



**UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA**
Unidad Iztapalapa

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

MAESTRÍA EN BIOLOGÍA

**CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL PARA
CARNÍVOROS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA MICHILÍA
Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA, EN EL ESTADO DE DURANGO,
MÉXICO.**

TESIS QUE PRESENTA LA ALUMNA:

Biól. Elva Domínguez Torres

COMITÉ TUTORAL:

Dr. Jorge I. Servín Martínez (Co-director, UAM-X).

Dra. Claudia Ballesteros Barrera (Co-directora, UAM-I).

Dra. María del Rocío Zarate Hernández (Asesora, UAM-X).

Ciudad de México, diciembre del año 2022



La Maestría en Biología de la
Universidad Autónoma Metropolitana
pertenece al Padrón de
Posgrados de Calidad del
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
(CONACyT)

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

ELVA DOMÍNGUEZ TORRES

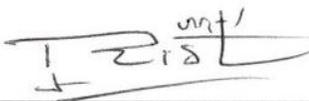
El día 20 de diciembre del año 2022.

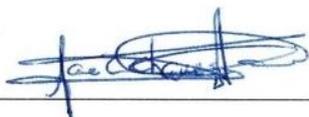
Codirector: Dr. Jorge I. Servín Martínez: 

Codirectora: Dra. Claudia Ballesteros Barrera: 

Presidente de Jurado: Dr. Pablo Arturo Salame Méndez: 

Asesora y Secretaria del Jurado: Dra. María del Rocío Zárate Hernández: 

Vocal del Jurado: Dr. Rurik Hermann List Sánchez: 

Vocal del Jurado: Dr. José Cuauhtémoc Chávez Tovar: 

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

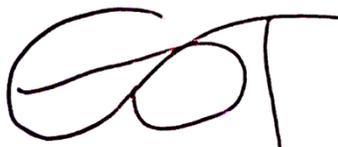
La que suscribe, Biol. Elva Domínguez Torres, alumna del posgrado Maestría en Biología, de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y autora de la tesis o idónea comunicación de resultados titulada: **“CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL PARA CARNÍVOROS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA MICHILÍA Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA, EN EL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO”**.

Declaro que:

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

La presente declaración de originalidad se firma en la Ciudad de México el 20 de diciembre del año 2022.

Atentamente



Elva Domínguez Torres



AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

A continuación agradezco a las instituciones y personas que han contribuido a mi desarrollo en lo académico, para que obtener el grado de maestría.

Agradezco al posgrado de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de UAM Iztapalapa, por poner a mi disposición material, instalaciones y profesorado para llevar a cabo esta maestría. Agradezco al coordinador de la maestría en Biología el Dr. Francisco Gutiérrez Mendieta y a la Lic. Angélica Ostos por su apoyo.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para mis estudios de maestría, mediante el número de registro 593023, y que comprendió del periodo del 19 de septiembre del 2015 al 26 de julio del 2017.

Agradezco al Instituto de Ecología por la facilitación de las instalaciones de la Estación Biológica “Piedra Herrada”, en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, y agradezco al encargado de dicha estación, el Sr. José Medina por su apoyo en nuestras estancias.

A mi jurado, el Dr. Pablo Arturo Salame Méndez, el Dr. Rurik Hermann List Sánchez, y al Dr. José Cuauhtémoc Chávez Tovar por sus recomendaciones para que este trabajo se nutriera.

Agradezco a mi comité tutorial, la Dra. Claudia Ballesteros Barrera y a la Dra. Rocío Zarate Hernández por su disposición, asesorías y apoyo para llevar a término este trabajo. Especialmente agradezco al Dr. Jorge Servín Martínez por sus enseñanzas tanto en campo como en trabajo de gabinete, y por poner a mi disposición material e instalaciones del Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre (LECFs) que dirige en UAM Xochimilco.

¡A TODOS MUCHAS GRACIAS!

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Todos, para lograr metas en la vida, necesitamos el apoyo de las personas que nos rodean. Para lograr metas en una profesión es importante tener apoyo no solo en aspectos académicos, sino también en la base de nuestra vida, el aspecto personal. A continuación, agradezco a amigos, familia y compañeros que han contribuido positivamente de alguna u otra manera a mi vida personal para poder lograr la presente meta en mi vida profesional.

A mi papá (†) y mi mamá, gracias por la vida, por ser los pilares en la vida que me dieron, por su amor incondicional hacia mí y por el amor incondicional que les tengo.

Al Dr. Jorge Servín y su esposa la Lic. Martha Vences agradezco sus consejos, por su apoyo, por compartir su casa a todos sus alumnos para cuestiones personales y académicas.

A la Dra. Claudia Ballesteros y Dra. Rocío Zárate por su apoyo moral.

Agradezco a mis compañeros y/o amigos de la maestría en UAMI y del LECFS en UAMX que contribuyeron de alguna manera a que este trabajo se realizara. A Nidia, Oscar y Angie, por sus consejos, apoyo y compañía. A Dora y César, por compartir conmigo sus conocimientos y experiencia en campo, apoyo, compañía y consejos. A Joaquín, Francisco, Tania, Jhon, José Carlos, Carlos, Mali, Flory y Luis Enrique, ya que contribuyeron con trabajo en campo, consejos, comentarios y/o compañía en el LECFS.

Agradezco por estar en las muy buenas y en las muy malas a mis primos, especialmente a Carolina, Vicky, Alex, Juan, Chuy, Vero, Jonathan, Karina y Carlos. A mis sobrinos Brenda, Beto, Luis, Aarón, Emi, Leo, Micky, Dulce, Adrián y Héctor. A mis tíos Hinmler (†), Blanca, Elvia y Silvia, Elida y Eloy, y abuelito Tomás. Agradezco por la ayuda invaluable que me dieron en momentos muy difíciles a Perla Acevedo y su familia, Denisse Jiménez y su familia, a la Sra. Ma Luisa Arias y su esposo el Sr. Luis y su familia, Cheque y su familia. Agradezco a Catalina Beltrán, Laury, Miriam Echeverría, Isabel Plata, Violeta Lucero y Beatriz Fernández por su apoyo moral.

Agradezco a Olga, Emilio y Margarita, Eduardo, Leonardo, Edgardo, Arturo, de la Facultad de Ciencias, a Rosy y Edi Castillo y su familia, todos han sido parte importante en mi vida.

A todos esos peludos que me han hecho compañía estos años en horas de estar en la computadora, especialmente a mis michis que aún me siguen acompañando a sus 15 y 16 años de vida, Píldora y Talata, mi perrita Bruja con 12 años aproximados de vida. A mis michis Zopi y Pollera que se fueron recientemente con 14 años, y Pelos que se fué hace más tiempo, las extraño.

TODOS SON PARTE IMPORTANTE EN MI VIDA, LOS QUIERO ¡MUCHAS GRACIAS!



Dedicatoria.

A Rosa Elia Torres Varela y Samuel Domínguez Montellano, mi mamá y mi papá.

Gracias eternas por la vida.

Gracias eternas por su apoyo y amor incondicionales.

Los amo con toda mi alma.

A ti mamá, por tu ejemplo y tu enseñanza sobre lo que es verdaderamente importante en la vida.

A ti papá, que me estás enseñando que el amor va más allá de la muerte. Te extraño mucho.

Contenido

I. RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
II. MARCO TEÓRICO.....	4
CONECTIVIDAD	4
LOS MAMÍFEROS CARNÍVOROS COMO AGENTES PARA EVALUAR LA CONECTIVIDAD	10
III. OBJETIVOS.....	11
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	12
ÁREA DE ESTUDIO	12
ESPECIES ESTUDIADAS	15
ESTACIONES DE MONITOREO.....	18
EL FOTOTRAMPEO PARA EVALUAR PREFERENCIAS EN DESPLAZAMIENTOS.	26
EL MAPA DE CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA LOS MESOCARNÍVOROS.	29
V. RESULTADOS	34
ESTACIONES DE MONITOREO.....	34
EL FOTOTRAMPEO COMO EVALUADOR DE CONECTIVIDAD FUNCIONAL DE MAMÍFEROS CARNÍVOROS.	38
EL MAPA DE CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA LOS MESOCARNÍVOROS.....	48
VI. DISCUSIÓN.....	62
VII. CONCLUSIONES	70
VIII. LITERATURA CITADA	71
IX. ANEXOS.....	81

I. RESUMEN

La conectividad biológica incluye dos componentes; *i*) la estructura del paisaje, y *ii*) la perspectiva de los organismos (individuos) hacia este. La conectividad estructural se refiere a que en un paisaje determinado cada elemento tiene una configuración espacial ininterrumpida. La conectividad funcional se refiere a qué tanto el paisaje permite el desplazamiento de los organismos, es decir que el paisaje presente o no obstáculos en algún grado al desplazamiento de estos organismos. Que el paisaje permita el movimiento de los individuos es importante para la permanencia de las especies, ya que el poder desplazarse otorga a los individuos la posibilidad de buscar y encontrar los recursos necesarios para su sobrevivencia. En este trabajo los objetivos fueron evaluar la conectividad funcional y estructural para el coyote (*Canis latrans*) y para la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango y zonas aledañas. La conectividad funcional se evaluó mediante trampeo fotográfico; se registraron los movimientos de los organismos observando sus direcciones de desplazamiento dentro de la estación de monitoreo. Se cuantificaron las coberturas arbustivas y arbóreas a través de las cuales el coyote y la zorra gris se desplazaron preferencialmente en el bosque. Por otro lado, la conectividad estructural se estudió creando un mapa de hábitat que representó la conectividad estructural para cada especie, a partir de ponderar las zonas de la región con base en la preferencia o rechazo que mostraron las especies por las categorías dentro de los elementos del paisaje, esto con base en el número de registros de cada especie en cada categoría. Los resultados mostraron que zorras y coyotes no se mueven al azar en el paisaje, incluso en pequeña escala, sino que presentan caminos definidos por los cuales transitan, y que la cobertura arbustiva y arbórea son factores que favorecen el uso de esos caminos. El considerar las direcciones de desplazamiento observadas en imágenes y videos originados de trampeo fotográfico resultó útil y efectivo para determinar y evaluar la conectividad funcional de ambas especies de carnívoros. En cuanto a los mapas de conectividad estructural, para el coyote se encontraron corredores y parches de hábitat preferencial (que usó más de lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad) dentro de un matriz de hábitat neutral (que usó de acuerdo con lo esperado). Para la zorra gris no se pudieron identificar conglomerados definidos de hábitat preferencial (parches), ya que se encontró que en todo el paisaje hay mezcla de hábitat preferencial y hábitat restrictivo, teniendo mayor superficie de hábitat preferencial. Se elaboraron mapas de conectividad basados en datos de como las especies usaron el paisaje. Este método resultó útil para estas especies que son generalistas. Los mapas de conectividad creados en el presente estudio tiene la ventaja que se elaboraron ponderando las zonas usando datos de como usa cada especie el paisaje obtenidos de la misma zona de estudio, a diferencia de otros trabajos en los que se usan datos de la especie de zonas diferentes al propio sitio de estudio (p ej. Arias *et al.* 2008).

ABSTRACT

Biological connectivity includes two components: the structure of the landscape and the perspective of the organisms towards it. Structural connectivity refers to each element in a particular landscape with an uninterrupted spatial configuration. Functional connectivity refers to how much the landscape allows the displacement of organisms, i.e., whether the landscape presents obstacles to some degree to the displacement of these organisms. The movement of organisms through the landscape is important for the permanence of the species because the movement gives to individuals the possibility to search and find the necessary resources for their survival. In this work, the objectives were to evaluate the functional and structural connectivity for the coyote (*Canis latrans*) and for the gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*) in the La Michilía Biosphere Reserve, Durango, and its area of influence. Functional connectivity was evaluated through a camera-trap survey where the movements of the organisms were recorded by observing their directions of displacement within the monitoring station, and the shrub and tree cover through which the coyote and the gray fox move preferentially in the forest were recorded. On the other hand, structural connectivity was studied by creating a habitat map of structural connectivity, for each species, based on the weighting of the zones of the region based on the preference or rejection that the species show for the categories within the elements of the landscape, based on the number of records of each species in each category. The results showed that grey fox and coyote do not move at random in the landscape, even on a small scale, which have defined paths through which they transit, and that shrub and tree cover is a factor that favors the use of these roads. Considering the directions of displacement observed in images and videos originated from camera-trap survey, it is useful and effective to evaluate functional connectivity. As to the maps of structural connectivity, corridors and patches of preferential habitat (which used more than expected, according to their availability) within a neutral habitat matrix (which was used as expected) were found for coyotes. Conversely, it was not possible to identify defined conglomerates of preferential habitat (patches) for the gray fox, since throughout the landscape there is a mixture of preferential habitat and restrictive habitat, having a greater preferential habitat surface. The method to realize the connectivity map was useful for these species that are generalists, being able to identify preferential habitat patches in a neutral habitat matrix. Connectivity maps based on data on how species used the landscape were produced. This method was useful for these species that are generalists. The connectivity maps created in this study have the advantage that they were developed by weighting the areas using data on how each species uses the landscape, obtained from the same study area, unlike other works that use data from the species from areas other than the study site itself (eg. Arias *et al.* 2008).

II. MARCO TEÓRICO

CONECTIVIDAD

La conectividad del paisaje es el grado en el cual este facilita o impide los movimientos de los organismos entre parches de recursos (Taylor *et al.* 2006). La conectividad incluye dos componentes; la estructura del paisaje, o conectividad estructural, y la movilidad de los organismos, o conectividad funcional.

Conectividad estructural

La conectividad estructural se refiere a la continuidad en la configuración espacial del paisaje (Taylor *et al.* 2006), qué tanto el hábitat de una especie es ininterrumpido en un paisaje. El paisaje en ecología se define como “una extensión de terreno compuesta de una agregación de componentes que interactúan. Estos componentes pueden ser bióticos, abióticos y antrópicos” (Forman y Godron 1986). Al estudiar y evaluar la conectividad estructural se considera normalmente la configuración del hábitat de cierta especie o grupo de especies. Se evalúa, por ejemplo, la cantidad de hábitat disponible en el paisaje, el número de parches remanentes de hábitat, su superficie y forma, la extensión de los bordes y el tamaño del área interior, y las distancias entre parches de hábitat (Fagan y Calabrese 2006, Kindlmann y Burel 2008). Otro factor que se analiza al abordar conectividad estructural especialmente en hábitats fragmentados es la presencia de elementos conectores llamados corredores, que son líneas de vegetación que conectan a parches de vegetación o macizos de hábitat remanentes. En conectividad estructural se estudia la configuración del hábitat y la identificación de corredores sin hacer necesariamente referencia directamente a la respuesta de los organismos de alguna especie en particular (Fagan y Calabrese 2006). El interés por la identificación y estudio de corredores se debe a que en paisajes donde el cambio de uso del suelo es amplio, la fauna existente dentro de parches de vegetación nativa remanente se beneficia de la presencia de corredores (Bennet 2003). Comúnmente al trabajar con conectividad estructural se evalúa la continuidad en la configuración de la vegetación en el paisaje, sin embargo, de acuerdo con sus definiciones, tanto el paisaje como el hábitat, normalmente presentan muchos otros componentes (Forman y Godron 1986, Gallina 2011), por lo que se puede estudiar conectividad estructural evaluando continuidad de todos los factores que determinen el hábitat de una especie, por ejemplo, altitud, pendientes, clima, etc.

De acuerdo con lo anterior, al presentar un componente estructural, la conectividad biológica, puede estudiarse generando mapas de hábitat sobre los cuales se pueden identificar elementos de la red de conectividad como parches y elementos conectores (Bennet 2003, Fagan y Calabrese 2006). Sin embargo, los estudios de conectividad comúnmente se realizan con especies que presentan especificidad en cuanto a sus requerimientos de hábitat, que este hábitat en el paisaje estudiado está fragmentado, y se realizan en paisajes donde el cambio de uso de suelo origina usos de suelos estructuralmente contrastantes; vegetación forestal y suelo agropecuario. Estos análisis comúnmente producen mapas de hábitat con vegetación conservada contrastando con el uso de suelo antropogénico, es decir dos tipos de uso de suelo, y solo dos posibilidades; que la especie está presente o ausente en cada tipo de uso de suelo. De manera que, comúnmente no se realizan estudios de conectividad en paisajes que presenten con gradientes en la calidad de hábitat o gradientes en la capacidad de desplazamiento de la especie en diferentes calidades de hábitat. Por ejemplo, estudios considerando que en la matriz los organismos pueden tener cierta actividad o cierto desplazamiento, o considerar que en hábitats conservados hay gradientes de preferencia de acuerdo con la calidad de hábitat o la presencia de algunas estructuras naturales . Por lo antes mencionado, en este trabajo de tesis se propone un método para crear un mapa de conectividad estructural a partir de la preferencia o rechazo que muestren las especies por las categorías dentro de los elementos del paisaje con base en el número de registros de cada especie por cada categoría.

Conectividad funcional

La conectividad funcional se refiere *per se* a la movilidad del organismo a través del paisaje (Taylor *et al.* 1993). Que el paisaje permita el movimiento de los individuos es importante para la permanencia de las especies, ya que el poder desplazarse otorga a los individuos la posibilidad de buscar y encontrar los recursos necesarios para su sobrevivencia, como alimento, agua y refugio, también les da la posibilidad de encontrar pareja para reproducirse, y les da también oportunidad de huir de perturbaciones como inundaciones, incendios o cambios meteorológicos bruscos, entre otros. El que los individuos puedan desplazarse a través del paisaje posibilita que las poblaciones pequeñas reciban inmigrantes, lo que beneficia a la población ya que aumenta su variabilidad genética, y por ende disminuye la probabilidad de su extinción. Estos individuos viajeros pueden también llegar a recolonizar un lugar donde su especie había sido extirpada (Bennet 2003, Taylor

et al. 1993, 2006). Es evidente entonces que la existencia o ausencia de conectividad tiene consecuencias en la dinámica de metapoblacional de las especies (Levins 1969) en la sobrevivencia y reproducción de los individuos lo que repercute en la permanencia de las poblaciones y por lo tanto es un factor que influye en la permanencia o extinción de las especies (Bennet 2003, Taylor *et al.* 1993, 2006).

El desplazamiento de individuos a través del paisaje está determinado por la configuración de su estructura (conectividad estructural) y la percepción de los organismos hacia éste (Burel y Baudry 2002). De esta manera, estudiar la conectividad funcional de una especie en particular implica estudiar o conocer la estructura del paisaje y también implica incorporar alguna medición, información, o indicio de la respuesta que presentan los desplazamientos de la especie ante la configuración estructural del paisaje (Bennet 2003), para finalmente, conocer a través de cuales características del paisaje la especie puede desplazarse adecuadamente y cuáles son los elementos del paisaje representan barreras a su desplazamiento.

Siendo que los organismos perciben de diferente manera la estructura del paisaje, dependiendo principalmente de su grado de especialización al hábitat y su escala de desplazamiento cotidiano (Beier y Noss 1998, Burel y Baudry 2002), la respuesta hacia la estructura del paisaje es particular para cada especie (Taylor *et al.* 2006). Los desplazamientos intencionales de organismos se dan a diferentes escalas temporales y espaciales, y con diferentes propósitos o causas (Servín 2000, Theobald 2006). Con respecto a los mamíferos silvestres, los individuos requieren desplazarse diariamente para obtener los recursos necesarios para su sobrevivencia (Servín *et al.* 2003, Taylor *et al.* 1993), a esta escala espacial, se desplazan en un espacio delimitado, recorrido frecuentemente llamado ámbito hogareño (Burt 1943). En algunas especies algunos individuos en la etapa juvenil viajan largas distancias para establecerse en un lugar lejano al de su núcleo familiar, proceso conocido como dispersión (Croteau 2010, Theobald 2006). en algunas especies las poblaciones se desplazan grandes distancias para huir de cambios en el ambiente, de la misma manera, los desplazamientos pueden darse a gran escala espacio temporal, por ejemplo, para huir de cambios climáticos (Berger 2004).

En hábitats fragmentados es especialmente importante tener información de cómo se desplazan los organismos, ya que existen parches remanentes de vegetación original aislados. La mejor manera de medir la conectividad en casos donde hay parches aislados de hábitat bien definidos es evaluando los desplazamientos hacia ese parche (Tischendorf y Fahrig 2000a). Los

desplazamientos hacia el parche, que implican un movimiento a través de la matriz, están directamente asociados al tamaño del parche y la distancia de este hacia los parches circundantes (Diamond 1975, Fleishman *et al.* 2002). Otro factor que incide en el desplazamiento hacia un parche es la presencia de elementos conectores, como corredores o sitios de paso o corredores discontinuos (stepping stones), los que harán mucho más probable que un migrante llegue a un parche (Bennet 2003). Otro factor importante en el movimiento de los individuos entre parches es la variación de la calidad de hábitat entre los parches y la variación que presenta la calidad de hábitat en la matriz circundante (Fleishman *et al.* 2002). Si la matriz es inhóspita para la especie, un parche inmerso en esta matriz tendrá pocas posibilidades de ser alcanzado, si la matriz es permeable por la especie habrá más posibilidades de que el parche sea alcanzado.

Por todo lo anterior, para hacer un buen manejo de las especies es importante, además de conocer la riqueza y abundancia de estas, también se tiene que conocer cuáles elementos determinan el desplazamiento de los individuos. Esta importancia es más evidente en especies con preferencias específicas de hábitat que residen en paisajes donde el cambio de uso de suelo ha originado paisajes con usos de suelo estructuralmente contrastantes. Sin embargo, en especies de distribución amplia, abundantes y que habitan distintos tipos de vegetación, la información sobre elementos del paisaje que determinan sus desplazamientos, puede servir para planear estrategias encaminadas a reducir, si es que existen, los conflictos de éstas con la población humana.

Técnicas para evaluar conectividad funcional para mamíferos.

El estudiar directamente el movimiento de los individuos en el paisaje (Fagan y Calabrese 2006, Kindlmann y Burel 2008), aportan información esencial para las propuestas de conservación de hábitat y de especies en la región de interés (Fagan y Calabrese 2006), esto puede hacerse evaluando directamente el desplazamiento de individuos, distancias, preferencias, etc., a través del paisaje (Servín *et al.* 2003, Tischendorf y Fahrig 2000a). Para evaluar directamente el desplazamiento de mamíferos medianos y grandes se han usado varias técnicas (Correa *et al.* 2016). Una de las técnicas es el seguimiento a distancia, ya sea mediante radiotelemetría o a través de GPS. El seguimiento a distancia consiste en colocar a un organismo un dispositivo emisor de señal, para calcular y/o obtener su ubicación (Hidalgo-Mihart y Olivera-Gómez 2011). También están los análisis de captura-marca-recaptura en donde los individuos colectados, se marcan, se liberan, y en posteriores muestreos se cuentan los individuos recapturados (González-Romero 2011). Estos datos

podrían servir para detectar individuos que se hayan movido de un parche a otro, y de esta manera conocer las distancias de desplazamiento de individuos de un parche a otro, o de una estación de muestreo a otra. Otro tipo de información que puede usarse para evaluar conectividad es la información genética, esto ya que saber que tan cercanas genéticamente son dos poblaciones, nos indica si entre estas poblaciones existen barreras o si existe por el contrario un flujo continuo de genes, es decir si existe o no intercambio de individuos entre éstas poblaciones, asimismo, encontrar diferencias genética en un individuo con respecto a la población en la que se encontró, indicaría que posiblemente es un individuo inmigrante (Garrido-Garduño y Vázquez-Domínguez 2013). De tal manera, el seguimiento a distancia, las técnicas de captura-marca-recaptura y los análisis genéticos, requieren captura y manejo de individuos, lo que implica un gasto importante de tiempo, dinero y esfuerzo, a causa de estas circunstancias, en estudios que usan estas técnicas comúnmente se obtienen datos de pocos individuos.

La conectividad se puede estudiar directamente evaluando los desplazamientos de individuos. Además, se han evaluado y cuantificado factores que son afectados por la presencia o ausencia de conectividad. Debido a que la fragmentación tiene efectos sobre la abundancia y riqueza de especies en esos paisajes (Fahring 2003), la conectividad puede evaluarse a partir del estudio de la distribución, abundancia y riqueza de las especies (p. ej. Andreassen *et al.* 1998, Estrada-Peña 2002, Metzger 1997, With y Crist 1995). Para estudiar hábitos de desplazamiento de los organismos se ha recurrido a hacer inferencias de sus hábitos de desplazamiento a partir de información que no es directamente sobre movimientos (Fagan y Calabrese 2006). Por ejemplo, se puede inferir la dirección y hacia donde se mueven los organismos a partir de conocer sus preferencias de hábitat (Fagan y Calabrese 2006), o se puede inferir a qué distancia se desplazan los organismos a partir de conocer el tamaño del ámbito hogareño que ha sido registrado en la literatura para la especie (Villavicencio *et al.* 2009). Otra forma de evaluar el potencial desplazamiento son los modelos de resistencia, que consisten en asignar valores a los hábitats presentes en un paisaje, de acuerdo con la preferencia o resistencia (rechazo) que muestre la especie a los hábitats presentes en el sitio de estudio (p. ej. Zeller *et al.* 2012). Al final se obtiene un mapa llamado mapa de resistencia, donde al establecer un punto de partida y uno de destino, se puede evaluar la ruta potencial que representa el menor costo de viaje para la especie o grupo elegido (Alandi *et al.* 2009, Arias *et al.* 2008). Estas rutas, llamadas de costo mínimo, son interpretadas como corredores funcionales potenciales. Existen varias formas en que se realizan las

valoraciones de las preferencias o rechazo por diferentes tipos de hábitat en estos modelos de resistencia. Para realizar la ponderación de los diferentes tipos de hábitat se utilizan ya sea los conocimientos de un experto en la ecología de las especies, suponiendo que la experiencia del investigador está complementada por literatura, o pueden usarse datos biológicos, o bien la combinación de éstos. Sin embargo, una de las críticas de la manera de ponderar los distintos tipos de hábitat es que, comúnmente no se incluyen directamente datos estadísticos (Tischendorf y Fahrig 2000b) que sustenten la información de la ponderación para cada caso particular. Entre los datos biológicos que se usan se encuentran datos como los puntos de localización de individuos no identificados, la identificación de un individuo en dos lugares diferentes, ya sea que se conozca o no la trayectoria por la que viajó, y algunos datos genéticos (Zeller *et al.* 2012).

Trampeo fotográfico para evaluar la conectividad.

Es una técnica que se usa frecuentemente para hacer estudios de fauna silvestre, es útil sobre todo en especies de gran tamaño corporal, de hábitos nocturnos, grandes desplazamientos y ámbitos hogareños, como los mamíferos medianos y grandes. Las trampas cámara detectan presencia de organismos de distintas especies, con lo cual se hacen principalmente análisis de riqueza de especies, diversidad, abundancia, uso de hábitat y patrones de actividad (Karanth *et al.* 2004). Esta técnica además se ha usado para evaluar ecología alimentaria, como depredación de nidos (Cutler y Swan 1999). En cuanto al uso de las trampas cámara para evaluar algún aspecto relacionado con la conectividad biológica, se tiene lo siguiente: La identificación y registro de individuos mediante trampas cámara se ha usado para detectar zonas de paso entre parches de hábitat, las cuales pueden ser designadas y protegidas por considerarse corredores para algunas especies ecológicamente relevantes y listadas como especies en riesgo (p. ej. Araya-Gamboa y Salom-Pérez 2013, Brodie *et al.* 2014). Además, debido a que la fragmentación tiene efectos sobre la abundancia y riqueza de especies en los paisajes (Fahring 2003), se usan los datos generados del trampeo fotográfico, presencia y abundancia de especies en cada elemento del paisaje (parche, corredor, matriz) para cuantificar los deterioros de las poblaciones silvestres ante la falta de conectividad; información que puede servir de soporte para mantener o restablecer la conectividad del hábitat nativo (Andreassen *et al.* 1998, Beier y Noss 1998, Estrada-Peña 2002, Fahring 2003, Haddad y Tewksbury 2006, Metzger 1997, With y Crist 1995).

Los registros que se obtienen, fotografías y videos aportan una información que aún no se ha aprovechado; la dirección de desplazamiento de los organismos en relación al campo visual de la cámara. Usar este dato presenta el beneficio de poder registrar los hábitos de desplazamiento de los individuos de muchas especies, a diferencia de la telemetría y los análisis genéticos que solo evalúan los hábitos de pocos individuos. En este trabajo de tesis se calculó la dirección de desplazamiento de los individuos, a partir de este dato; se evaluó si existe una dirección preferencial de desplazamiento posteriormente se evaluó si existe un porcentaje de cobertura vegetal que las especies de estudio usen preferencialmente para desplazarse.

LOS MAMÍFEROS CARNÍVOROS COMO AGENTES PARA EVALUAR LA CONECTIVIDAD

Los mamíferos depredadores silvestres del Orden Carnivora son elementos importantes dentro de los ecosistemas que habitan, ya que fungen como reguladores directos de las poblaciones de las especies que les sirven de alimento, lo que tiene efectos a lo largo de la red trófica, afectando así la dinámica y estructura del ecosistema en el que viven (Noss *et al.* 1996). Por lo anterior, en general son elementos clave dentro de los ecosistemas que habitan (Servín 2013). Dentro del Orden Carnivora existen especies cuyas áreas de distribución y ámbitos hogareños de tamaños variados (Ceballos y Oliva 2005), están muy relacionadas con la talla corporal habitual de la especie, de tal manera que, de forma general, los carnívoros de tamaño pequeño tienen ámbitos hogareños pequeños ($< 1 \text{ km}^2$, $< 100 \text{ ha}$), y los carnívoros de tamaño grande tienen ámbitos hogareños más extensos ($100 \text{ a } 500 \text{ km}^2$; $10,000 \text{ a } 50,000 \text{ ha}$) (Servín 2013, Servín y Huxley 1995, Servín *et al.* 2014). Estos grandes carnívoros con amplios ámbitos hogareños pueden fungir como especies sombrilla, ya que la protección de su hábitat preserva a su vez al hábitat de las especies simpátricas (Noss *et al.* 1996). Por lo tanto estas especies son importantes en la conservación de la biodiversidad (Servín 2013).

La fragmentación del hábitat a escalas amplias afecta en mayor medida a especies de gran tamaño, con grandes ámbitos hogareños y con bajas densidades poblacionales (Beier y Noss 1998). Estas características las poseen organismos de la cima de la cadena alimenticia, con grandes tamaños corporales y amplios requerimientos de hábitat, que poseen requerimientos muy especializados en cuanto a alimentación o hábitat (Bennet 2003). Algunas de las especies del orden Carnivora presentan una o más de estas características (Aranda 2000, Ceballos y Oliva 2005, Servín

2013), por lo que son más susceptibles a la pérdida de conectividad en el paisaje (Crooks y Sanjayan 2006), lo que las hace especies ideales para estudiar conectividad a escalas amplias.

El área de estudio del presente proyecto de tesis es una de las zonas del país con una alta riqueza de especies de carnívoros (Valenzuela-Galván *et al.* 2008). López-González (2012) reportó para la zona, la presencia de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*), lince (*Lynx rufus*), nutria de río (*Lontra longicaudis*, Amenazada, NOM-059-SEMARNAT 2010), zorrillos (*Spilogale gracilis*, *Mephitis spp.*, *Conepatus leuconotus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), coatí (*Nasua narica*) y mapache (*Procyon lotor*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*, En peligro de extinción, NOM-059-SEMARNAT 2010).. Además, en la zona de estudio habitaron el lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) y el oso negro americano (*Ursus americanus*) (Baker y Greer 1962) especies que fueron extirpadas de la zona (Juárez-Casillas y Varas 2013, Servín *et al.* 2018).

III. OBJETIVOS

GENERAL

Describir y evaluar la conectividad estructural y funcional, para dos especies de mamíferos del Orden Carnivora en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, México.

PARTICULARES

1. Describir y evaluar la conectividad funcional, para el coyote (*Canis latrans*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).
 - 1a. Evaluar las direcciones de desplazamiento del coyote y la zorra gris.
 - 1b. Evaluar la cobertura arbórea y arbustiva por donde se desplazan los coyotes y la zorra gris.
2. Describir y evaluar la conectividad estructural para el coyote y la zorra gris dentro del área de estudio.
 - 2a. Identificar elementos en el paisaje que determinen la abundancia del coyote y zorra gris.
 - 2b. Crear un mapa de uso de hábitat para cada especie estudiada.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva de la Biosfera La Michilía (RBLM), se encuentra en el sureste del estado de Durango, al sur de la Sierra Madre Occidental, en los municipios de Mezquital y Súchil (INEGI 2021). Cuenta con clima templado seco, y templado-subhúmedo, con altitudes que van desde los 1,734 a los 3,000 msnm, con precipitación media anual de 600 a 850 mm, con lluvias de mayo a septiembre, nevadas de octubre a enero, y con periodo seco de febrero a mayo (González-Elizondo *et al.* 1993) (Figura 1).

El área de estudio de estudio de este trabajo se puede clasificar en dos escalas, la ubicación de las estaciones de monitoreo con cámaras trampa, y el área para realizar el mapa de conectividad estructural. El área para realizar el mapa de conectividad, es una zona cuadrada con una superficie de 900 km², que abarca casi toda de la Reserva de la Biosfera La Michilía, e incluye parte de las zona cercana a la misma, sección a lo que se llamó zona de influencia (Figura 1). De las 30 estaciones de monitoreo, 27 están dentro de la Reserva de la Biósfera La Michilía (Figura 1 a y b).

Los principales tipos de vegetación presentes en la zona son los bosques de coníferas y de *Quercus* (INEGI 2016, de acuerdo con la clasificación de Rzedowski 2006). En la Reserva de la Biosfera La Michilía y sus cercanías existe principalmente bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbórea de bosque de pino, bosque de pino- encino, bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, y en menor proporción hay pastizal natural, pastizal inducido y agricultura (INEGI 2016) (Figuras 2a y b).

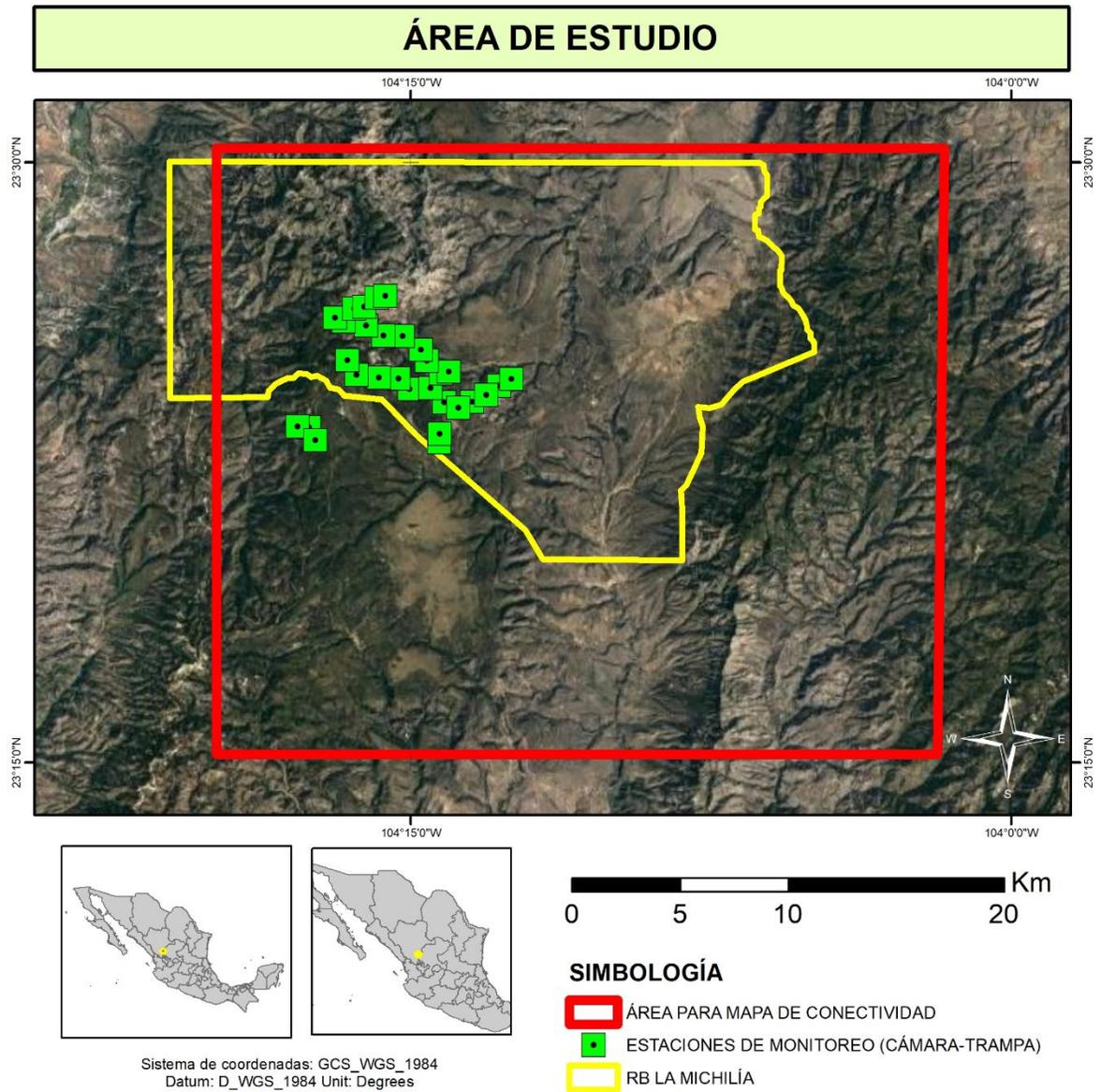


Figura 1a. Área de estudio del presente estudio, se muestra el área usada para elaborar el mapa de conectividad y se muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo.

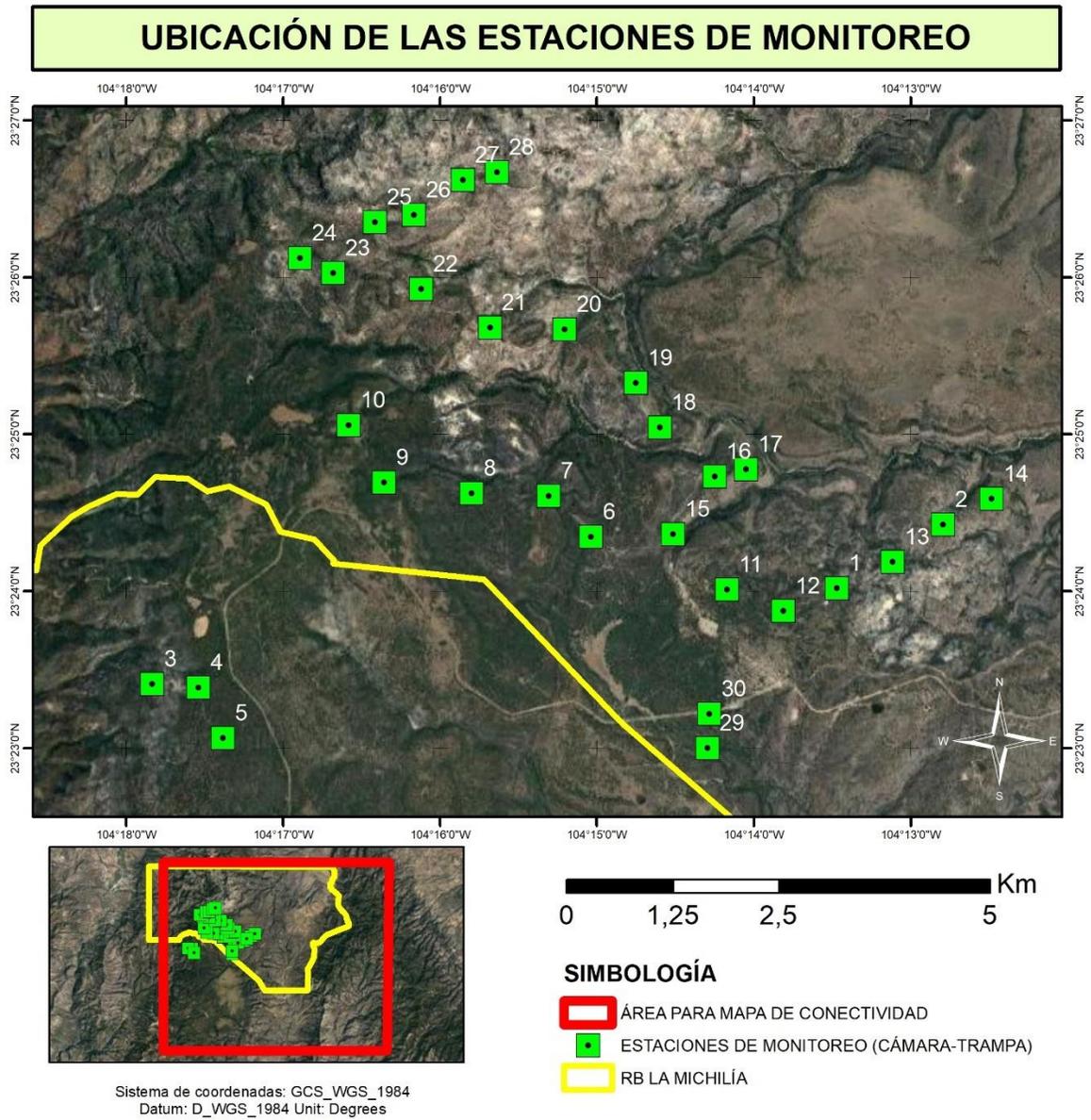


Figura 1b. Área de estudio del presente estudio, se muestra a detalle la ubicación de las estaciones de monitoreo.

ESPECIES ESTUDIADAS

En el presente estudio se trabajó con las dos especies más abundantes de carnívoros silvestres que habitan en la región de acuerdo con el muestreo realizado por el Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna silvestre de la UAM-Xochimilco; el coyote (*Canis latrans*) la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) (Rodríguez -Luna *et al.* 2019). La zorra gris y el coyote son especies de carnívoros silvestres que se consideran depredadores, ya que se alimentan principalmente de mamíferos pequeños, aves, plantas, semillas y frutos. Por lo tanto, tienen una alta importancia ecológica al regular las poblaciones de los mamíferos que les sirven de alimento, además de ser dispersoras de las especies de las plantas cuyas semillas y frutos ingieren (Servín y Huxley 1993; Rodríguez-Luna *et al.* 2021a). En algunos lugares de la región son consideradas dañinas por alimentarse de animales de granja, por lo que en ocasiones son víctimas de control letal (Servín y Huxley 1993, Servín y Chacón 2005 a y b, Servín *et al.* 2014,). Por lo anterior contar con información de cómo se desplazan el coyote y la zorra gris y/o tener un mapa de conectividad podría ser de utilidad al momento de elaborar planes de ordenamiento territorial encaminados a reducir la probabilidad de que zorras y coyote se acerquen a los poblados y así mejorar la relación entre estas especies y la población humana. A continuación se presenta una revisión de los hábitos de estas especies en cuanto al uso del paisaje.

Coyote (*Canis latrans*)

Distribución. Hasta antes del siglo XIX estaba distribuido desde Canadá, a través del de Estados Unidos, hasta el centro de México. El coyote ha aumentado su distribución debido a la transformación del paisaje y a la extirpación de otras especies de grandes carnívoros . Actualmente se distribuye desde Alaska, ocupando casi todo Canadá, Centroamérica hasta Panamá (Kays 2020, Ramírez-Albores y León-Paniagua 2015, Servín y Chacón 2005a). Ocupa la mayor parte de México, ya que dentro del país su distribución también se ha ampliado, habiéndose reportado por primera vez recientemente en Yucatán y Campeche (Guzmán-Soriano *et al.* 2013, Ramírez-Albores y León Paniagua 2015, Sosa-Escalante *et al.* 1997).

Hábitat. Habita casi todos los tipos de vegetación, bosques templados, desiertos y vegetación tropical, pastizales y matorrales (Gese y Bekoff 2004, Servín y Chacón 2005a). Habita en usos de suelo transformados por actividades humanas como áreas deforestadas, áreas

transformadas por la actividad pecuaria (Vaughan 1983), e incluso puede sobrevivir en áreas urbanas (Elliot *et al.* 2016).

En la literatura existen trabajos que nos describen el hábitat del coyote, y hay resultados en el sentido de que prefieren coberturas abiertas (refiriéndose a pastizales) sobre espacios con coberturas arbóreas (Hidalgo-Mihart 2004, Hickman *et al.* 2015, Hinton *et al.* 2015, Kamler y Gipson 2000 (para residentes), Rodríguez-Luna *et al.* 2021b, Schrecengost *et al.* 2009). Pero en otros estudios se evidencia que prefieren hábitats boscosos o con buena cantidad de cobertura vegetal (Álvarez-Córdoba *et al.* 2022, Kamler y Gipson 2000 (para transeúntes), Person y Hirt 1991 (para las estaciones de invierno y primavera). De manera particular, en la Reserva de la Biosfera La Michilía se ha reportado que los coyotes usan los diferentes tipos de hábitat de acuerdo con su disponibilidad, aunque presentan preferencias por los pastizales y zonas abiertas (Rodríguez-Luna *et al.* 2021b)

Ámbito hogareño. El ámbito hogareño de los coyotes varía de acuerdo con muchos factores, la edad, el sexo, la abundancia de especies presa, el hábitat, la temporada del año y la temporada biológica (Bekoff 1977, Servín 2000). Se han registrado ámbitos desde 3.3 hasta 80 km² (Andelt 1985, Ozoga y Harger 1966). En la Reserva de la Biosfera La Michilía se reportó un promedio anual de 11.8 km² de ámbito hogareño para 8 machos y 7 hembras. El promedio anual para los machos fue de 12.96 km² y para las hembras fue de 10.5 km² (Huxley y Servín 1995, Servín 2000, Servín y Huxley 1995,).

Distancias viajadas en un día. Las distancias viajadas diariamente pueden ser influenciadas por con características individuales, por ejemplo, la condición reproductiva, la edad el sexo (Servín *et al.* 2003). En estudios realizados con radiotelemetría se han registrado las distancias que recorren los coyotes en el lapso de un día. En Nebraska, Estados Unidos se han registrado distancias viajadas de 10.1 y 11.8 km/día en promedio para machos y hembras respectivamente (Andelt y Gipson 1979), y en Idaho se registraron distancias de 16.7 a 30 km/día para hembras y machos respectivamente (Laundré y Keller 1981). Para la Reserva de la Biosfera La Michilía se reportaron distancias viajadas de 16.47 y 12.51 km/día para machos y hembras respectivamente (Servín *et al.* 2003). Los coyotes son territoriales, por lo que los juveniles se dispersan para establecer su territorio, el cual puede ser

establecido en áreas alejadas de su núcleo familiar hasta unos 160 km, incluso se han reportado individuos dispersores que viajan cientos de kilómetros (Kolbe y Squires 2004).

Conservación. Es una especie abundante a lo largo de su distribución, la cual se ha extendido por la transformación de los paisajes originada por actividades humanas (Ramírez-Albores y León Paniagua 2015). Tiene conflictos con humanos por considerarlo depredador de fauna doméstica, por lo que en algunos lugares se le caza o se controla su población por diferentes medios letales (Bekoff 1977, Gese y Bekoff 2004, Servín y Chacón 2005a).

Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*)

Distribución. Se distribuye desde el límite sur de Canadá hasta Colombia y Venezuela. Se distribuye en todo el territorio mexicano (Roemer *et al.* 2016, Servín y Chacón 2005b).

Hábitat. Habita prácticamente todos los tipos de vegetación (Servín y Chacón 2005b), exceptuando quizá áreas inundadas y paramos de altura (Aranda 2000). Prefieren lugares con heterogeneidad paisajística, es decir lugares donde exista una mezcla parches de vegetación arbórea y áreas abiertas (COSEWICK 2015, Fuller y Cypher 2004, Richard y Hines 1953, Sunquist 1989, Wood *et al.* 1958,). Pueden habitar áreas cerca de localidades humanas, como áreas suburbanas y urbanas (Castellanos *et al.* 2008, Roemer *et al.* 2016).

En la literatura relatan que usa preferentemente lugares con bosque y cobertura densa, sobre áreas abiertas (Cypher 2003, Eisenberg 1989, Haroldson y Fritzell 1984, Servín *et al.* 2014, Sunquist 1989,). Aunque también se reporta que habita lugares con mezcla de lugares boscoso y abiertos (pastizales y cultivos) (Roemer *et al.* 2016). En Reserva de la Biosfera La Michilía, la zorra gris prefirió los bosques mixtos y evitó la vegetación perturbada, las áreas de pastizales y los bosques con matorral de manzanita (Servín *et al.*, 2014, Rodríguez-Luna *et al.* 2021b).

Ámbito hogareño. Los ámbitos hogareños de la zorra gris varían de acuerdo con muchos factores, la edad, el sexo, la abundancia de especies presa, el hábitat, la temporada del año y la temporada biológica. Se han reportado ámbitos hogareños desde 0.13 y 0.8 km² (Richards y Hines 1953, Fuller 1978), hasta 28 y 77 km² (Lord 1961, Nicholson 1982 en COSEWICK 2015). En la Reserva

de la Biosfera La Michilía, se reportó un promedio anual de 1.35 km² de ámbito hogareño para 6 individuos machos y hembras. El promedio anual para los 4 machos fue de 0.903 km² (de 0.28 a 2.2 km²), y para las hembras fue de 2.24 km² (2.2 y 2.29 km²) (Servín *et al.*, 2014).

Conservación. Es una especie común y sin riesgos poblacionales a lo largo de su distribución, y puede vivir en áreas transformadas por actividades humanas (Castellanos *et al.* 2008, Servín y Chacón 2005b).

ESTACIONES DE MONITOREO

Abundancia de mesocarnívoros.

Se colocaron 30 trampas-cámara Cuddeback's Black Flash® Modelo 1231¹ en febrero de 2015, distribuidas en la parte sureste de la RB La Michilía (Figura 2). Son trampas cámara de memoria digital, capturan y almacenan fotografías y videos. Las trampas-cámara estuvieron activas las 24 horas, programadas para tomar fotos y videos de 3 segundos, con un retraso de 60 segundos entre ellos. En cada estación de muestreo se colocaron atrayentes, esto con la finalidad de obtener la mayor cantidad posible de capturas en cuanto a especies e individuos; una lata de sardina con orificios, un trozo de tela de 1m de largo impregnada de perfume (Obsesion de Calvin Klein™) y se esparció esencia con olor a vainilla. Cada mes se renovaron estos atrayentes. En el presente estudio se usaron datos obtenidos de este muestreo fotográfico del periodo desde febrero del 2015 a enero del 2016 para evaluar la conectividad para los carnívoros en la Michilía. A partir de los registros independientes para cada especie se calcularon los índices de abundancia para las especies detectadas. Para esto se usó la siguiente fórmula (Linhard y Knowlton 1975):

$$IAR = \frac{\text{Registros independientes de registros fotográficos}}{\text{Esfuerzo de muestreo (Días / Trampa)}} \times 100$$

¹ Trampas cámara Cuddeback's Black Flash® Modelo 1231. Características: Flash negro, con gatillo activable a los 0.25 segundos, con capacidad de tomar fotos y videos, iluminación Infra Roja para un rango de flash de 15.24 metros, ángulo de detección de 120°.

Dónde:

Registros independientes de registros fotográficos. En especies en las que a partir del patrón de manchas se pueden identificar individuos, el análisis del muestreo se basa en contar el número de individuos. En especies en las que no es posible identificar visualmente a cada individuo, como es el caso de las especies tratadas en este estudio, se utiliza el concepto de eventos independientes. Las imágenes o serie de imágenes de los organismos fotografiados obtenidas con una separación de un tiempo determinado (en este trabajo de tesis se consideró un intervalo de 4 horas) se considera un evento independiente. Bajo este modelo, cada uno de estos eventos independientes se considera un individuo diferente, a menos que se halle evidencia de se traten de diferentes individuos, o el mismo grupo de individuos, esto con base en observar marcas distintivas corporales como cicatrices, manchas individuales. En el caso de registrar grupos, se considera la captura con mayor número de individuos) (Chávez *et al.* 2013, López-González *et al.* 2011).

Esfuerzo de muestreo = Días que estuvieron activas las cámaras, multiplicado por el número de cámaras-trampa.

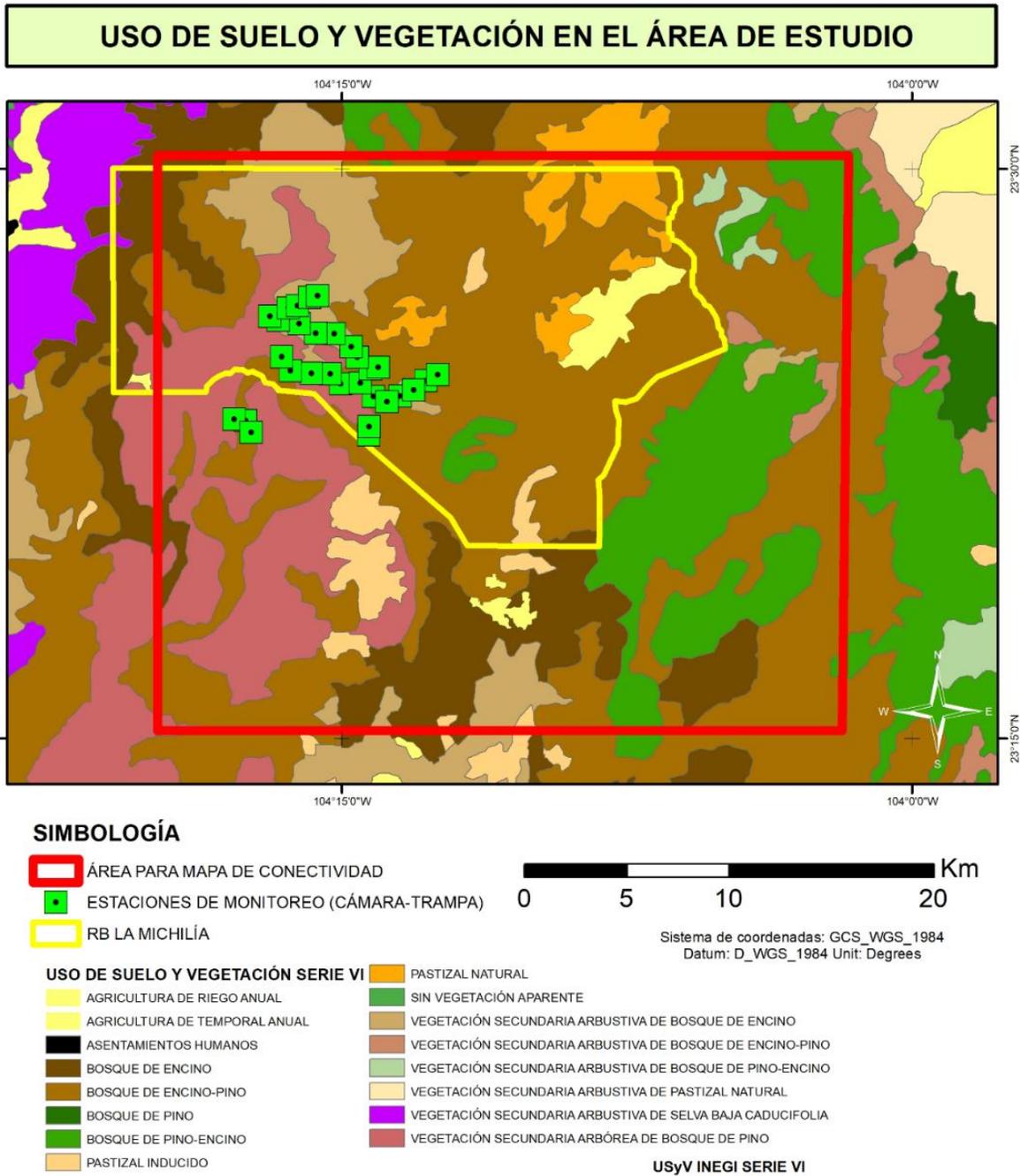


Figura 2a. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio y de las estaciones de monitoreo, es decir la ubicación de las cámaras-trampa.

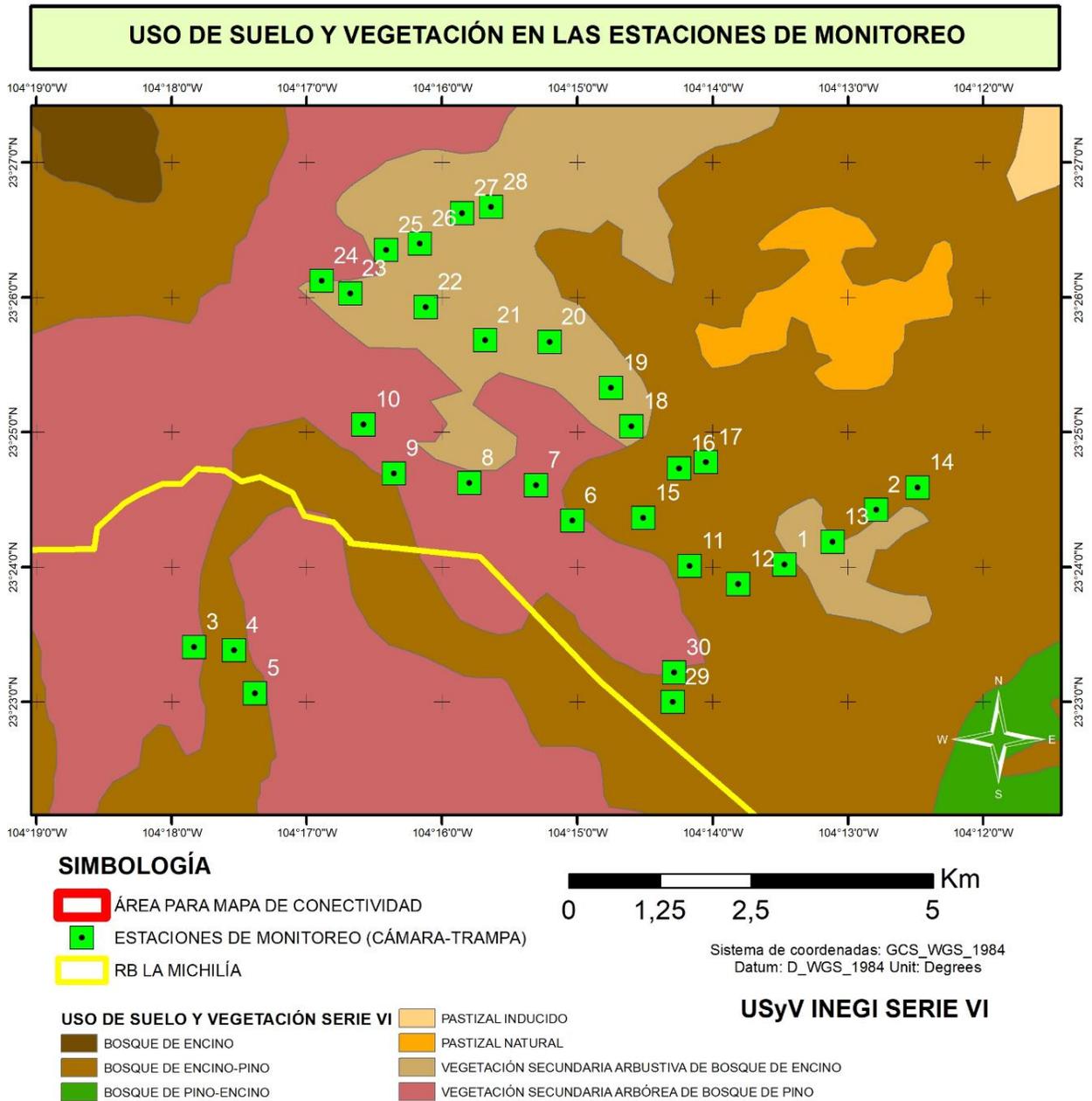


Figura 2b. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio y de las estaciones de monitoreo, es decir la ubicación de las cámaras-trampa.

Estos índices de abundancia relativa (IAR) en primera instancia sirvieron para conocer la estructura de la comunidad en la zona de estudio. El número de registros de cada especie por estación de fototrampeo se utilizaron posteriormente para evaluar uso de hábitat, y para crear un mapa ponderado de resistencia/permeabilidad del paisaje. Además, las imágenes y videos producidos de este muestreo se usaron para detectar hábitos y direcciones de desplazamiento.

Estructura de la vegetación en las estaciones de monitoreo.

Se evaluaron los hábitos de desplazamiento de ambas especies en relación con la cobertura arbustiva y arbórea existente en las estaciones de monitoreo. Se eligió el elemento cobertura vegetal debido a que en la literatura se ve reflejado que un elemento importante en las preferencias de hábitat de coyote y zorra gris es la cobertura vegetal (arbustiva y arbórea).

Los datos referidos en la literatura son originados por estudios de escala mediana, donde analizan la preferencia por áreas con diferentes tipos de vegetación y normalmente se cuantifica el número de radiocalizaciones en cada tipo de vegetación. En el presente trabajo se evalúa si dentro del bosque y en una escala fina, existen microhábitats con ciertos porcentajes de cobertura arbustiva o arbórea que estén usando preferencialmente los organismos para desplazarse. Por lo anterior, se requiere detectar los diferentes porcentajes de cobertura arbustiva y arbórea que existen en cada microhabitat dentro de las estaciones de monitoreo. A continuación se describe el diseño de muestreo para obtener el porcentaje la cobertura.

Para obtener el porcentaje de cobertura arbórea y arbustiva dentro de cada estación de monitoreo, se marcó un cuadro de 30m x 30m de cada lado, dentro del cual se marcaron 9 cuadrantes de 10m x 10m cada uno. El árbol con la cámara se usó como el punto imaginario central de la cuadrícula, cuadrícula que se orientó con uno de los lados dirigido hacia el norte (Figura 3).

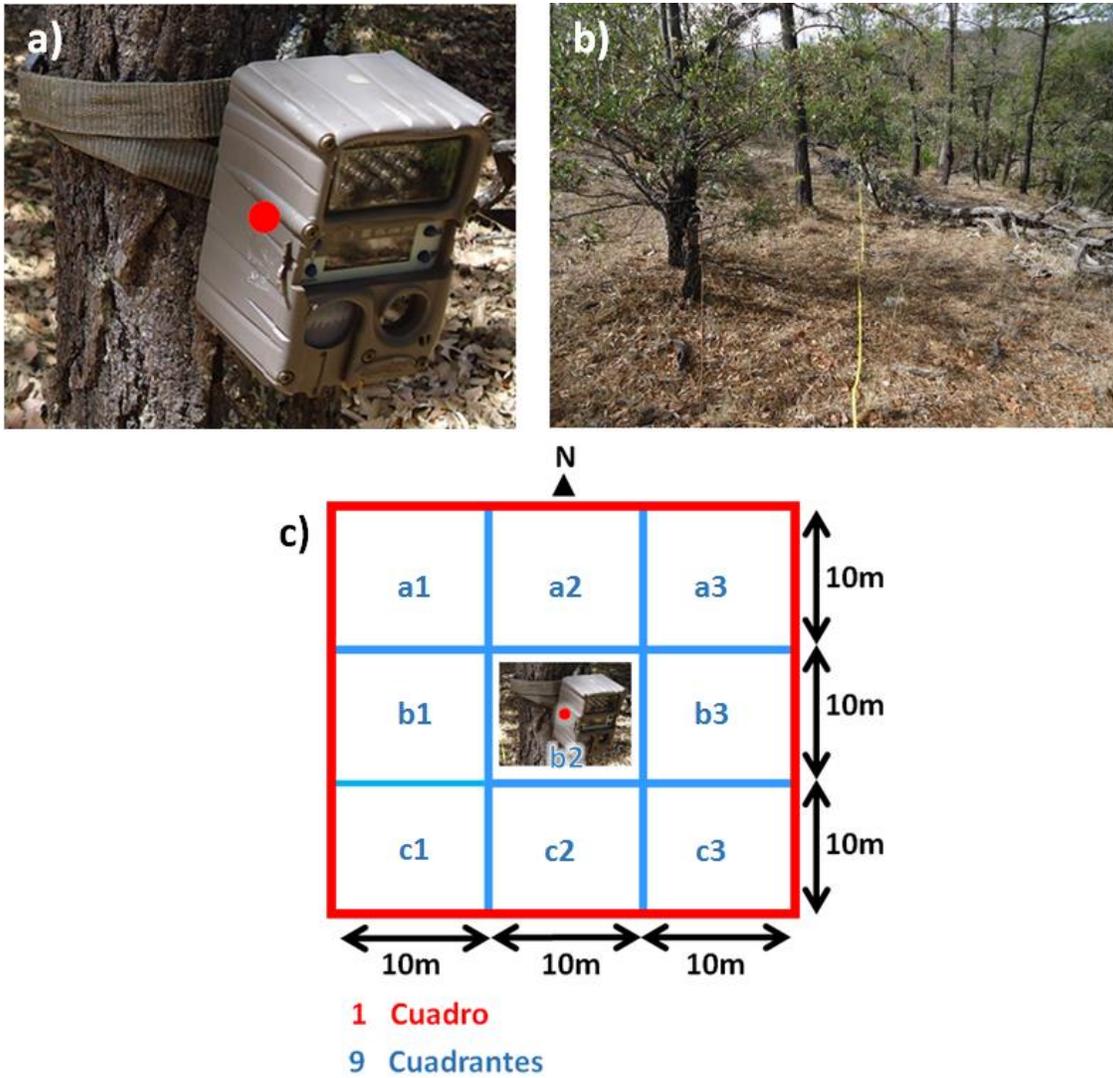


Figura 3. a) Cámara trampa utilizada: Cuddeback's Black Flash® Modelo 1231, b) Delimitación en campo del cuadro y los cuadrantes. c) Esquema del cuadro y cuadrantes utilizados para muestrear la cobertura vegetal en cada una de las 30 estaciones de monitoreo.

En cada cuadrante se tomaron datos de cobertura como se describe a continuación:

Cobertura arbórea.

Se utilizó un densitómetro GRS, que es un visor con dos cápsulas con burbujas para nivelar el visor, de tal manera que se visualice la superficie que está justamente arriba del observador. Usando el densitómetro GRS se registró, en el centro de cada cuadrante, el porcentaje del visor del densitómetro que es ocupado visualmente por la cobertura arbórea (método basado en Stumpf 1993) (Figura 4).

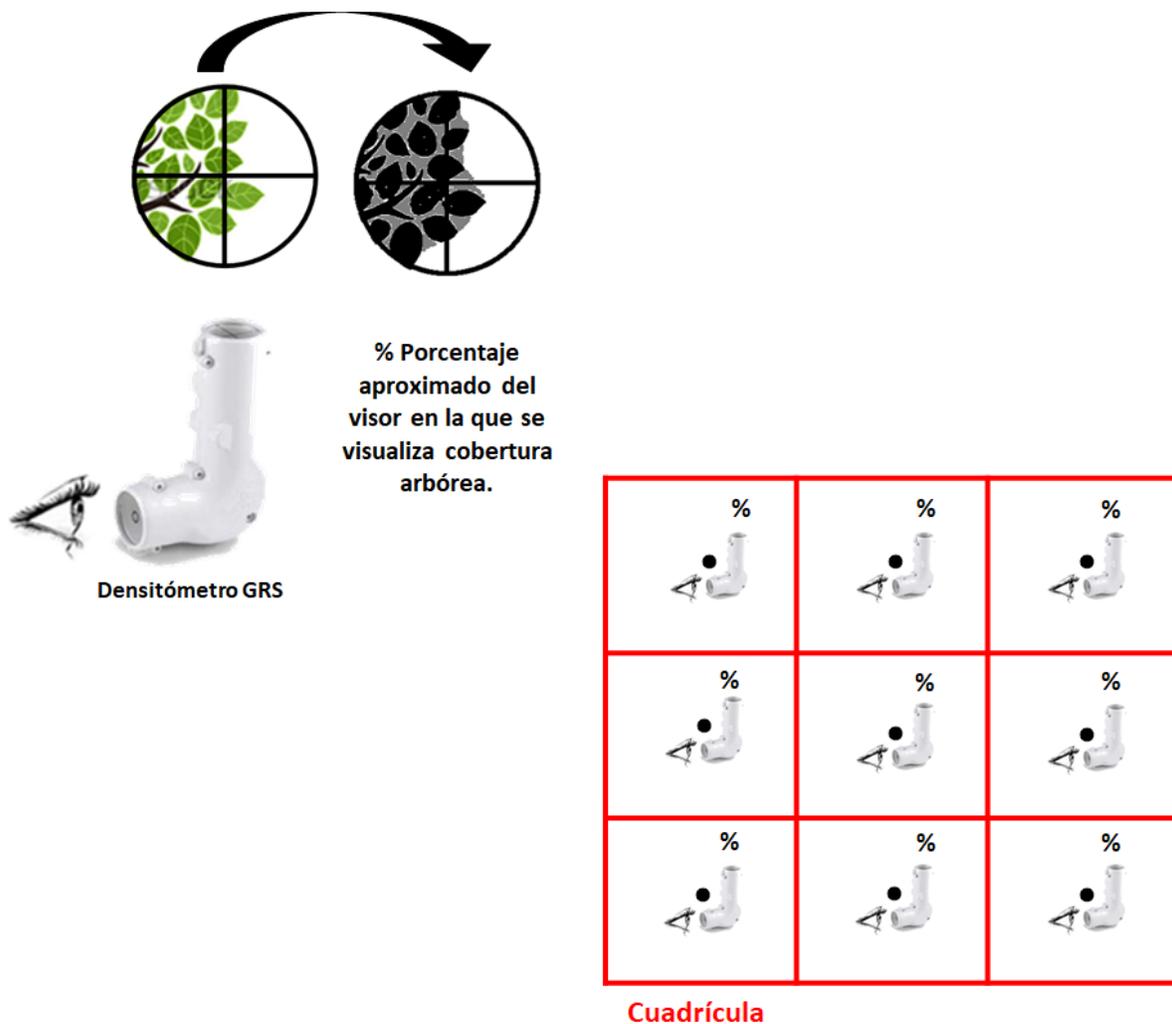


Figura 4. Método de evaluación de la cobertura arbórea en cada cuadrante, mediante el uso del densitómetro GRS. En el centro de cada cuadrante se registró el porcentaje del visor del densitómetro GRS que es ocupado visualmente por cobertura arbórea (método basado en Stumpf 1993).

Cobertura arbustiva.

Se usó un estadal de 1.5 metros, dividido en 10 segmentos de 10 cm cada uno. Para evaluar la cobertura arbustiva en cada cuadrante, se colocó este estadal en el extremo exterior del cuadrante, mientras que el observador se colocó en la parte más central de ese mismo cuadrante, desde ahí el observador tomó el registro del porcentaje del estadal que era cubierto visualmente por la masa arbustiva presente en ese cuadrante (basado en Robel *et al.* 1970) (Figura 5).

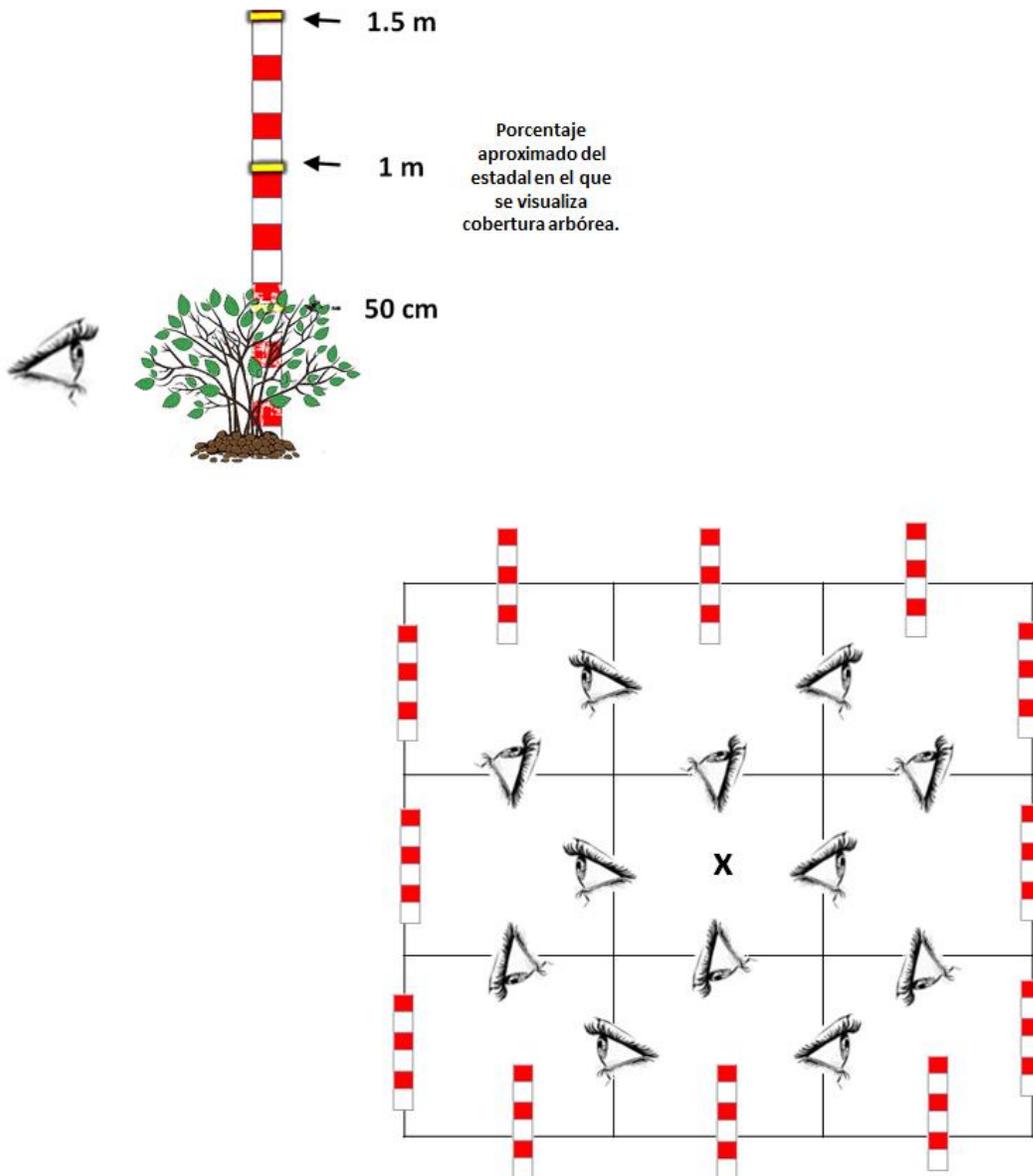


Figura 5. Método de evaluación de la cobertura arbustiva en cada cuadrante, mediante el uso de un estadal (Método basado en Robel *et al.* 1970).

De esta manera, se obtuvieron las siguientes categorías de cobertura arbórea y arbustiva:

Clave de cobertura	% de cobertura arbórea	Clave de cobertura	% Cobertura arbustiva
CA1	0 - 10	Ca1	0 - 10
CA2	10.1 – 20	Ca2	10.1 - 20
CA3	20.1 – 30	Ca3	20.1 - 30
CA4	30.1 – 40	Ca4	30.1 - 40
CA5	40.1 – 50	Ca5	40.1 - 50
CA6	50.1 – 60	Ca6	50.1 - 60
CA7	60.1 70	Ca7	60.1 - 70
CA8	70.1 80	C8	70.1 - 80
CA9	80.1 – 90	Ca9	80.1 - 90
CA10	90.1 - 100	Ca10	90.1 - 100

EL FOTOTRAMPEO PARA EVALUAR PREFERENCIAS EN DESPLAZAMIENTOS.

Dirección de desplazamientos del coyote y la zorra gris.

Se realizó un reconocimiento en campo para identificar la dirección de disparo de cada una de las trampas cámara (esto se realizó posterior a la colocación de las trampas cámara), utilizando una brújula e identificando la dirección en grados hacia donde se dirigía el objetivo de la cámara.. Después, en trabajo de gabinete, analizando las fotos y videos y considerando la dirección de disparo de la cámara, se identificó la dirección (en grados) en la que entró el organismo en el campo visual, y/o la dirección de salida del campo visual de la trampa cámara. Posteriormente se contabilizaron los eventos de desplazamiento para cada especie en cada estación de fototrampeo. Un evento de desplazamiento se definió como una secuencia de fotos o video en el que se visualiza la dirección desde la cual se acerca el animal a la estación de fototrampeo, o la dirección mediante la cual el animal se aleja de la estación. Esto implica que se descartaron datos de imágenes o videos en los que el animal aparecía ya adentro del campo visual sin que fuera posible apreciar la dirección ya sea de entrada o de salida. Se tomaron en cuenta solo los eventos de desplazamiento obtenidos con una diferencia en tiempo transcurrido mayor de 4 horas.

Herramientas estadísticas para describir y evaluar los movimientos de mesocarnívoros.

Las direcciones de desplazamiento son datos angulares, éstos y los datos de tiempo (hora, día, mes, año), son analizados mediante estadística circular, ya que ésta toma en cuenta el carácter cíclico de este tipo de información, a diferencia de la estadística tradicional o lineal. En estadística circular existen pruebas con objetivos similares a los encontrados en la estadística lineal; estadística descriptiva circular (ángulo promedio, mediana, moda varianza, desviación estándar), pruebas de dispersión de datos circulares, pruebas de distribución normal circular, además existe pruebas para detectar si en un conjunto de datos circulares existen direcciones preferenciales (Reyes *et al.* 2009).

Para el análisis estadístico de los datos circulares se requiere de pruebas específicas, por el propio arreglo cíclico de los datos. Por ejemplo, la distribución de von Mises es equivalente a la distribución normal en los datos lineales. (Pérez-Bote 2019). Existen pruebas paramétricas y no paramétricas para analizar direccionalidad en un conjunto de datos circulares. La prueba de Rao es una prueba no paramétrica que se usa para saber si un conjunto de datos circulares difiere significativamente de una distribución uniforme, lo cual indicaría que no hay una dirección media, y viceversa, el no encontrar distribución uniforme indica que hay dirección media (Pérez-Bote 2019).

La prueba de Rao se puede usar en grupos de datos que tengan más de un a moda (bimodal o multimodal) (Pérez-Bote 2019, Reyes *et al.* 2009). Se aplicó la prueba de Rao para probar si hay uniformidad o no en los datos. La ausencia de uniformidad se puede interpretar como distribución agrupada en una o más direcciones, es decir que hay dirección preferencial para cada estación de monitoreo para cada especie (Pérez-Bote 2019). A continuación, se muestra el sistema de hipótesis empleado:

SISTEMA DE HIPOTESIS:

PRUEBA DE RAO

Hipótesis nula, H_0 : Distribución Uniforme

Hipótesis alternativa, H_a : Distribución agrupada en uno o más direcciones.

La dirección preferencial se determinó identificando las modas angulares. Una moda angular es el ángulo que más se repite en una muestra, pudiendo haber más de una (Pérez-Bote 2019). Los procedimientos de estadística circular se realizaron con el programa *Oriana* (Kovach 2011).

Cobertura preferencial de desplazamientos del coyote y la zorra gris.

En este apartado se describe como se evaluaron las microzonas con porcentajes de coberturas (arbóreas y arbustivas) que los coyotes y zorras usaron para desplazarse a través de los diferentes tipos de bosque templado, que es el tipo de vegetación principal en el área de estudio y en las estaciones de monitoreo. Primero, se agruparon las coberturas en categorías por microzonas en cada estación de monitoreo. A continuación, se contabilizaron los eventos de desplazamiento que se observaron para cada especie en cada categoría de cobertura (arbórea y arbustiva). Al conjunto de datos, expresados como frecuencias de los eventos de desplazamiento en cada categoría de cobertura se aplicó una prueba de Chi cuadrada (χ^2), una para las coberturas arbóreas y otra para la cobertura arbustivas, para cada especie, para determinar, si existen o no diferencias significativas entre las frecuencias observadas y las esperadas en cuanto al de número de eventos de desplazamientos en cada cobertura arbustiva y arbórea. Para calcular la Chi cuadrada se usó la siguiente fórmula (Daniel 2010):

$$\chi_i^2 = \sum \left[\frac{(O - E)^2}{E} \right]$$

Dónde;

O = son las frecuencias observadas de eventos de desplazamiento en cada categoría de cobertura,

E = son las frecuencias esperadas.

Por último, se calcularon los intervalos de Bonferroni para detectar cuáles coberturas se usan para desplazarse a través del bosque, de acuerdo con la proporción en la que están presentes, es decir, cuáles son las coberturas que evitan para desplazarse (que se usan en menor proporción con respecto a la proporción en la que están presentes); cuáles son las coberturas que están seleccionando (que se usan en mayor proporción con respecto a la proporción en la que están presentes). Los intervalos se calcularon mediante la siguiente fórmula (Daniel 2010):

$$Pt - \frac{Z\alpha}{2k} \sqrt{\frac{Pt(1-Pt)}{n}} \leq Pt \leq Pt + \frac{Z\alpha}{2k} \sqrt{\frac{Pt(1-Pt)}{n}}$$

Dónde;

Pt = Proporción de uso.

$Z\alpha$ = Proporción de la curva normal de una cola al 0.05.

k = Número de categorías de cobertura.

n = Eventos de desplazamiento totales.

EL MAPA DE CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA LOS MESOCARNÍVOROS.

Uno de los objetivos de este trabajo implica realizar un análisis de conectividad a gran escala, creando un mapa de preferencia diferencial de hábitat, para cada especie, en una zona que incluye la mayor parte de la Reserva de la Biosfera La Michilía y sus cercanías, área que tiene una superficie total de 900 km² (Figura 1) y a partir de este mapa identificar corredores. Para obtener este mapa se procedió primero a determinar cuáles elementos del paisaje determinan la abundancia de cada especie. Con base en estos resultados se procedió a trasladar esta información a una imagen satelital, cada píxel en la imagen satelital adquirió un valor de importancia adjudicado a partir de los resultados de preferencia o rechazo de las pruebas de “Chi cuadrada”. A continuación, se describen los detalles de este procedimiento.

Usos de los sistemas de información geográfica para integrar la información.

Para crear el mapa de conectividad estructural, primero se procedió a procesar la imagen satelital correspondiente al área de estudio. Se adquirió una imagen satelital Landsat 8 (correspondiente a diciembre de 2016) y se procesó usando el software ArcGis 10.3 (ESRI 2014). En esta imagen satelital cada píxel tiene un tamaño de 30 x 30 m. El primer paso fue el preprocesamiento de la imagen satelital el cual implica la corrección de la radianza y reflectancia de la imagen, esto usando la herramienta Geobia (Urbanski 2014). Posteriormente se procedió a calcular los valores de cada píxel (cada píxel mide 30mx30m) en la imagen satelital,(incluida la

localización de la estación de monitoreo) en cuanto a altitud, distancia a ríos y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). La altitud correspondiente a cada píxel se obtuvo adquiriendo el continuo de elevaciones mexicano, CEM 2.0 de INEGI (2003), capa de información en donde nos dice que valor de altitud que presenta cada píxel en la imagen. La distancia a ríos de cada píxel en la imagen se calculó creando un mapa de distancias, usando la herramienta *Euclidean distance* de ArcMap, esto tomando como referencia los datos vectoriales de la Red Hidrográfica 2.0 de INEGI (2010) de la zona de estudio. Con la información antes referida se calculó el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) para cada píxel en la imagen satelital. El NDVI es un índice mediante el que se calcula para cada píxel en una imagen satelital la diferencia en la absorción y reflexión de la longitud de onda del rojo, la cual es fuertemente absorbida por la vegetación verde, por lo que este índice que funciona como un indicador de la cantidad de biomasa de cobertura vegetal del suelo (Lillesand y Kiefer 2000). El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para cada píxel en la imagen satelital se calculó mediante la herramienta *Calculadora de raster* de ArcGis usando las bandas satelitales correspondiente de la Imagen Landsat, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{IRC} - \text{R}}{\text{IRC} + \text{R}}$$

Dónde

IRC corresponde a la banda con la información de infrarojo Cercano (la Banda 5), y *R* corresponde a la banda con la información del Rojo (la Banda 4).

Algunos elementos del paisaje y su relación con la abundancia del coyote y la zorra gris.

La conectividad puede evaluarse generando mapas de calidad de hábitat sobre los cuales se pueden identificar elementos de la red de conectividad como parches y elementos conectores. Y debido a que la fragmentación tiene efectos sobre la abundancia y riqueza de especies en los paisajes (Fahring 2003), la conectividad puede evaluarse a partir del estudio de la distribución, abundancia y riqueza de las especies (p. ej. Andreassen *et al.* 1998, Estrada-Peña 2002, Metzger 1997, With y Crist 1995). Debido a que las especies de estudio de este trabajo son especies que viven en muchos tipos de vegetación, especies generalistas, en este trabajo se propone crear el mapa de calidad de hábitat, en el que se puedan identificar secciones con diferentes gradientes de

permeabilidad de hábitat preferencial, usando como factor discriminador la abundancia (en este caso el número de registros) en diferentes elementos del paisaje.

Para generar el mapa de conectividad estructural se evaluó la manera en que cada especie está usando las categorías dentro de cada elemento del paisaje, esto se realizó con base en los resultados de las pruebas de Chi cuadrada y el cálculo de intervalos de Bonferroni, evaluando el número de registros esperados en cada categoría dentro de los elementos del paisaje. Los elementos del paisaje usados fueron la distancia a ríos, la altitud y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Las categorías de los valores de estos elementos se establecieron con base en las propias características de los sitios donde se colocaron las estaciones de monitoreo, estas características se muestran en el Cuadro 1.

Ponderación de los elementos del paisaje para elaborar el mapa de conectividad estructural.

Finalmente, para crear el mapa de conectividad de hábitat se procedió a ponderar la importancia de cada píxel de la imagen satelital en el hábitat del coyote y la zorra gris, esto se realizó con base en los resultados de las pruebas de Chi cuadrada (χ^2), en cuanto al número de registros en cada categoría dentro de los elementos del paisaje. La ponderación se realizó a partir del análisis de las categorías que, dentro de cada uno de estos elementos, se estén usando de manera diferente de lo esperado de acuerdo con su proporción de aparición en las estaciones de monitoreo. Se asignó un valor a cada categoría de acuerdo con el uso esperado en relación con el observado:

- **Categoría -1:** La especie usa características del paisaje menos de lo esperado, es decir las evitan, esto de acuerdo con su disponibilidad.
- **Categoría +1:** La especie usa características del paisaje más de lo esperado, es decir las seleccionan, esto de acuerdo con su disponibilidad.
- **Categoría 0:** La especie usa características del paisaje en proporción esperada de acuerdo con su disponibilidad.

Por ejemplo, el elemento del paisaje W presenta 3 categorías: A, B y C, los resultados de la prueba de Chi cuadrada (χ^2) y los intervalos de Bonferroni indican que con respecto a la proporción esperada, la categoría “A” se evita, por lo que a todos los píxeles en la imagen satelital dentro de

esa categoría se le dio valor de -1, la categoría “B” se usa de acuerdo con lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad, por lo que a todos los píxeles en la imagen satelital dentro esa categoría se les otorgó valor de 0, y la categoría “C” se selecciona, por lo que a todos los píxeles en la imagen satelital dentro esa categoría se les otorgó valor de +1.

Unión de valores de ponderación:

Con la herramienta *Raster calculator* en un solo mapa se concentró para cada píxel la suma de los valores (-1, 0, 1) que cada especie obtuvo en cuanto al uso de cada elemento del paisaje (altitud, NDVI y distancia a ríos), con lo que para cada píxel en el área de estudio. se obtuvieron siete categorías de puntuación total: -3, -2, -1, 0, +1, +2 y +3; a continuación, se describe la interpretación de cada una de estas categorías.

Zonas restrictivas

Las zonas restrictivas son píxeles donde la suma de los valores de uso de las características particulares de altitud, NDVI y distancia a río resulta en valores negativos (-3,-2 y -1). Son sitios donde el paisaje presenta una o más características particulares de altitud, NDVI y de distancia a río más cercano, que la especie mostró evitar, por lo que estos sitios representan zonas que la especie puede evitar en diferentes grados. A los píxeles que obtuvieron una puntuación total de -3 se les definió como **zonas muy restrictivas**; la especie evita estas zonas, ya que este sitio, de acuerdo con el mismo procedimiento aplicado posee tres características particulares, de altitud, NDVI y de distancia a río más cercano, que la especie evita. Estos sitios son zonas por las que la especie evita pasar, es decir representan barreras en el paisaje analizado. A los píxeles que obtuvieron una puntuación total de -2 se les definió como **zonas restrictivas**; este sitio posee dos características particulares, de altitud, el NDVI y de distancia a río más cercano, que la especie evita, y presenta una característica que usa de acuerdo con su disponibilidad. A los píxeles que obtuvieron un puntuación total de -1 se les definió como **zonas poco restrictivas**; estos sitios resultan de dos combinaciones de acuerdo con la manera en que las especies usan las diferentes categorías de altitud, el NDVI y la distancia al río más cercano: a) La primera combinación es: dos características particulares que la especie evita aunada a una característica que la especie selecciona, y b) La

segunda combinación, la especie evita solo una característica particular y a dos características las usa de acuerdo con su disponibilidad.

Zonas permisivas

Las zonas permisivas son píxeles donde la suma de los valores de uso de las características particulares de altitud, NDVI y distancia a río más resulta en valores positivos (3, 2 y 1). Son sitios donde el pasaje presenta una o más características particulares de altitud, NDVI y de distancia a río más cercano, que la especie mostró seleccionar, por lo que estos sitios representan zonas que la especie puede seleccionar en diferentes grados. Estos sitios son zonas por las que la especie usa preferentemente, es decir representan corredores en el paisaje analizado. A los píxeles que obtuvieron una puntuación total de 3 se les definió como **zonas muy permisibles**; la especie selecciona estas zonas, ya que este sitio posee tres características particulares, de altitud, NDVI y de distancia a río más cercano, que la especie selecciona. A los píxeles que obtuvieron una puntuación total de 2 se les definió como **zonas permisivas**; este sitio posee dos características particulares, de altitud, el NDVI y de distancia a río más cercano, que la especie selecciona, y presenta una característica que usa de acuerdo con su disponibilidad. A los píxeles que obtuvieron una puntuación total de 1 se les definió como **zonas poco permisivas**; este sitio resulta de dos combinaciones de acuerdo con su uso de la altitud, el NDVI y de distancia a río más cercano; a. Dos características particulares que la especie selecciona y una que evita, y b. Sólo una característica particular selecciona y dos usa de acuerdo con su disponibilidad.

Zonas neutrales

Las zonas neutrales son píxeles donde la suma de los valores de uso de las características particulares de altitud, NDVI y distancia a río más resulta en un total de cero (0). Son sitios donde el pasaje presenta tres características particulares de altitud, NDVI y de distancia a río más cercano, que la especie usa en proporción a su disponibilidad, es decir, la especie no evita ni selecciona estas zonas.

V. RESULTADOS

ESTACIONES DE MONITOREO

Abundancia de mesocarnívoros

Para el periodo de un año (febrero del 2015 a enero del 2016) se obtuvieron registros fotográficos para 17 especies de mamíferos silvestres; puma (*Puma concolor*), gato montés (*Lynx rufus*), ocelote (*Leopardus pardalis*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coatí (*Nasua narica*), mapache (*Procyon lotor*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), zorrillo listado (*Mephitis mephitis*), zorrillo rayado (*Mephitis macroura*), zorrillo manchado (*Spilogale putorius*), zorrillo cadeno (*Conepatus leuconotus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), tlacuache (*Didelphis virginiana*), ardilla (*Sciurus spp*) y conejo (*Sylvilagus spp*). El coyote y la zorra gris resultaron especies marcadamente dominantes en la comunidad de mamíferos silvestres de la zona de estudio, con 726 registros para el coyote y 720 para la zorra gris. De tal manera, las dos especies tienen los más altos índices de abundancia relativa (Figura 6).

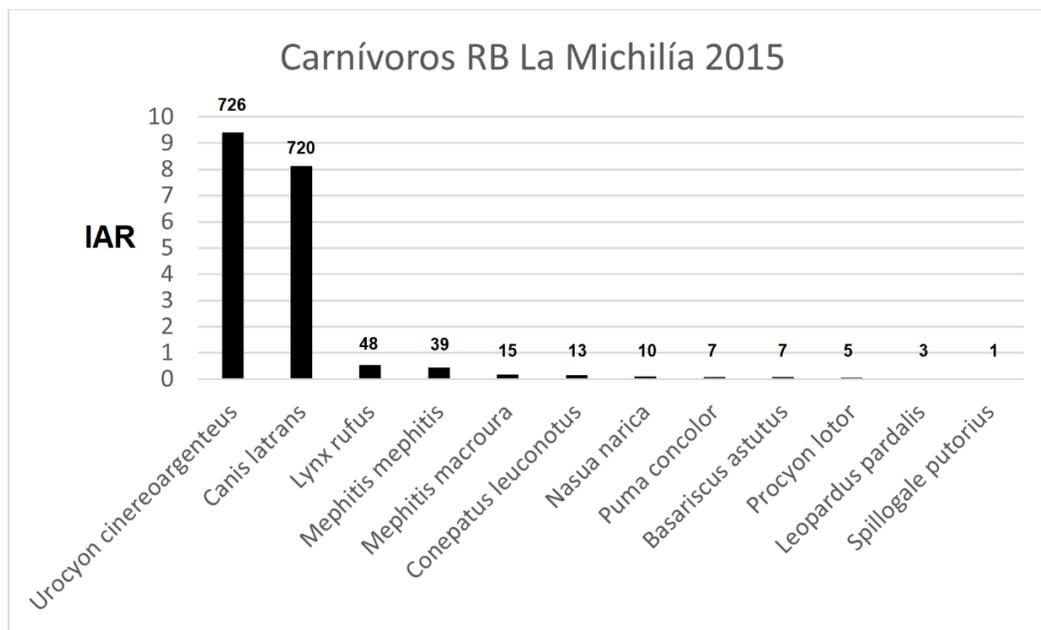


Figura 6. Índices de abundancia relativa (IAR) determinados en este estudio para los Mamíferos silvestres en la Reserva de la Biósfera La Michilía, Durango, obtenidos del monitoreo durante el año 2015. Se muestran arriba de cada barra los registros independientes para cada especie. El esfuerzo de muestreo fue de 9,000 noches trampa.

Estructura del a vegetación en las estaciones de monitoreo.

Los sitios donde fueron colocadas las estaciones de monitoreo presentaron vegetación forestal, bosques de encino, encino-pino, encino- junípero, junípero encino y pino-encino, sin embargo, cada estación presenta diferentes porcentajes de cobertura arbustiva y arbórea, (Cuadro 1). Con el trabajo de campo se obtuvo la cobertura arbórea y arbustiva correspondiente a cada una de las nueve microzonas, es decir en cada cuadrante dentro de la estación de monitoreo. A continuación, se describe el promedio de cobertura arbórea para las estaciones de monitoreo.

Cobertura arbórea promedio

De las nueve mediciones de cobertura arbórea tomadas en cada estación de monitoreo (Figura 4) se obtuvo el promedio. De entre las 30 estaciones de monitoreo, la de menor cobertura arbórea presentó 11%, la de mayor cobertura arbórea presentó 79%, en promedio las 30 cámaras presentaron 48% de cobertura arbórea y una desviación estándar de 16.58 (Cuadro 1) ($\bar{X}=48$ SD=16.58).

Cobertura arbustiva promedio

De las 12 mediciones de cobertura arbustiva tomadas en cada estación de monitoreo (Figura 5) se calculó el promedio. De entre las 30 estaciones de monitoreo, la de menor cobertura arbustiva presentó 5.6%, la que presentó la máxima cobertura arbustiva fue de 100%, en promedio las 30 cámaras presentaron 52.9% de cobertura arbustiva y una desviación estándar de 22.61 (Cuadro 1) ($\bar{X}=52.9$ SD=22.61).

Cuadro 1. Características principales de las estaciones de monitoreo en el área de estudio durante 2015.

Estación	Número de registros independientes Coyote	Número de registros independientes Zorra gris	Tipo de vegetación	Porcentaje de Cobertura arbórea (promedio)	Porcentaje de Cobertura arbustiva (promedio)	Distancia a río más cercano (m)	Altitud (msnm)	NDVI
1	23	8	Encino	56	91	34	2518	0.45
2	46	11	Encino – junípero	62	81	132	2472	0.40
3	0	80	Encino	33	80	114	2592	0.54
4	23	42	Encino – pino - junípero	36	52	135	2620	0.49
5	10	20	Encino - pino	69	56	214	2600	0.65
6	26	41	Encino - junípero	68	48	51	2530	0.52
7	53	9	Encino - pino	48	27	29	2549	0.57
8	35	9	Encino	51	47	130	2604	0.56
9	27	7	Encino - pino	49	35	18	2635	0.62
10	29	11	Junípero – encino - pino	53	57	227	2688	0.49
11	21	2	Encino	36	6	212	2518	0.43
12	26	6	Encino	44	20	139	2521	0.53
13	29	7	Encino	33	57	194	2504	0.33
14	29	8	Encino	11	67	211	2441	0.36
15	14	47	Encino - pino	44	64	114	2493	0.47
16	22	37	Encino	66	48	289	2487	0.47

Estación	Número de registros independientes Coyote	Número de registros independientes Zorra gris	Tipo de vegetación	Porcentaje de Cobertura arbórea (promedio)	Porcentaje de Cobertura arbustiva (promedio)	Distancia a río más cercano (m)	Altitud (msnm)	NDVI
17	7	26	Encino - pino	44	85	214	2463	0.41
18	52	15	Encino	47	67	227	2496	0.47
19	4	4	Encino - pino	44	34	138	2506	0.47
20	45	16	Encino	61	59	38	2560	0.48
21	30	21	Junípero - encino	11	64	135	2606	0.26
22	4	13	Encino - pino	48	37	123	2646	0.39
23	56	111	Encino	19	100	130	2692	0.47
24	24	54	Encino – pino	38	69	92	2688	0.49
25	10	15	Pino – encino	51	17	62	2578	0.33
26	14	29	Pino – encino - junípero	72	30	6	2600	0.39
27	29	33	Encino – junípero	64	33	28	2583	0.45
28	2	8	Encino – pino - junípero	39	36	33	2501	0.43
29	25	27	Encino - pino	64	45	11	2461	0.41
30	11	3	Encino - pino	79	76	338	2491	0.50
Total	726	720						

EL FOTOTRAMPEO COMO EVALUADOR DE CONECTIVIDAD FUNCIONAL DE MAMÍFEROSCARNÍVOROS.

Dirección preferencial de desplazamiento del coyote y la zorra gris.

Dirección preferencial. Existieron ciertos conflictos al detectar la dirección de desplazamiento de los animales (hubo estaciones sin datos de dirección de desplazamiento), esto por dos razones: i) no se pudo determinar la dirección de disparo de la cámara en los periodos iniciales del muestreo ya que la cámara fue removida sin evaluar la dirección, y ii) no se pudo determinar la dirección de entrada del animal ni con la imagen y/o video. Considerando lo anterior, resultaron para cada especie datos de desplazamiento para 21 estaciones (Cuadro 2), para las cuales, la prueba de dirección preferencial (prueba de Rao) mostró que hay dirección preferencial en 15 cámaras (71% del total de cámaras con datos) para el coyote y en 13 cámaras (62% del total de cámaras con datos) para la zorra gris (Cuadro 2) (véanse valores de Rao y sus probabilidades en Anexo I.1 para coyote y Anexo I.2 para zorra gris).

A continuación se describen los resultados obtenidos para el coyote para las 21 estaciones de monitoreo con datos de movimientos con dirección preferencial. Para el coyote la prueba de Rao indicó que de las 21 cámara con datos de desplazamiento, 15 cámaras presentan una (o más) dirección(es) preferencial(es) y 6 no presentan dirección preferencial. Para la zorra gris resultaron 13 cámaras con una o más direcciones preferenciales y 8 sin dirección preferencial (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de estaciones de monitoreo con y sin datos de direcciones de desplazamientos y en las que se detectó o no, probabilidad de existencia de dirección preferencial de desplazamiento.

TODAS LAS ESTACIONES	Número de Estaciones de Monitoreo COYOTE	Número de Estaciones de Monitoreo ZORRA GRIS
Sin datos de desplazamiento	9 (30%)	9 (30%)
Con datos de desplazamiento	21 (70%)	21 (70%)
TOTAL	30 (100%)	30 (100%)

Para determinar la dirección preferencial en cada estación de monitoreo, se utilizaron la o las modas que se identificaron en el conjunto de datos.

Cuadro 3. Resultados de dirección preferencial en las estaciones de monitoreo para coyote (*Canis latrans*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) para las estaciones de monitoreo.

ESTACIONES CON DATOS DE DESPLAZAMIENTO Prueba de Rao	Número de Estaciones de Monitoreo COYOTE	Número de Estaciones de Monitoreo ZORRA GRIS
Con dirección preferencial	15 (71.4%)	13 (61.9%)
Sin dirección preferencial	6 (28.6%)	8 (38.1%)
Estaciones con datos de desplazamiento	21 (100%)	21 (100%)

 Individuo detectado desplazándose en la dirección indicada

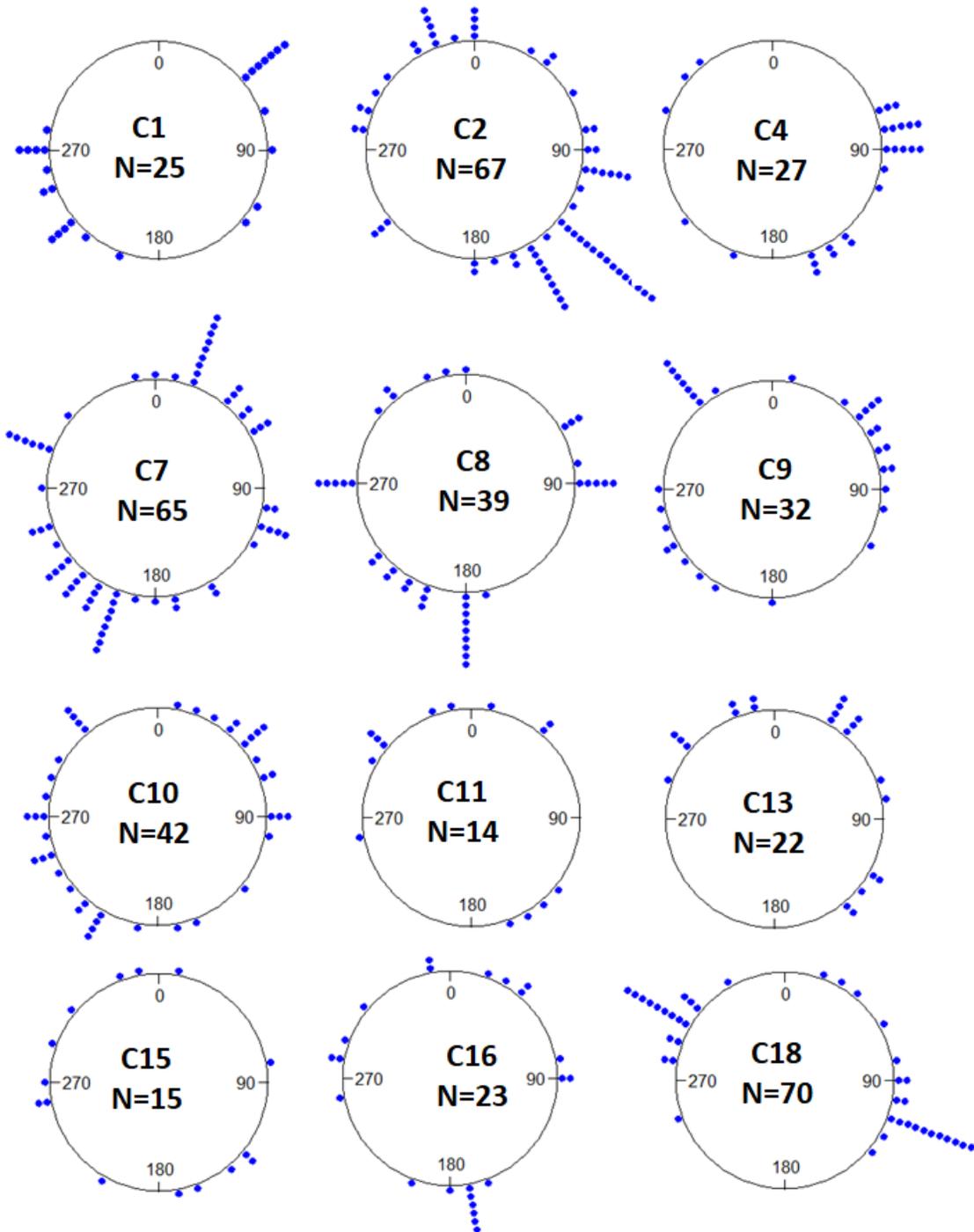


Figura 7a. Representación de los eventos de desplazamiento de individuos de coyote (*Canis latrans*) dentro de cada estación de monitoreo. Se grafican de datos de la dirección de los eventos de desplazamiento de individuos de coyote para cada estación de monitoreo.

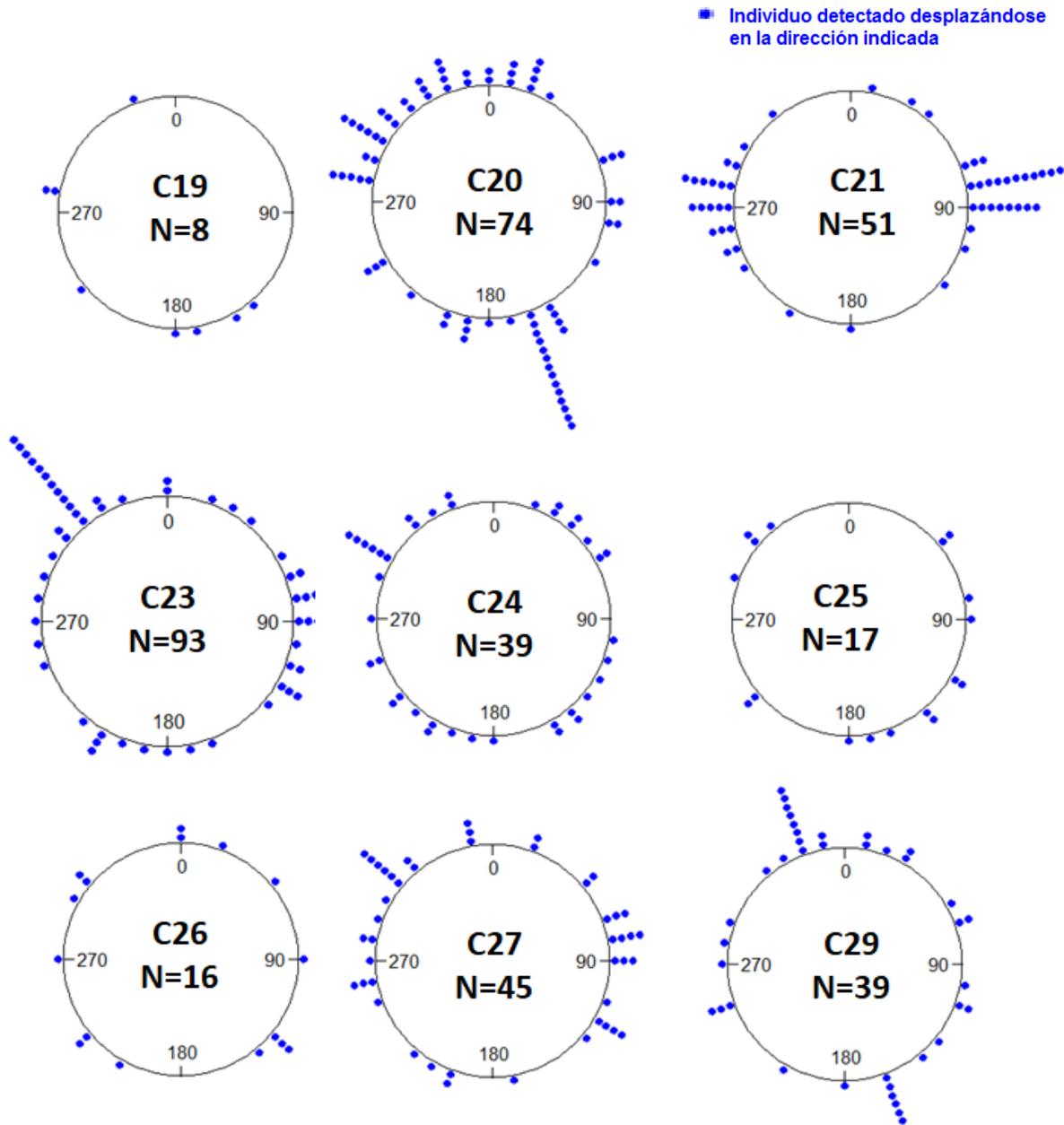


Figura 7b. Representación de los eventos de desplazamiento de individuos de coyote (*Canis latrans*) dentro de cada estación de monitoreo. Se grafican de datos de la dirección de los eventos de desplazamiento de individuos de coyote para cada estación de monitoreo.

■ Individuo detectado desplazándose en la dirección indicada

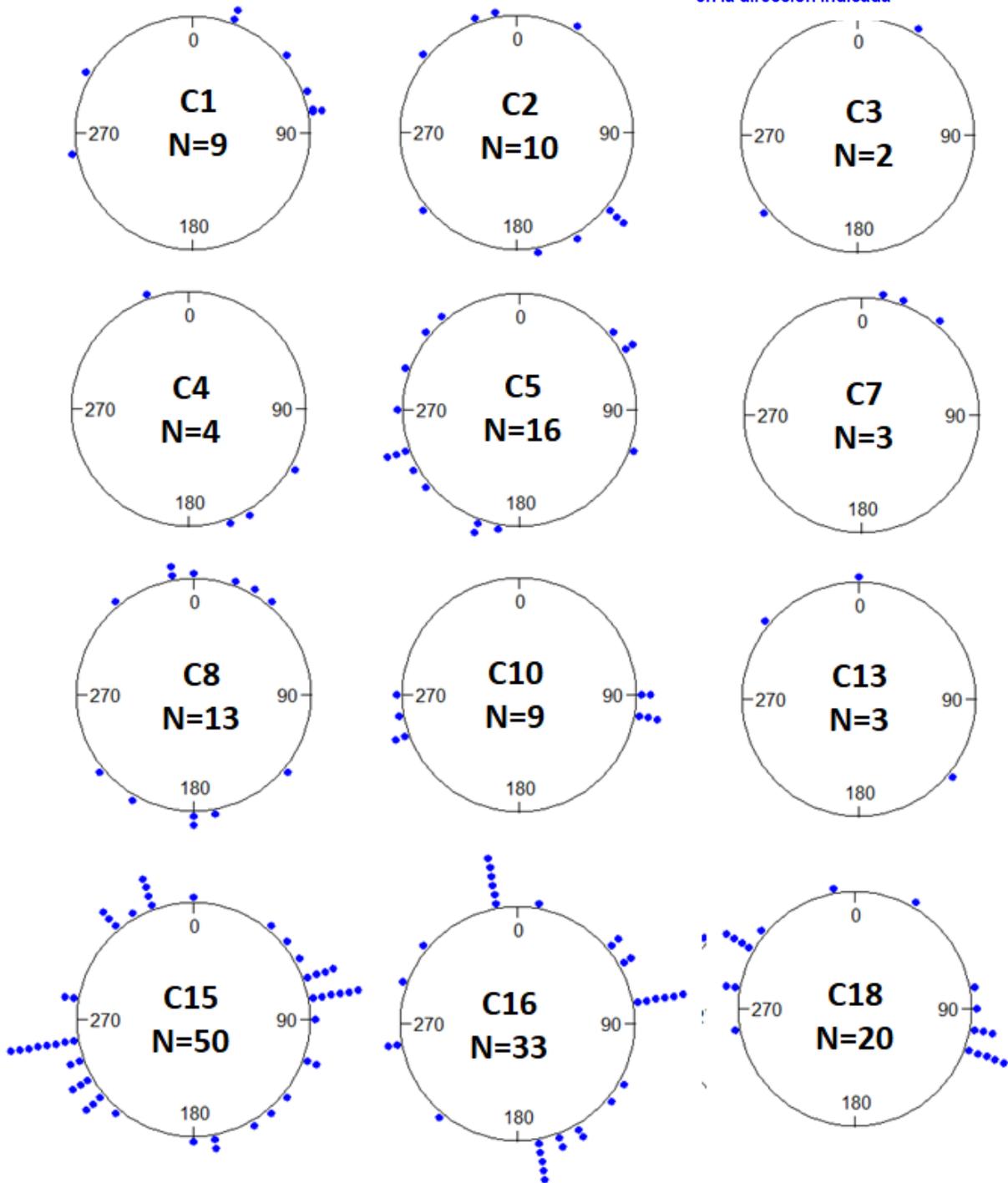


Figura 8a. Representación de los eventos de desplazamiento de individuos de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) dentro de cada estación de monitoreo. Se grafican de datos de la dirección de los eventos de desplazamiento de individuos de coyote para cada estación de monitoreo.

 Individuo detectado desplazándose en la dirección indicada

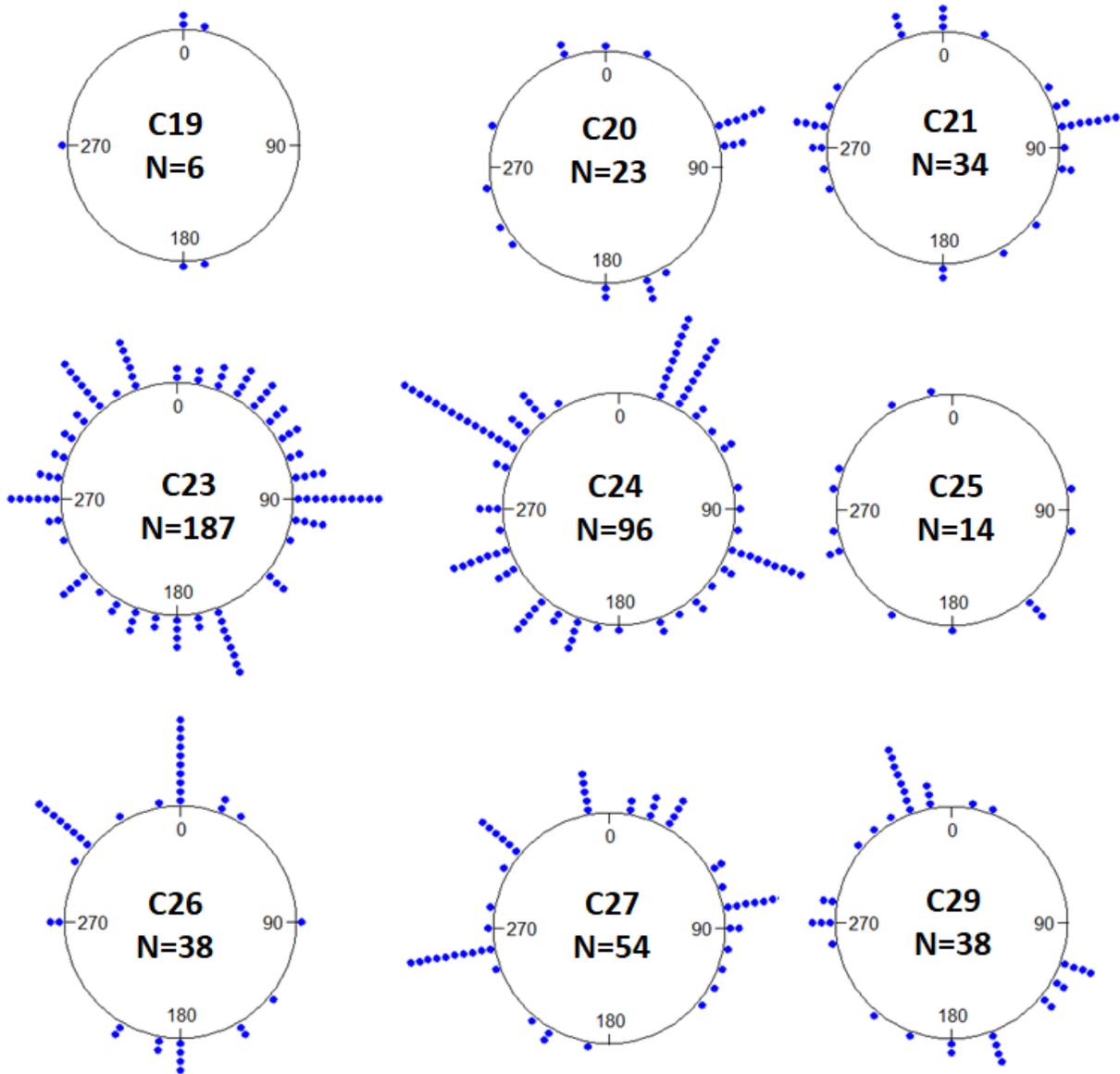


Figura 8b. Representación de los eventos de desplazamiento de individuos de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) dentro de cada estación de monitoreo. Se grafican de datos de la dirección de los eventos de desplazamiento de individuos de coyote para cada estación de monitoreo.

Cobertura preferencial de desplazamientos del coyote y la zorra gris.

Las pruebas de Chi cuadrada (χ^2) realizadas indicaron que ambas especies usaron para desplazarse microzonas con determinado rango de coberturas arbustivas y arbóreas que fueron usadas preferencialmente por el coyote y por la zorra gris. Para ambas especies existen microzonas que están siendo usadas de manera diferente de lo que se esperaría de acuerdo con la disponibilidad de éstas coberturas (Coyote/Cobertura arbórea: $\chi^2=36.32$, $p<0.001$, $gl=9$; Coyote/Cobertura arbustiva: $\chi^2=34.04$, $p<0.001$, $gl=9$; Zorra gris/Cobertura arbórea: $\chi^2= 133.54$, $p<0.001$, $gl=9$; Zorra gris/Cobertura arbustiva: $\chi^2= 120.54$, $p<0.001$, $gl=9$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados de la prueba de Chi cuadrada (χ^2) en relación con la probabilidad de que coyote el (*Canis latrans*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) usen para desplazarse, conforme a lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de las categorías, las categorías de porcentaje de cobertura arbórea y arbustiva.

	Coyote		Zorra gris	
	Cobertura arbórea por microzona	Cobertura arbustiva por microzona	Cobertura arbórea por microzona	Cobertura arbustiva por microzona
χ^2 calculada	36.32	34.04	133.54	120.54
χ^2 tablas	18.31	16.9	18.31	16.92
gl	9	9	9	9
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Los intervalos de Bonferroni calculados indicaron cuáles categorías de coberturas se usan más de lo esperado, cuales categorías de coberturas usan menos de lo esperado y cuales coberturas se usan en proporción a su disponibilidad. A continuación se describe los resultados de la pruebas de Bonferroni, para cada tipo de cobertura y para cada especie.

Cobertura arbórea

El coyote, dentro de este bosque, seleccionó (usó más de lo esperado) para desplazarse dos categorías de cobertura (CA1= 0 - 10%, y CA9=80.1 - 90%). Mientras que evitó (usó menos de lo esperado) las siguientes cinco categorías de cobertura (CA2= 10.1 - 20%; CA5=40.1 - 50%; CA7=60.1 - 70%; CA8= 70.1 -

80%; CA10= 90.1 - 100%). Usó en proporción a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad, las siguientes tres categorías (CA3= 20.1 - 30%; CA4=30.1 - 40%; CA6=50.1 - 60%) (Figura 9a, Anexo II.1).

La zorra gris, dentro de este bosque, seleccionó (usó más de lo esperado) para desplazarse dos categorías de cobertura (CA1= 0 - 10%, y CA5= 40.1 - 50%). Mientras que evitó (usó menos de lo esperado) las siguientes 6 categorías de cobertura (CA2= 10.1 - 20%; CA3= 20.1 - 30%; CA4=30.1 - 40%; Ca6= 50.1 - 60%; Ca8= 70.1 - 80%; CA10=90.1 - 100%). Usó en proporción a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad dos categorías (CA7= 60.1 - 70%; CA9=80.1 - 90%) (Figura 9b, Anexo II.2).

Cobertura arbustiva

El coyote, dentro de este bosque, seleccionó (usó más de lo esperado) para desplazarse cuatro categorías de cobertura (Ca4= 30.1 – 40%; Ca6= 50.1 – 60%; Ca8= 70.1 – 80%; Ca10= 90.1 – 100%). Mientras que evitó (usó menos de lo esperado) las siguientes cuatro categorías de cobertura (Ca1= 0 - 10%; Ca2= 10.1 -20%; Ca5=40.1 - 50%; Ca9= 80.1 - 90%). Usó en proporción a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad, las siguientes dos categorías (Ca3= 20.1 - 30%; Ca7=60.1 - 70%) (Figura 9a, Cuadro II.3).

La zorra gris, dentro de este bosque, seleccionó (usó más de lo esperado) para desplazarse solo una categoría de cobertura (Ca10= 90.1 – 100%). Mientras que evitó (usó menos de lo esperado) las siguientes cinco categorías de cobertura (Ca1= 0 - 10%; Ca2= 10.1 -20%; Ca3=20.1 - 30%; Ca5= 40.1 - 50%; Ca9=80.1 – 905). Usó en proporción a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad, las siguientes cuatro categorías (Ca4= 30.1 - 40%; Ca6=50.1 - 60%; Ca7= 60.1 – 70%; Ca8= 70.1 – 80%) (Figura 9a, Anexo II.4).

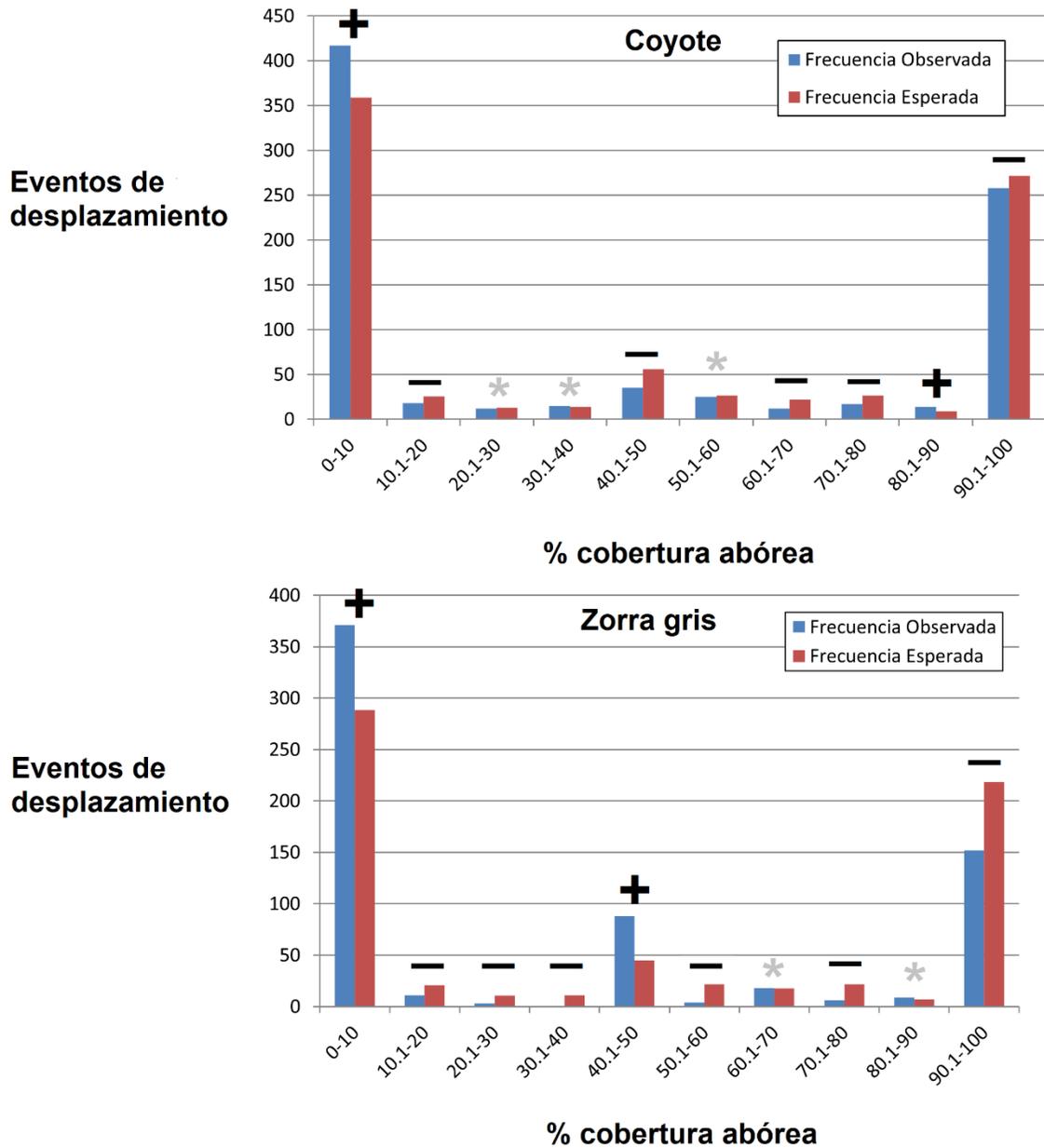


Figura 9. Frecuencias esperadas y observadas de eventos desplazamiento de coyote (*Canis latrans*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) a través de cada categoría de cobertura arbórea, dentro de las estaciones de monitoreo, en una escala fina. Arriba de las barras se muestran las inferencias derivadas del cálculo de los intervalos de Bonferroni con respecto al uso que le da la especie a esa cobertura, con respecto a la disponibilidad de esta: “+”= Usó más de lo esperado, “-”= Usó menos de lo esperado, y “*”= Usó en proporción a la disponibilidad, los cuales se pueden ver a detalle en el Anexo II.

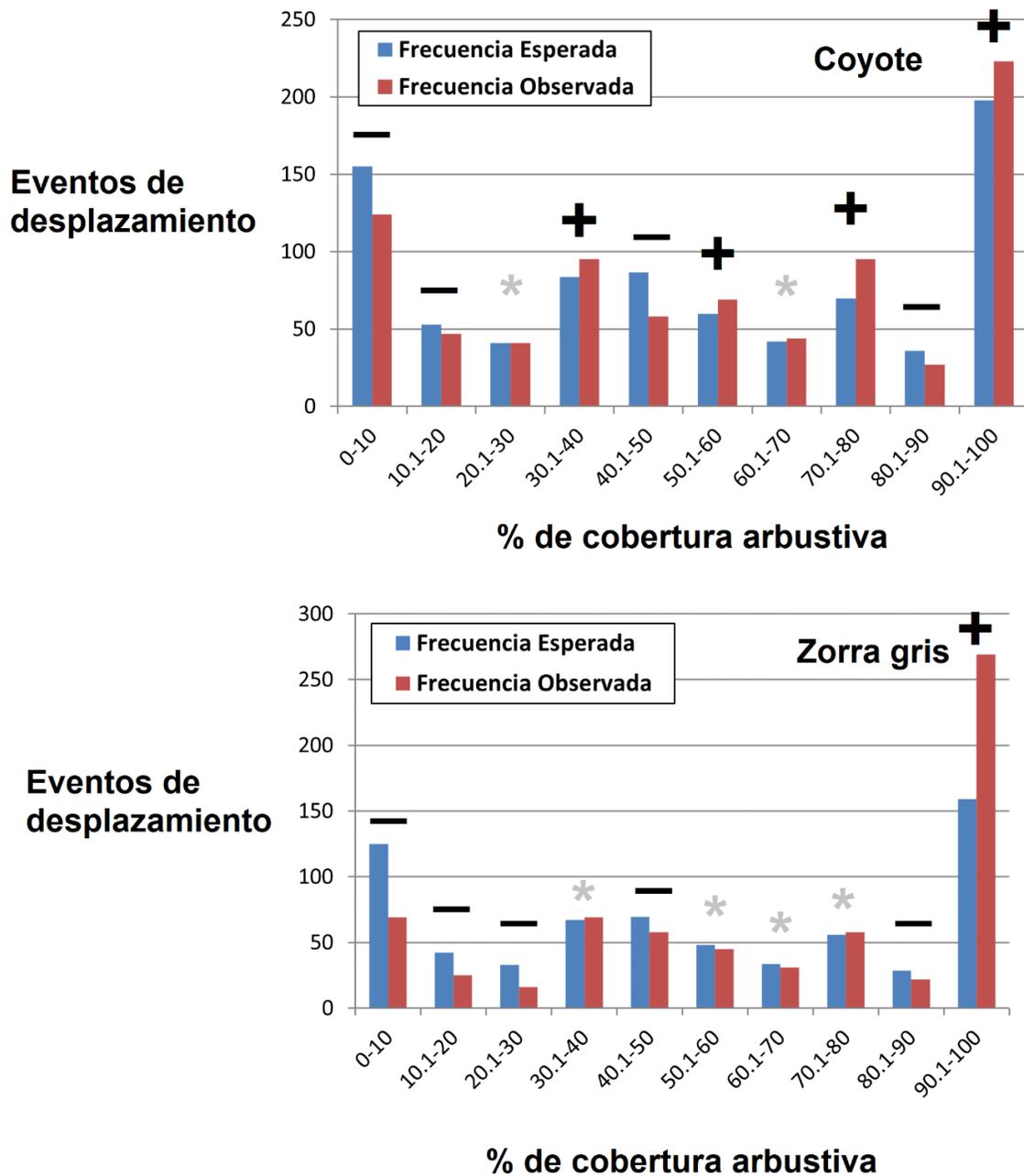


Figura 10. Frecuencias esperadas y observadas de eventos desplazamiento de coyote (*Canis latrans*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) a través de cada categoría de cobertura arbustiva, dentro de las estaciones de monitoreo, en una escala fina. Arriba de las barras se muestran las inferencias derivadas del cálculo de los intervalos de Bonferroni con respecto al uso que le da la especie a esa cobertura, con respecto a la disponibilidad de esta: “+”= Usó más de lo esperado, “-”= Usó menos de lo esperado, y “*”= Usó en proporción a la disponibilidad, los cuales se pueden ver a detalle en el Anexo II.

EL MAPA DE CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA LOS MESOCARNÍVOROS.

Usos de los sistemas de información geográfica para integrar la información.

Dentro del área establecida para crear el mapa de conectividad (Figura 1) el rango de valores de las características del paisaje elegidas es más amplio que dentro de los sitios donde fueron colocadas las estaciones de monitoreo. Los valores de altitud en la región van de 1,784 a 2,982 msnm, mientras que para los sitios de colocación de las estaciones de monitoreo los valores van de 2,440 a 2,691 msnm. Los intervalos de valores de la distancia al río más cercano van de 0 a 1,460 m para la región y de 5 a 365 m para los sitios de colocación de las estaciones de monitoreo. Los valores de NDVI van de -3.33 a 0.77 para la región y de 0.26 a 0.65 para los sitios de colocación de las estaciones de monitoreo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación del intervalo de valores de las características del paisaje elegidas, dentro la región y dentro de las estaciones de monitoreo.

		Altitud (msnm)	NDVI	Distancia a río más cercano (m)
Región	Valor máximo	2,982	0.777385	1,314
Estaciones de monitoreo	Valor Máximo	2,691	0.65	365
	Valor Mínimo	2,440	0.26	5
Región	Valor Mínimo	1784	-3.33212	0

Algunos elementos del paisaje y su relación con la abundancia del coyote y la zorra gris.

Las pruebas de Chi cuadrada (χ^2) realizadas indicaron que ambas especies usan las categorías de altitud de manera diferente a lo esperado (de acuerdo con la disponibilidad de las categorías) el coyote ($\chi^2=114.9$, $p<0.001$, $gl=7$), la zorra gris ($\chi^2=239.6$, $p<0.001$, $gl=7$), de la misma manera ambas especies usan las categorías de valores de NDVI de manera diferente a lo esperado; el coyote ($\chi^2=61.78$, $p<0.001$, $gl=7$), zorra gris: ($\chi^2=154.6$, $p<0.001$, $gl=7$), estos datos muestran que estas especies seleccionan y/o evitan determinadas categorías en estos elementos del paisaje.

En cuanto a la distancia a ríos, el coyote usó la zona de manera proporcional a lo esperado, de

acuerdo con su disponibilidad ($\chi^2=13.06$, $0.05 < p < 0.1$, $gl=7$), por su parte la zorra gris usó de manera diferente a lo esperado los sitios con diferentes distancias a ríos ($\chi^2=143.44$, $p < 0.001$, $gl=7$) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados de la prueba de Chi cuadrada (χ^2) en relación a la probabilidad de que el número de registros de coyote (*Canis latrans*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) se presenten conforme a lo esperado en las categorías dentro de cada elemento del paisaje, tomando en cuenta la disponibilidad de las categorías.

	Coyote			Zorra gris		
	Altitud (msnm)	NDVI	Distancia a ríos (m)	Altitud (msnm)	NDVI	Distancia a ríos (m)
χ^2 calculada	114.9	61.78	13.06	239.6	154.6	143.44
χ^2 tablas	14.07	14.07	14.07	14.07	14.07	14.07
gl	7	7	7	7	7	7
P	<0.001	<0.001	0.05 < p < 0.1	<0.001	<0.001	<0.001

Ponderación de los elementos del paisaje para elaborar el mapa de conectividad estructural.

Los intervalos de Bonferroni calculados indicaron cuáles categorías de altitud, NDVI y distancia a río más cercano usan más de lo esperado, es decir seleccionan, cuales categorías de coberturas usan menos de lo esperado, es decir evitan, y cuales coberturas usan en proporción a su disponibilidad (es decir no influyen en el uso que coyote y zorra gris le da al paisaje). A continuación, se describen los resultados de las pruebas de Bonferroni, para cada tipo de cobertura y para cada especie.

Altitud: el coyote seleccionó (usó más de lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de la categoría), las áreas de con altitudes de 2,511 a 2,570 (A4) y de 2,661 a 2,691 msnm (A8) por lo que en el mapa ponderado a estas zonas se les asignó un valor de +1. El coyote evitó (usó menos de lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de la categoría) las zonas de 2,571 a 2,600 msnm (A5) por lo que a estas zonas se les asignó valor de -1. El coyote uso en proporción a su disponibilidad (es decir que estas categorías no influyen significativamente en el uso que los coyotes le dan ala paisaje), las categorías de altitud A1 (2,440 - 2480 msnm), A2 (2,481 - 2,510 msnm), A3 (2,511 – 2,540 msnm), A6 (2,601 - 2,630 msnm) y A7 (2,631 - 2,660 msnm) a estas zonas se les asignó un valor de 0 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de registros esperados y observados de coyote (*Canis latrans*) en cada categoría de altitud, de los sitios de las estaciones de monitoreo. Intervalos de confianza de Bonferroni y lo que indican éstos; si cada categoría está siendo seleccionada, evitada o usada conforme a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad. En la última columna se muestra entre paréntesis el valor que se le dio a esta categoría en la ponderación de elementos del paisaje para la elaboración del mapa de preferencias de hábitat.

Clave de categorías de altitud	Categorías Altitud (msnm)	Núm. de estaciones	Número de registros Coyote		Proporción		Intervalos de Bonferroni	Interpretación (Valor de la categoría para la ponderación)
			Esperada	Observada	Esperada	Observada		
A1	2,440-2,480	4	97	107	0.134	0.149	0.1458 - 0.1489	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
A2	2,481-2,510	7	169	134	0.235	0.186	0.1829 - 0.1863	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
A3	2,511-2,540	4	97	96	0.134	0.133	0.1307 - 0.1337	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
A4	2,541-2,570	2	48	98	0.067	0.136	0.1335 - 0.1365	Usó más de lo esperado (+1)
A5	2,571-2,600	5	121	63	0.168	0.088	0.0855 - 0.0880	Usó menos de lo esperado (-1)
A6	2,601-2,630	3	73	88	0.101	0.122	0.1198 - 0.1226	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
A7	2,631-2,660	2	48	31	0.067	0.043	0.0418 - 0.0436	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
A8	2,661-2,691	3	73	109	0.1	0.151	0.1486 - 0.1517	Usó más de lo esperado (+1)
	Total	30	726	726	1	1		

Por su parte, la zorra gris seleccionó (usó más de lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de la categoría) las áreas con altitudes de 2,661 a 2,691 msnm (A8) por lo que en el mapa ponderado a estas zonas se les asignó valor de +1, evitó (usó menos de lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de la categoría) las zonas con altitud de 2,481 a 2,510 (A2), 2,511 a 2,540 (A3) y 2,571 a 2,600 (A5) msnm, por lo que a estas zonas se les otorgó valor de -1, y usó en proporción a su disponibilidad (es decir estas categorías no influyen significativamente en el uso que los coyote le dan al paisaje) las categorías A1 (2,440-2,480), A4 (2,541 – 2,570 msnm), A6 (2,601 – 2,630 msnm) y A7 (2,631 – 2,660 msnm), a estas zonas se les asignó un valor de 0 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Número de registros esperados y observados de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en cada categoría de altitud de los sitios de las estaciones de monitoreo. Intervalos de confianza de Bonferroni y lo que indican éstos; si cada categoría está siendo seleccionada, evitada o usada conforme a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad. En la última columna se muestra entre paréntesis el valor que se le dio a cada categoría en la ponderación de elementos del paisaje para la elaboración del mapa de preferencias de hábitat.

Clave de categoría de altitud	Categorías Altitud (msnm)	Núm. de estaciones	Número de registros Zorra gris		Proporción		Intervalos de Bonferroni	Interpretación (Valor de la categoría para la ponderación)
			Esperada	Observada	Esperada	Observada		
A1	2,440-2,480	4	96	72	0.133	0.1	0.0987 - 0.1013	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
A2	2,481-2,510	7	168	121	0.233	0.168	0.1664 - 0.1697	Usó menos de lo esperado (-1)
A3	2,511-2,540	4	96	57	0.133	0.079	0.0780 - 0.0804	Usó menos de lo esperado (-1)
A4	2,541-2,570	2	48	25	0.067	0.035	0.0339 - 0.0355	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
A5	2,571-2,600	5	120	177	0.167	0.246	0.2439 - 0.2477	Usó menos de lo esperado)
A6	2,601-2,630	3	72	72	0.1	0.1	0.0987 - 0.1013	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
A7	2,631-2,660	2	48	20	0.067	0.028	0.0271 - 0.0285	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
A8	2,661-2,691	3	72	176	0.1	0.244	0.2426 - 0.2463	Usó más de lo esperado(+1)
Total		30	720	720	1	1		

NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada): En cuanto a NDVI el coyote seleccionó (usó más de lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de la categoría) las zonas con valores de NDVI 0.56 a 0.6 (N7), y de 0.46 a 0.5 (N5) por lo que en el mapa ponderado a estas zonas se les otorgó valor de +1. Evitó (usó menos de lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de la categoría) las zonas de 0.41 a 0.45 de NDVI (N4) por lo que a estas zonas se les dio valor de -1. El coyote usó en proporción a su disponibilidad (es decir estas categorías no influyen significativamente en el uso que los coyotes le dan al paisaje) las categorías de NDVI N1 (0.26 - 0.3), N2 (0.31 - 0.35), N3 (0.36 - 0.4), N6 (0.51 - 0.55), y N8 (0.61 - 0.65) a estas zonas se les asignó un valor de 0 (Cuadro 9).

Cuadro 9. Número de registros esperados y observados de coyote (*Canis latrans*) en cada categoría de NDVI (Índice normalizado de vegetación) de los sitios de las estaciones de monitoreo. Intervalos de confianza de Bonferroni y lo que indican éstos; si cada categoría está siendo seleccionada, evitada o usada conforme a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad. En la última columna se muestra entre paréntesis el valor que se le dio a cada categoría en la ponderación de elementos del paisaje para la elaboración del mapa de calidad de hábitat.

Clave de Categoría de NDVI	Categorías NDVI	Núm. de estaciones	Número de registros Coyote		Proporción		Intervalos de Bonferroni	Interpretación (Valor de la categoría para la ponderación)
			Esperada	Observada	Esperada	Observada		
N1	0.26 - 0.3	1	24	30	0.033	0.041	0.0404 - 0.0422	Usó de acuerdo con su disponibilidad (0)
N2	0.31 - 0.35	3	73	68	0.1	0.094	0.0924 - 0.0949	Usó de acuerdo con su disponibilidad (0)
N2	0.36 - 0.4	4	97	89	0.133	0.123	0.1212 - 0.1240	Usó de acuerdo con su disponibilidad (0)
N3	0.41 - 0.45	5	121	82	0.167	0.113	0.1116 - 0.1143	Usó menos de lo esperado (-1)
N4	0.46 - 0.5	10	242	280	0.333	0.386	0.3835 - 0.3878	Usó más de lo esperado (+1)
N5	0.51 - 0.55	3	73	52	0.1	0.072	0.0705 - 0.728	Usó de acuerdo con su disponibilidad (0)
N6	0.56 - 0.6	2	48	88	0.067	0.121	0.1198 - 0.1226	Usó más de los esperado (+1)
N7	0.61 - 0.65	2	48	37	0.067	0.051	0.0500 - 0.0519	Usó de acuerdo con su disponibilidad (0)
	Total	30	726	726	1	1		

Por su parte la zorra gris seleccionó (usó más de lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de la categoría) las zonas con valores de NDVI de 0.46 a 0.5 (N5), y de 0.51 a 0.55 (N6) por lo que en el mapa ponderado a estas zonas se les otorgó valor de +1. Evitó (usó menos de lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de la categoría) las zonas con valores de NDVI de 0.31 a 0.35 (N2) y de 0.41 a 0.45 (N4) por lo que a estas zonas se les dio valor de -1 (Cuadro 14). La zorra gris usó en proporción a su disponibilidad (es decir estas categorías no influyen significativamente en el uso que la zorra gris le da al paisaje) las categorías de valores de NDVI N1 (0.26 - 0.3), N3 (0.36 - 0.4), N7 (0.56 - 0.6) y N8 (0.61 - 0.65) a estas zonas se les asignó un valor de 0 (Cuadro 10).

Cuadro 10. Número de registros esperados y observados de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en cada categoría de NDVI (índice normalizado de vegetación) de los sitios de las estaciones de monitoreo. Intervalos de confianza de Bonferroni y lo que indican éstos; si cada categoría está siendo seleccionada, evitada o usada conforme a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad. En la última columna se muestra entre paréntesis el valor que se le dio a cada categoría en la ponderación de elementos del paisaje para la elaboración del mapa de preferencias de hábitat.

Clave de categoría de NDVI	Categorías NDVI	Núm. de estaciones	Número de registros Zorra gris		Proporción		Intervalos de Bonferroni	Interpretación (Valor de la categoría para la ponderación)
			Esperada	Observada	Esperada	Observada		
N1	0.26 - 0.3	1	24	21	0.033	0.029	0.0284 - 0.0299	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
N2	0.31 - 0.35	3	72	30	0.1	0.042	0.0408 - 0.0425	Usó menos de lo esperado (-1)
N3	0.36 - 0.4	4	96	80	0.133	0.111	0.1097 - 0.1125	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
N4	0.41 - 0.45	5	120	77	0.167	0.107	0.1056 - 0.1083	Usó menos de lo esperado (-1)
N5	0.46 - 0.5	10	240	340	0.333	0.472	0.4700 - 0.4744	Usó más de lo esperado (+1)
N6	0.51 - 0.55	3	72	127	0.1	0.176	0.1747 - 0.1781	Usó más de lo esperado (+1)
N7	0.56 - 0.6	2	48	18	0.067	0.025	0.0243 - 0.0257	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
N8	0.61 - 0.65	2	48	27	0.067	0.038	0.0367 - 0.0383	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
	Total	30	720	720	1	1		

Distancia a río más cercano: El coyote usó en proporción a su disponibilidad, es decir estas categorías no influyen significativamente en el uso que los coyotes le dan al paisaje, cada categoría de valores de Distancia a río más cercano para las que había datos, por lo que para el coyote a estas categorías se le asignó un valor de 0 (Cuadro 11).

Cuadro 11. Número de registros esperados y observados de coyote (*Canis latrans*) en cada categoría de Distancia a río más cercano de los sitios de las estaciones de monitoreo. Intervalos de confianza de Bonferroni y lo que indican éstos; si cada categoría está siendo seleccionada, evitada o usada conforme a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad. En la última columna se muestra entre paréntesis el valor que se le dio a cada categoría en la ponderación de elementos del paisaje para la elaboración del mapa de preferencias de hábitat.

Clave de categoría de Distancia a Ríos	Categorías Distancia a río más cercano (m)	Núm. de estaciones.	Número de registros Coyote		Proporción		Intervalos de Bonferroni	Interpretación (Valor de la categoría para ponderación)
			Esperada	Observada	Esperada	Observada		
R1	5-50	8	194	218	0.267	0.300	0.2983 - 0.3023	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
R2	51-95	3	73	60	0.100	0.083	0.0814 - 0.0839	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
R3	96-140	10	242	238	0.333	0.328	0.3258 - 0.3299	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
R4	141-185*	0	-	-	-	-	-	No hay datos
R5	186-230	7	169	177	0.233	0.244	0.2419 - 0.2457	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
R6	231-275*	0	-	-	-	-	-	No hay datos
R7	276-320	1	24	22	0.033	0.030	0.0296 - 0.0311	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
R8	321-365	1	24	11	0.033	0.015	0.0146 - 0.0157	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
	Total	30	726	726	1	1		

Por su parte la zorra gris seleccionó (usó más de lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de la categoría) las zonas con valores de Distancia a río más cercano de 51 a 95 (R2) y de 96 a 140 m (R3) por lo que en el mapa ponderado a estas zonas se les otorgó valor de +1. Evitó (usó menos de lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de la categoría) las zonas con valores de Distancia a río más cercano de 5 a 50 (R1) y de 186 a 230 m (R5) por lo que a estas zonas se les dio valor de -1. La zorra gris usó en proporción a su disponibilidad (es decir estas categorías no influyen significativamente en el uso que los coyotes le dan al paisaje) las categorías de valores de Distancia a río más cercano R7 (276 a 320 m) y R8 (321 – 365 m), a estas zonas se les asignó un valor de 0 (Cuadro 12).

Cuadro 12. Número de registros esperados y observados de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en cada categoría de *Distancia a río más cercano* de los sitios de las estaciones de monitoreo. Intervalos de confianza de Bonferroni y lo que indican éstos; si cada categoría está siendo seleccionada, evitada o usada conforme a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad. En la última columna se muestra entre paréntesis el valor que se le dio a cada categoría en la ponderación de elementos del paisaje para la elaboración del mapa de calidad de hábitat.

Clave de categoría de Distancia ríos	Categorías Distancia a río más cercano (m)	Núm. de estaciones.	Número de registros Zorra gris		Proporción		Intervalos de Bonferroni	Interpretación (Valor de la categoría para la ponderación)
			Esperada	Observada	Esperada	Observada		
R1	5 - 50	8	192	137	0.267	0.190	0.1885 - 0.1920	Usó menos de lo esperado (-1)
R2	51 - 95	3	72	110	0.100	0.153	0.1512 - 0.1544	Usó más de lo esperado (+1)
R3	96 - 140	10	240	344	0.333	0.478	0.4756 - 0.4800	Usó más de lo esperado (+1)
R4	141 - 185	0	-	-	-	-	-	No hay datos
R5	186 - 230	7	168	89	0.233	0.124	0.1222 - 0.1251	Usó menos de lo esperado (-1)
R6	231 - 275	0	-	-	-	-	-	No hay datos
R7	276 - 320	1	24	37	0.033	0.051	0.504 - 0.0524	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
R8	321 - 365	1	24	3	0.033	0.004	0.0039 - 0.0045	Usó de acuerdo con la disponibilidad (0)
	Total	30	720	720	1	1		

En los cuadros 13 y 14 se muestran las matrices cruzadas de la puntuación total que obtuvo cada combinación de las categorías de los elementos del paisaje (Altitud, NDVI, distancia a río más cercano), de acuerdo con el uso que les da el coyote (*Canis latrans*) (Cuadro 13) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) (Cuadro 14).

Cuadro 13. Matriz cruzada donde se muestra la puntuación total que obtuvo cada combinación de las categorías de los elementos del paisaje (Altitud, NDVI, distancia a río más cercano), de acuerdo con el uso que les da el coyote (*Canis latrans*) a cada una de estas categorías. La puntuación indica en qué grado la combinación de características en esos sitio son permisibles y/o restrictivas para la especie.

	NVVI (Categoría: 0.41 - 0.45) (Valor -1)	NDVI (Categorías:0.0. 26 - 0.3, 0.31 - 0.35, 0.36 - 0.4, 0.51 - 0.55, 0.61 - 0.65) (Valor 0)	NDVI No hay datos (Categorías: 0.1 - 0.25, 0.66 - 0.77) (Valor 0)	NDVI (Categorías: 0.46 - 0.5, 0.56 - 0.6) (Valor 1)	
Altitud m (Categoría: 2,571 -2,600) (Valor -1)	-3 Zonas muy restrictivas	-2 Zonas restrictivas	-2 Zonas restrictivas	-1 Zonas poco restrictivas	Distancia a río más cercano --- (Valor -1)
Altitud m (Categorías: 2,440 - 2,480, 2,481 - 2,510, 2,511 - 2,540, 2,601 - 2,630, 2,631 - 2,660) (Valor 0)	-1 Zonas poco restrictivas	0 Zonas neutrales	0 Zonas neutrales	1 Zonas poco permisivas	Distancia a río más cercano (Categorías: 5 - 50, 51 - 95, 96 - 140, 186 - 230, 276 - 320, 321 - 365) (Valor 0)
Altitud m No hay datos (Categorías: 1,784 - 2,439, 2,692 - 2982) (Valor 0)	-1 Zonas poco restrictivas	0 Zonas neutrales	0 Zonas neutrales	1 Zonas poco permisivas	Distancia a río más cercano No hay datos (Categorías: 0 - 5, 141 - 185*, 231 - 275*, 366 - 1,314) (Valor 0)
Altitud (Categorías: 2,541 - 2,570, 2,661 - 2,691) (Valor 1)	1 Zonas poco permisivas	2 Zonas permisivas	2 Zonas permisivas	3 Zonas muy permisivas	Distancia a río más cercano --- (Valor 1)

Cuadro 14. Matriz cruzada donde se muestra la puntuación total que obtuvo cada combinación de las categorías de los elementos del paisaje (Altitud, NDVI, distancia a río más cercano), de acuerdo con el uso que les da la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) a cada una de estas categorías. La puntuación indica en qué grado la combinación de características en esos sitio son permisibles y/o restrictivas para la especie.

	NVVI Categorías: 0.31 - 0.35 0.41 - 0.45. (Valor -1)	NDVI Categoría: 0.26 - 0.3, 0.36 - 0.4, 0.56 - 0.6, 0.61 - 0.65. (Valor 0)	NDVI No hay datos Categoría: 0.1 - 0.25, 0.66 - 0.77. (Valor 0)	NDVI Categorías: 0.46 - 0.5, 0.51 - 0.55. (Valor 1)	
Altitud m Categorías: 2,481 - 2,510, 2,511 - 2,540, 2,571 - 2,600. (Valor -1)	-3 Zonas muy restrictivas	-2 Zonas restrictivas	-2 Zonas restrictivas	-1 Zonas poco restrictivas	Distancia a río más cercano Categorías: 5 - 50 186 - 230. (Valor -1)
Altitud m Categorías: 2,440 - 2,480, 2,541 - 2,570 2,601 - 2,630 2,631 - 2,660. (Valor 0)	-1 Zonas poco restrictivas	0 Zonas neutrales	0 Zonas neutrales	1 Zonas poco permisivas	Distancia a río más cercano Categorías: 276 - 320 321 - 365. (Valor 0)
Altitud m No hay datos Categorías: 1,784 - 2,439 2,692 - 2,982. (Valor 0)	-1 Zonas poco restrictivas	0 Zonas neutrales	0 Zonas neutrales	1 Zonas poco permisivas	Distancia a río más cercano No hay datos Categorías: 0 - 5 141 - 185* 231 - 275* 366 - 1,314. (Valor 0)
Altitud m Categoría: 2,661 - 2,691. (Valor 1)	1 Zonas poco permisivas	2 Zonas permisivas	2 Zonas permisivas	3 Zonas muy permisivas	Distancia a río más cercano Categorías: 51 - 95 96 - 14. (Valor 1)



El mapa de conectividad resultado de la ponderación de la puntuación total que obtuvo cada combinación de las categorías de los elementos del paisaje (Altitud, NDVI, distancia a río más cercano), de acuerdo con el uso que le da cada especie a cada una de estas categorías se muestra en la figura 11 para coyote y en la figura 12 para la zorra gris.

MAPA DE CONECTIVIDAD PARA COYOTE

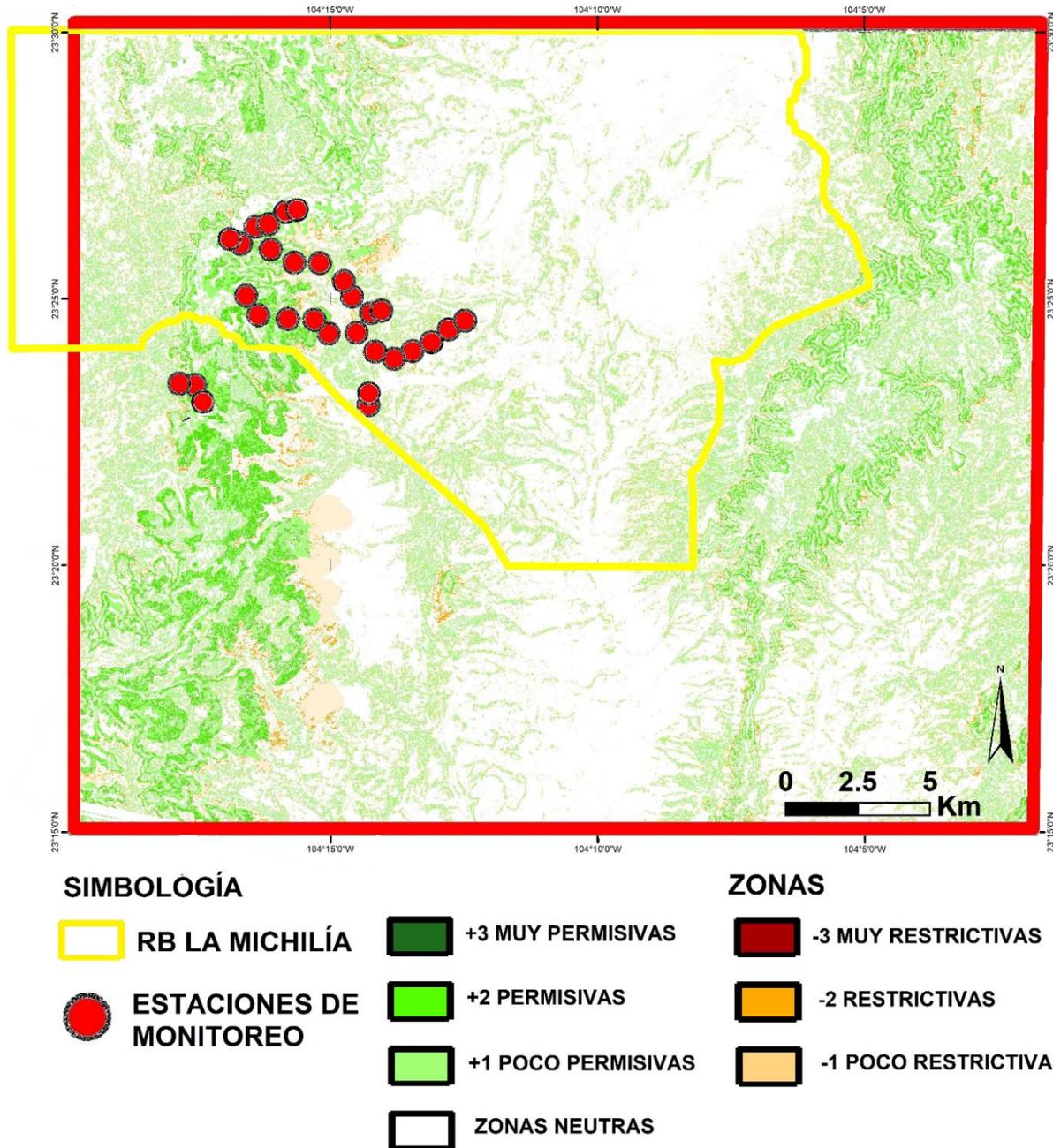


Figura 11. Mapa que represente la conectividad estructural para el coyote (*Canis latrans*), de acuerdo con ponderaciones realizadas con base en la selección, evasión o uso esperado de cada cobertura en cada elemento de paisaje, NDVI, distancia a ríos más cercanos y altitud, uso calculado a partir de pruebas de Chi cuadrada (χ^2) y el cálculo de intervalos de Bonferroni, con base en el número de registros de coyote para cada estación de monitoreo.

MAPA DE CONECTIVIDAD PARA ZORRA GRIS

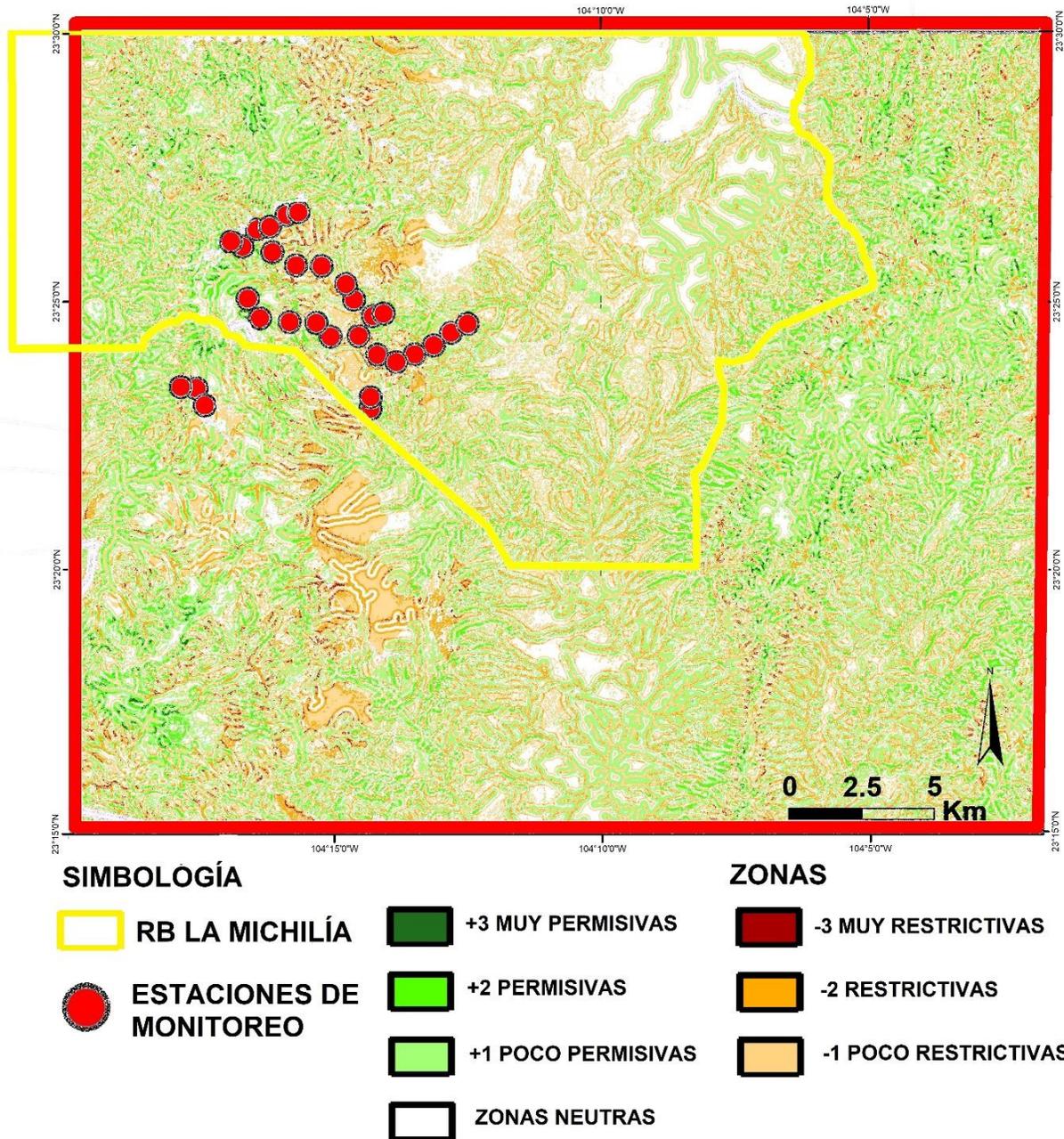


Figura 12. Mapa que representa de conectividad estructural para la zorra gris (*Urocyon cinereogenteus*), de acuerdo con ponderaciones realizadas con base en la selección, evasión o uso esperado de cada cobertura en cada elemento de paisaje, NDVI, distancia a río más cercano y altitud, uso calculado a partir de pruebas de Chi cuadrada (χ^2) y el cálculo de intervalos de Bonferroni, con base en el número de registros de zorra gris para cada estación de monitoreo.

Mapa de conectividad estructural para el coyote (*Canis latrans*).

El mapa de conectividad del coyote muestra que existe una gran proporción de zonas neutrales (zonas con valor total de 0), en este paisaje, es decir zonas que se usan en igual proporción de su propia disponibilidad. Se pueden identificar dos grandes zonas conglomeradas con valores totales positivos (zonas permisivas +1, +2), al sur de la Reserva de la Biosfera La Michilía y al oeste del área de estudio, estas zonas podrían definirse como parches de alta calidad de hábitat en la región para el coyote, estas áreas corresponden a zonas altas de las montañas en la Sierra de Michis y la Sierra de Urica respectivamente. Entre estos dos parches con la mayor calidad de hábitat, se aprecian zonas con valor de +1 y +2 que atraviesan el paisaje a través de zonas neutrales y que de alguna manera conectan los parches, estas zonas podrían funcionar como corredores que se comunican entre parches de hábitat. Se aprecian zonas con valor total negativos (zonas restrictivas, -1, -2) que corresponden a pies de montes en la Sierra de Michis, pero son áreas pequeñas en relación con las zonas con valores positivos. Esto indica que, en el área de estudio, el coyote no tiene grandes espacios que funcionen como barreras o que presenten grandes restricciones a su desplazamiento (Figura 20). Cabe hacer notar que existe una gran superficie de hábitat con valor neutro (0), es decir zonas que la especie usó de acuerdo con su disponibilidad. En general la zona presenta grandes proporciones de áreas permisibles y áreas neutras, esto es beneficioso para la población de la especie, lo cual explica en gran medida que el coyote es de las especies más abundantes en la zona (Figura 6).

Mapa de conectividad estructural para la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).

En el mapa de conectividad de la zorra gris no se distinguen claramente conglomerados (parches), de zonas con los mismos valores, es decir no hay parches identificables. En su mayor proporción el mapa está formado por zonas permisivas (Valor total de +1 y +2), que corresponden a pisos altitudinales de los 2621 a 2691 msnm y cercana a arroyos y ríos. Entre estas áreas aparecen trazos de zonas restrictivas (con valor total de -1) de los 2440 a los 2660 msnm. Cabe hacer notar que la mayor parte de la zona estudiada está formada mayoritariamente por zonas permisivas (Figura 21), lo cual debe ser beneficioso para las especies, lo cual explica en gran medida que la zorra gris es una de las especies más abundante en la zona (Figura 6).

VI. DISCUSIÓN

Uso de trampas cámara para determinar dirección de desplazamiento.

El uso de trampas cámara para para evaluar dirección de desplazamiento tiene varias ventajas. Esta técnica tiene las ventajas de proporcionar una gran cantidad de datos para individuos y varias especies, en comparación con otros métodos, como la telemetría que, por el alto costo en tiempo y recursos, arroja datos de pocos individuos. Por lo tanto, usar las trampas cámara para evaluar direccionalidad en desplazamientos resulta adecuado y además productivo en cuanto a la cantidad de datos obtenidos.

El uso de trampas cámara para obtener el dato de dirección de desplazamiento resultó exitoso, ya que se pudo observar en las capturas que efectivamente los individuos tienen zonas por los que regularmente se acercan y se alejan del campo visual de la trampa cámara. Esta tendencia es respaldada por las pruebas de Rao en donde se encontró direccionalidad en la mayoría (71.4% para el coyote y 61.9% para la zorra gris) de las estaciones que tenían datos de desplazamiento (Cuadro 3).

Sin embargo, hay varios aspectos que pueden mejorarse con respecto a el procedimiento usado en el presente estudio. En el presente estudio se usó solo una cámara para detectar la dirección de llegada y salida al campo visual de la cámara, lo cual pudo crear imprecisiones a la hora de determinar las direcciones del lado puesto del objetivo de la cámara ya que de ese lado solo podía saber el ángulo a que el individuo llegaba al campo visual. El principal aspecto mejorable es que deberían colocarse dos cámaras trampas en cada estación colocarse en pares en una misma estación en direcciones opuestas. Esto ayudaría a tener certeza del ángulo de llegada de ambos lados. Asimismo, los atrayentes deberán colocarse en pares, para no sesgar la llegada de los individuos solo hacia el campo visual de una de las cámaras.

A pesar de estos aspectos mejorables, se comprobó la direccionalidad de las entradas y salidas, por lo cual, poniendo dos trampas cámara podría mejorar la precisión de los datos que se obtengan.

Descripción y evaluación de la conectividad biológica a través de su componente funcional, para el coyote y la zorra gris.

Recientemente se ha estudiado cómo usan el espacio la zorra gris y el coyote especialmente el uso que le dan al hábitat a escala amplia (p. ej. Hinton *et al.* 2015, Kamler y Gipson 2000, Rodríguez-Luna *et al.* 2021, Servín *et al.* 2014,); se han hecho mediciones del ámbito hogareño (p. ej. Servín *et al.* 2014); se han calculado las distancias viajadas en el transcurso de un día y la noche (p. ej. Servín *et al.* 2003); se ha estudiado la fidelidad a sus ámbitos hogareños (Neale *et al.* 2007). Siendo, el presente estudio el único hasta el momento en donde se analiza cómo los carnívoros, en este caso coyotes y zorras grises se desplazan a través del paisaje, en una escala de microhábitat, un espacio de aproximadamente 30m x 30m (que fue el área en que se estudió la cobertura vegetal). En esta área se analizó 1) si existen direcciones que siguen regularmente para desplazarse y 2) si esta dirección está relacionada con el atributo cobertura de la vegetación, arbustiva y arbórea.

Dirección de desplazamiento

De acuerdo con las pruebas de Rao hechas para cada estación de monitoreo, en la mayoría de las estaciones hubo evidencia estadística de existencia de elección preferencial de las direcciones que los coyotes y la zorra gris usan preferencialmente para desplazarse. Para el coyote se detectaron 15 cámaras (71.4% de las cámaras con datos) en las que se identificó una o más direcciones preferenciales. Para la zorra gris se detectaron 13 cámaras (6.9% de las cámaras con datos) en las que se identificó una o más direcciones preferenciales (Cuadro 2 y 3, Anexo I, Figuras 7 y 8). Además, se apreciaron modas estadísticas en cuanto a las direcciones de desplazamiento (Figura 7 a y b). El que existan direcciones preferenciales de entrada y de salida, indica que los individuos de la población registrada de ambas especies no eligen rumbos al azar en sus movimientos, incluso en esta escala fina, lo que probablemente significa que estas especies acostumbran ciertos caminos que han establecido dentro de su ámbito hogareño. En cuanto a la fidelidad por su ámbito hogareño, en el caso del coyote se sabe que los individuos residentes mantienen en el tiempo sus límites territoriales, esto ya que las áreas núcleo pueden ser las mismas por años (Kitchen *et al.* 2000, Servín 2000) e incluso pueden transferir sus límites territoriales a las siguientes generaciones (Bekoff 1977), y se ha descubierto que, incluso al ser perseguidos por humanos, los individuos residentes prefieren mantenerse dentro de su territorio (Neale

et al. 2007). En el caso de la zorra gris existen pocos estudios en México que traten sobre el uso que la zorra gris le da al espacio (Servín *et al.* 2014). Sin embargo se sabe que, aunque los ámbitos hogareños de familias vecinas se traslapan de manera importante y que los tamaños y la posición espacial de los ámbitos varían entre estaciones, las áreas núcleo son usadas exclusivamente por el grupo familiar (Chamberlain y Leopold 2000, Servín *et al.* 2014); lo que demuestra fidelidad por este espacio. Esta fidelidad a ciertos espacios está asociada a la fidelidad a rutas de desplazamiento, ya que los organismos al ser fieles a sus límites territoriales lo conocen bastante como para poder tener preferencia en cuanto a la rutas o senderos que mejor les conviene. dependiendo del propósito de su desplazamiento.

Cobertura de desplazamiento

Asimismo, de acuerdo con los resultados de este trabajo, existieron coberturas arbustivas y arbóreas que los coyotes y la zorra gris eligen y usan preferencialmente para desplazarse dentro de las estaciones de monitoreo, es decir en escala fina (Cuadro 4, Figuras 9 y 10).

Cobertura arbórea. Los resultados mostraron que, en escala fina, las especies seleccionan para desplazarse a través del bosque microzonas o caminos donde existen particulares porcentajes de cobertura.

En la literatura existen trabajos que nos describen el hábitat del coyote, y hay resultados en el sentido de que prefieren e coberturas abiertas (refiriéndose a pastizales) sobre espacios con coberturas arbóreas (Hidalgo-Mihart 2004, Hickman *et al* 2015, Hinton *et al.* 2015, Kamler y Gipson 2000 (para residentes), Rodríguez- Rodríguez-Luna *et al.* 2021b, Schrecengost *et al.* 2009). Pero en otros estudios se evidencia que prefieren hábitats boscosos o con buena cantidad de cobertura vegetal (Álvarez-Córdoba *et al.* 2022, Kamler y Gipson 2000 (para transeúntes), Person y Hirt 1991 (para las estaciones de invierno y primavera). En el presente trabajo se realizó un análisis de cómo usan el coyote y la zorra gris los microhábitats dentro de un bosque de coníferas. Se encontró una preferencia por microzonas con 0-10% de cobertura arbórea microzonas que podrían clasificarse como claros pequeños dentro del bosque aunque también selecciona microhábitats de 80.1 a 90 % de cobertura arbórea, estos dos tipos de cobertura son los únicos que selecciona en cuanto a cobertura arbórea (Figura 9b, Anexo II.2),

Por su parte, para la zorra gris en la literatura relatan que usan preferentemente lugares con bosque y cobertura densa, sobre áreas abiertas (Cypher 2003, Eisenberg 1989, Haroldson y Fritzell 1984, Rodríguez-Luna *et al.* 2021b, Servín *et al.* 2014, Sunkuist 1989,). Aunque también se reporta que habita lugares con mezcla de lugares boscoso y abiertos (pastizales y cultivos) (Roemer *et al.* 2016). En el presente trabajo se demostró cómo usan las microzonas dentro de un bosque de coníferas. Encontrando que la zorra gris seleccionó para desplazarse dentro del bosque principalmente microzonas con porcentajes de cobertura arbóreas de 0 a 10% y de 40.1 a 50% (Figura 9b, Anexo II.2), también claros pequeños dentro del bosque y zonas con porcentajes medios de cobertura arbórea.

Ambas especies evitan caminar por microzonas donde existan altos porcentajes de cobertura arbórea, (90.1-100% de cobertura arbórea) tal vez por la posible disminución de la visibilidad, o por la disponibilidad diferencial de presas. Ya que, por ejemplo, los roedores pequeños (que estén dentro de las presas potenciales de ambas especies, Fuller y Cypher 2004, Servín 2000,), perciben en los microhábitat diferencias en su calidad (Vargas *et al.* 2018) además específicamente se ha visto que un aspecto importante en que determina el uso del hábitat por parte de roedores es la cobertura vegetal tanto arbustiva como de dosel (Dalmagro y Viera 2005, Sosa *et al.* 2008). Esta preferencia es particular para cada especie (Véase p ej. Dalmagro *et al.* 2005), por lo que, para corroborar esta suposición se tendría que hacer en un estudio comparando las coberturas preferenciales de carnívoros y presas en el mismo sitio.

Por lo tanto, el aporte del presente trabajo en cuanto a hábitat de los carnívoros implicados, es que se estudia el microhábitat de estas especies, y que se tienen datos de preferencia entre zonas con diferentes coberturas arbustivas y arbóreas, dentro de un bosque templado. Aunque quedaría para posteriores estudios analizar el por qué usan estas coberturas.

Cobertura Arbustiva. En cuanto a la cobertura arbustiva los coyotes seleccionan, para desplazarse dentro del bosque, microzonas con un porcentaje cobertura arbustiva mayor de 30.1 (categorías de 30.1 a 40%, de 50.1 a 60%, de 70.1 a 80%, y de 90.1 a 100%, Figura 10a, Anexo II.3). La zorra gris selecciona,

para desplazarse dentro del bosque, sobre todo microzonas con porcentaje de cobertura arbustivas de entre 90.1 a 100% (Figura 10b, Anexo II.4).

En este paisaje el coyote y la zorra seleccionaron, para desplazarse a través del bosque, microzonas con porcentajes de cobertura arbustivas medios y altos, tal vez tiene explicación en los hábitos de alimentación de la especie. Ambas especies presentan como componente importante de su dieta los pequeños mamíferos (Fuller y Cypher 2004, Rodríguez-Luna *et al.* 2021b, Servín 2000). Se tiene reportado que el comportamiento de cacería de los coyotes implica la búsqueda y el acecho, por lo que varios factores pueden influir en el éxito de cacería, como el viento, y la cobertura, por ejemplo, la profundidad y dureza de la nieve (Murray y Boutin 1991, Wells y Bekoff 1982,), de acuerdo con esto, la cobertura vegetal evidentemente también es un factor que afecta el éxito de cacería.. Ya que la cobertura arbustiva proporciona a los carnívoros estructuras que les sirven como escondite para poder acechar a sus presas. Posiblemente las microzonas con coberturas arbustivas de más de 30.1% le dan la posibilidad de esconderse de sus presas para poder acecharlas, por lo que las especies escogen los trayectos que presenten estas coberturas.

De tal manera que el método usado en el presente trabajo permitió demostrar que ambas especies de carnívoros (coyote y zorra gris), tiene una evidente selección preferencial de direcciones. Lo anterior se logró debido a que el método utilizado permitió evaluar direcciones de desplazamiento a través de imágenes y video originados del trapeo fotográfico; por lo tanto, es una buena opción para estudiar el movimiento de organismos a través del paisaje. Además de que este procedimiento presenta la ventaja de poder estudiar los hábitos de desplazamiento de muchas especies medianas y grandes de mamíferos y a su vez de muchos individuos.

Describir y evaluar la conectividad biológica a través de su componente estructural para el coyote y la zorra gris dentro del área de estudio.

Preferencias de hábitat. El coyote usó de manera diferente a lo esperado y de acuerdo con su disponibilidad, las zonas con diferentes altitudes y valores de NDVI, además usó de acuerdo con lo esperado las zonas con diferente distancia al río más cercano. En cuanto a la zorra gris, esta especie usó

de manera diferente a lo esperado, de acuerdo con su disponibilidad, las zonas con diferentes altitudes, NDVI y distancias a río más cercano (Cuadro 6).

En cuanto a la altitud el coyote uso más de lo esperado dos categorías, una categoría media, de 2,541 a 2,570 msnm, y la categoría más alta, de 2,661 a 2,691 m (Cuadro 7). El coyote uso más de lo esperado las zonas segundas más altas en cuanto a valor NDVI 0.56 a 0.6 (Cuadro 9). En cuanto a la distancia a ríos el coyote uso las categorías de acuerdo con lo esperado con respecto a su disponibilidad (Cuadro 11).

Existe un estudio donde se analizó el uso de estos mismos atributos del paisaje por parte del coyote; Rodríguez-Martínez 2011. En cuanto a altitud Rodríguez-Martínez encontró que los coyotes usaron más de lo esperado las categorías más bajas y las más altas de aquella zona de estudio, de 1,197 a 1,247 y de 1,350 a 1,400. Este resultado coincide con el presente en que el coyote usó más de lo esperado la categoría más alta en cada zona. En cuanto a NDVI, las categorías de NDVI Rodríguez-Martínez encontró que el coyote usó más de lo esperado las zonas con NDVI intermedias para la zona de 0.061 a 0.07 y de 0.71 a 0.08. La categoría de 0.5 a 0.6 fue usada menos de lo esperado al contrario de lo obtenido en el presente estudio. En cuanto a distancia a fuentes de agua, Rodríguez-Martínez encontró que usan más de lo esperado las categorías más altas (las más lejanas) de 1,001 a 2,000, de 2,001 a 3,000 y de 3,001 a 4,000. Las zonas más cercanas de 0 a 1,000 cercanas) fueron usadas menos de lo esperado. Estos resultados coinciden con el presente en cuanto a que la especie usa menos de lo esperado las zonas más cercanas a cuerpos de agua. Las diferencias en estos estudios tal vez se deban a las diferencias en las condiciones de las zonas de estudio. El trabajo de Rodríguez-Martínez se realizó en el desierto Chihuahuense, con matorral como principal tipo de vegetación. De acuerdo con (Lloyd 2020) el coyote es una especie de la que hay información en cuanto a la preferencia de hábitat que no concuerda entre sí, ya que la selección depende de varios factores, como la disponibilidad de alimento, y varía entre ecosistemas e incluso entre individuos. Por lo anterior, los estudios de conectividad deben hacerse con datos de movilidad originados en la misma zona de estudio, como se hizo en el presente.

Con respecto a la zorra gris, en ese estudio se encontró que usó más de lo esperado las zonas de mayor altitud, de 2,661 a 2,691 (Cuadro 8). En cuanto a la distancia a ríos la zorra gris usó más de lo esperado las segundas categorías más bajas (de 51 a 140 m), la categoría más cercana de 0 a 50 m la usó menos

de lo esperado (Cuadro 12). La zorra gris usó más de lo esperado las zonas con valores medios de NDVI, de 0.46 a 0.5 y de 0.51 a 0.55 (Cuadro 10). No hay estudios anteriores en cuanto a usa la zorra gris distintas zonas de NDVI, por lo que los resultados del presente estudio son un nuevo aporte. En cuanto a la distancia a la distancia a ríos, de acuerdo con el estudio de Martínez-Merino (2021) las zonas de menos distancia a ríos, a menos de 799 m son las de más alta calidad, sin embargo, en el presente estudio, las zonas de 0 a 50 m de distancia a ríos las usaron menos de lo esperado. Esta diferencia se deba a la escala de ambos estudios, en el estudio de Martínez-Merino las categorías eran de 0 a 799, de 800 a 1,600 m y de 1,600 m en adelante, en el presente estudio todas las categorías están entre 0 a 365 m, por lo cual se arrojan datos más detallados entre las categorías. Pasa lo mismo en cuanto a la altitud, ya que todas las categorías usadas en este estudio estén dentro de las categorías de más baja calidad en el estudio de Martínez-Merino. Con respecto a las diferencias en entre estos resultados probablemente son debido a la escala, ya que observamos en este estudio las categorías son más estrechas, pero aun así se notaron preferencias. También sería importante en posteriores estudios analizar realizar análisis multivariados para analizar las relaciones entre las distintas variables.

Mapas de conectividad.

En cuanto al mapa de conectividad estructural elaborado en este trabajo se debe considerar que los datos obtenidos de las estaciones de monitoreo no abarcaban todo el rango de valores del área de estudio, por lo que en próximos trabajos abordando la abundancia, el hábitat y/o la conectividad deben hacerse muestreos en la zonas desde 0 a 0.26 de NDVI (Pastizal) y de más de 0.77 (Bosque de pino), en zonas a más de 365 m de distancia de un río, y a altitudes de menos de 1,784msnm y de más 2,691msnm (Cuadros 11 y 12), esto para tener datos del uso que le dan las especies al espectro completo de estos elementos den paisaje en la región.

Los mapas de conectividad de hábitat para especies especialistas son más sencillos de entender, ya que en ellos se identifican corredores y parches de hábitat que usan los organismos, inmersos en una matriz de vegetación que de manera tajante los organismos no usan. Los mapas generados en este estudio son mapas de calidad de hábitat para especies generalistas, por lo que no es tan obvio distinguir parches de corredores, ya que todo el paisaje es un mosaico de microhábitats por los que los organismos muestran un espectro de diferentes grados de preferencia o rechazo.

En el presente estudio se encontró, en el caso del coyote, conglomerados distinguibles, parches de zonas usadas preferentemente (con valores positivos, +1, +2) inmersos en una matriz de hábitat que los organismos usan de manera proporcional a su propia disponibilidad (neutras, valores de 0).

En el caso del coyote, se identificaron dos grandes parches de hábitat permisivo (de valores positivos, +1, +2) y una zona de corredor, que en este caso, el caso de una especie generalista, estos corredores representan hábitat preferencial que se encuentran en una matriz de hábitat neutro (que usan de acuerdo con su disponibilidad) (Figura 20). En el caso de la zorra gris se encontró que en el paisaje entero existen zonas que usó preferentemente, pero también están siempre presentes los hábitats restrictivos (que usan de menos de lo esperado, valores negativos -1, -2, -3) (Figura 21). Al ser especies consideradas de alimentación generalista era natural de esperarse, que no se identificaran grandes zonas que representen zonas restrictivas (valor de -3) para ellas en el paisaje, y sí grandes áreas que fueran permisivas (valores +1, +2, +3).

Además debe tomarse en cuenta que hicieron falta datos de muestreo para algunas categorías entre los elementos del paisaje (NDVI: 0.1 a 0.25, 0.66 a 0.77; Altitud: 1,784-2,439, 2,692-2982 msnm; distancia a río más cercano: 0 a 5 m, 141 a 185 m, 231 a 275 m y 366 a 1,314 m), y que a esas zona se les asigno valor neutro.

Sin embargo, el método que se propone para crear mapas de conectividad estructural, es un método útil que puede aplicarse tanto a especies con preferencias de hábitat restringidas como a las especies de este trabajo, las cuales son generalistas. Este método presenta las ventajas de que los mapas se elaboran ponderando las zonas con base a datos del área de estudio, es decir es “personalizado” a la manera particular de como usa una especie un paisaje específico, y que además se cuenta con un respaldo estadístico, a diferencia de otros métodos de ponderación.

VII. CONCLUSIONES

- Los resultados mostraron que zorras y coyotes no se mueven al azar en el paisaje, incluso en una escala de microhábitat. Los resultados indican que el coyote y la zorra gris usan caminos definidos por los cuales usan y transitan preferentemente.
- Dentro del bosque existen microzonas con coberturas arbustivas y arbóreas particulares que coyote y zorras usan preferencialmente para desplazarse.
- Para el coyote se encontraron parches y corredores de hábitat preferencial (que usó más de lo esperado), dentro de un matriz de hábitat neutral (que usó de acuerdo con lo esperado). Esto puede explicar que la especie sea de los mamíferos más abundantes en la zona.
- Para la zorra gris no se pudieron identificar conglomerados definidos de hábitat preferencial (parches), ya que se encontró que en el paisaje hay una mezcla de hábitat preferencial y hábitat restrictivo (que usó menos de lo esperado), sin embargo, se puede apreciar más disponibilidad de áreas permisivas. Esto puede explicar que la especie sea de los carnívoros más abundantes en la zona.
- El trampeo fotográfico es una buena fuente de datos de cómo se desplazan los organismos, en este caso para evaluar dirección y desplazamiento de mamíferos carnívoros de tamaño mediano y grande. El usar esta técnica para evaluar desplazamiento presenta la ventaja de poder estudiar los hábitos de desplazamiento de muchos individuos de muchas especies medianas y grandes de mamíferos.
- El conjunto de métodos usados para mapear zonas permeables y zonas restrictivas, resultó efectivo, ya que se pudieron identificar conglomerados de cada categoría de permeabilidad. Tiene las ventajas de que los mapas se elaboran ponderando las zonas con base a datos propios del área de estudio, es decir es “personalizado” a la manera de como usó una especie un paisaje específico, y además que se cuenta con un respaldo estadístico, a diferencia de otros métodos de ponderación. Este conjunto de

métodos, además, puede aplicarse tanto a especies con preferencias de hábitat restringidas como a las especies de este trabajo, las cuales son generalistas.

- De tal manera que el conjunto de métodos usados en este trabajo de tesis puede aplicarse tanto a especies con preferencias de hábitat restringidas como a especies generalistas, como las aquí estudiadas.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alandi, C., M. Múgica, C. Castell, y J. de Lucio. 2009. Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales (FUNGOBE). España. 85 pp.
- Álvarez-Córdova, F., J. Fernández, A. Camargo-Sanabria, J. Ontiveros y M. Titulaer. 2022. Relative abundance, habitat selection, and diet of the coyote in northern México *Therya* Vol. 13(3):253-258.
- Andelt, F. 1985. Behavioral Ecology of Coyotes in Sout Texas. *Wildlife Monographs* 94:3-45.
- Andelt, F., y P. Gipson. 1979. Home range, activity, and daily movements of coyotes. *Journal of Wildlife Management* 43:944-951.
- Andreassen, H., K. Hertzberg K. y R. Ims. 1998. Space-use responses to habitat fragmentation and connectivity in the root vole *Microtus oeconomus*. *Ecology* 79: 1223–1235.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz.
- Araya-Gamboa, D. y R. Salom-Pérez. 2013. Método para la identificación de pasos de fauna sobre la Ruta 415, dentro del Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro “Paso del Jaguar”, Costa Rica. Proyecto Caminos Amigables con los Animales. PANTHERA, San Pedro, San José, Costa Rica. 39 pp.
- Arias, E., O. Chacón, B. Herrera, G. Induni, H. Acevedo, M. Coto y J. R. Barborak. 2008. Las redes de conectividad como base para la planificación de la conservación del a biodiversidad: Propuesta para Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 54: 21-27.
- Baker, R. y J. Greer. 1962. Mammals of the Mexican state of Durango. *Publications of the Museum, Michigan State University, Biological Series* 35: 25-154.

- Beier P. y R. Noss. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12:1241-1252.
- Bekoff, M. 1977. The coyote *Canis latrans*. *Mammalian Species* 79:1-9.
- Bennett, A. F. 2003. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN (International Union for Conservation of Nature). Australia. 254 pp.
- Berger, J. 2004. The last mile: how to sustain long distance migration in mammals. *Conservation biology* 18:320-311.
- Brodie, J., A. Giordano, B. Dickson, M. Hebblewhite, H. Bernard, J. Mohd-Azlan, J. Anderson y L. Ambus. 2014. Evaluating Multispecies landscape connectivity in a threatened tropical mammal community. *Conservation biology*. 29(1):122-32.
- Burel I. y S. Baudry. 2002. Ecología del paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones. Ediciones Mundi - Prensa. España. 362 pp.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concept as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*. 24: 346-352.
- Castellanos, M. García, y R. List. 2008. Uso de recursos del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en una reserva urbana de la ciudad de México. Págs. 377-390 en *Avances en el estudio de mamíferos de México II* (Lorenzo, C., Espinoza E., y J. Ortega, editores). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicación especial. México.
- Ceballos, G y G. Oliva (Compiladores). 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). México. 986 pp.
- Chamberlain, M. y B. Leopold. 2000. Spatial use patterns, seasonal habitat selection, and interactions among adult gray foxes in Mississippi. *Journal of Wildlife Management* 64:742-751.
- Chávez, C., A. de la Torre H. Bárcenas, R. Medellín, H. Zarza, G. Ceballos. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Chuvieco, E. 1995. Fundamentos de Teledetección espacial. Ediciones Rialp. España. 449 pp.
- Correa, C., M. Mendoza, A. Etter y D. Salicrup. 2016. Habitat connectivity in biodiversity conservation: A review of recent studies and applications. *Progress in Physical Geography* 40(1) 7-37.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2015. COSEWIC assessment and status report on the Gray Fox *Urocyon cinereoargenteus* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Canadá. 54 pp.

- Crooks, K. y R. Sanjayan. 2006. Connectivity conservation: maintaining connections for nature Capítulo 1, págs. 1-19 *en* Connectivity Conservation (Crooks, K. y Sanjayan R., editores). New York, Cambridge University Press. E.U.A.
- Croteau, E. (2010) Causes and Consequences of Dispersal in Plants and Animals. Nature Education Knowledge 3(10):12.
- Cutler, T. y D. Swan. 1999. Using remote photography in wildlife ecology: a review. Wildlife society Bulletin. 27(3): 571-581.
- Cypher, L. 2003. Foxes (*Vulpes species*, *Urocyon species*, and *Alopex lagopus*). Págs. 511-546 *en* Wild Mammals of North America: Biology, Management and Conservation (Feldhamer, G. Thompson, B. y Chapman J., editores). John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. E.U.A.
- Dalmagro, A. y E. Vieira. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria Forest in Southern Brazil. Austral Ecology. 30:353-36.
- Daniel, W. 2010. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud 4ª edición. Limusa Wiley. México. 928 pp.
- Diamond, J. 1975. The Island Dilemma: Lessons of Modern Biogeographic Studies for the Design of Natural Reserves. Biological Conservation 7 (2): 129–146.
- Eisenberg, J. 1989. Mammals of the neotropics: the northern neotropics. Volume 1. University of Chicago Press. E.U.A. 658 pp.
- Elliot, E., S. Vallance y L. Molles. 2016. Coexisting with coyotes (*Canis latrans*) in an urban environment. Urban Ecosystems 19:1335–1350.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI) 2014. ArcGIS 10.3. Sistema de Información geográfica. Software. E.U.A.
- Estrada-Peña, A. 2002. Understanding the relationships between landscape connectivity and abundance of *Ixodes ricinus* ticks. Experimental and Applied Acarology 28: 239-248.
- Fagan W. y J. Calabrese. 2006. Quantifying connectivity: balancing metric performance with data requirements. Capítulo 12, págs. 297-317 *en* Connectivity Conservation (Crooks K. y Sanjayan, M., editores). Cambridge University Press. E.U.A.
- Fahring, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics. 34:487–515.

- Fleishman, E., C. Ray, P. Sjögren-Gulve, C. Boggs y D. Murphy. 2002. Assessing the roles of patch quality, area and isolation in predicting metapopulation dynamics. *Conservation Biology* 16(3):1-11.
- Forman, R. y M. Godron. 1986. *Landscape Ecology*. Wiley & Sons, New York. E.U.A. 618 pp.
- Fuller, K. y L. Cypher. 2004. Gray fox *Urocyon cinereoargenteus*. Págs. 92-97 *en* *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs*. Status Survey and Conservation Action Plan, IUCN (Sillero-Zubiri, C., Hoffmann, M y Macdonald D, editores). Suiza y Reino Unido.
- Fuller, T. 1978. Variable home rang sizes of female Gray Foxes. *Journal of Mammalogy* 59:447-448.
- Gallina, S. 2011. Características y evaluación del hábitat. Capítulo 12, págs. 281-316 *en* *Manual de técnicas para el estudio de fauna* (Gallina, S. y C. López-González, editores). Instituto de Ecología A. C. INECOL- Universidad Autónoma de Querétaro. México.
- Garrido-Garduño, T y Vázquez-Domínguez, E. 2013. Genetic, spatial and connectivity methods of analysis in landscape genetics. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84: 1031-1054.
- Gese, E. y M. Bekoff. 2004. Coyote *Canis latrans*. Págs. 81-87 *en* *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs*. Status Survey and Conservation Action Plan (Sillero-Zubiri, C. Hoffmann, M. y Macdonald, D., editores). IUCN. Suiza y Reino Unido.
- González-Romero, A. 2011. Capítulo 7. Cinco métodos sencillos para estimar el tamaño de las poblaciones de fauna silvestre. Capítulo 7, págs. 161- 177 *en* *Manual de técnicas para el estudio de fauna* (Gallina S. y López-González C., editores). Instituto de Ecología A. C. INECOL- Universidad Autónoma de Querétaro. México.
- González-Elizondo, S., M. González-Elizondo y A. Cortés. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biósfera La Michilía, Durango, México. *Acta Botánica Mexicana*.22: 1-104.
- Guzmán-Soriano, D., J. Vargas-Contreras, J. Cú-Vizcarra, G. Escalona, O. Retana, A. González, J. Benítez, J. Arroyo-Cabrales, J.C, Puc. Y E. Victo-ria, E. (2013). Registros notables de mamíferos para Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 29(2):269-286.
- Haddad, N. y J. Tewksbury. 2006. Impacts of corridors on populations and communities. Capítulo 16, págs. 390-415 *en* *Connectivity Conservation* (Croocks, K. Y Sanjayan, M., editores). Cambridge University Press. E.U.A.
- Haroldson, J., y E. Fritzell. 1984. Home ranges, activity, and habitat use by Gray foxes in an Oak-Hickory forest. *Journal of Wildlife Management* 48:222-227.

- Hickman, E., D. Gulsby, C. Killmaster, J. Bowers, M. Byrne, M. Chamberlain, y K. Miller. 2015. Home range, habitat use, and movement patterns of female Coyotes in Georgia: Implications for fawn predation. *Journal of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies*. 2:144–150.
- Hidalgo-Mihart, M. 2004. Ecología espacial del coyote (*Canis latrans*) en un bosque tropical caducifolio de la costa de Jalisco, México. Tesis de Doctorado en Ecología y manejo de recursos naturales. -, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz. México. 94 pp.
- Hidalgo-Mihart, M. y R. Olivera-Gómez. 2011. Radiotelemetría de vida silvestre. Capítulo 8, págs. 178-220 *en* Manual de técnicas para el estudio de fauna (Gallina S. y López-González C., editores). Instituto de Ecología A. C. INECOL- Universidad Autónoma de Querétaro. México.
- Hinton, J., van Manen, F., y M. Chamberlain. 2015. Space use and habitat selection by resident and transient coyotes (*Canis latrans*). *PLoS ONE*. 10(7): e0132203.
- Huxley, C. y J. Servín. 1995. Estimación del ámbito hogareño del coyote (*Canis latrans*) en la Reserva de la Biosfera La Michilía Durango, México. *Vida Silvestre Neotropical*. 4(2):21-29.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2003. Modelo digital de elevación Continuo de Elevaciones Mexicano CEM (2.0). Disponible en www.inegi.gob.mx
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2010. Red hidrográfica escala 1:50 000 Edición: 2.0. Subcuencas hidrográficas RH11Ab, y RH11Ac: R. Mezquital /Cuenca R. San Pedro /R.H. Presidio - San Pedro, y Subcuenca hidrográfica RH12La: El Alemán /Cuenca R. Huaynamota /R.H. Lerma – Santiago. Disponibles en www.inegi.gob.mx
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2016. Mapa de uso del suelo y vegetación. Serie VI. Disponible en www.inegi.gob.mx
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2021. Áreas geoestadísticas municipales', escala: 1:250000. Edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Juárez-Casillas, L. y C. Varas. 2013. Revisión bibliográfica actualizada del oso negro en México. *Therya* 4:447-465.
- Kamler J. y P. Gipson. 2000. Space and habitat use by resident and transient coyotes. *Canadian Journal of Zoology*. 78: 2106–2111.
- Karanth, U., J. Nichols, y L. Cullen. 2004. Armadillhamento fotográfico de grandes felinos: algunas considerações importantes. Capítulo 11, págs. 269-284 *en* Métodos de estudos em biología da

- conservação. Manejo da vida silvestre (Cullen Jr., Rudran R. y Valladares, R., coordinadores). Smithsonian National. Fundação oa Natureza. 665 pp.
- Kays, R. 2020 (versión con fe de erratas, primera versión en 2020). *Canis latrans*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/species>
- Kindlmann P, y F. Burel. 2008. Connectivity measures: a review. *Landscape Ecology*. 23:879–890.
- Kitchen, A., E. Gese, y E. Schauster. 2000. Long-term spatial stability of coyote (*Canis latrans*) home ranges in southeastern Colorado. *Canadian Journal of Zoology*. 78:458464.
- Kolbe, J. y J. Squires, 2004. Long Distance Movement by a Coyote within the Rocky Mountains. *Northwest Science*. Vol 78 (4): 344-345.
- Kovach W. 2011. Oriana – Circular Statistics for Windows, ver. 4 (Demo). Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- Laundré, J., y B. Keller. 1981. Home-range use by coyotes in Idaho. *Animal Behaviour* 29:449-461.
- Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 15 (3): 237–240.
- Lillesand, T. y R. Kiefer. 2000. Remote sensing and image interpretation. Wiley and Sons, New York. E.U.A. 648 pp.
- Linhart, S.B., y F.F. Knowlton 1975. Determining the relative abundance of coyotes by scent station lines. *Wildlife Society Bulletin* 3:119-124.
- Lloyd, K. 2020. Uso de espacio, selección y uso de hábitat, actividad diaria y dieta del coyote (*Canis latrans*) en el área de conservación Guanacaste. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Costa Rica. 108 pp.
- López González, C., C. Gutiérrez-González y N. Lara-Díaz. 2011. Carnívoros: Inventarios y monitoreo. t. Capítulo 6, págs. 127-148 *en* Manual de técnicas para el estudio de fauna (Gallina, S. y C. López-González, editores). Instituto de Ecología A. C. INECOL- Universidad Autónoma de Querétaro. México.
- López González, C. 2012. Mamíferos silvestres de la cuenca del río Mezquital-San Pedro, Durango - Nayarit. Instituto Politécnico Nacional. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. GT015. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Durango. México D. F.
- Lord, R. Jr. 1961. A population study of the gray fox. *American Midland Naturalist* 66: 87-109.

- Metzger, J. 1997. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of South-East Brazil. *Landscape and Urban Planning*. 37: 29–35.
- Murray, D. y S. Boutin. 1991. The influence of snow on lynx and coyote movements: Does morphology affect behavior. *Oecología* 88:463-469.
- Neale, J., B. Sacks y K. Blejwas. 2007. Coyote Flight Movements Relative to Territory Boundaries: An Experiment in the Field. *The American Midland Naturalist*. Vol. 158 (1) 162-167.
- Nicholson, W. S. 1982. An ecological study of the gray fox in east-central Alabama. Tesis de maestría. Auburn University, Auburn, Alabama. E.U.A.93pp.
- Noss, R., Quigley, M. Hornocker, T. Merrill y P. Paquet. 1996. Conservation Biology and Carnivore Conservation in the Rocky Mountains. *Conservation Biology*. 10:949-963.
- Ozoga, J. y E. Harger. 1966. Winter Activities and Feeding Habits of Northern Michigan Coyotes. *The Journal of Wildlife Management* Vol. 30 (4): 809-818.
- Pérez-Bote, J. 2019. Introducción a la estadística circular. Universidad de Extremadura. España. 159 pp.
- Person D. y D. Hirth. 1991. Home range and habitat use of coyotes in a farm region of Vermont. *Journal of Wildlife Management* 55:433-441.
- Ramírez-Albores, E. y L. León Paniagua 2015. Distribución del coyote (*Canis latrans*) en el continente americano. *Biocenosis*. Vol. 29 (1-2): 67-73.
- Reyes, E., P. Rivera, M. Marques. 2009. Estadística circular: Herramienta para analizar datos angulares en biología. UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. México. 88 pp.
- Richards, S. y R. Hines. 1953. Wisconsin fox populations. Wisconsin Conservation Department, Technical Wildlife Bulletin No.6 E.U.A. 78 pp.
- Robel, R., J. Briggs, A. Dayton, y L. Hulbert. 1970. Relationship between visual obstruction measurements and weight of grassland. *J. Range. Manage.* 23:295-297.
- Rodríguez -Luna, C. J. I. Servín, D. Carreón-González, D. Valenzuela-Galván, C. Ríos-Carrillo, y J. Orth-López. 2019. La comunidad de mamíferos silvestres medianos y grandes en un bosque templado de Durango, México. Poster-Conferencia en el evento académico del día del biólogo, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.
- Rodríguez-Luna, C. R., Servín, J., Valenzuela-Galván, D., & List, R. 2021a. Trophic niche overlap between coyotes and gray foxes in a temperate forest in Durango, Mexico. *PloS one*, 16(12).

- Rodríguez-Luna, C. R., Servín, J., Valenzuela-Galván, D., & List, R. 2021b. Spatial ecological interactions between coyote and gray fox in a temperate forest. *Therya*, 12(3), 553-562.
- Rodríguez-Martínez, A. 2011. Distribución y abundancia del coyote (*Canis latrans*) en el centro del desierto chihuahuense. Tesis de maestría. Universidad de Querétaro. Querétaro, México. 55 pp.
- Roemer, G., B. Cypher y R. List. 2016. *Urocyon cinereoargenteus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: Disponible en: www.iucnredlist.org
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Schrecengost, J., J. Kilgo, D. Mallard, H. Ray y K. Miller. 2009. Seasonal food habits of the coyote in the South Carolina Coastal Plain. *Southwestern Naturalist*. 7:135–144
- SEMARNAT (Secretaría de medio ambiente y recursos naturales). 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. México.
- Servín J. 2000. Ecología conductual del coyote Sureste de Durango. Tesis de doctorado. Doctorado en Ciencias (Biología). UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. México. 211 pp.
- Servín, J. 2013. Perspectivas de estudio, conservación y manejo de los Carnívoros en México. *Therya* 4(3):327-330.
- Servín J. y E. Chacón. 2005a. *Canis latrans*. Coyote. Págs. 349-350 en *Los mamíferos silvestres de México* (Ceballos, G y Oliva, G., compiladores). CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). México.
- Servín J. y E. Chacón. 2005b. *Urocyon cinereoargenteus*. Zorra gris. Págs. 354-355 en *Los mamíferos silvestres de México* (Ceballos, G y Oliva G., compiladores). CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). México.
- Servín, J. y C. Huxley. 1995. Coyote home range size in Durango, Mexico. *Säugetierkunde*. 60(2):119-120.
- Servín, J., A. Bejarano, N. Alonso-Pérez y E. Chacón. 2014. El tamaño de ámbito hogareño y uso del hábitat de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en un bosque templado de Durango, México. *Therya*. 5(1):257-269.

- Servín, J., Carreón-González, D., Huerta-García A., Castro-Campos, F., y González-Saravia, L. F. 2018. Record of American black bear (*Ursus americanus*) in Durango, Mexico. *Therya*. 9(3): 261-264.
- Servín, J., V. Sánchez-Cordero y S. Gallina. 2003. Daily travel distances of coyotes (*Canis latrans*) in a temperate forest of Durango, Mexico. *Journal of Mammalogy*. 84 (2):547-552.
- Sosa-Escalante, X., Hernández, S., Segovia A. y Sánchez-Cordero, V. 1997. First record of the coyote *Canis latrans* at the Yucatan Peninsula. *Southwestern Naturalist*. 65: 121-123.
- Sosa, V., E. Hernández-Salazar, D. Hernández-Conrique y A. Castro-Luna, A. 2008. Mamíferos pequeños y medianos. Págs. 181-191 *en* Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación (R. Manson, J. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreker, editores). Instituto de Ecología, Instituto Nacional de Ecología. México, D.F:
- Stumpf, K. 1993. The estimation of forest vegetation cover descriptions using a vertical densitometer. Presented at the Joint Inventory and Biometrics Working Groups Session., Indianapolis, Indiana, USA. Pp. 10.
- Sunquist, M. 1989. Comparison of spatial and temporal activity of red foxes and gray foxes in north-central Florida. *Florida Field Naturalist*. 17: 11-18.
- Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K. Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*. 68: 571–572.
- Taylor, P., L. Fahrig y K. With 2006. Landscape connectivity: a return to the basics. Capítulo 2, págs.29-43 *en* Connectivity Conservation (Crooks, K. y Sanjayan M., editores) New York, Cambridge University Press. E.U.A.
- Theobald, D. 2006. Exploring the functional connectivity of landscapes using landscape networks. Capítulo 17, págs. 44-71 *en* Connectivity Conservation (Crooks, K. y Sanjayan M., editores). Cambridge University Press. E.U.A.
- Tischendorf, L., y L. Fahrig. 2000a. How should we measure landscape connectivity? *Landscape Ecology*. 15:633–641.
- Tischendorf L. y L. Faring. 2000b. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos*. 90: 7-19.
- Troillet, F., M. C. Huynen, C. Vermeulen, A. Hambuckers. 2014. Use of camera traps for wildlife studies. A review. *Biotechnology, Agronomy and Society Environment* 18 (3), 446-454.

- Urbanski, J. 2014, Integration of geobia with gis for semi-automatic land cover mapping from landsat 8 imagery. Presented at 5th GEOBIA conference 21 – 24 May in Thessaloniki. GIS Centre, Universidad de Gdansk. Polonia.
- Valenzuela-Galván, D., H. Arita y D. Macdonald. 2008. Conservation priorities for carnivores considering protected natural areas and human population density. *Biodiversity and Conservation*. 17:539–558.
- Vaughan, C. 1983. Coyote range expansion in Costa Rica and Panama. *Brenesia*. 21:27-32.
- Vargas, L. R., J. Colmenares-Pinzón, y V. Serrano-Cardozo, 2018. Uso de microhábitat por un ensamble de pequeños mamíferos no voladores en un bosque de roble sobre la Cordillera Oriental de los Andes colombianos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 89:479-487.
- Villavicencio, R, S. Saura, A, L. Santiago y A. Chávez. 2009. La conectividad forestal de las áreas protegidas del estado de Jalisco con otros ambientes naturales. *Scientia-Cucba*. 11:(1-2): 43-50.
- Wells, M. y M. Bekoff 1982. Predation by wild coyotes. Behavioral and ecological analyses. *Journal of Mammalogy*. 63:118-127.
- With, K. y T. Crist. 1995. Critical thresholds in species' responses to landscape structure. *Ecology*. 76: 2446–2459.
- Wood, J., D. Davis, y E.V. Komarek. 1958. The distribution of fox populations in relation to vegetation in southern Georgia. *Ecology*. 39: 160-162.
- Zeller K., K. McGarigal, y A. Whiteley. 2012. Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landscape Ecology*. 27:777–797.

IX. ANEXOS

ANEXO I.

Probabilidades obtenidas de la prueba de dirección preferencial (Rao) para desplazamientos de coyote (*Canis latrans*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). *En estas cámaras no se pudo obtener la dirección de desplazamiento de los animales que aparecieron en éstas. ***En la prueba de Rao; Ho: Uniformidad, y la Ha: Dirección preferencial.

Anexo I.1 Probabilidades obtenidas de la prueba de dirección preferencial (Rao) para desplazamientos de coyote (*Canis latrans*) en cada una de las estaciones de monitoreo.

Cámara	Número de eventos de detección de la dirección de desplazamiento (entrada y salida)	U de Rao	Probabilidad de Rao***	Conclusión de las pruebas estadísticas
1	25	209.2	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
2	67	236.418	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
3	Sin datos*	---	---	---
4	27	210	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
5	Sin datos*	---	---	---
6	Sin datos*	---	---	---
7	65	232.615	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
8	39	221.538	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
9	32	162.5	< 0.05	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
10	42	154.286	< 0.05	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
11	14	161.429	0.10 > p > 0.05	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
12	Sin datos*	---	---	---
13	22	211.818	< 0.01	Distribución No Uniforme

Cámara	Número de eventos de detección de la dirección de desplazamiento (entrada y salida)	U de Rao	Probabilidad de Rao***	Conclusión de las pruebas estadísticas
				(Con dirección preferencial)
14	Sin datos*	---	---	---
15	15	120	$0.90 > p > 0.50$	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
16	23	174.783	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
17	Sin datos*	---	---	---
18	70	277.714	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
19	8	140	$0.50 > p > 0.10$	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
20	74	243.243	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
21	51	243.243	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
22	Sin datos*	---	---	---
23	93	247.742	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
24	39	138.462	$0.50 > p > 0.10$	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
25	17	154.118	$0.50 > p > 0.10$	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
26	16	142.5	$0.50 > p > 0.10$	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
27	45	192	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
28	Sin datos*	---	---	---
29	39	175.385	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
30	Sin datos*	---	---	---

Anexo I.2 Probabilidades obtenidas de la prueba de dirección preferencial (Rao) para desplazamientos de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) coyote en cada una de las estaciones de monitoreo.

Cámara	Número de eventos de detección de la dirección de desplazamiento (entrada y salida)	U de Rao	Probabilidad de Rao***	Conclusión de las pruebas estadísticas
1	9	180	< 0.05	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
2	10	136	0.50 > p > 0.10	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
3	2	~	1	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
4	4	140	0.50 > p > 0.10	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
5	16	160	0.10 > p > 0.05	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
6	Sin datos*	---	---	---
7	3	~	0	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
8	13	141.538	0.50 > p > 0.10	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
9	Sin datos*	---	---	---
10	9	250	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
11	Sin datos*	---	---	---
12	Sin datos* no hay carpeta	---	---	---
13	3	~	1	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
14	Sin datos*	--	---	---
15	50	201.6	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
16	33	210.909	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
17	Sin datos*	---	---	---
18	20	212	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)

Cámara	Número de eventos de detección de la dirección de desplazamiento (entrada y salida)	U de Rao	Probabilidad de Rao***	Conclusión de las pruebas estadísticas
19	6	160	$0.50 > p > 0.10$	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
20	23	189.13	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
21	34	185.294	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
22	Sin datos*	---	---	---
23	187	300.321	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
24	96	255	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
25	14	125.714	$0.90 > p > 0.50$	Distribución Uniforme (Sin dirección preferencial)
26	38	227.368	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
27	54	220	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
28	Sin datos* carpeta vacía	---	--	---
29	38	198.947	< 0.01	Distribución No Uniforme (Con dirección preferencial)
30	Sin datos*	---	---	---

I

ANEXO II.

Eventos de desplazamiento esperados y observados de coyote a través de la cobertura arbórea y arbustiva para el coyote (*Canis latrans*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). En la columna *Interpretación* se muestran los resultados de los intervalos de Bonferroni con respecto al uso que le da la especie a esa cobertura, con respecto a la disponibilidad de ésta: S= Seleccionó (Usó más de lo esperado), E= Evitó (Usó menos de lo esperado) y D= Usó en proporción a la disponibilidad.

Anexo II.1. Eventos de desplazamiento esperados y observados de coyote (*Canis latrans*) a través de la cobertura arbórea. Intervalos de confianza de Bonferroni y lo que indican éstos; si cada categoría está siendo seleccionada, evitada o usada conforme a lo esperado, de acuerdo con la disponibilidad de cada categoría. En este caso la prueba de Chi cuadrada (χ^2) dio como resultado un valor de $p < 0.001$, $gl = 10$.

Clave de cobertura	Categorías de cobertura Arbórea (%Cobertura)	Eventos de desplazamiento de coyote		Proporción		Intervalos de Bonferroni	Interpretación
		Esperada	Observada	Esperada	Observada		
CA1	0 - 10	359	417	0.4360	0.5067	0.5050 - 0.5083	Usó más de lo esperado
CA2	10.1 - 20	26	18	0.0314	0.0219	0.0214 - 0.0224	Usó menos de lo esperado
CA3	20.1 - 30	13	12	0.0157	0.0146	0.0142 - 0.0150	Usó de acuerdo con la disponibilidad
CA4	30.1 - 40	14	15	0.0169	0.0182	0.0178 - 0.0187	Usó de acuerdo con la disponibilidad
CA5	40.1 - 50	56	35	0.0676	0.0425	0.0419 - 0.0432	Usó menos de lo esperado
CA6	50.1 - 60	27	25	0.0326	0.0304	0.0298 - 0.0309	Usó de acuerdo con la disponibilidad
CA7	60.1 - 70	22	12	0.0266	0.0146	0.0142 - 0.0150	Usó menos de lo esperado
CA8	70.1 - 80	27	17	0.0326	0.0207	0.0202 - 0.0211	Usó menos de lo esperado
CA9	80.1 - 90	9	14	0.0109	0.0170	0.0166 - 0.0174	Usó más de lo esperado
CA10	90.1 - 100	271	258	0.3297	0.3135	0.3120 - 0.3150	Usó menos de lo esperado
	Total	823	823	1	1		

Anexo II.2. Eventos de desplazamiento esperados y observados de zorra gris zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) a través de la cobertura arbórea. Intervalos de confianza de Bonferroni y lo que indican éstos; si cada categoría está siendo seleccionada, evitada o usada conforme a lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de cada categoría. En este caso la prueba de Chi cuadrada (χ^2) dio como resultado un valor de $p < 0.001$, $gl = 9$.

Calve de cobertura	% Cobertura arbórea (Categorías)	Eventos de desplazamiento de zorra gris		Proporción		Intervalos de Bonferroni	Interpretación
		Esperada	Observada	Esperada	Observada		
CA1	0 - 10	289	371	0.4360	0.5604	0.5586 - 0.5622	Usó más de lo esperado
CA2	10.1 - 20	21	11	0.0314	0.0166	0.0161 - 0.0171	Usó menos de lo esperado
CA3	20.1 - 30	10	3	0.0157	0.0045	0.0043 - 0.0048	Usó menos de lo esperado
CA4	30.1 - 40	11	0	0.0169	0.0000	0.0 - 0.0	Usó menos de lo esperado
CA5	40.1 - 50	45	88	0.0676	0.1329	0.1317 - 0.1342	Usó más de lo esperado
CA6	50.1 - 60	22	4	0.0326	0.0060	0.0058 - 0.0063	Usó menos de lo esperado
CA7	60.1 - 70	18	18	0.0266	0.0272	0.0266 - 0.0278	Usó de acuerdo con la disponibilidad
CA8	70.1 - 80	22	6	0.0326	0.0091	0.0087 - 0.0094	Usó menos de lo esperado
CA9	80.1 - 90	7	9	0.0109	0.0136	0.0132 - 0.0140	Usó de acuerdo con la disponibilidad
CA10	90.1 - 100	218	152	0.3297	0.2296	0.2281 - 0.2312	Usó menos de lo esperado
	Total	662	662	1	1		

Anexo II.3. Eventos de desplazamiento esperados y observados de coyote (*Canis latrans*) a través de la cobertura arbustiva. Intervalos de confianza de Bonferroni y lo que indican éstos; si cada categoría está siendo seleccionada, evitada o usada conforme a lo esperado, de acuerdo con la disponibilidad de cada categoría. En este caso la prueba de Chi cuadrada (χ^2) dio como resultado un valor de $p < 0.001$, $gl = 10$.

Clave de cobertura	% Cobertura arbustiva (Categorías)	Eventos de desplazamiento de coyote		Proporción		Intervalos de Bonferroni	Interpretación
		Esperada	Observada	Esperada	Observada		
Ca1	0 - 10	155	124	0.1884	0.1507	0.1495 - 0.1518	Usó menos de lo esperado
Ca2	10.1 - 20	53	47	0.0640	0.0571	0.0563 - 0.0579	Usó menos de lo esperado
Ca3	20.1 - 30	41	41	0.0495	0.0498	0.0491 - 0.0505	Usó de acuerdo con la disponibilidad
Ca4	30.1 - 40	83	95	0.1014	0.1154	0.1144 - 0.1165	Usó más de lo esperado
Ca5	40.1 - 50	86	58	0.1051	0.0705	0.0696 - 0.0713	Usó menos de lo esperado
Ca6	50.1 - 60	60	69	0.0725	0.0838	0.0829 - 0.0848	Usó más de lo esperado
Ca7	60.1 - 70	42	44	0.0507	0.0535	0.0527 - 0.0542	Usó de acuerdo con la disponibilidad
Ca8	70.1 - 80	70	95	0.0845	0.1154	0.1144 - 0.1165	Usó más de lo esperado
Ca9	80.1 - 90	36	27	0.0435	0.0328	0.0322 - 0.0334	Usó menos de lo esperado
Ca10	90.1 - 100	198	223	0.2403	0.2710	0.2695 - 0.2724	Usó más de lo esperado
	Total	823	823	1	1		

Anexo II.4. Eventos de desplazamiento esperados y observados de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) a través de la cobertura arbustiva. Intervalos de confianza de Bonferroni y lo que indican éstos; si cada categoría está siendo seleccionada, evitada o usada conforme a lo esperado de acuerdo con la disponibilidad de cada categoría. En este caso la prueba de Chi cuadrada (χ^2) dio como resultado un valor de $p < 0.001$, $gl = 9$.

Clave de cobertura	%Cobertura arbustiva porcentaje (Categorías)	Eventos de desplazamiento de zorra gris		Proporción		Intervalos de Bonferroni	Interpretación
		Esperada	Observada	Esperada	Observada		
Ca1	0-10	125	69	0.1884	0.1042	0.1031 - 0.1054	Usó menos de lo esperado
Ca2	10.1-20	42	25	0.0640	0.0378	0.0371 - 0.0385	Usó menos de lo esperado
Ca3	20.1-30	33	16	0.0495	0.0242	0.0236 - 0.0247	Usó menos de lo esperado
Ca4	30.1-40	67	69	0.1014	0.1042	0.1031 - 0.1054	Usó de acuerdo con la disponibilidad
Ca5	40.1-50	70	58	0.1051	0.0876	0.0866 - 0.0887	Usó menos de lo esperado
Ca6	50.1-60	48	45	0.0725	0.0680	0.0671 - 0.0689	Usó de acuerdo con la disponibilidad
Ca7	60.1-70	34	31	0.0507	0.0468	0.0461 - 0.0476	Usó de acuerdo con la disponibilidad
Ca8	70.1-80	56	58	0.0845	0.0876	0.0866 - 0.0887	Usó de acuerdo con la disponibilidad
Ca9	80.1-90	29	22	0.0435	0.0332	0.0326 - 0.0339	Usó menos de lo esperado
Ca10	90.1-100	159	269	0.2403	0.4063	0.4045 - 0.4081	Usó más de lo esperado
	Total	662	662	1	1		





Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00216

Matrícula: 2153804018

CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL PARA CARNÍVOROS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA MICHILÍA Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA, EN EL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO.

En la Ciudad de México, se presentaron a las 12:30 horas del día 20 del mes de diciembre del año 2022 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

- DR. PABLO ARTURO SALAME MENDEZ
- DR. RURIK HERMANN LIST SANCHEZ
- DR. JOSE CUAUHEMOC CHAVEZ TOVAR
- DRA. MARIA DEL ROCIO ZARATE HERNANDEZ

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

MAESTRA EN BIOLOGIA

DE: ELVA DOMINGUEZ TORRES



ELVA DOMINGUEZ TORRES
ALUMNA

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

APROBAR

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

REVISÓ

MTRA. ROSALIA SERRANO DE LA PAZ
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBS

DR. JOSE LUIS GOMEZ OLIVARES

PRESIDENTE

DR. PABLO ARTURO SALAME MENDEZ

VOCAL

DR. RURIK HERMANN LIST SANCHEZ

VOCAL

DR. JOSE CUAUHEMOC CHAVEZ TOVAR

SECRETARIA

DRA. MARIA DEL ROCIO ZARATE HERNANDEZ