos por la construcción de la presa Gral. Francisco J. Múgica, en la Depresión del Balsas, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 1216–1234. <https://doi.org/10.7550/rmb.33799>
- Currier, M. J. P. 1983. *Felis concolor*. *Mammalian Species* 200: 1–7.
- Emmons, L. H. (1987). Comparative feeding ecology of felids in a Neotropical rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 20(4), 271-279.
- Estrada, N. (2008). Los felinos de México: Ecología, distribución, y conservación. *Instituto de Ecología A.C.*

- Galindo Leal, C., y Weber, M. (1998). *El venado de la Sierra Madre Occidental: Ecología, manejo y conservación*.
- Gittleman, J.L., S.M. Funk, D. Macdonald, y R.K. Wayne 2001. *Carnivore Conservation*. Cambridge University Press, London. 675p.
- Godínez-Navarro, E., A. Río-Vélez, H. Covarrubias-Legaspi, y R. Velázquez-López. 2008. *Guía de mamíferos de Arcediano*. Gobierno del Estado de Jalisco. Guadalajara, México.
- Gompper, M., Gittleman, J., Wayne, R. 1997. Genetic relatedness, coalitions and social behaviour of white-nosed coatis, *Nasua narica*. *Animal Behaviour*, 53(4), 781-797.
- Hall, R. 1981. *The mammals of North America*, Vol. I. John Wiley y Sons. I. Nueva York.
- Harmsen, B. J., Foster, R. J., Silver, S. C., Ostro, L. E. T., y Doncaster, C. P. (2011). Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey species in southern Belize. *Journal of Zoology*, 284(3), 177-185.
- Hernández-Saint Martín, D. 2006. Hábitos alimentarios del puma (*Puma concolor*) en la Sierra de Nanchichitla. Universidad Autónoma del Estado de México. Tesis de Licenciatura.
- Hernández-Saintmartin, A. D., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Tarango-Arámbula, L. A., Clemente-Sánchez, F., y Hoogesteijn, A. (2013). Patrones de actividad del jaguar, puma y sus presas potenciales en San Luis Potosí, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 29(3), 520–533. <https://doi.org/10.21829/azm.2013.293948>
- Hut, R. A., Kronfeld-Schor, N., van der Vinne, V., y De la Iglesia, H. (2012). In search of a temporal niche: Environmental factors. En T. Roenneberg (Ed.), *The Neurobiology of Circadian Timing* (Vol. 199, pp. 281–304). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59427-3.00017-4>
- Kays, R. (2009). Family Procyonidae (Racoons). Pp. 504-531. En: Wilson, D. E. y R. A. Mittermeier (Eds.). *Handbook of the Mammals of the World*. Vol. 1. Carnivores. Lynx Ediciones, Barcelona.

Kronfeld-Schor, N., y Dayan, T. (2003). Partitioning of time as an ecological resource. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 153-181.

Laundré, J. W., L. Hernández y K. B. Altendorf. 2001. Wolves, elk and bison: reestablishing the landscape of fear in Yellowstone National Park. *Canadian Journal of Zoology* 79:1401-1409.

Levin, S.A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology: The Robert H. MacArthur Award Lecture. *Ecology* 73:1943

Logan, K and Sweanor L (2001) 'Desert puma evolutionary ecology and conservation of an enduring carnivore'. (Island Press: Washington.).

March, I. J. 2005. Pecarí de labios blancos. Páginas 522-524 in: En Ceballos, G. y G. Oliva. Los mamíferos silvestres de México (pp. 522-524). Conabio y Fondo de Cultura Económica. México D. F. México.

Martínez Romero L. E., y S. Mandujano. 1995. Hábitos alimentarios del pecarí de collar (*Pecari tacaju*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco, México. *Acta Zool. Mex.* 64:1–20.

Mendoza, D. 2005. Armadillo. En: Ceballos, G. y G. Oliva (Coords.). Los mamíferos silvestres de México. FCE, CONABIO. Col. Sección de Obras de Ciencia y Tecnología. Pp. 117-118.

Moleón, M. (2012). Predator-prey interactions. A Mediterranean vertebrate system as a case study. Lap Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Alemania.

Monroy-Vilchis, O., Rodríguez-Soto, C., Zarco-González, M., y Urios, V. (2009). Uso de hábitat del puma *Puma concolor* en un bosque tropical del centro de México. *Revista de Biología Tropical*, 57(4), 859-867.

Moreno, S., Ceballos, G., y Santos, F. (2006). Diet of the Puma (*Puma concolor*) in a protected area of central Mexico. *Journal of Mammalogy*, 87(6), 1130-1135.

Murdoch, W.W., y A. Steward-Oaten. 1975. Predation and population stability. *Advances in Ecological Research* 9:1-131.

Nowak, R.M. 1991. Walker's mammals of the world. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, EUA.

Núñez-Guzmán, G. 2025. *Dasypus novemcinctus* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Version 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
<https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Dasypus%20novemcinctus>,

Núñez, R., Miller, B., y Lindzey, F. (2000). Ecology of puma (*Puma concolor*) in the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve, Jalisco, Mexico. *University of California Press*.

Núñez, R. y Miller, B. (2019). Movements and Home Range of Jaguars (*Panthera onca*) and Mountain Lions (*Puma concolor*) in a Tropical Dry Forest of Western Mexico: Focus on Social Animals. 10.1007/978-3-030- 03463-4_14.

Rabb, G. B. (1959). Ecology of the mountain lion in western Colorado. *American Midland Naturalist*, 61(1), 186-207.

Rosas Rosas, O.C., R. Valdez, L.C. Bender, y D. Daniel 2003. Food habits of pumas in northwestern Sonora, Mexico. *Wildlife Society Bulletin*. 31(2):528–535.

Smythe, N. 1970. The adaptive value of the social organization of the coati (*Nasua narica*). *Journal of Mammalogy* 51: 818-820.

Soria-Díaz, L., Monroy-Vilchis, O., y Zarco-González, Z. (2016). Activity pattern of puma (*Puma concolor*) and its main prey in central Mexico. *Animal Biology*, 66(1), 13-20.

Sunquist M. E. y F. C. Sunquist. 2002. Wild cats of the world. The University Chicago Press. Chicago.

Sowls, L. K. 1997. Javelinas and the other peccaries: their biology, management and use. 2nd. Ed. Texas A&M University Press. College Station, TX, EUA

Young S. P. y E. A. Goldman. 1946. The puma, mysterious American cat. The American Wildlife Institute., Washington D.C.

Wilson, D. E., y D. M. Reeder (eds.). 2005. Mammals Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference, tercera edición. Johns Hopkins Press. Baltimore, EE.UU.

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

La superposición temporal y la coocurrencia espacial del puma con sus presas estará definida por el grado de preferencia en su dieta, y presentará una variación regional y estacional como resultados de las variaciones geográficas y temporales en las condiciones ambientales locales y la disponibilidad de sus presas.

OBJETIVOS

General

Evaluar el grado de variación regional y estacional en la superposición espacial y temporal de los patrones de actividad del puma y sus presas principales.

Particulares

1. Evaluar las variaciones estacionales y regionales de los patrones actividad del puma y sus presas.
2. Evaluar el papel de las presas principales del puma en la definición del patrón de actividad del puma..

CAPITULO II.

INTRODUCCIÓN

Las interacciones depredador-presa son fundamentales para el funcionamiento de los ecosistemas (Moleón, 2012). Estas ocurren en dimensiones espaciales y temporales (Levin, 1992), lo que modifica los patrones de actividad temporal y el uso del espacio, determinando así el grado de coincidencia para que ambas especies interactúen (Murdoch y Steward-Oaten, 1975). Es importante destacar que estas interacciones no se limitan al consumo directo, sino que incluyen efectos no letales que inducen cambios conductuales, fisiológicos y morfológicos en las presas (Cresswell, 2008; Preisser y Bolnick, 2008).

Entonces una de las formas en las cuales el depredador puede aumentar la coincidencia con sus presas es en el tiempo. Los patrones de actividad temporal se refieren al periodo del día en que un organismo lleva a cabo actividades para satisfacer sus necesidades biológicas como la búsqueda de alimento, patrullaje o reproducción (Daan, 1981; DeCoursey, 2004; Roll et al., 2006). Los patrones de actividad diaria se clasifican en varias categorías: diurna (actividades entre el amanecer y el atardecer), nocturna (actividades entre el atardecer y el amanecer del día siguiente), crepuscular (actividades durante la transición entre el día y la noche, es decir, una hora antes del amanecer o después del atardecer) y catemeral (actividad tanto diurna como nocturna) (Gómez et al., 2005; Hut et al., 2012). Los patrones de actividad pueden favorecer o limitar la coincidencia temporal entre especies, influyendo directamente en la probabilidad de que ocurran interacciones ecológicas como la interacción depredador-presa (Lima y Dill, 1990; Kronfeld-Schor y Dayan, 2003).

Entre los efectos no letales que pueden suceder durante la interacción depredador-presa, los cambios conductuales que pueden suceder incluye el ajuste en los patrones de actividad de muchas presas que son activas durante el día y cambian su actividad hacia la noche para evitar depredadores diurnos o viceversa (Zhumi et al, 2024). Además, puede haber características morfológicas que las presas han desarrollado para reducir la probabilidad de ser detectadas o capturadas, (Hut et al., 2012; Grossnickle et al., 2019). Por ejemplo, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) presenta características morfológicas como presentar extremidades largas diseñadas para la huida y el pelaje que

actúa como camuflaje (Gallina y López-González, 2011). A su vez, especies como el armadillo de nueve bandas, (*Dasybus mexicanus*), puede presentar su armadura ósea para protegerse de depredadores (Potts, 1998). También pueden tenerse habilidades específicas como la agilidad para trepar del coatí, (*Nasua narica*), para buscar presas o escapar de depredadores (Aranda, 2012), y la formación de grupos en el pecarí de collar, (*Dicotyles tajacu*) y el coatí (Reyna-Hurtado et al., 2009), que puede proveer los beneficios de la vida social.

Las presas también realizan ajustes conductuales al modificar la distribución y patrones de movimiento de sus actividades a lo largo del día que puede ayudar en reducir la depredación (Kronfeld-Schor y Dayan, 2003; Pizzatto et al., 2008; Ripple et al., 2014). Al ajustar sus patrones de actividad, las presas pueden evitar los períodos más activos de los depredadores (Smith et al., 2019) y las altas temperaturas. Esta plasticidad en la actividad puede estar definida por la estacionalidad, como el venado cola blanca que puede volverse más diurno durante la temporada de lluvias para aprovechar el forraje (Arceo et al., 2005; Gallina-Tessaro, 2019), o en la época seca por la escasez de recursos (Cueva-Hurtado et al., 2024).

Además de la evasión temporal, las presas seleccionan el espacio en función de la seguridad, ya que existen áreas con distintos niveles de seguridad para la presa y de éxito para el depredador (Arias-Del Razo, 2011). Esta variabilidad espacial puede depender de la estructura del hábitat, la estrategia de caza o la cercanía a refugios (Laundré et al., 2001). En consecuencia, las presas suelen elegir áreas menos peligrosas, aunque estas posean una menor calidad y cantidad de alimento (Milinski y Heller, 1978). Este fenómeno se define como el “paisaje del miedo”, en el cual las presas perciben el riesgo en el espacio físico y modifican su uso espacial para minimizar la probabilidad de coincidencia con el depredador (Laundré et al., 2001; Brown et al., 1999).

El puma (*Puma concolor*) es un depredador tope con un patrón de actividad predominantemente nocturno y crepuscular (Estrada-Hernández, 2008; Soria-Díaz et al., 2010; Harmsen et al., 2011). Sin embargo, su conducta de actividad es plástica y puede ser influenciada por diferentes factores. Por un lado, factores de origen antrópico, como la

urbanización y la ganadería pueden hacer que el puma aumente su actividad nocturna para reducir el encuentro con humanos (Emmons, 1987; Crawshaw, 1995; Currier, 1983; Wilmers et al., 2013). Factores ambientales, como la temperatura, también influyen ya que los individuos pueden reducir su actividad en las horas más cálidas para evitar la pérdida de agua (Lira-Torres, Briones-Salas, 2012; Hernández-Saintmartin et al., 2013). La disponibilidad y distribución de presas pueden ser factores de origen biótico que también puede obligar al puma a modificar su patrón de actividad (Hernández-Saintmartin et al., 2013). Una baja disponibilidad de presas puede forzarlos a estar activos la mayor parte del día, mientras que una alta disponibilidad de presas diurnas también puede hacer que el puma sea activo durante todo el día (Rabb, 1959; Soria-Díaz et al., 2016). Esto indica la plasticidad conductual del puma, que le permite ajustarse a los horarios de mayor beneficio para adquirir recursos o sobrellevar condiciones adversas. Por su parte, las presas como el venado y el coatí también pueden ajustar sus horarios para evitar los períodos de alta actividad del puma, lo que sugiere ajustes conductuales recíprocos que generan variaciones temporales en la superposición de la actividad del depredador y la presa (Soria-Díaz et al., 2016; Monroy-Vilchis et al., 2016).

En este sentido, la ecología del miedo postula que las presas modifican su comportamiento, como sus horarios de actividad, o la distribución de sus sitios de forrajeo para reducir la probabilidad de encuentro con sus depredadores (Gaynor et al., 2018; Brown, 1999) y así reducir la superposición de sus patrones de actividad. Bajo este riesgo, la supervivencia depende de encontrar un equilibrio entre la búsqueda de alimento y evitar a los depredadores (Lima y Dill, 1990; Spindler y González, 2022). La presencia de un depredador induce miedo en las presas, alterando su comportamiento y patrones de actividad (Adolphs, 2013; O'Connell, Rhoads y Marsh, 2024). Además, como se mencionó la presencia de depredadores genera un "paisaje del miedo" que influye en el uso del espacio de las presas. Así, las presas evitan áreas con alta abundancia de depredadores o usan sitios que ofrecen mejores rutas de escape (Tolon et al., 2009; Ripple y Beschta, 2004) disminuyendo así la coincidencia espacial entre el depredador y la presa. De esta forma esto puede convertirse en una guerra armamentista de estrategias donde las presas intentarán minimizar la superposición espacial y temporal con los depredadores, mientras que estos buscan

maximizarla para el éxito de la caza (Arias-Del Razo et al., 2011; Lucherini et al., 2009; Paviolo et al., 2009; Schmidt et al., 2009).

En felinos, se ha sugerido que sus patrones de actividad están asociados principalmente por la actividad de las especies presas (Foster et al., 2013; Emmons 1987; Núñez et al., 2000; Polisar et al., 2003; Harmsen et al., 2011), lo cual podría estar presente en la interacción depredador-presa del puma. Evaluaciones del grado de superposición de la actividad temporal del puma y sus principales presas indican que la similitud en los patrones de actividad puede ir aumentando conforme al orden de preferencia de presas para el venado cola blanca, el armadillo, el pecarí de collar y el coatí, respectivamente (Flores, 2015; Soria-Díaz et al., 2016, Núñez et al., 2000). Así, el venado cola blanca es la presa más común y preferida en la dieta del puma en varias regiones del país (Núñez et al., 2000; Monroy-Vilchis et al., 2009; Estrada-Hernández, 2008; Martínez-González, et al., 2025). Además, la dieta del puma puede complementarse con presas medianas como el pecarí, el armadillo y el coatí, en ese orden de preferencia. Esta jerarquía de sugiere que el puma prioriza presas que le ofrecen un mayor beneficio energético (Iriarte et al., 1990; Núñez et al., 2000, Gómez-Ortiz et al., 2011), y también podría sugerir su influencia en el grado de superposición temporal en los patrones de actividad. Así, por ejemplo, el puma puede tener una mayor similitud en el patrón de actividad con la principal presa, el venado cola blanca, al ser más activo durante las horas crepusculares (Gallina y Bello Gutiérrez, 2014), un período que coincide con los picos de actividad del puma. Mientras que la actividad nocturna y crepuscular del armadillo (DeGregorio et al., 2021; Maccarini et al., 2015) y la actividad diurna y nocturna del pecarí de collar (Ceballos y Oliva 2005; Monroy-Vilchis et al., 2016), presas secundarias del puma, sugieren existirá una superposición menor de actividad. Por su lado, el patrón claramente diurno del coatí, sugiere que será la presa con la menor superposición de patrón de actividad (Barreto et al., 2024; Phillips, 2021). Así, el objetivo de este estudio fue evaluar el nivel de coincidencia de la superposición de los patrones de actividad puma-presas principales con el orden de preferencia de estas presas en la dieta del depredador. Además, debido a la plasticidad geográfica que se ha reportado en los patrones de actividad y a la potencial influencia del hábitat en un ambiente altamente estacional, consideramos la presencia de potenciales variaciones geográficas y temporales.

Así, se predice una correlación positiva entre el grado de superposición espacial y temporal y la preferencia de las presas en la dieta del puma. Así, a mayor importancia de la presa en la dieta, mayor será su coincidencia en actividad y espacio con el depredador. Con este estudio, buscamos llenar un vacío de información explorando cómo estos ajustes se manifiestan en la selva seca del Occidente de México, evaluando además el papel de la estacionalidad en un sistema seco sobre la actividad horaria del puma y sus presas (*Odocoileus virginianus*, *Dicotyles tajacu*, *Dasypus mexicanus* y *Nasua narica*). Mediante el uso de cámaras trampa, este trabajo contribuirá a la comprensión de la ecología comportamental y los factores que guían la variación temporal en las interacciones depredador-presa.

MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en dos regiones ecológicas contrastantes del estado de Michoacán, México. La Reserva de la Biósfera de Zicuirán-Infiernillo (RBZI) y áreas selectas de la Sierra Madre del Sur. La Reserva de la Biósfera de Zicuirán-Infiernillo (RBZI) (Fig.1) es un área natural protegida que se localiza en la región de El Balsas, al sureste de Michoacán, colindando con el estado de Guerrero. Esta región abarca parcialmente los municipios de Arteaga, Churumuco, La Huacana y Tumbiscatío, extendiéndose por 265,119.78 hectáreas (SEMARNAT, 2016). Esta Reserva representa una zona de conservación clave en la provincia fisiográfica de la Depresión del Balsas. La RBZI se caracteriza por un clima cálido subhúmedo, con una temperatura promedio anual de 27.4 °C y precipitaciones entre 400 y 1000 mm en la zona (Rzedowski, 2006; SEMARNAT y CONANP, 2019). La estacionalidad climática es muy marcada, definida por una larga temporada de sequía que va de noviembre a mayo, y una temporada de lluvias bien definida que va de junio a octubre. Esta fuerte estacionalidad influye en la fenología de la vegetación, dominada por la selva baja caducifolia (SEMARNAT y CONANP, 2019), donde gran parte de los árboles pierden sus hojas durante la temporada seca.

La Sierra Madre del Sur es una cordillera montañosa que se extiende a lo largo de la costa suroeste de México. En Michoacán, esta región se caracteriza por una topografía accidentada y variación altitudinal, que oscila entre los 200 y 2600 metros sobre el nivel del

mar (Challenger y Soberón, 2008). Las áreas de estudio se localizan específicamente en los municipios de Aguila y Lázaro Cárdenas. A diferencia de la RBZI, las áreas muestreadas en la Sierra Madre del Sur presentan una mayor diversidad de climas debido a su gradiente altitudinal, que puede ir desde los cálidos en las partes bajas hasta los templados en las zonas más elevadas (SEMARNAT y CONANP, 2019). Aunque la estacionalidad está presente, la diversidad de ecosistemas de la región (Challenger y Soberón, 2008) permite una disponibilidad de recursos más constante a lo largo del año en comparación con la RBZI. La región funciona como un corredor biológico crucial que facilita la conectividad entre zonas costeras y tierras altas (CONANP, 2019).

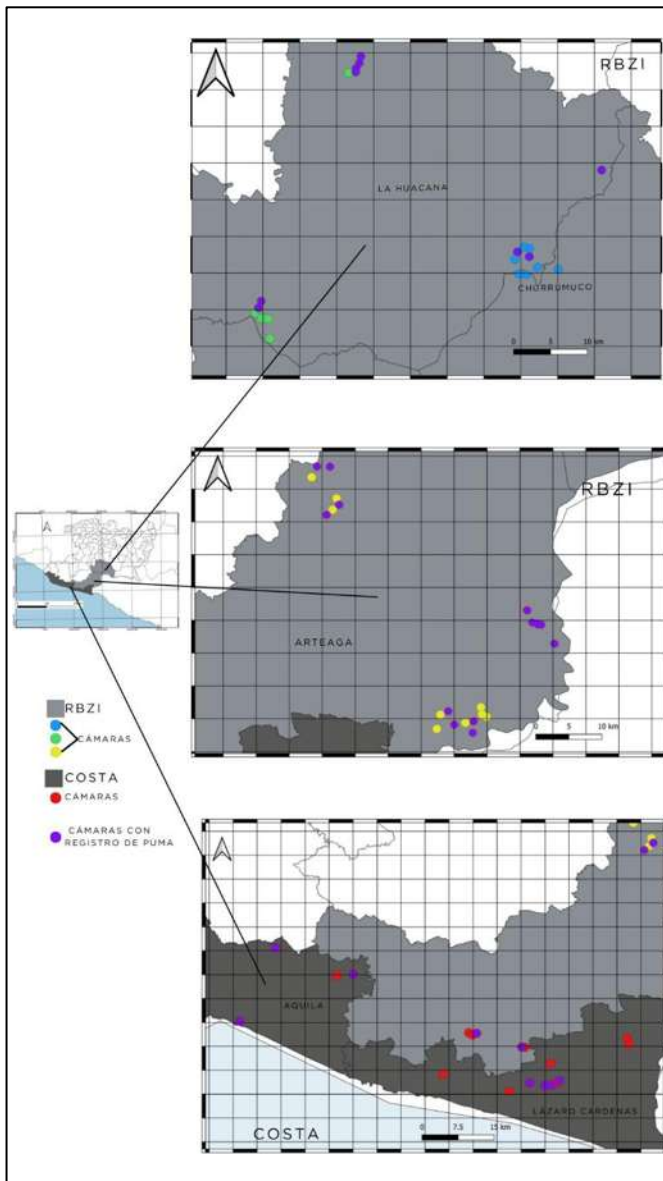


Figura 1 Localización de las zonas de muestreo con cámaras trampa en las regiones del Bajo Balsas y la Sierra Madre del Sur, Michoacán, México. En el Bajo Balsas, el estudio se concentró dentro de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo (municipios de La Huacana, Churumuco y Arteaga), mientras que en la Sierra Madre del Sur se realizó en los municipios de Aguila y Lázaro Cárdenas. Los puntos indican agrupamientos de estaciones de fototrampeo utilizadas en este estudio.

Diseño de muestreo

Se empleo la técnica del fototrampeo utilizando cámaras trampa marca Cuddeback IR20 (Non Typical, Wisconsin). Se instalaron un total de 70 estaciones de fototrampeo, cada una equipada con una sola cámara, durante los años 2014 y 2015. El monitoreo se llevó a cabo tanto en la temporada seca, que incluyó los meses de noviembre a abril, como en la temporada

de lluvias, que incluyó los meses de mayo a octubre. Las cámaras se organizaron en clústeres (Fig. 1). En cada cluster se mantuvo, una distancia entre cámaras que varió entre 2 km y 9 km. Cada agrupamiento de estaciones de fototrampeo abarcó una superficie mínima de 100 km², siguiendo un diseño similar al utilizado en estudios de evaluación poblacional de grandes felinos (Silver et al., 2004). Las cámaras se programaron para estar activas las 24 horas del día durante 45 días consecutivos como mínimo, y un máximo de 60 días. Las cámaras trampa se colocaron a lo largo de caminos, senderos y causes de arroyos con mayor probabilidad de registrar presencia de pumas y se revisaron cada 30 días para vaciar la información obtenida y revisar las baterías.

Análisis de datos

Organización de los registros

Cada registro fotográfico fue identificado a nivel de especie y se procesaron mediante el software Digikam (v. 8.4.0) y el paquete CamtrapR para R (Niedballa et al., 2016). Se obtuvieron registros del puma (*Puma concolor*) y de sus principales presas: venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*), coatí (*Nasua narica*) y armadillo (*Dasypus mexicanus*). Sólo se utilizaron fotografías que cumplieran los siguientes criterios: I) Se asumió que fotografías de la misma especie y estación separadas por menos de 60 minutos correspondían al mismo individuo (Karanth y Nichols, 1998). II) Se incluyeron múltiples registros de una especie dentro de la misma estación, siempre y cuando cumplieran con el criterio de espaciamiento temporal señalado anteriormente. III) Las fotografías de la misma especie separadas por al menos 60 minutos, incluso si los registros fueron captados en la misma cámara y estación, se consideraron independientes. IV) Las fotografías consecutivas de diferentes especies se consideraron eventos independientes.

Caracterización de patrón de actividad

La distribución temporal de los registros se organizó en cuatro patrones de actividad propuestos por Gómez et al., (2005): diurna corresponde a actividades realizadas por los organismos entre el amanecer y el atardecer (8:00 y las 17:59). El patrón de actividad nocturno corresponde a actividades entre el atardecer y el amanecer del día siguiente (20:00 y las 5:59). Un patrón crepuscular incluye organismos con actividades durante la transición entre el día y la noche, es decir, una hora antes del amanecer o después del atardecer (6:00 y

las 07:59 y las 18:00 y 19:59). Finalmente, un patrón catemeral incluye organismos con actividad tanto diurna como nocturna (Gómez et al., 2005; Hut et al., 2012). Cada registro se clasificó en alguna de estas cuatro categorías de acuerdo con el horario que fue registrado. Se clasificaron las especies en los diferentes patrones de actividad propuestos por Van Schaik y Griffiths (1996) basado en el porcentaje de registros en cada patrón de actividad. a) Diurna: si menos del 10% de registros ocurren de noche. b) Nocturna: si más del 90% de registros ocurren durante la noche. c) Crepuscular: si más del 50% de los registros ocurren en el crepúsculo. d) Catemeral: actividad distribuida entre 10 % y 90 % durante la noche.

Nivel de actividad

Se estimó el nivel de actividad, el cual hace referencia a que porcentaje del día los individuos están activos (Rowcliffe et al., 2014). Para estimar el nivel de actividad diaria de cada especie se utilizó el paquete Activity para R (R Core Team, 2024), siguiendo la metodología de Rowcliffe et al., 2014. Para ello se transformaron las horas de los registros en radianes, después se ajustaron mediante la función “Fitact”, la cual estimo la probabilidad de actividad a lo largo del día utilizando métodos de densidad kernel. Con la función Fitact también se estimó el nivel de actividad. (Meredith y Ridout, 2014). Este análisis se aplicó de manera general y se desglosó por zonas (Costa y RBZI) y por temporada (lluvias y secas).

Abundancia relativa

Se calculó el Índice de Abundancia Relativa (IAR) para estimar la abundancia de las especies detectadas en las regiones Costa y RBZI, siguiendo la metodología propuesta por Carbone et al (2001). El índice de abundancia relativa (IAR) se obtuvo al obtener la relación de las capturas o eventos fotográficos independientes con el esfuerzo de muestreo que fue definido como el número de cámaras X días de monitoreo, esto fue obtenido por estación de muestro y para todo el periodo. Esta relación posteriormente se estandarizo por 100 días-trampa ($IAR = C/EM \times 100$).

El IAR también se utilizó como método indirecto para conocer la disponibilidad de presas.

Análisis del nivel de superposición de patrones de actividad entre regiones y estaciones

Para determinar la superposición de los patrones de actividad entre el puma y sus presas se utilizó el paquete Overlap para R (R Core Team, 2024). Las horas de registro se

transformaron a radianes, para estandarizar la escala temporal. Este paquete utiliza la estimación de densidad kernel para modelar las distribuciones de actividad de cada especie. Se utilizaron densidades de kernel ajustadas a datos circulares de 24 horas para estimar los patrones de actividad (Ridout y Linkie, 2009). Este método permite representar la probabilidad de actividad a lo largo del día basándose en los tiempos de detección. Posteriormente, se calculó el índice de superposición (Δ) de acuerdo con dos criterios indicados abajo. Este índice varía de 0 a 1, siendo 0 indicativo de ninguna superposición y 1 representativo de una coincidencia total en los patrones de actividad. Como índice de superposición se usó el estimador Dhat4 para muestras mayores a 75 registros. De acuerdo con lo sugerido por Meredith y Ridout (2009), el nivel de superposición se clasificó: $\Delta < 0.5$: Baja superposición, $0.5 \leq \Delta < 0.75$: Superposición moderada y ≥ 0.75 : Alta superposición. Posteriormente se obtuvieron gráficos de los horarios de actividad del puma con sus presas superpuestos mediante la densidad Kernel para ilustrar la superposición (Ridout y Linkie, 2009). También se evaluó el nivel de incertidumbre de los patrones de actividad por medio de un análisis de remuestreo (bootstrapping) con 10,000 repeticiones. Esta técnica consiste en generar múltiples submuestras mediante el muestreo con reemplazo a partir de los datos originales para estimar la incertidumbre del traslape por medio de intervalos de confianza (Dhat). El intervalo de confianza resultante al 95% indica el rango donde el verdadero valor de Dhat para la población probablemente se encuentra (Mandujano y Pérez-Solano, 2019).

La superposición de los patrones de actividad se realizó de acuerdo con varios criterios. Primero, se analizó la presencia de una variación geográfica en los patrones de actividad para el puma y cada una de las especies presa. Para esto se superpusieron los patrones de actividad por separado, para cada una las regiones de Costa y la RBZI, por especie de presa con el puma. Además, se evaluó la variación temporal en el patrón de actividad de cada especie al separar los registros de la misma especie para cada una de las temporadas de secas y lluvias. El tercer criterio utilizado para evaluar la superposición se realizó utilizando todos los registros del puma y sus presas potenciales juntos independientemente de la región y de la temporada.

Finalmente, se evaluó la variación espacial en la superposición del patrón de actividad de la interacción del puma con las especies potenciales de su dieta, la cual fue comprada

simultánea con la estimación temporal indicada previamente. Para evaluar el traslape espacial se utilizó el paquete *bas* v0.7.1 (Bayesian Analysis of Species Associations; Mendoza et al. 2021; Jaramillo-García et al., 2022). Con este paquete se estimó el grado de asociación espacial entre pares de especies mediante índices de similitud binarios y estadística bayesiana. Para este procedimiento se realizó una matriz de coocurrencia de las dos especies interactuando, donde las filas representaban los agrupamientos de interés y las columnas la presencia (1) o ausencia (0) de cada especie. Con esto se elaboraron tablas de 2X2 para cada par de especies (puma vs presa). Después se estimaron los valores del índice de Jaccard y sus intervalos de confianza del 95 % para cada combinación de interactuantes. Este análisis espacial se realizó de manera general y se desglosó por zonas (Costa y RBZI) y por temporada (lluvias y secas).

Además, se realizó una representación gráfica donde no solo se incluyó esta evaluación espacial, pero también la evaluación temporal, al incorporar los valores del índice de superposición Δ (Dhat4) obtenidos previamente para cada par de especies. Así, se integraron gráficamente las estimaciones temporales junto con los valores de Jaccard del par de especie comparado para la estimación espacial. Un índice de Jaccard alto y una baja superposición temporal sugieren que las especies coinciden espacialmente y comparten el mismo hábitat o sitio, pero su interacción es limitada porque no están activas en las mismas horas del día. Por el contrario, un índice de Jaccard bajo y una superposición temporal alta indican que, aunque las especies no comparten los mismos sitios, pero sus periodos de actividad coinciden. Esto sugiere una baja coincidencia espacial, pero una alta coincidencia temporal.

RESULTADOS

Se tuvo un total 2,526 registros independientes, de los cuales 77 correspondieron al armadillo, 1,062 al coatí, 746 al pecarí, 541 al venado cola blanca y 100 al puma. El armadillo presentó un 44.2% de sus registros durante la noche y un 13% en el crepúsculo y se clasificó como catemeral. El coatí, por otro lado, tuvo menos actividad nocturna (15.9%), pero una mayor actividad crepuscular (20.4%), por lo que se clasificó como catemeral. El pecarí tuvo una distribución relativamente uniforme de los registros entre el día y la noche, ya que 29.1% de los registros fueron nocturnos y 20.5% fueron crepusculares, por lo que se clasificó como

catemeral. El venado cola blanca mostró un 25.9% de actividad nocturna y 16.8% crepuscular, lo que se clasificó como catemeral. Finalmente, el puma, presentó un 38% de actividad nocturna y un 11% crepuscular, por lo que también se clasificó como catemeral. Además, el puma tuvo el mayor nivel de actividad diaria, seguido por el armadillo; el pecarí y el coatí mostraron los niveles de actividad más bajos, y el venado cola blanca fue el que presentó el nivel más bajo de actividad (Fig. 2.).

Variación temporal de los niveles de actividad diaria

Estacionalmente, durante la temporada de secas, el pecarí fue la especie más activa (0.51), seguido por el puma (0.44) y el coatí (0.43). El venado y el armadillo registraron niveles de 0.32 y 0.14, respectivamente. En la temporada de lluvias el venado presentó el nivel más alto registrado en todo el estudio (0.59). El coatí mantuvo su actividad constante comparada con la temporada seca (0.43), mientras que el puma y el pecarí mostraron una ligera disminución, con valores de 0.39 y 0.35 respectivamente. El armadillo registró su nivel mínimo de actividad durante lluvias (0.04).

Variación regional de los niveles de actividad diaria

El análisis de los niveles de actividad por región indicó que en la RBZI el venado presentó el nivel de actividad más alto (0.51), seguido por el coatí (0.38) y el pecarí (0.31). En contraste, el puma y el armadillo mostraron los niveles más bajos con 0.18 y 0.04, respectivamente. Por su parte, en la región Costa se observó un patrón más homogéneo entre las presas principales; el venado, el pecarí y el coatí compartieron un mismo nivel de actividad (0.42). Destaca que, en esta región, el puma incrementó notablemente su actividad (0.34) en comparación con la RBZI, al igual que el armadillo (0.16).

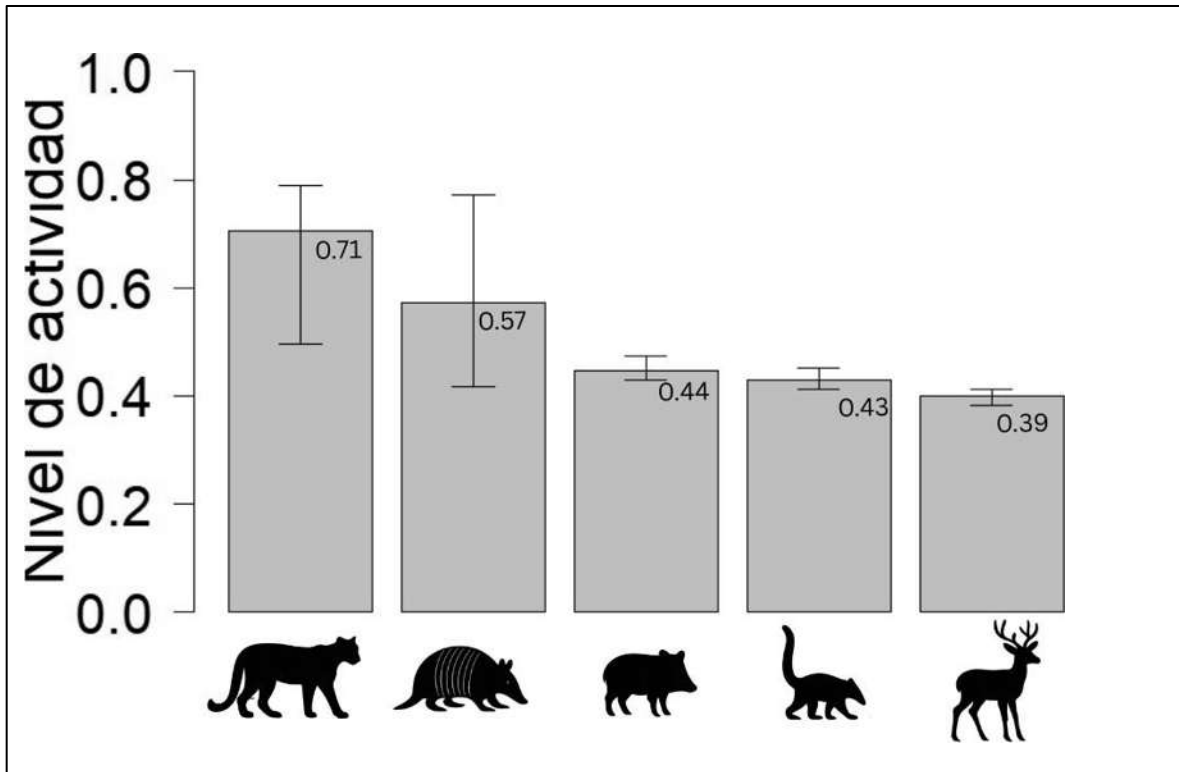


Figura 2 Nivel de actividad diaria de las especies registradas, expresado como el porcentaje del día en que cada especie se mantiene activa de forma general.

Patrones de actividad diaria de las especies

Los resultados mostraron que la mayor coincidencia en la superposición de los patrones de actividad general se presenta con el pecarí, seguido por el venado, el armadillo, aunque las diferencias son pequeñas. El coati presentó la superposición menor y con la mayor incertidumbre indicada por un intervalo de confianza mayor (Fig. 3). Esto significó que la superposición del patrón de actividad entre el puma y sus presas fue moderado-alto, y cercana entre ellos al compararla con la coocurrencia espacial de las presas con el puma. El análisis de coocurrencia espacial indicó que el puma y el pecarí tuvieron la mayor coincidencia espacial, mientras que el armadillo tuvo la menor de todas las presas. Cuando se toma todo esto en conjunto, a pesar de la coincidencia temporal alta, la probabilidad de encuentro espacial del depredador con sus presas es reducida para todas las presas (Fig. 4).

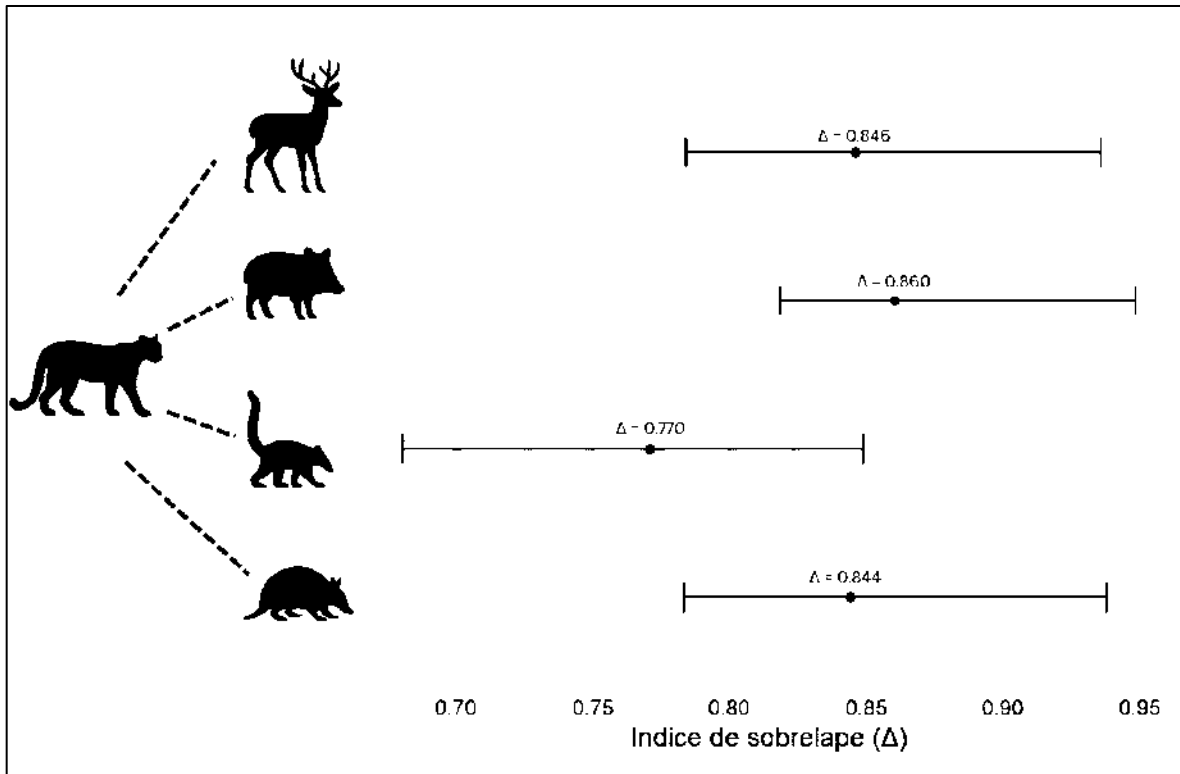


Figura 3. Resultados del análisis de incertidumbre del nivel de superposición del patrón de actividad del puma y sus presas principales (venado cola blanca, pecarí de collar, coatí, y armadillo). El punto se muestra el coeficiente de superposición del patrón de actividad de la interacción puma-presa (Δ), y las barras horizontales corresponden a los intervalos de confianza al 95%. Valores de Δ cercanos a 1 indican alta similitud en los patrones de actividad. Las presas están acomodadas en el gráfico en un orden decreciente de preferencia.

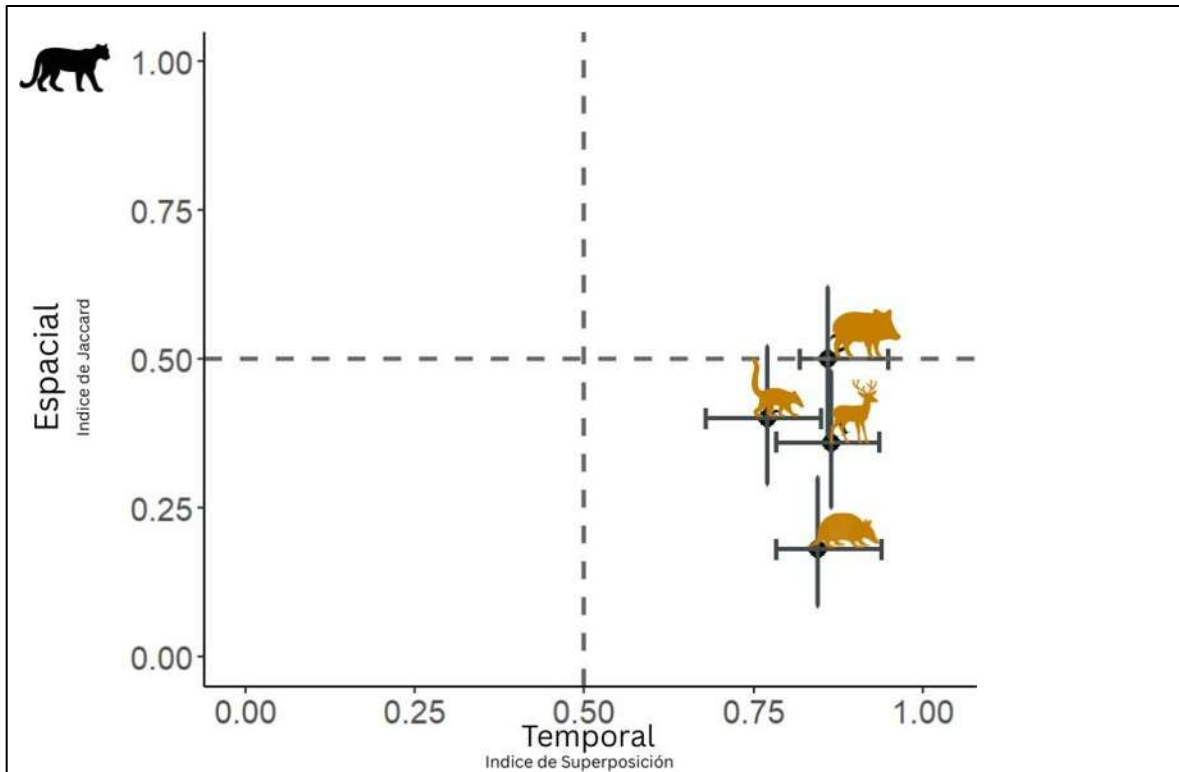


Figura 4. Relación de la superposición de horario (Δ) y la coocurrencia espacial (índice de Jaccard) entre el puma y sus principales presas (venado cola blanca, pecarí, coatí y armadillo).

Variación regional del patrón de Actividad

El análisis de la actividad individual de las especies y su superposición con el puma en las regiones de Costa y RBZI indicó que la superposición horaria del puma con todas sus presas fue consistentemente mayor en la región de la Costa que en la RBZI (Fig. 5). Esto resultó de fluctuaciones en el patrón de actividad a lo largo del día en la RBZI. Así, por ejemplo, el puma y el venado presentaron picos de actividad concentrados entre las 6:00 y las 12:00 horas en la RBZI, mientras que el venado cola blanca presentó un pico adicional alrededor de las 18:00 (Fig. 5a). De forma similar, el pecarí, el coatí y el armadillo presentaron fluctuaciones similares al puma y al venado en la región de la RBZI. Así, el pecarí, el coatí y el armadillo tuvieron un pico de actividad que fue incrementando desde poco después del amanecer hasta poco después de las 12:00 h. Casi todas las especies tuvieron un segundo pico de actividad por la tarde. Mientras que el pecarí y el coatí tuvieron picos de actividad adicionales durante al atardecer, el armadillo no. Además, con excepción del armadillo, todas las presas tuvieron una disminución de su patrón de actividad desde las 20:00 hasta las 6:00

h, mientras que el pico de actividad del venado, coatí y armadillo tuvieron un desfase con el pico de actividad del puma, ocurrieron poco después.

El patrón de actividad tanto de las presas como el puma tuvieron menos fluctuaciones en la región de la Costa. El patrón de actividad del puma, el venado y el pecarí no tuvieron un pico horario claramente definido, y mostraron una actividad relativamente constante a lo largo del día (Fig. 5), que resulta en una superposición mayor en la costa que en la Reserva. Aunque el puma presentó un patrón de actividad monotónico a lo largo del día, el patrón de actividad de las presas tuvo fluctuaciones, con un pico de actividad alrededor de las 10:00 hrs para el venado y el pecarí. El coatí presentó una actividad constante durante la noche, con un ligero incremento al atardecer y al amanecer. El armadillo fue el que presentó la menor superposición con el puma, con una mayor actividad sostenida durante la noche. Así, se tuvo un efecto región-específico, donde un patrón de actividad sin fluctuaciones a lo largo del día en la costa hizo que el venado y el pecarí tuvieran los valores más altos de superposición más altos de todas las presas. La influencia regional en la incertidumbre de las estimaciones de superposición varió por especie, ya que fue mayor para el venado y el pecarí en la Reserva y fue muy parecida entre regiones para el coatí y el armadillo. La mayor incertidumbre en la estimación de superposición de patrones de actividad se tuvo para el armadillo, en la costa, mientras que el pecarí mostró la menor incertidumbre (Fig. 6).

Variación regional de la coocurrencia espacial

La coocurrencia espacial fue ligeramente mayor en la RBZI (promedio para todas las presas = 0.36) que en la región Costa (promedio para todas las presas = 0.32). No obstante, la especie con mayor coocurrencia varió según la zona ya que en la RBZI fue el pecarí quien presentó mayor coocurrencia, mientras que en la Costa fue el coatí. En ambas regiones, el armadillo registró el nivel menor de coocurrencia espacial con el puma (Anexo 4).

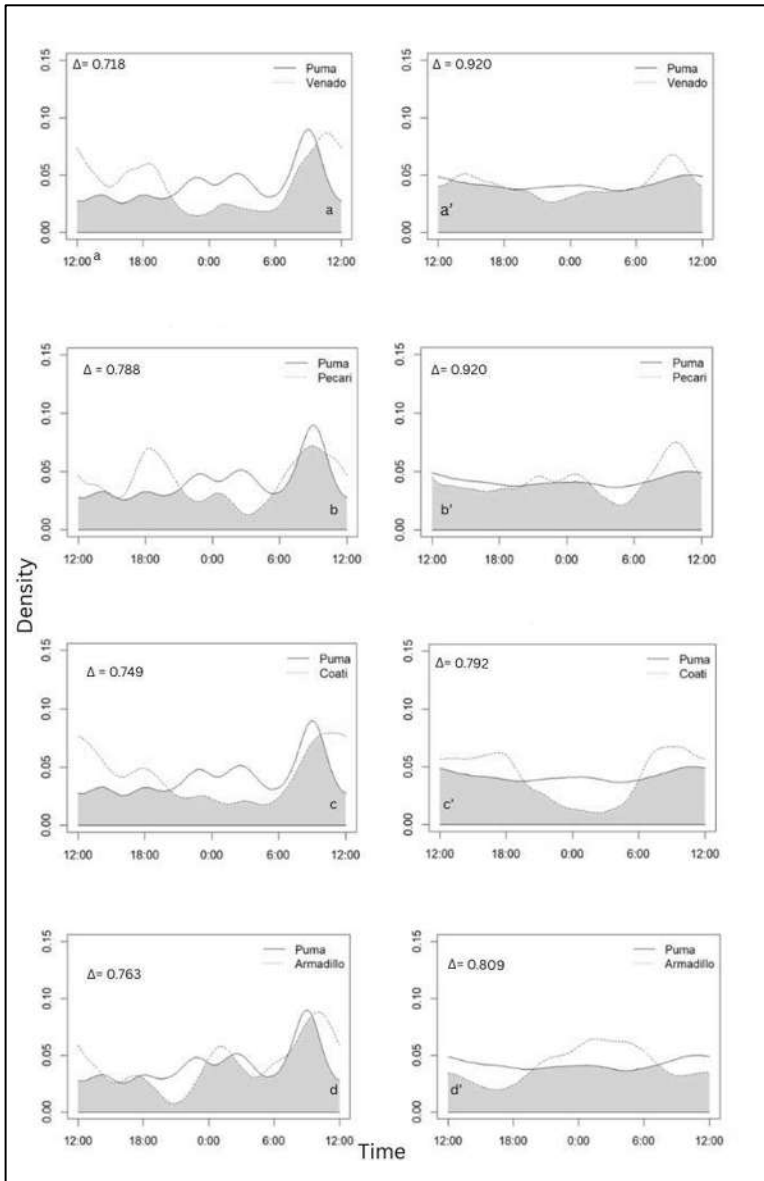


Figura 5. Curvas de densidad de superposición horaria entre el puma y sus presas principales en las regiones RBZI y Costa: (a-a') venado cola blanca, (b-b') pecarí, (c-c') armadillo y (d-d') coatí. Las gráficas con letra simple indican RBZI y las letras con prima (') indican la Costa. El área sombreada representa el área indicada por el coeficiente de solapamiento (Δ).

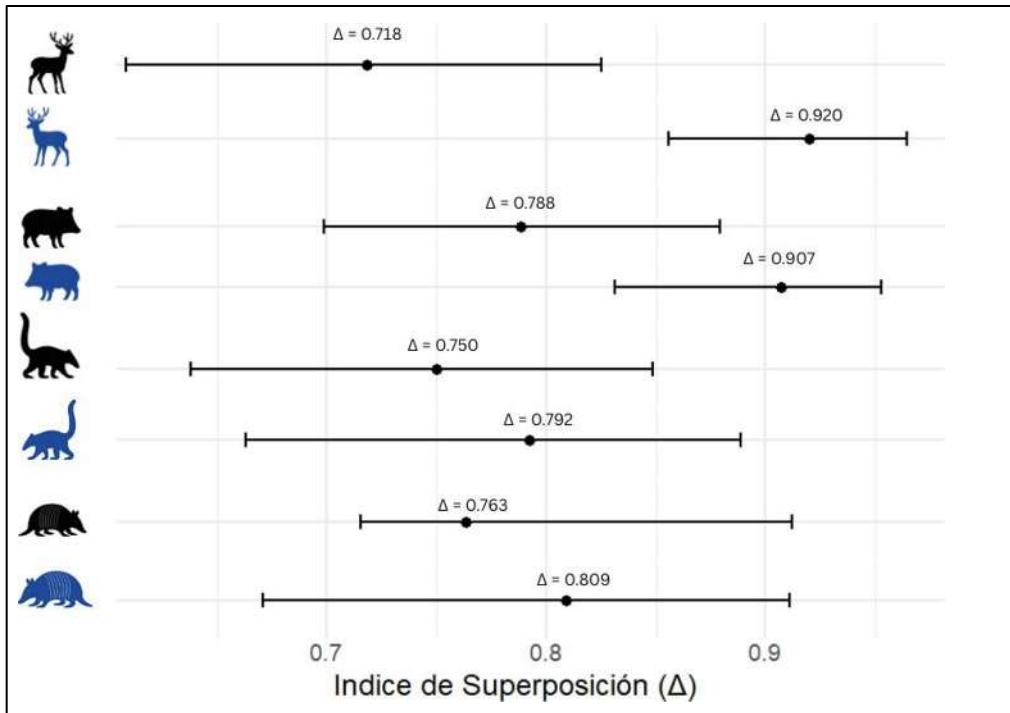


Figura 6. Resultados del análisis de incertidumbre del nivel de superposición del patrón de actividad del puma y sus presas principales (venado cola blanca, pecarí de collar, coatí, y armadillo) en la región RBZI (silueta negra) y Costa (silueta azul). Los puntos indican el coeficiente de traslape estimado, y las barras horizontales corresponden a los intervalos de confianza al 95%. Valores de Δ cercanos a 1 indican alta similitud en los patrones de actividad.

Variación Estacional de la superposición del Patrón de Actividad

El grado de superposición en el patrón de actividad entre el puma y sus presas varió estacionalmente (Fig. 8). El puma estuvo activo casi durante todo el día en secas, con un pico marcado de actividad que comenzó a incrementar a partir de las 6:00, y terminó a las 15:00 hrs. La actividad más baja se tuvo poco antes del amanecer. Tanto el venado como el pecarí tuvieron un patrón de actividad similar al puma en secas. Esto resultó en la mayoría de las presas teniendo una mayor superposición en lluvias y menor en secas; el venado presentó la menor y mayor superposición cuando comparado con el pecarí y el coatí respectivamente. El armadillo presentó un patrón inverso de superposición con una superposición mayor en lluvias y menor en secas.

La mayor actividad del puma en lluvias se presentó durante la noche, mientras que un pico de actividad se tuvo toda la mañana, a partir de las 6:00 hrs y hasta las 12:00 hrs, mientras que la menor actividad se presentó desde las 12:00 hrs. y hasta poco después de las 18:00 hrs. Mientras el venado y el pecarí tuvieron curvas de superposición del patrón de actividad similares durante las lluvias, el venado presentó un patrón bimodal de actividad, siendo más activo que el pecarí desde las 13:00 hasta las poco después de las 18:00 hrs, cuando comenzó a disminuir su actividad. Para el coatí, la superposición con el puma fue moderada en secas y aumentó durante las lluvias. Durante la temporada seca, el coatí mostró un patrón más matutino, con un pico principal entre 07:00 y 09:00 h, fuera del periodo de mayor actividad del puma. En contraste, durante las lluvias su actividad se desplazó hacia horarios más nocturnos, con un pico entre 05:00 y 06:00 h y un repunte secundario cerca de 20:00 h, lo que incrementó la superposición con el puma. (Fig. 7 c'). Finalmente, el armadillo mostró una alta superposición con el puma en la temporada, el cual disminuyó en lluvias. En secas, el armadillo presentó un pico nocturno definido alrededor de 04:00–05:00 h, coincidiendo fuertemente con la actividad del puma, además de su actividad regular entre 20:00 y 23:00 h. En lluvias, aunque mantuvo un pico nocturno hacia las 03:00–04:00 h, este fue menor (Fig. 7d). Con excepción del armadillo, todas las presas presentaron mayor incertidumbre durante las lluvias que en secas. El armadillo fue el que presentó mayor incertidumbre de todas las presas.

Variación temporal de la coocurrencia espacial

La coocurrencia espacial fue ligeramente mayor en lluvias (promedio para todas las presas = 0.26) que en la temporada de secas (promedio para todas las presas = 0.23). No obstante, la especie con mayor coocurrencia varió según la temporada: en lluvias fue el pecarí, mientras que en secas fue el coatí. En ambas temporadas, el armadillo registró el menor nivel de coocurrencia espacial con el puma (Anexo 5).

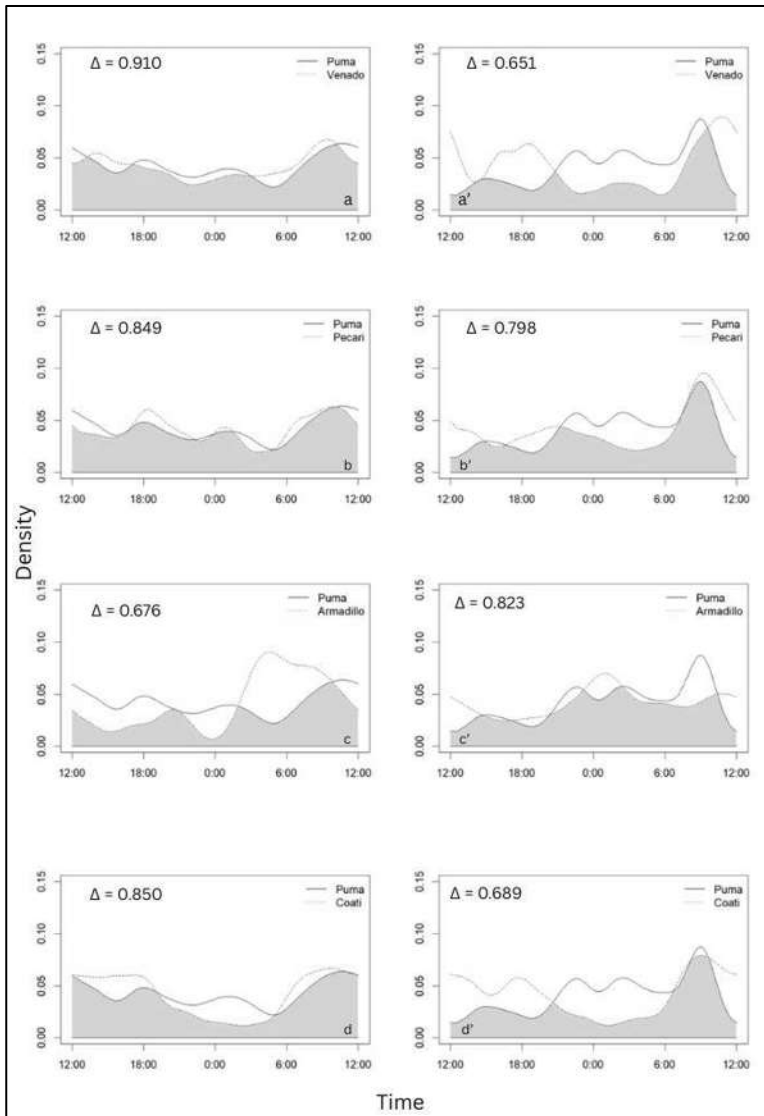


Figura 7. Curvas de densidad de superposición horaria entre el puma y sus presas principales durante las estaciones de secas y lluvias: (a-a') venado cola blanca, (b-b') pecarí, (c-c') armadillo y (d-d') coati. Las gráficas con letra simple indican la temporada de secas y las letras con prima (') indican la temporada de lluvias. El área sombreada representa el coeficiente de solapamiento (Δ).

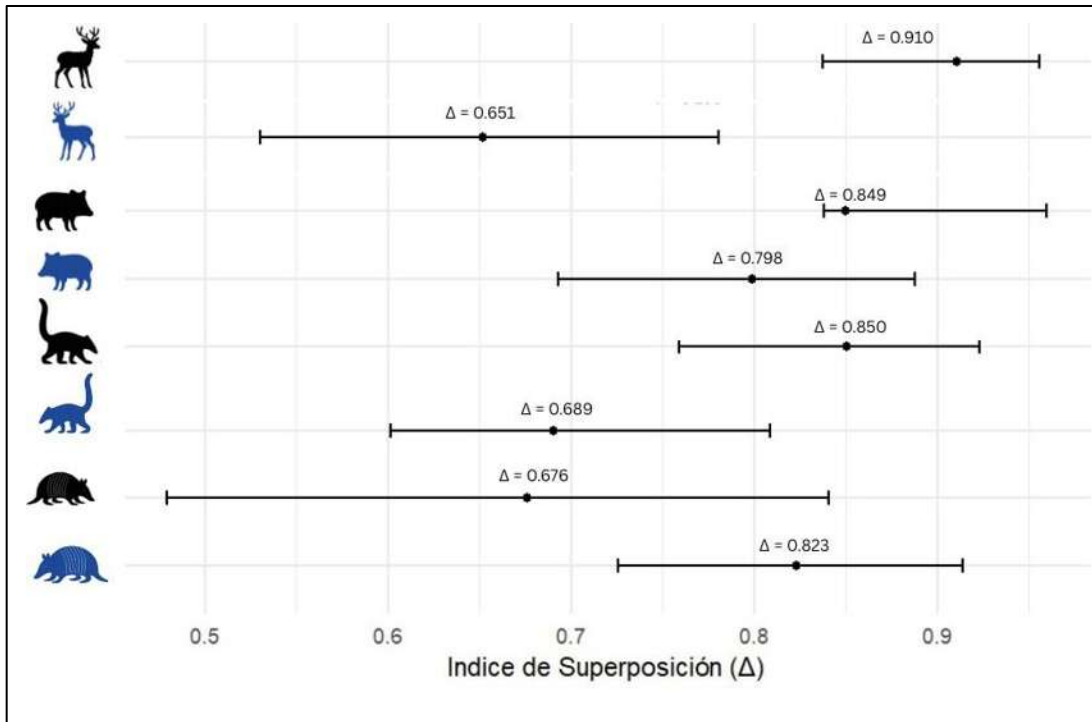


Figura 8. Resultados del análisis de incertidumbre del nivel de superposición del patrón de actividad del puma y sus presas principales (venado cola blanca, pecarí de collar, coatí, y armadillo) durante la temporada de secas (silueta negra) y lluvias (silueta azul). El punto se muestra el índice de superposición del patrón de actividad de la interacción puma-presa para secas y lluvias estimado (Δ), y las barras horizontales corresponden a los intervalos de confianza al 95%. Valores de Δ cercanos a 1 indican alta similitud en los patrones de actividad.

Índices de abundancia relativa

En la región Costa, el coatí presentó la abundancia más alta con un IAR de 392, seguido por el venado (IAR = 165) y el pecarí (IAR = 162). Los valores menores se registraron con el armadillo (IAR = 21) y el puma (IAR = 14). Por otro lado, en la RBZI, los índices de abundancia fueron generalmente más bajos en comparación con la zona costera. En esta región, el pecarí obtuvo el valor más alto (IAR = 81), seguido por el coatí (IAR = 36) y el venado (IAR = 35). El puma mantuvo un índice de 14, igualando el registro de la Costa, mientras que el armadillo presentó la abundancia más baja (IAR = 6).

DISCUSIÓN

Los resultados revelan una estrategia de actividad continua en el puma, la cual contrasta con los niveles moderados de actividad diurna observados en sus presas. Esta convergencia en hábitos catemerales facilita una superposición temporal de moderada a alta en el patrón de actividad. Si bien sus presas muestran niveles moderados de actividad durante el día, ambos convergen en hábitos catemerales. Esta flexibilidad permite una superposición temporal de moderada a alta, sugiriendo que el puma no se limita a un horario fijo, sino que mantiene una atención constante para maximizar las probabilidades de encuentro, intensificando sus movimientos en picos matutinos específicos. y con algunos picos de actividad durante la mañana. No obstante, esta accesibilidad de presas no es uniforme; mientras que especies como el pecarí y el coatí mantienen una presencia constante, la coincidencia con el venado cola blanca parece estar más restringida a picos específicos, Esta diferencia sugiere que la interacción depredador-presa no depende exclusivamente de coincidir en el tiempo. La coexistencia parece estar moldeada por una combinación de factores: la selección de microhábitats que ofrecen refugio, los sentidos de alerta de cada especie y las variaciones en la vulnerabilidad individual, lo que permite que el puma explote distintas oportunidades de caza sin agotar un solo recurso.

Los resultados del análisis de superposición de los patrones de actividades del puma y sus presas indican que el pecarí presentó la mayor superposición temporal con el puma, seguido por el venado y el coatí. Sin embargo, estas diferencias en el grado de superposición de los patrones de actividad entre presas fueron relativamente pequeñas. Esto sugeriría que las oportunidades potenciales de caza que el puma puede tener con sus presas a lo largo del día, aunque con pequeñas diferencias, no podrían ser diferentes entre especies presa. También es importante considerar no solo el nivel de superposición del puma con sus presas, pero también aquellos momentos del día en los cuales se tienen picos de actividad para cada especie ya que a veces no coinciden.

La alta coincidencia en la superposición temporal del patrón de actividad del puma con sus presas también podría indicar que el patrón de actividad por sí solo no puede servir como una explicación sobre el orden de preferencia del puma por determinadas presas como

inicialmente propuesto, ya que existe una coincidencia de superposición temporal similar entre ellas. Otras explicaciones han sido propuestas para explicar el orden de preferencia de la dieta del puma, y probablemente la explicación que ha recibido más apoyo es aquella en la cual el aporte energético de cada una de sus presas es el principal factor guiando el orden de preferencia, teniendo preferencia por aquellas con un mayor valor energético (Iriarte et al., 1990; Núñez et al., 2000, Gómez-Ortiz et al., 2011). Además, el patrón bajo de coocurrencia espacial del puma y sus presas que se encontró en este estudio no provee indicios para sostener la idea de que la distribución espacial de potenciales interacciones depredador-presa podría influir en el orden de preferencia de presas del puma. Así, a pesar de la alta coincidencia temporal que se encontró entre el puma y sus presas, la coocurrencia espacial de todas las presas fue principalmente baja, lo que probablemente reduce la probabilidad efectiva de encuentro con sus presas.

Podrían existir factores adicionales que podrían estar influyendo para esta falta de congruencia. Así, aunque el pecarí presentó la mayor coocurrencia espacial con el puma, esto no se traduce en una posición de preferencia superior en su dieta. Esta falta de congruencia entre la superposición espacial moderada y temporal moderada del puma con el pecarí con la preferencia de dieta podría estar asociada a las características conductuales del pecarí. Este mamífero es muy social, que puede formar grupos grandes o piaras, que puede aumentar la vigilancia grupal, estrategia que pueden reducir el éxito de depredación (Hirsch, 2003). El pecarí, además, podría presentar respuestas defensivas agresivas contra depredadores, lo cual puede disminuir el éxito de depredación aun cuando el riesgo de encuentro sea elevado (Janson y Goldsmith, 1995).

Además, aunque el venado es la presa principal en el orden de preferencia del puma en un área similar a la del estudio (Núñez et al., 2000), no solo la superposición temporal no fue la más alta, pero la superposición espacial fue poca con el puma, y mostró el nivel general de actividad más bajo. Tomado esto en conjunto sugiere que el puma podría requerir un mayor esfuerzo de búsqueda o caza dirigida para capturar el venado. El venado fue la segunda presa más abundante, entonces que esta especie este dentro de las principales especies consumidas por el puma podría ser resultado simplemente el reflejo de una mayor disponibilidad. En contraste, el armadillo, con un alto nivel de actividad diaria y un patrón

de actividad catemeral, podría incrementar su probabilidad de encuentro con el puma; sin embargo, su baja coocurrencia espacial podría ser el resultado del uso de microhábitats poco compartidos con el depredador. La conducta del armadillo de cavar cavidades en la tierra podría también aumentar el esfuerzo de caza del puma, si es que un encuentro sucede con el armadillo, reduciendo aún más la probabilidad de cacerías exitosas en encuentros entre estas dos especies.

Se observó también un efecto regional en la superposición de patrones actividad, con una mayor coincidencia temporal entre el puma y sus presas en la región Costa en comparación con la RBZI. Esta variación espacial en las interacciones depredador-presa coincide con lo reportado por Harmsen et al. (2010) y Azevedo et al. (2018), quienes sugieren que la superposición no es estática, sino que se ajusta a las condiciones ecológicas locales y a la abundancia de alimento. Algo similar podría estar sucediendo en este estudio.

El puma no solo tuvo la mayor superposición de patrón de actividad con sus presas en la Costa, pero también un mayor nivel de actividad en comparación con la RBZI. Estas diferencias regionales potencialmente podrían estar vinculadas a la estabilidad térmica diaria en cada una de las regiones. Datos climáticos para la zona de la RBZI muestran una fluctuación más extrema durante el día, con un rango de 19.5°C entre la temperatura más alta y más baja del día (Estación climática 16227) (SMN, 2025), en comparación con datos climáticos para la región Costa (Estación climática 16047) que fue más estable ya que tuvo un rango de 13°C durante el día (SMN, 2025). Esta mayor oscilación en la RBZI puede indicar un ambiente continental más errático en sus temperaturas, donde los picos de calor o frío pueden forzar a las especies a restringir su actividad a horarios más específicos para evitar el estrés térmico (Abrahms, et al. 2023; Brivio et al. 2024 y Marchini et al. 2022). Mientras que temperaturas más estables permitirían repartir la actividad durante el día.

Esta estabilidad térmica podría potencialmente ser resultado de la proximidad del mar en la región costera. Aquí, el mar actúa como un regulador térmico debido a la alta capacidad calorífica del agua, la cual se calienta y enfría más lentamente que la tierra (Martín Vide, 2020; Cayan et al., 2008). Esta estabilidad térmica en la costa podría permitir que tanto el puma como sus presas mantengan patrones de actividad más homogéneos. Por el contrario, en la zona continental de la Reserva, la mayor amplitud térmica podría actuar como una

limitante ambiental, provocando que los patrones de actividad sean más variables y, en consecuencia, reduzcan el tiempo de superposición efectiva entre depredador y presa.

Además, a pesar de que el índice de abundancia del puma es constante en ambas regiones, su nivel de actividad casi se duplica en la Costa. Este incremento podría estar influenciado por la presencia del jaguar (*Panthera onca*) en dicha zona (R. Núñez, com. pers., 2026). Se ha documentado que, en áreas de simpatria entre ambos depredadores, el puma tiende a expandir su actividad hacia todas las ventanas de tiempo disponibles para disminuir encuentros directos con el jaguar (Monroy-Vilchis, et al. ,2007). También es necesario considerar las diferencias en abundancia relativa de presas entre regiones, la cual entonces podría jugar un papel determinante para explicar estas diferencias regionales. La abundancia relativa del coatí y del venado en la Costa es considerablemente mayor que la de la Reserva. Esto podría sugerir que, ante una mayor densidad de presas, las condiciones climáticas más homogéneas permiten al puma incrementar su esfuerzo de búsqueda, lo que resulta en una superposición temporal más elevada. Por el contrario, en la RBZI, el menor IAR de presas y las fluctuaciones térmicas podrían hacer que el costo energético de estar activo supere el beneficio de caza, reduciendo su nivel de actividad y la superposición de patrones de actividad.

Además, el efecto regional fue especie-específico. El venado presentó la mayor diferencia en superposición entre regiones, seguido por el pecarí. Dicha variabilidad indica una sensibilidad a las condiciones locales de calor; por lo tanto, la modificación de los patrones de actividad en depredadores y presas representa una estrategia plástica para afrontar las limitantes ambientales específicas de cada sitio. Así ellos podrían estar intercalando picos de actividad como reducciones en su actividad, y aumentar su actividad durante la mañana, cuando las temperaturas son más benévolas para realizar actividades, particularmente durante la época de lluvias que es cuando se reportan las temperaturas ambientales más altas tanto para la costa como para la región de la Reserva. El venado cola blanca puede usar hábitats con mayor beneficio térmico por enfriamiento por convección durante las horas más calientes del día debido a la circulación del aire en hábitats abierto donde el riesgo de depredación es más alto (Green et al. 2025). Esto sugiere que el uso de hábitat es un aspecto adicional a considerar en las determinaciones de patrón de actividad

debido al amortiguamiento térmico que los hábitats usados pueden tener, y la realización de actividades asociadas a ellos. Además, el pecarí tiende a presentar una selección por hábitats con mayor disponibilidad de agua y con vegetación más densa (Keuroghlian y Eaton 2008), lo cual puede servir para amortiguar las temperaturas.

En contraste, el coatí y el armadillo mostraron variaciones regionales de menor magnitud, lo que indica una mayor flexibilidad ecológica. Si el armadillo es influido por la temperatura ambiental, la respuesta conductual es refugiarse en madrigueras (McDonough y Loughry, 2008); el coatí utiliza cavidades en árboles o vegetación densa para descansar (Valenzuela, 2021) ambos pueden actuar como amortiguadores térmicos frente a extremos ambientales. Al refugiarse en estos microambientes durante las horas de mayor insolación, ambas especies reducen su exposición al estrés térmico, lo que colateralmente disminuye sus posibilidades de interacción con el puma al restringir su actividad. Esto contrasta con el venado y el pecarí, que al ser de mayor tamaño dependen de la estructura macroscópica del bosque para encontrar refugio y la productividad del hábitat para encontrar cobertura. Sin embargo, el coatí y el armadillo podrían lograr amortiguar las diferencias climáticas entre la Costa y la RBZI mediante el uso de estos refugios puntuales, manteniendo patrones de actividad más constantes entre regiones.

A nivel estacional se detectaron diferencias en la superposición temporal tanto por temporada como por especie, con una tendencia general a una menor superposición durante la temporada de lluvias. En esta época, la mayor cobertura vegetal y disponibilidad de forraje por productividad primaria podría reducir la necesidad de las presas de desplazarse largas distancias o durante periodos prolongados para alimentarse y permanecer ocultas el resto del tiempo, lo que disminuye su riesgo de encuentro con el depredador (Lima y Dill, 1990).

El pecarí mantuvo una superposición alta con el puma en ambas estaciones, aunque esta fue ligeramente superior en secas así como su cantidad de registros, además de que su nivel de actividad también fue mayor en secas, lo que sugiere una estabilidad estacional en su patrón de actividad. Esto posiblemente está asociada a su tolerancia ambiental y a la disponibilidad relativamente constante y concentrada de recursos en los hábitats densos que son preferidos (Keuroghlian y Eaton 2008). La alta superposición en patrón de actividad en lluvias podría además ser explicado por la disponibilidad estacional de crías durante esta

época del año, cuya vulnerabilidad incrementaría el éxito de caza y justificaría la constante vigilancia del puma sobre las piaras, especialmente en periodos donde la agrupación en cuerpos de agua es mayor (Sowls, 1997; Sánchez-Pinzón et al 2024).

El venado mostró un comportamiento contrastante. En secas, registró un nivel de actividad bajo con una mayor superposición con el puma en comparación con lluvias, concentrando sus movimientos por la mañana y tarde. Es posible que el venado asuma el costo fisiológico de estar activo en horas de mayor temperatura para optimizar la búsqueda de recursos escasos, aun incrementando el riesgo de encuentro como se ha reportado en otros trabajos (Green et al. 2025; Gallina y López-González, 2011). Sin embargo, el venado alcanzó el nivel de actividad más alto de todo el estudio en la temporada de lluvias. A pesar de este incremento en su movimiento, la superposición con el puma disminuyó. Esto podría reflejar una estrategia de evasión temporal y falta de coincidencia espacial facilitada por la abundancia de forraje y refugio, permitiéndole al venado estar muy activo, pero en horarios o microhábitats donde el puma no es tan efectivo.

El coatí mostró una notable estabilidad conductual, manteniendo un nivel de actividad idéntico en ambas estaciones. Esta constancia puede deberse a su preferencia por hábitats con follaje denso, el cual utiliza como amortiguador térmico para mantener sus ritmos de forrajeo independientemente de la temporada (Valenzuela y Ceballos, 2000). Por el contrario, el armadillo presentó un patrón inverso. En la temporada de secas mostró su mayor nivel de actividad; sin embargo, aunque su actividad general disminuyó durante las lluvias, se registró un incremento en la superposición con el puma. Este fenómeno podría deberse a que las inundaciones de las madrigueras durante la época de lluvias obligan a los armadillos a utilizar menos sus refugios, aumentando así su vulnerabilidad y la probabilidad de ser detectados por el depredador (Rodríguez-Durán et al., 2018). Este comportamiento irregular sugiere que su actividad está modulada primordialmente por factores ambientales, como la humedad del suelo y la accesibilidad a presas subterráneas, más que por una respuesta directa al puma (Lima y Bednekoff, 1999).

En conjunto, los resultados de este estudio podrían sugerir que la composición de la dieta del puma responde a una combinación de factores conductuales, variaciones temporales-

espaciales de las condiciones ambientales locales, y energéticos dependiente de las características intrínsecas de las presas. Además el puma podría estar ajustando su presencia en el paisaje dependiendo de cuál presa es más accesible o vulnerable según las condiciones del entorno y la presa, reforzando la naturaleza dinámica de estas interacciones. En este contexto, la coincidencia temporal y espacial pareciera ser una condición necesaria pero no suficiente para explicar el orden de selección de presas. Esto resalta la importancia de evaluar ambas dimensiones para comprender la ecología del paisaje y las condiciones ambientales.

CONCLUSIONES

- El puma y sus presas presentan una superposición temporal de moderada a alta y una baja coocurrencia espacial.
- El nivel de superposición temporal y la coocurrencia espacial no coincide con la preferencia dietaria del puma, lo que sugiere que la coincidencia en coocurrencia es una condición necesaria, pero no suficiente, para predecir la interacción depredador-presa.
- Existe un efecto regional, donde la región Costa presenta una mayor superposición y actividad temporal que la RBZI, mientras que la coocurrencia espacial es mayor en la RBZI.
- La temporada de lluvias reduce la superposición temporal general, pero incrementa la espacial.
- Factores ecológicos como la estabilidad térmica local, la variación en cobertura vegetal, los diferentes patrones de uso de hábitat entre depredador y presa, y la densidad de presas podrían estar influyendo en la coocurrencia espacial y temporal del puma y sus presas.

LITERATURA CITADA.

Abrahms, B., Jordan, N. R., Golabek, K. A., McNutt, J. W., Wilson, A. M., y Richter, C. G. (2023). Lessons from a heatwave: Increasing temperature leads to nocturnal activity shifts in a large carnivore. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 290(2010), 20231661.

Adolphs, R. (2013, January 21). The biology of fear. *Current Biology*, 23(2), R79–R93. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.11.055>

Altrichter, M., Carrillo, E., Sáenz, J. C., y Fuller, T. K. (2001). White-lipped peccary (*Tayassu pecari*) diet and fruit availability in a Costa Rican rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 17(5), 665–673.

Aranda, J. M. (2012). Manual de identificación de los mamíferos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Arceo, G., Mandujano, S., Gallina, S., y Perez-Jimenez, L. (2005). Diet diversity of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia*, 69(1), 159-168. <https://doi.org/10.1515/mamm.2005.014>

Arias-Del Razo, I., Hernández, L., Laundré, J. W., y Myers, O. (2011). Do predator and prey foraging activity patterns match? A study of coyotes (*Canis latrans*), and lagomorphs (*Lepus californicus* and *Sylvilagus audubonii*). *Journal of Arid Environments*, 75, 112-118.

[Azevedo, F. C., Lemos, F. G., Freitas-Junior, M. C., Rocha, D. G., y Azevedo, F. C. C. \(2018\). Puma activity patterns and temporal overlap with prey in a human-modified landscape at Southeastern Brazil. *Journal of Zoology*, 305\(4\), 246–255. https://doi.org/10.1111/jzo.12558](https://doi.org/10.1111/jzo.12558)

Barreto, W. T. G., de Macedo, G. C., Santos, F. M., Rucco, A. C., Sano, N. Y., de Assis, W. O., Herrera, H. M., Porfírio, G. E. de O., y Oliveira-Santos, L. G. R. (2024). How does an urban landscape influence spatiotemporal ecology of South American coatis (*Nasua nasua*)? *Journal of Mammalogy*.

Brivio, F., Apollonio, M., Anderwald, P., Filli, F., y Grignolio, S. (2024). Seeking temporal refugia to heat stress: increasing nocturnal activity despite predation risk. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 291(2015), 20232430.

Brown, J. S., Laundré, J. W., y Gurung, M. (1999). The Ecology of Fear: Optimal Foraging, Game Theory, and Trophic Interactions. *Journal of Mammalogy*, 80(2), 385–399. <https://doi.org/10.2307/1383287>

Ceballos, G. y Oliva, G. (2005) Mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica.

Challenger, A., y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

CONANP (2019). Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES) en Michoacán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Crawshaw, P. G. (1995). The ecology of pumas in the Pantanal of Brazil. *Journal of Mammalogy*, 76(4), 1098-1111.

Cresswell, W. (2008). Non-lethal effects of predation in birds. *Ibis*, 150(1), 3–17.

Cueva-Hurtado, L., Jara-Guerrero A., Cisneros, R. y Espinosa, C. (2024). Activity patterns of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a neotropical dry forest: changes according to age, sex, and climatic season. *THERYA*, 2024, Vol. 15(2):242-252.

Currier, M. J. P. (1983). *Felis concolor*. *Mammalian Species*, 200, 1-7.

Daan, S. (1981) Adaptive daily strategies in behavior. In: Aschoff J (ed) *Handbook of behavioral neurobiology 4: biological rhythms*. Plenum press, New York and London, pp 275–298

DeCoursey PJ. (2004) The behavioural ecology and evolution of biological timing systems. In Dunlap JC, Loros JJ, DeCoursey PJ (eds). *Chronobiology, biological timekeeping*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, pp 27–65

DeGregorio, B. A., Gale, C., Lassiter, E. V., McKee, A. M., Dorr, B. S., y Sperry, J. H. (2021). Nine-banded armadillo (*Dasypus mexicanus*) activity patterns are influenced by human activity. *Ecology and Evolution*, 11(21), 14951–14961. <https://doi.org/10.1002/ece3.8257>

Dussault, C., Ouellet, J. P., Courtois, R., Huot, J., Breton, L., y Jolicoeur, H. (2004). Behavioral responses of moose to thermal conditions in the boreal forest. *Ecoscience*, 11(3), 321–328.

Emmons, L. H. (1987). Comparative feeding ecology of felids in a Neotropical rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 20(4), 271-279.

Estrada-Hernandez, C. (2008) Dieta, uso de hábitat y patrones de actividad del puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*) en la selva maya, centroamerica. *Revista Mexicana de Mastozoología* 12:113-130.

Farris, Z. J., Gerber, B. D., Karpanty, S., Murphy, A., Andrianjakarivelo, V., Ratelolahy, F., y Kelly, M. J. (2015). When carnivores roam: Temporal patterns and overlap among Madagascar’s native and exotic carnivores. *Journal of Zoology*, 296(1), 45–57.

Flores Z. 2015. Análisis de la comunidad de felinos en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas. Tesis maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Michoacán, México. 69 pp.

Foster, V. C., Sarmiento, P., Sollmann, R., Torres, N., Jacomo, A. T. A., Negrores, N., y Silveira, L. (2013). Jaguar and puma activity patterns and predator-prey interactions in four Brazilian biomes. *Biotropica*, 45(3), 373–379. <https://doi.org/10.1111/btp.12021>.

Gallina, S., Mandujano, S., y González-Romero, A. (2019). Ecología del venado cola blanca en México. Instituto de Ecología A.C.

Gallina, S., Mandujano, S., y González-Romero, A. (2019). Ecología del venado cola blanca en México. Instituto de Ecología A.C.

- Gallina, S., y Bello-Gutiérrez, J. (2014). Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México. *Therya*, 5(2), 423–436. <https://doi.org/10.12933/therya-14-192>
- Gallina, S., y López González, C. A. (2011). Ecología y manejo del venado cola blanca en México. Fondo de Cultura Económica.
- Gallina-Tessaro, S., (Ed.). (2019). Ecology and conservation of tropical ungulates in Latin America. Springer International Publishing, Cham.
- Gaynor, K. M., Hojnowski, C. E., Carter, N. H., y Brashares, J. S. (2018). The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science*, 360(6394), 1232–1235. <https://doi.org/10.1126/science.aar7121>
- Gómez, H., Wallace RB, Ayala GR, Tejada R. (2005). Dry season activity periods of some Amazonian mammals. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, 40: -95.
- Gómez-Ortiz, Y., Monroy-Vilchis, O., Fajardo, V., Mendoza, G., y Urios, V. (2011). ¿Es importante la calidad de los alimentos para los carnívoros? El caso del *Puma concolor*. *Biología animal*, 61(3), 277-288. <https://doi.org/10.1163/157075511X584227>
- Green, B. R., Tanner, E. P., Chandler, R. B., Abernathy, H. N., Conner, L. M., Garrison, E. P., y Cherry, M. J. (2025). Temperature influences resource selection and predation risk tolerance in a climate generalist. *Landscape Ecology* 40(2): 1-15
- Grossnickle, D. M., Smith, S. M. y Wilson, G. P. (2019). Untangling the multiple ecological radiations of early mammals. *Trends Ecol. Evol.* 34, 936–949.
- Harmsen, B. J., Foster, R. J., Silver, S. C., Ostro, L. E. T., y Doncaster, C. P. (2011). Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey species in southern Belize. *Journal of Zoology*, 284(3), 177-185.
- Hernández-Saintmartin, A. D., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Tarango-Arámbula, L. A., Clemente-Sánchez, F., y Hoogesteijn, A. (2013). Patrones de actividad del jaguar,

puma y sus presas potenciales en San Luis Potosí, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 29(3), 520–533. <https://doi.org/10.21829/azm.2013.293948>

Hass, C. C., y Valenzuela, D. (2002). Anti-predator benefits of group living in white-nosed coatis (*Nasua narica*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 51(6), 570–578.

Harmsen, B. J., Foster, R. J., Silver, S. C., Ostro, L. E. T., y Doncaster, C. P. (2011). Spatial and temporal interactions of sympatric jaguars and pumas in a Neotropical forest. *Journal of Mammalogy*, 92(3), 472–489.

Hirsch, B. T. (2003). Social monitoring and vigilance behavior in brown capuchin monkeys and white-nosed coatis. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 52(2), 109–116.

Hut, R. A., Kronfeld-Schor, N., van der Vinne, V., y De la Iglesia, H. (2012). In search of a temporal niche: Environmental factors. En T. Roenneberg (Ed.), *The Neurobiology of Circadian Timing* (Vol. 199, pp. 281–304). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59427-3.00017-4>

Iriarte, J., Franklin, A., Johnson, W., y Redford, H. (1990). Biogeographic variation of food habits and body size of the American puma. *Oecologia*, 85, 185–190.

Janson C., Goldsmith, M. Predicting group size in primates: foraging costs and predation risks, *Behavioral Ecology*, Volume 6, Issue 3, Fall 1995, Pages 326–336, <https://doi.org/10.1093/beheco/6.3.326>

Keuroghlian, A., Eaton, D. P., y Desbiez, A. L. J. (2009). Habitat use by peccaries in the southern Pantanal. *Mammalia*, 68(2–3), 181–188.

Kronfeld-Schor, N., y Dayan, T. (2003). Partitioning of time as an ecological resource. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 153–181.

Karanth, K. U., y Nichols, J. D. (1998). Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 79(8), 2852–2862.

Keuroghlian, A., y Eaton, D. P. (2008). Importance of rare habitats and riparian zones in a tropical forest fragment: preferential use by *Tayassu pecari*, a wide-ranging frugivore. *Journal of Zoology*, 275(3): 283-293.

Keuroghlian, A., Eaton, D. P., y Desbiez, A. L. J. (2009). Habitat use by peccaries in the southern Pantanal. *Mammalia*, 68(2-3), 181-188.

Kronfeld-Schor, N., y Dayan, T. (2003). Partitioning of time as an ecological resource. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 153-181.

Laundré, J. W., Hernández, L., y Altendorf, K. B. (2001). Wolves, elk, and bison: Reestablishing the “landscape of fear” in Yellowstone National Park. *Canadian Journal of Zoology*, 79(8), 1401-1409.

Laundré, J. W., Hernández, L., y Ripple, W. J. (2010). The landscape of fear: Ecological implications of being afraid. *The Open Ecology Journal*, 3, 1-7.

[Leão, C., Meri-Leão, R. M., y Grelle, C. E. \(2022\). Segregación temporal y espacial entre mamíferos depredadores y sus presas en una Unidad de Conservación Brasileña \(PARNASO\). *Mammalogy Notes*, 7\(2\), 223. <https://doi.org/10.47603/mano.v7n2.22>](#)

[Levin, S.A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology: The Robert H. MacArthur Award Lecture. *Ecology* 73:1943-](#)

Lima, S. L., y Dill, L. M. (1990). Behavioral decisions made under the risk of predation: A review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, 68(4), 619-640. <https://doi.org/10.1139/z90-092>

Lima, S. L., y Bednekoff, P. A. (1999). Temporal variation in danger drives antipredator behavior. *American Naturalist*, 153(6), 649-659.

Lira-Torres, I., y Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 28(3), 566-585.

Lucherini, M., Lovari, S., y Crema, G. (2009). Temporal niche segregation of sympatric carnivores in a Mediterranean ecosystem. *Journal of Zoology*, 261(4), 421-428.

MacArthur, R. H., y Pianka, E. R. (1966). On optimal use of a patchy environment. *American Naturalist*, 100(916), 603–609.

Maccarini, T. B., Attias, N., Medri, Í. M., Ribeiro, M. C., y Pardini, R. (2015). Temperature influences the activity patterns of armadillo species in a large neotropical wetland. *Acta Theriologica*, 60(4), 293–301. <https://doi.org/10.1007/-015-0232-2>

Maffei, L., Cuellar, E. y Noss, J. 2002. Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista boliviana de ecología y conservación ambiental*, 11: 55-65

Mandujano, S. Pérez-Solano, L., (2019). Fototrampeo en R: Organización y análisis de datos. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Ver, México 248.

Martín Vide, J. (2020). El cambio climático y los mares. *Mediterráneo Económico*, (33), 103-118. ISSN 1698-3726. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7663538.pdf>

Marchini, M. V., Kuerten, S., de Oliveira, A. S., y Santos, S. A. (2022). White-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) shift activity to nocturnal hours to avoid heat in the Brazilian Pantanal. *Journal of Mammalogy*, 103(4), 940-951.

Martínez-González, N., Soria-Díaz, L., Astudillo-Sánchez, C. C., Barriga-Vallejo, C., Mendoza-Gutiérrez, G. R., Manuel-de la Rosa, Z. A., y Vanoye-Eligio, V. (2025). Activity patterns and predator–prey interactions of mammals in the cloud forest of Tamaulipas, Mexico. *Ecologies*, 6(3), 51. <https://doi.org/10.3390/ecologies6030051>

McDonough, C. M., y Loughry, W. J. (2013). Behavior of armadillos. En *The biology of the Xenarthra* (pp. 281–293). University Press of Florida.

Mendoza, M., Mendoza, E., y Gutiérrez-Peña, E. (2024). Statistical analysis of species association indices. *Journal of Tropical Ecology*, 40, e12.

Meredith, M., y Ridout, M. (2014). overlap: Estimates of coefficient of overlapping for animal activity patterns. R package version 0.2.6. Disponible en: <https://cran.r-project.org/package=overlap>

[Milinski, M., and Heller, R. 1978. Influence of a predator on the optimal foraging behavior of sticklebacks \(*Gasterosteus aculeatus* L.\). Nature 275: 642-644. doi:10.1038/275642a0.](#)

Moleón, M. (2012). Predator-prey interactions. A Mediterranean vertebrate system as a case study. Lap Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Alemania.

Monterroso, P., Alves, P. C., y Ferreras, P. (2014). Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe. Behavioral Ecology and Sociobiology, 68(4), 571–583.

Monterroso, P., Alves, P. C., y Ferreras, P. (2014). Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe. Behavioral Ecology and Sociobiology, 68(4), 571–583.

Monroy-Vilchis, O., Rodríguez-Soto, C., y Zarco-González, M. (2007). Distribución, uso de hábitat y patrones de actividad del puma y jaguar en el Estado de México. Revista Mexicana de Mastozoología, 11(1), 57–71.

Monroy-Vilchis, O., Rodríguez-Soto, C., Zarco-González, M., y Urios, V. (2009). Uso de hábitat del *Puma concolor* en un bosque tropical del centro de México. Revista de Biología Tropical, 57(4), 859-867.

Monroy-Vilchis, O., Zarco, Z., y Soria-Díaz, L. (2016). Activity pattern of puma (*Puma concolor*) and its main prey in central Mexico. Animal Biology, 66(1), 13–25. <https://doi.org/10.1163/15707563-00002487>

Murdoch, W.W., y A. Steward-Oaten. (1975). Predation and population stability. Advances in Ecological Research 9;1-131.

Niedballa, J., Sollmann, R., Courtiol, A., Wilting, A. (2016). camtrapR: an R package for efficient camera trap data management. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12). <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/2041-210X.12600/full>

Núñez, R., Miller, B., y Lindzey, F. (2000). Ecology of puma (*Puma concolor*) in the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve, Jalisco, Mexico. University of California Press.

O'Connell, K., Rhoads, S. A., y Marsh, A. A. (2024). Fear: An evolutionary perspective on its biological, behavioral, and communicative features. En L. Al-Shawaf y T. K. Shackelford (Eds.), *The Oxford Handbook of Evolution and the Emotions* (pp. 500–519). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780197544754.013.25>

Paviolo, A., Di Blanco, Y., De Angelo, C. D., y Di Bitetti, M. S. (2009). Protection affects the abundance and activity patterns of pumas in the Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy*, 90(4), 926-934.

Phillips, J. M. (2021). Comportamiento y uso de hábitat del coatí (*Nasua nasua*) en la Reserva Buenaventura, El Oro, Ecuador [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil]. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21608.89606>

Pizzatto, L., Child, T. y Shine, R. (2008) Why be diurnal? Shifts in activity time enable young cane toads to evade cannibalistic conspecifics. *Behav. Ecol.*, 19, 990-997.

Potts, S. (1998). The Armadillo. Capstone press. Unites states of America.

Preisser, E. L., y Bolnick, D. I. (2008). The many faces of fear: Comparing the pathways and impacts of non consumptive predator effects on prey populations. *PLoS ONE*, 3(6), e2465.

Rabb, G. B. (1959). Ecology of the mountain lion in western Colorado. *American Midland Naturalist*, 61(1), 186-207.

Reyna-Hurtado, R., y Tanner, G. W. (2007). Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 16, 743–756.

Reyna-Hurtado, R., Naranjo, E. J., y Tanner, G. W. (2009). Ecological correlates of white-lipped and collared peccaries in the Calakmul forest, Mexico. *Journal of Mammalogy*, 90(5), 1199–1209. <https://doi.org/10.1644/08-MAMM-A-316.1>

Ridout, M. S., y Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14(3), 322–337. DOI: 10.1198/jabes.2009.08038

Ripple, W. J., y Beschta, R. L. (2004). Wolves and the ecology of fear: Can predation risk structure ecosystems? *BioScience*, 54(8), 755–766.

Ripple, W. J., Estes, J. A., Beschta, R. L., Wilmers, C. C., Ritchie, E. G., Hebblewhite, M., Berger, J., Elmhagen, B., Letnic, M., y Nelson, M. P. (2014). Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, 343, 1241484.

Rodríguez-Durán, Arlex, Valencia, Kelly, Superina, Mariella, y Peña, Ricardo. (2018). Distribución y usos de los armadillos en sabanas inundables de Arauca, Colombia. *Biota colombiana*, 19(2), 117-127. <https://doi.org/10.21068/c2018.v19n02a10>

Roll, U., Dayan, T., y Kronfeld-Schor, N. (2006). On the role of phylogeny in determining activity patterns of rodents. *Evolutionary Ecology*, 20(5), 479-490.

Rowcliffe, J. M., Kays, R., Carbone, C., y Jansen, P. A. (2014). Quantifying levels of animal activity using camera trap data. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(11), 1170–1179.

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Tolon, V., Dray, S., Loison, A., Zeileis, A., Fischer, C., y Baubet, É. (2009). Responding to spatial and temporal variations in predation risk: space use of a game species in a changing landscape of fear. *Canadian Journal of Zoology*, 87(12), 1129–1137.

Sánchez-Pinzón, K., Contreras-Moreno, F. M., Jesús-Espinosa, D., Méndez-Tun, J., y Cruz-Romo, L. (2024). Use of water bodies by the collared peccary *Dicotyles tajacu* (Artiodactyla:

Tayassuidae) in the Maya Forest, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 40, 1–13.
<https://doi.org/10.21829/azm.2024.4012>

Schmidt, K., Jędrzejewski, W., y Theuerkauf, J. (2009). Spatial organization and daily activity pattern of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Journal of Zoology*, 249(4), 417-425.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2025). Información Estadística Climatológica: Estación 16047. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2025). Información Estadística Climatológica: Estación 16227. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>.

Silver, S. C., Ostro, L. E. T., Marsh, L. K., Maffei, L., Noss, A. J., Kelly, M. J., Wallace, R. B., Gómez, H., y Ayala, G. (2004). The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 38(2), 148-154.

Smith, J. A., Donadio, E., Pauli, J. N., Sheriff, M. J., y Middleton, A. D. (2019). Integrating temporal refugia into landscapes of fear: Prey exploit predator downtimes to forage in risky places. *Oecologia*, 189(4), 883–890. <https://doi.org/10.1007/s00442-019-04381-5>

Soria-Díaz, L., González, G., y Monroy-Vilchis, O. (2010). Influencia de la actividad humana en el comportamiento del puma. *Mammalia*, 75(1), 101-112.

Soria-Díaz, L., Monroy-Vilchis, O., y Zarco-González, Z. (2016). Activity pattern of puma (*Puma concolor*) and its main prey in central Mexico. *Animal Biology*, 66(1), 13-20.

Sunquist, M., y Sunquist, F. (2002). *Wild cats of the world*. University of Chicago Press.

Sowls, L.K. (1997) Javelinas and Other Peccaries: Their Biology, Management, and Use. Texas A&M University Press, College Station.

Van Schaik, C. P., y Griffiths, M. (1996). Activity periods of Indonesian rainforest mammals. *Biotropica*, 28, 105-112.

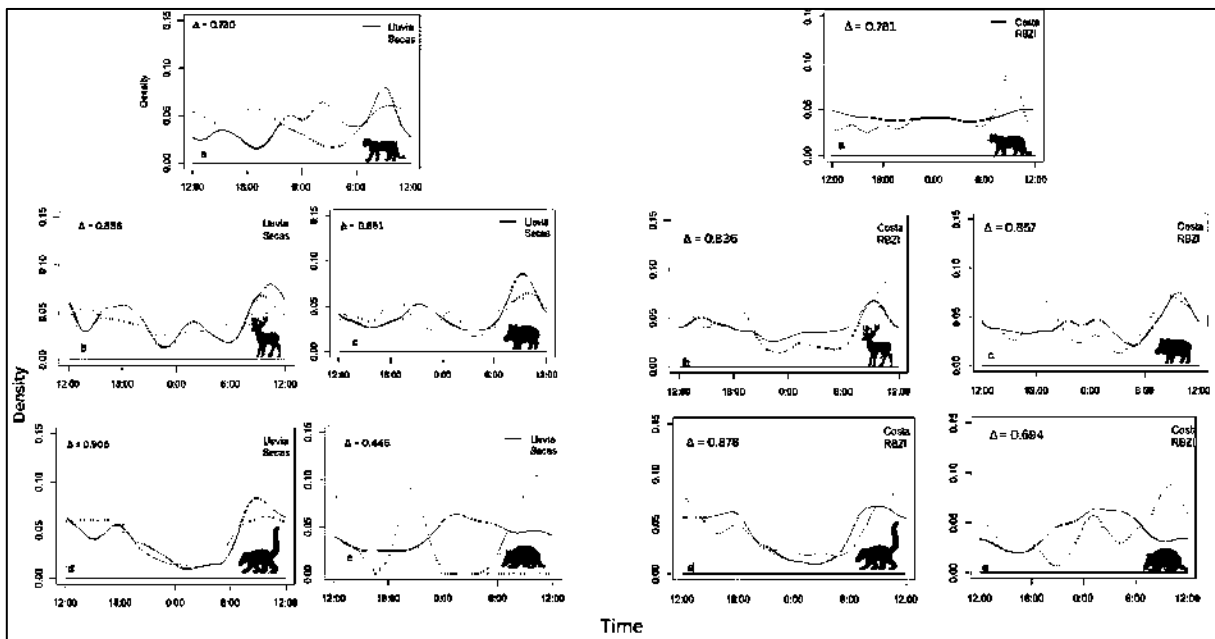
Valenzuela, D. (2021). Natural history of the white-nosed coati, *Nasua narica*, in a tropical dry forest of Western Mexico. *Revista Mexicana De Mastozoología (Nueva Época)*, 3(1), 26–44. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.1998.3.1.59>

Wilmers, C. C., Wang, Y., Nickel, B., Houghtaling, P., Shakeri, Y., Allen, M. L., Kermish-Wells, J., Yovovich, V., y Williams, T. (2013). Scale dependent behavioral responses to human development by a large predator, the puma. *PLoS ONE*, 8(4), e60590.

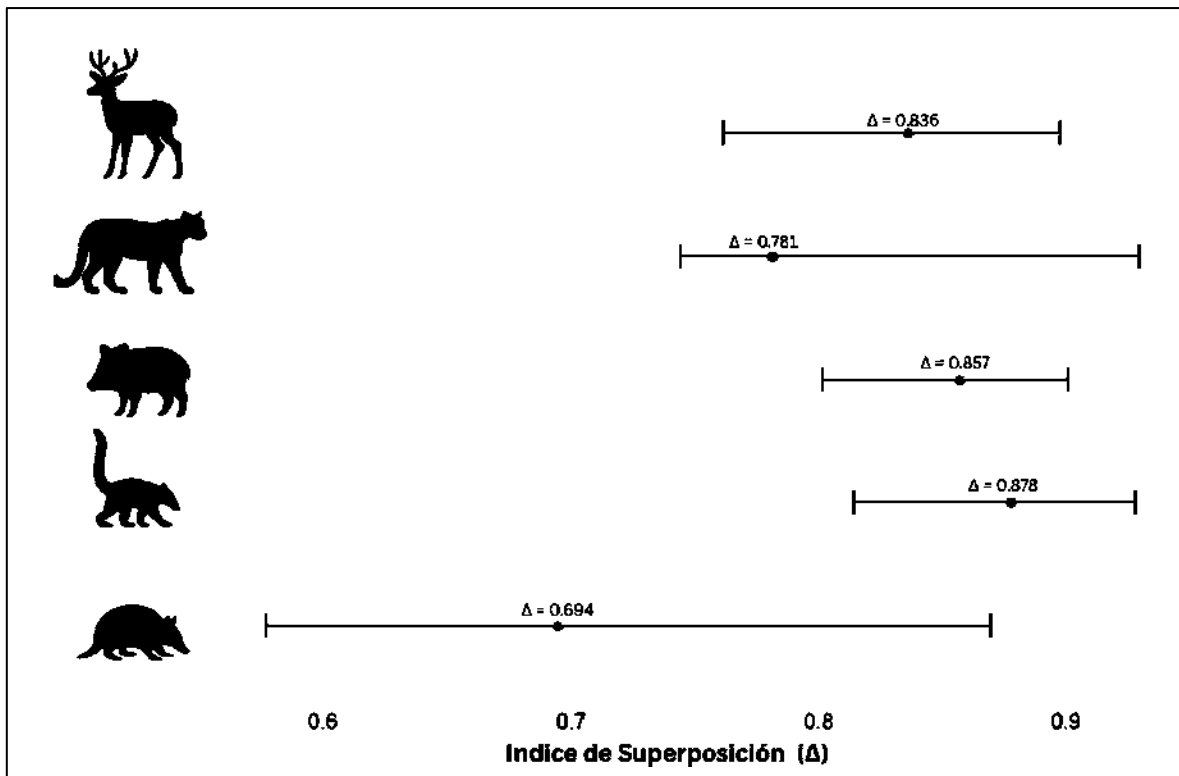
Zaldivar, B., Chavez, K., Valiente, E., Ramos, Y., Salinas, P., y Weiler, A. (2022). Uso de hábitat y patrones de actividad de los pecaríes labiado (*Tayassu pecari*) y de collar (*Dicotyles tajacu*) en paisajes ganaderos del Chaco Seco, Paraguay. *Reportes Científicos de la FACEN*, 13(1), 20–27. <https://doi.org/10.18004/rcfacen.2022.13.1.20> revistascientificas.una.py

Zhumi Deleg, G. P., López Tello, E., y Mandujano, S. (2024, 29 de abril). *Ajustando el reloj biológico*. La Crónica de Hoy. <https://www.cronica.com.mx/academia/ajustando-reloj-biologico.html>

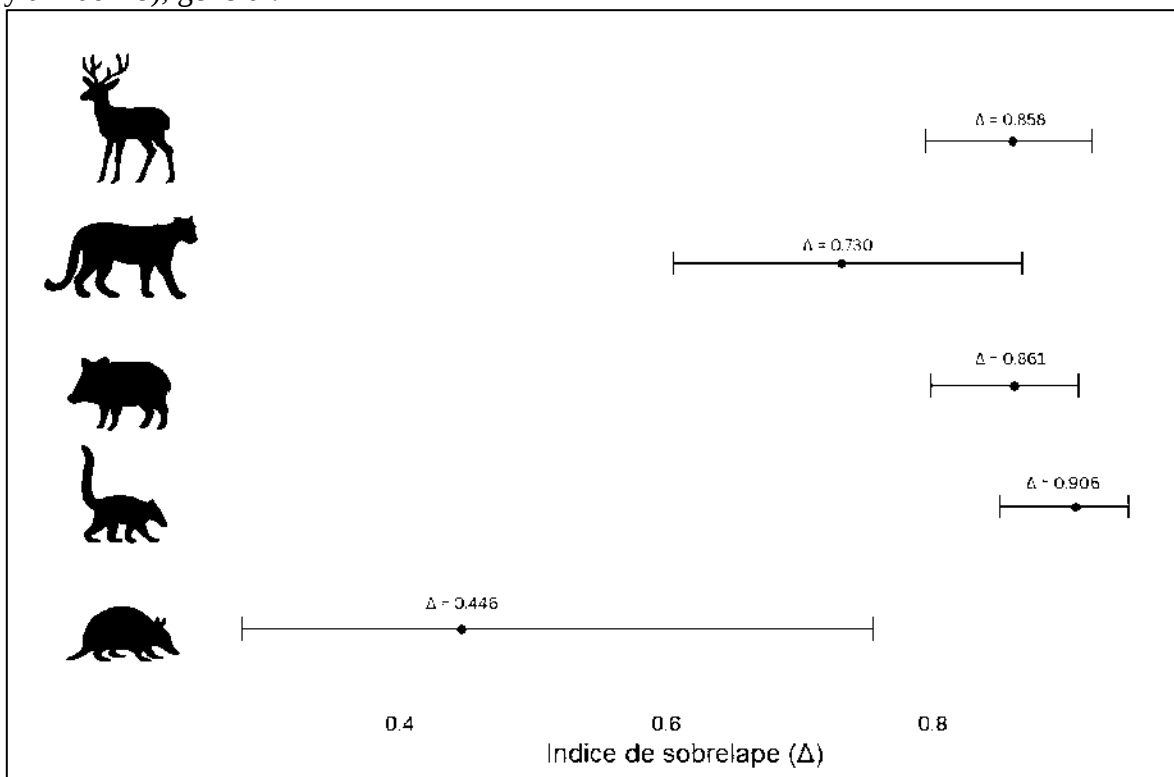
ANEXOS



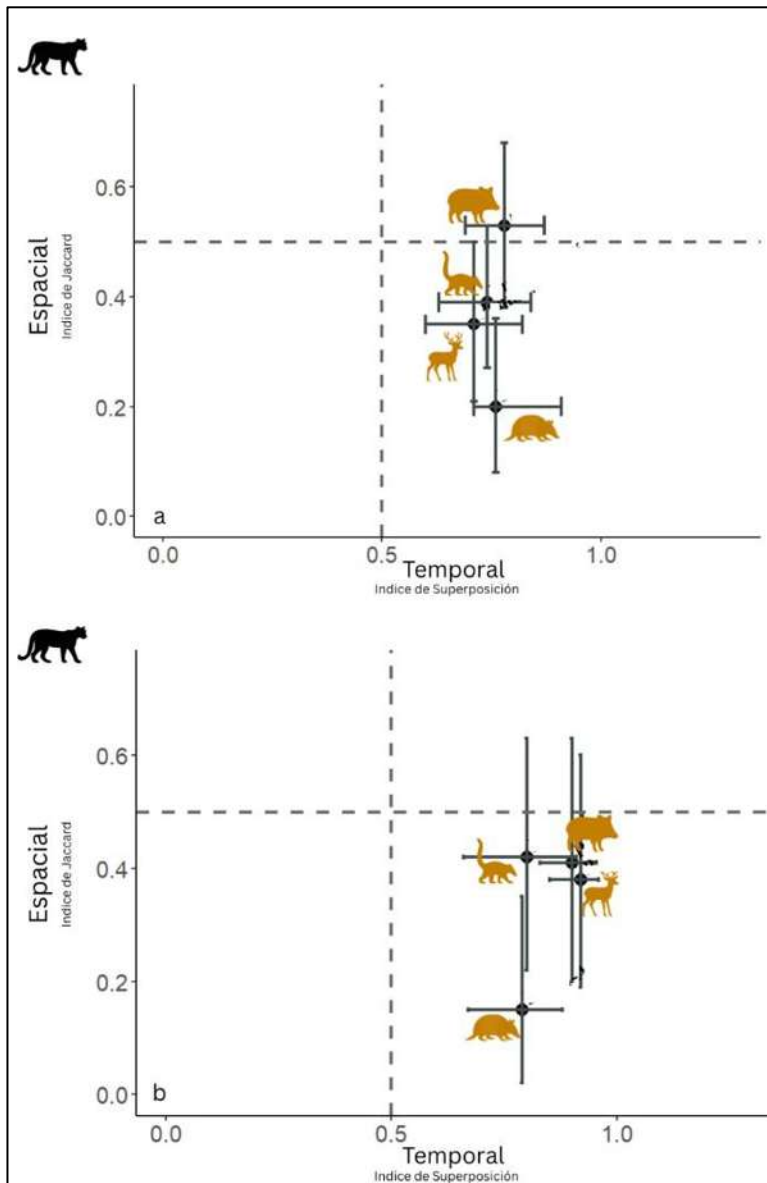
Anexo 1. Curvas de superposición de densidad de actividad horaria individuales del puma y sus presas principales en lluvias y secas y en Costa y RBZI (a puma, b Venado cola blanca, c Pecarí, d Coatí y e Armadillo)



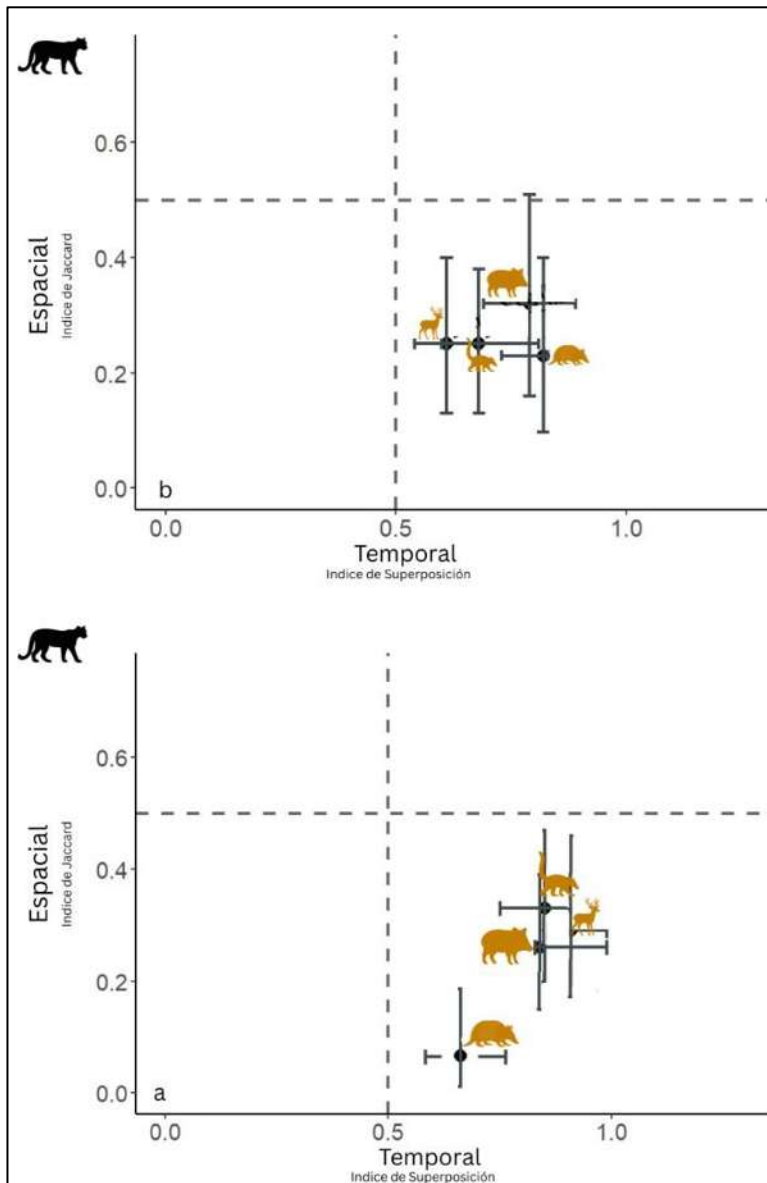
Anexo 2. Resultados del análisis de remuestreo bootstrap de la superposición del patrón de actividad del puma y sus presas principales (venado cola blanca, pecarí de collar, coatí, puma y armadillo), general.



Anexo 3. Resultados del análisis de remuestreo bootstrap de la superposición del patrón de actividad del puma, venado cola blanca, pecarí de collar, coatí, y armadillo entre la temporada de lluvias y secas.



Anexo 4. Relación entre la superposición de horario (Δ) y la coocurrencia espacial (índice de Jaccard) entre el puma y sus principales presas (venado cola blanca, pecarí, coatí y armadillo) entre regiones. a (RBZI) b (Costa).



Anexo 5. Relación entre la superposición de horario (Δ) y la coocurrencia espacial (índice de Jaccard) entre el puma y sus principales presas (venado cola blanca, pecarí, coatí y armadillo) entre temporadas a (secas) b (lluvias).

Carmina Alejandra Domínguez Monroy

Interacción de la actividad espacial y temporal del Puma (Puma concolor) con sus presas principales.pdf

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega**trn:oid:::3117:558608325****Fecha de entrega****19 feb 2026, 10:44 a.m. GMT-6****Fecha de descarga****19 feb 2026, 10:53 a.m. GMT-6****Nombre del archivo****Interacción de la actividad espacial y temporal del Puma (Puma concolor) con sus presas princip....pdf****Tamaño del archivo****1.4 MB****61 páginas****15.507 palabras****88.232 caracteres**

25% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas
- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 25%  Fuentes de Internet
- 21%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Carmina Alejandra Domínguez Monroy

Interacción de la actividad espacial y temporal del Puma (Puma concolor) con sus presas principales.pdf

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega**trn:oid:::3117:558608325****Fecha de entrega****19 feb 2026, 10:44 a.m. GMT-6****Fecha de descarga****19 feb 2026, 10:48 a.m. GMT-6****Nombre del archivo****Interacción de la actividad espacial y temporal del Puma (Puma concolor) con sus presas princip....pdf****Tamaño del archivo****1.4 MB****61 páginas****15.507 palabras****88.232 caracteres**

36% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

- 35%  Fuentes de Internet
- 28%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

• Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo. • Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias. • Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento. • Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Programa Institucional de Maestría en Ciencia Biológicas	
Título del trabajo	Interacción de la actividad espacial y temporal del Puma (<i>Puma concolor</i>) con sus presas principales	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Carmina Alejandra Dominguez Monroy	1414228g@umich.mx
Director	Alejandro Salinas Melgoza	alejandro.salinas@umich.mx
Codirector	Rodrigo Núñez Pérez	
Coordinador del programa	Rosa Elvira Nuñez Anita	mae.ciencias.biologicas@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	No	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	NO	
Traducción a otra lengua	NO	
Revisión y corrección de estilo	NO	
Análisis de datos	NO	
Búsqueda y organización de información	NO	
Formateo de las referencias bibliográficas	Si	Le di una cita para revisar si estaba en formato apa versión 7
Generación de contenido multimedia	Si	le pedí generar una imagen para usarla en una presentación
Otro		

Datos del solicitante	
Nombre y Firma	Carmina Alejandra Domínguez Monroy
Lugar y fecha	Morelia, Michoacán a 18 de febrero del 2026