

Identificación de corredores biológicos potenciales para el lince (*Lynx rufus*) en un área multipropósito del Noreste de México

Identification of potential biological corridors for the bobcat (*Lynx rufus*) in a multipurpose area of northeastern Mexico

Recepción del artículo: 30/05/2024 • Aceptación para publicación: 21/08/2024 • Publicación: 01/09/2024

● <https://doi.org/10.32870/e-cucba.vi23.360>

José Manuel Mata-Balderas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4973-4462>
Gestión Estratégica y Manejo Ambiental S.C.
Apodaca, Nuevo León, México.
Biólogos y Silvicultores forestales por el ambiente
A.C. Apodaca, Nuevo León, México.
Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad
de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León,
México.

María Cristina Tienda-Almanza

Gestión Estratégica y Manejo Ambiental S.C.
Apodaca, Nuevo León, México.
Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad
de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León,
México.

Tania Sarmiento-Muñoz

Gestión Estratégica y Manejo Ambiental S.C.
Apodaca, Nuevo León, México.
Biólogos y Silvicultores forestales por el ambiente
A.C. Apodaca, Nuevo León, México.

José Israel Yerna Yamalle

Luis Gerardo Cuéllar Rodríguez
Eduardo Alanís Rodríguez*
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6294-4275>
Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad
de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León,
México.

eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx

Resumen

Los objetivos de la investigación fueron i) determinar parches y puntos de origen para el establecimiento y conectividad de los corredores biológicos, ii) estimar la superficie de costo para el establecimiento de los corredores biológicos, iii) definir corredores biológicos con viabilidad para la dispersión del lince (*Lynx rufus*) en un área multipropósito en Reynosa, Tamaulipas. Para monitorear los patrones de conducta se generaron registros de captura y recaptura, aplicando el método de muestreo fotográfico. Para calcular la densidad se ingresaron los resultados en el programa estadístico CAPTURE. Para modelar el hábitat potencial, se utilizó el método de máxima entropía (MaxEnt). Las superficies de costo se obtuvieron con los mapas en MaxEnt. Los resultados mostraron que: i) existen seis parches y puntos de origen para el establecimiento y conectividad de los corredores biológicos, los cuales presentaban una comunidad madura de matorral espinoso tamaulipeco, ii) la mayor parte del área de estudio presenta valores que van desde medios hasta altos en la escala de costo, lo cual está correlacionado con la intensa modificación del paisaje y iii) se definieron 11 corredores biológicos potenciales para la dispersión del lince (*Lynx rufus*) en un área multipropósito en Reynosa, Tamaulipas.

Palabras clave: Parches, superficie de costo, muestreo fotográfico, matorral espinoso tamaulipeco.

Abstract

The objectives of the research were i) to determine patches and points of origin for the establishment and connectivity of biological corridors, ii) to estimate the cost area for the establishment of biological corridors, iii) to define biological corridors with viability for the dispersal of the bobcat (*Lynx rufus*) in a multipurpose area in Reynosa, Tamaulipas. To monitor behavioral patterns, capture and recapture records were generated using the photographic sampling method. To calculate density, the results were entered into the statistical program CAPTURE. To model the potential habitat, the maximum entropy method (MaxEnt) was used. The cost surfaces were obtained with the maps in MaxEnt. The results showed that: i) there are six patches and points of origin for the establishment and connectivity of biological corridors, which presented a mature community of Tamaulipan thornscrub, ii) most of the study area presents values ranging from medium to high on the cost scale, which is correlated with intense landscape modification, and iii) 11 potential biological corridors were defined for the dispersal of the bobcat (*Lynx rufus*) in a multipurpose area in Reynosa, Tamaulipas.

Keywords: Patches, cost surface, photographic sampling, Tamaulipan thornscrub.

Introducción

El gato montés (*Lynx rufus*) es un carnívoro que se distribuye en América del Norte, del sur de Canadá hasta el sur de México (Pérez-Irineo *et al.*, 2019). Ocupa áreas de distribución relativamente grandes y exhibe bajas tasas de reproducción, territorialidad y dispersión sesgada por los machos (Hansen 2007; Popescu *et al.*, 2021). El lince se encuentra en la categoría de preocupación menor (LC) en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Kelly *et al.*, 2016). Además, forma parte del Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Fauna y Flora Silvestres), esto significa que, aunque no está en peligro de extinción es necesario poner énfasis en su cacería y comercio ilegal para evitar un peligro futuro (CITES, 2023).

El lince utiliza características paisajísticas amplias, incluidos hábitats naturales, áreas ribereñas, bordes y cobertura natural en áreas de uso humano moderado (Hilty y Merenlender, 2004; Popescu *et al.*, 2021) pero evitan áreas de alta actividad humana (Tigas *et al.*, 2002; Woolf y Nielsen 2002; Beattie, 2020). El lince está estrechamente vinculado a los bosques boreales y a los matorrales arbustivos (arbustos < 5 m de altura > 20% del dosel), ya que son el hábitat favorito de su presa principal, la liebre (*Lepus* sp.) (Litvaitis *et al.*, 1986; Slough y Mowat, 1996).

A pesar de que el lince presenta tolerancia a la fragmentación del hábitat, se ha documentado que es necesario mantener corredores biológicos para que los ejemplares puedan viajar entre fragmentos de hábitat y así asegurar la persistencia de las poblaciones (Litvaitis *et al.*, 2015; Abouelezz *et al.*, 2018). Por lo tanto, es importante definir y caracterizar los parches y corredores biológicos, para poder realizar actividades de gestión y conservación de hábitat (Popescu *et al.*, 2021; Serieys *et al.*, 2021).

Los objetivos son i) determinar parches y puntos de origen para el establecimiento y conectividad de los corredores biológicos, ii) estimar la superficie de costo para el establecimiento de los corredores biológicos y iii) definir corredores biológicos con viabilidad para la dispersión del lince (*Lynx rufus*) en un área multipropósito en Reynosa, Tamaulipas.

Materiales y métodos

Área de estudio. El área de estudio comprende una superficie de 14,031.98 ha, en el municipio de Reynosa, Tamaulipas (Noreste de México). Las coordenadas de ubicación extremas son 98°12'51.33''W y 25°13'15.3''N (Figura 1). Actualmente el uso de suelo se diversifica en tres actividades productivas: generación de energía eólica,

agricultura de temporal y ganadería, por lo que se le denomina como una “área multipropósito”, sin embargo, se mantienen áreas de conservación en corredores y fragmentos de áreas con vegetación de Matorral Espinoso Tamaulipeco. De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (2004) para la República Mexicana, el clima es del tipo BS1 (h') hx', que corresponde a semiseco cálido, con una precipitación media anual que fluctúa entre los 500 a 700 mm y una temperatura media anual de 22 °C (INEGI, 2017).

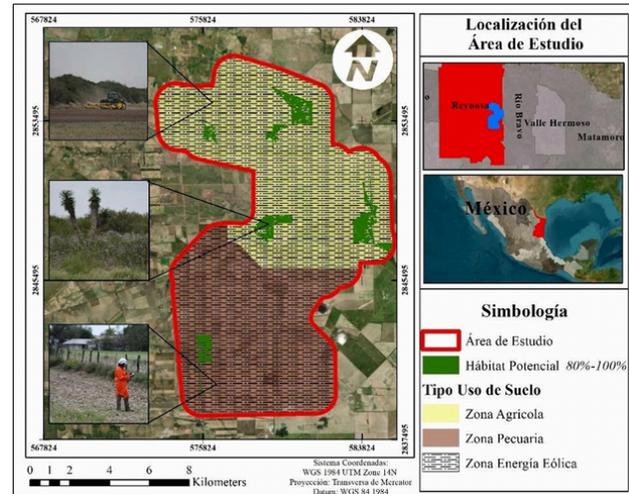


Figura 1. Área de estudio.

Trabajo de campo. Para monitorear los patrones de conducta y detectar las zonas utilizadas para refugio, se generaron registros de captura y recaptura, aplicando el método de muestreo fotográfico (Figura 2).

Para calcular la densidad se ingresaron los resultados en el programa estadístico CAPTURE (Rexstad y Burnham, 1991). Proporcionando una estimación de los individuos cuyos territorios de hogar se solapan parcialmente con el área bajo observación en el muestreo.



Figura 2. Fotografías registradas a través de las cámaras trampa instaladas en los parches de vegetación.

Hábitat potencial. Para modelar el hábitat potencial, se utilizó el método de máxima entropía (MaxEnt), estimando la probabilidad de presencia del lince, a partir de los registros de presencia y su relación con variables relacionadas con la vegetación y el paisaje, anteriormente mencionadas. El modelo MaxEnt generó la distribución de máxima entropía de manera aleatoria, siguiendo el enfoque propuesto por Phillips y Anderson (2006). Con el modelo se determinó el área de idoneidad del hábitat, que

varió de 0 (menos adecuado) a 1 (muy adecuado). Esto facilitó la identificación de áreas adecuadas para el hábitat mediante un análisis de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Entrevista a expertos. Como no se ha identificado el hábitat potencial del lince en la región no es posible obtener datos empíricos sobre las necesidades requeridas por la especie. Por lo tanto, se aplicaron 3 encuestas de opinión a expertos para obtener información para clasificar variables para el modelo, la indagación se basa en la encuesta aplicada y aprobada por La Rue & Nielsen (2008). Para la adaptación de la encuesta se investigó primero la bibliografía existente sobre el lince, identificando los factores que intervienen en la dinámica del hábitat y los requisitos ecológicos, incluyendo uso de suelo y tipo de vegetación, distancia a caminos y carreteras, distancia a los cuerpos de agua y los asentamientos humanos dentro del área de estudio. En la encuesta se solicitó a los expertos que han trabajado y estudiado el lince, que puntuaran las variables del hábitat por orden de importancia potencial en México, basándose en su experiencia personal y en sus conocimientos de la ecología de la especie.

Proceso analítico jerárquico. Como las variables del hábitat tienen diferente importancia en la caracterización del hábitat potencial, se obtuvo la importancia relativa de cada variable en base a la encuesta aplicada a los expertos, anteriormente mencionada. Una técnica utilizada para el desarrollo de ponderaciones relativas es un método de toma de decisiones conocido como Proceso Analítico Jerárquico, un método flexible y estructurado que permite a los individuos derivar una solución a un problema basándose en su experiencia (Kovacs *et al.*, 2004). Este proceso utiliza matrices de comparación por pares, que aclaran la importancia relativa de dos criterios implicados en la determinación de la idoneidad del hábitat, los expertos compararán todas las variables posibles y asignan puntuaciones basadas en una escala continua, en la matriz. Este análisis permite recabar información sobre la importancia relativa de la elección de cada criterio, que, de acuerdo con su peso normalizado, cuanto más se acerque a 1 más apto será.

De acuerdo con Saaty (1987), se trata de un proceso de dos pasos, en primer lugar, implica la normalización de los datos, donde a_{ij} es el valor por pares de los atributos i y j :

$$a_{ij} = a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij} \text{ para todo } j = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

Las ponderaciones se calcularon utilizando el principio de la siguiente ecuación, donde w es la ponderación calculada de un criterio dentro de una variable:

$$w_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \text{ para todo } j = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Se combinaron y promediaron todas las respuestas a los criterios, evaluando aquellas entrevistas que, al ponderar la matriz, generaron el mejor índice de consistencia deseable (Dueñas, 2013), se clasificaron los criterios y se asignaron las medias.

Base de Datos Geográfica. Una vez obtenidos los pesos de la importancia relativa de las variables, se consolidó una base de datos geográfica, de acuerdo con las diferentes dependencias correspondientes a cada temática: los conjuntos de datos vectoriales se obtuvieron del Geoportal de la CONABIO de la autoría del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en sus diferentes series: para las capas del uso de suelo y vegetación, se utilizó la serie VI (2017) que contiene la ubicación, distribución y extensión de diferentes comunidades vegetales y usos agrícolas con sus respectivas variantes en tipos de vegetación e información ecológica relevante, para la capa de cuerpos de agua y arroyos se trabajó con la serie III (2022), para los datos de caminos y carreteras se descargaron de la Red Vial de la Red Nacional de Caminos (RNC) (2022), finalmente los datos de formato vectorial de asentamientos humanos y zonas de uso común se consultaron en la base de datos abiertos del Registro Agrario Nacional - Catastro Rural (RAN) para la entidad federativa de Tamaulipas (2023).

Una vez consolidada la base de datos, de acuerdo con los resultados de las encuestas aplicadas, se clasificaron los datos para tenerlos en la misma escala de evaluación, agregando valores de nulo a alto, en cuanto a la resistencia de cada una y a su vez se le agregaron valores numéricos a cada uno del 20 al 100. Después de clasificar y ree-clasificar cada una de las capas, se unieron en una sola capa, en ese formato se procedió a realizar la superficie de resistencia, sumando los valores de resistencia de las capas, multiplicadas por el peso ponderado de las encuestas aplicadas.

Superficie de costo. La superficie de costo refleja los costos totales asociados con la movilidad entre diferentes áreas específicas, teniendo en cuenta tanto la distancia como la dificultad para desplazarse entre dichas ubicaciones. Estas áreas se eligen estratégicamente en función de su importancia dentro del hábitat potencial del lince, que se obtuvieron con los mapas en MaxEnt. Partiendo del resultado del modelo, se consideraron como parches principales las áreas que resultaron ser mayores a 80% de probabilidad del hábitat potencial, posteriormente se clasificaron en puntos de origen los parches que representaban un área de 0.5 a 1 km², las áreas mayores a 1 km² se seleccionaron como los puntos de origen, mientras que los parches con menor área se consideraron como áreas conectoras de paso.

Esta superficie fue creada mediante la aplicación de la herramienta "Cost Distance" (ESRI, 2006), la cual se basa

en un modelo de rutas de menor costo. Este modelo evalúa las posibles trayectorias de desplazamiento de la especie en el área, considerando el costo acumulado asociado al movimiento a través de una superficie de resistencia vectorial, la cual se transforma en un formato ráster y se proyecta sobre una capa. Este método es ampliamente utilizado para planificar las posibles conexiones entre diferentes áreas de hábitat (La Rue y Nielsen, 2008), teniendo en cuenta el gasto energético o el riesgo de mortalidad que puede enfrentar la especie. Además, aumenta el costo en función de la disminución de la calidad del hábitat (Saura, 2013; Beier *et al.*, 2008), calculando así la superficie de costo para cada punto de origen en relación con la capa de costo general y otros puntos relevantes.

Corredores potenciales y ruta de menor costo. Para realizar la identificación de los corredores potenciales, se empleó la herramienta “Cost Path” (ESRI, 2006), que considera a cada punto de origen como independiente. Primero se digitalizaron por punto de origen individual los corredores de cada uno para posteriormente unirlos y calcular la longitud de cada uno de los corredores, para seleccionar aquellos que tuviesen una longitud de 4.30 km puesto que es la distancia máxima que recorre el linco regularmente en el área.

Resultados

Parches de hábitat y puntos de origen. Para el establecimiento de los corredores, se seleccionaron 6 parches a partir del modelo de hábitat potencial elaborado en MaxEnt, considerando los valores de probabilidad de hábitat de 80% a 100%, estos parches cuentan con un área ≥ 0.3 km² y menor o igual a 2 km² (Figura 3). Una vez establecidos los parches, se ubicaron los puntos de origen a orillas de cada uno, haciendo corte donde presentaban mayor cobertura de vegetación. El parche 5 (P5) es el de mayor superficie que se localiza al oeste del área de estudio, con una superficie de 2 km², se encuentra inmerso en el uso de suelo y vegetación de agricultura de temporal anual; al este, está el parche 4 (P4) que cuenta con un área de 1.13 km² y bajo el mismo uso de suelo; el segundo parche que tiene mayor extensión es el parche 3 (P3) con un espacio de 1.9 km², presente en uso de suelo de pastizal cultivado; los parches 1 y 2 (P1 / P2) se ubican al lado noreste del área en los usos de suelo de pastizal cultivado y agricultura de temporal; finalmente el parche más lejano (P6), se encuentra al sureste del polígono, siendo el único que está presente en vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco. A partir del resultado de la matriz de resistencia se obtuvo en formato ráster la superficie de costo (Figura 4), clasificada a una escala de bajo a alto. Se aprecia que la

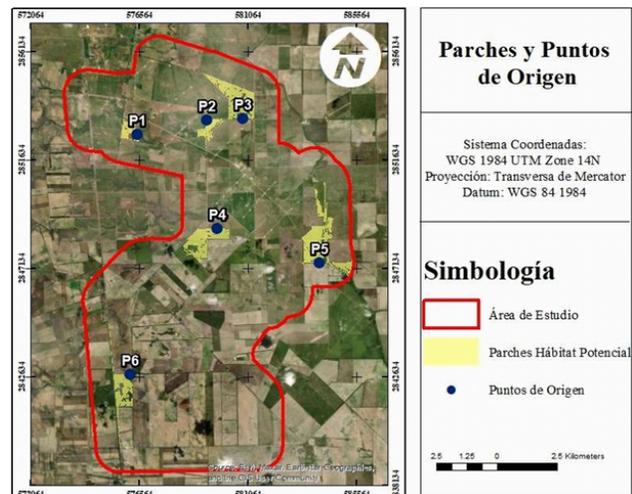


Figura 3. Ubicación de puntos de origen de cada parche de hábitat potencial.

mayor parte del área de estudio presenta valores que van desde medios hasta altos en la escala de costo. Estos valores están correlacionados con la intensa modificación del paisaje resultante de diversas actividades productivas evaluadas en la región. También se aprecia que los lugares con bajo costo coinciden con los puntos de origen en los parches que se caracterizan por la presencia de una mayor cantidad de vegetación y una conservación más pronunciada del suelo.

El linco utiliza los parches de mayor extensión resultantes de la modelación del hábitat potencial y los corredores de menor longitud, principalmente en el área noreste del sitio de estudio entre los parches 1, 2 y 3 (Figura 4). El parche 4 en conjunto con el 5, que se encuentran en el centro norte del área de estudio, contienen la mayor cantidad de corredores en calidad buena para ser establecidos, puede funcionar como zona núcleo al facilitar esa conexión entre los múltiples parches que se localizan a su alrededor en conjunto con las zonas que representan menor costo energético para el linco.

Caso contrario, hacia el sur donde se ubica el parche 6, es considerado como una zona de alta importancia, debido a que tiene pocos parches de hábitat potencial y presenta los corredores de mayor longitud en la modelación. Es importante evitar que esta zona quede aislada de las demás, porque ahí se registraron las estaciones con menos avistamientos de ejemplares. La distancia promedio que recorre el linco puede variar según el área y otros factores, no hay una cifra específica registrada en la literatura, por esta razón estos corredores fueron evaluados en base a 4 categorías, obteniendo finalmente 10 corredores biológicos / ecológicos potenciales (Figura 4), que van desde 1 a 9.6 km con un promedio de 5.9 km de largo.

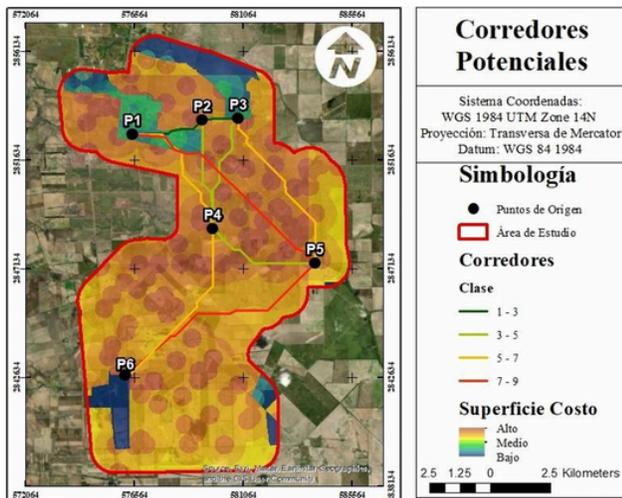


Figura 4. Corredores potenciales para el lince (*Lynx rufus*) clasificados.

Discusión

En la investigación se identificaron seis parches de hábitat que están conformados por una comunidad vegetal madura del matorral espinoso tamaulipeco, lo cual se corroboró en los recorridos en campo. Estos parches son importantes ya que proporcionan el espacio, cobertura y alimento para el óptimo desarrollo del lince (Popescu *et al.*, 2021). Abouezz *et al.* (2018) indican que el lince tiene preferencia por hábitats de matorrales en buen estado de conservación, lo cual es consistente con altas densidades de sus presas.

El término de corredor biológico ha experimentado una transformación significativa desde sus orígenes, que se centran en características lineales simples (Bennett y Mulongoy 2006). En la actualidad, la noción de conectividad indica el grado de facilidad o dificultad que enfrenta una especie para desplazarse entre distintos parches de hábitat a través de la matriz circundante (Dueñas-López y Huerta-Rodríguez, 2020). La relevancia de los corredores biológicos radica en su capacidad para mantener la conectividad entre estos parches, permitiendo así que las actividades llevadas a cabo en ellos favorezcan el movimiento de individuos entre los diferentes fragmentos de hábitats naturales (Boraschi, 2009).

La variación en la superficie de costo del lince (*Lynx rufus*) entre diferentes tipos de parches se explica por la influencia directa del grado de conservación del uso de suelo y vegetación; a medida que aumenta el nivel de conservación, se observa una disminución correspondiente en la resistencia para la distribución del lince. Se presentó una correlación clara entre la longitud de los corredores y sus respectivas categorías de calidad, donde los corredores más cortos tienden a tener una mejor clasificación, caracterizados por menor costo, una intercepción con caminos inferior y alejamiento de

asentamientos humanos y corrientes de agua, mientras que los corredores más largos muestran mayor costo, una intercepción con caminos superior y proximidad a asentamientos y corrientes de agua. Estos resultados han sido reportados por otros autores para el lince (Popescu *et al.*, 2021) y otros felinos, como el jaguar (Dueñas-López y Huerta-Rodríguez, 2020)

Los resultados ayudan a proveer información importante al definir corredores de una ruta de menor costo, contribuyendo a la identificación de áreas de alta importancia para mantener, restaurar y mejorar la conectividad del paisaje. Dado el creciente uso de pasos de fauna para reducir los costos de atravesar caminos y carreteras, este método podría adaptarse a un contexto ecológico mayor para identificar lugares adecuados para proyectos de este tipo que mejoren la conectividad del paisaje.

Conclusión

De acuerdo con el objetivo i) se determinaron seis parches y puntos de origen para el establecimiento y conectividad de los corredores biológicos, los cuales presentaban una comunidad madura de matorral espinoso tamaulipeco. Del objetivo ii) la mayor parte del área de estudio presenta valores que van desde medios hasta altos en la escala de costo, lo cual está correlacionado con la intensa modificación del paisaje resultante de diversas actividades productivas evaluadas en la región. Referente al objetivo iii) se definieron 11 corredores biológicos potenciales para la dispersión del lince (*Lynx rufus*) en un área multipropósito en Reynosa, Tamaulipas.

Literatura citada

- Abouelezz, H., Donovan, T., Mickey, R., Murdoch, J., Freeman, M. y Royar, K. (2018). Landscape composition mediates movement and habitat selection in bobcats (*Lynx rufus*): implications for conservation planning. *Landscape Ecology*, 33, 1301-1318. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0654-8>
- Beattie, K. (2020). *Bobcats within a mosaic of housing densities in Connecticut*. University of Connecticut.
- Bennett, G. y Mulongoy, K. (2006). *Revisión de experiencia con redes, corredores y zonas de amortiguamiento ecológicos*. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal Canadá.
- Boraschi, S. (2009). Corredores biológicos: una estrategia de conservación en el manejo de cuencas hidrográficas. *Revista Forestal Mesoamericana Kuru*, 6(17), 1-5. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/385>
- CITES. (2023). *Convención sobre el Comercio Internacional de Fauna y Flora Silvestres*. Apéndice II. <https://cites.org/esp/app/appendices.php>
- Dueñas, L. (2013). *Identificación de corredores biológicos potenciales para el Jaguar (Panthera onca) en Sierra Abra Tanchipa, San Luis Potosí y sus límites estatales*. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad Ganadería. Montecillo: Colegios de Postgraduados. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/2030>
- Dueñas-López, G. y Huerta-Rodríguez, J. (2020). Importancia de los corredores ecológicos en la conservación del jaguar en la Sierra Madre Oriental. En Rosas-Rosas, O., Silva-Caballero, A. y Durán-Fernández, A. *Manejo y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa*. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Ciudad de México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Hansen, K. (2007). *Bobcat: master of survival*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Hilty, J. y Merenlender, A. (2004). Use of riparian corridors and vineyards by mammalian predators in northern California. *Conservation Biology*, 18, 126–135. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00225.x>
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (2017). Información Topográfica. Carta G14- 5, municipio de Reynosa, escala 1:250 000. Cd. de México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Uso de suelo y vegetación. Serie VI*. Geoportal de la CONABIO. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/eige/>. [Consultado el 19 de marzo 2024]
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). *Cuerpos de agua y arroyos. Serie III*. Geoportal de la CONABIO. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/eige/>. [Consultado el 18 de marzo 2024]
- Kelly, M., Morin, D. y López-González, C. (2016). *Lynx rufus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T12521A50655874. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T12521A50655874>. [Consultado el 22 de enero 2024]
- Kovacs, J., Malczewski, J. y Verdugo, F. (2004). Examining local ecological knowledge of hurricane impacts in a mangrove forest using an analytical hierarchy process (AHP) approach. *Journal of Coastal Research*, 20, 792-800. [https://doi.org/10.2112/1551-5036\(2004\)20\[792:ELEKOH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2112/1551-5036(2004)20[792:ELEKOH]2.0.CO;2)
- La Rue, M. y Nielsen, C. (2008). Modelling potential dispersal corridors for cougars in midwestern North America using least-cost path methods. *Ecological Modelling*, 212, 372-381. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.10.036>
- Litvaitis, J., Reed, G., Carroll, R., Litvaitis, M., Tash, J., Mahard, T., Broman, D., Callahan, C. y Ellingwood, M. (2015). Bobcats (*Lynx rufus*) as a model organism to investigate the effects of roads on wide-ranging carnivores. *Environmental Management*, 55, 1366–1376. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0468-2>
- Litvaitis, J., Sherburne, J. y Bissonette, J. (1986). Bobcat habitat use and home range size in relation to prey density. *The Journal of wildlife management*, 50, 110–117. <https://doi.org/10.2307/3801498>
- Pérez-Irineo, G., Ballesteros, C. y Santos-Moreno, A. (2019). Densidad, idoneidad ambiental y nicho ecológico de cuatro especies de felinos americanos (Carnivora: Felidae). *Revista de Biología Tropical*, 67(3), 667-678. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i3.34819>
- Phillips, S. y Anderson, R. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3–4), 231-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Popescu, V., Kenyon, M., Brown, R., Dyck, M., Prange, S., Peterman, W. y Dennison, C. (2021). Habitat connectivity and resource selection in an expanding bobcat (*Lynx rufus*) population. *PeerJ*. 9. <https://doi.org/e12460>. 10.7717/peerj.12460

- Red Nacional de Caminos. (2022). *Datos de caminos y carreteras*. <https://www.rnc.gob.mx>. [Consultado el 23 de febrero 2024]
- Registro Agrario Nacional. (2023). *Catastro Rural para la entidad federativa de Tamaulipas*. <https://www.ran.gob.mx>. [Consultado el 14 de enero 2024].
- Rexstad, E., y Burnham. (1991). Guía del usuario del programa interactivo CAPTURE. Unidad Cooperativa de Investigación de Pesca y Vida Silvestre de Colorado. Universidad Estatal de Colorado, Fort Collins, Colorado.
- Saaty, R. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T. (1980). *The analytical hierarchy process: planning, setting priorities, resource allocation*. McGraw-Hill International Book Co., New York, USA.
- Serieys, L., Rogan, M., Matsushima, S. y Wilmers, C. (2021). Road-crossings, vegetative cover, land use and poisons interact to influence corridor effectiveness. *Biological Conservation*, 253, 108930. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108930>
- Slough, B. y Mowat, G. (1996). Lynx population dynamics in an untrapped refugium. *The Journal of Wildlife Management*, 60, 946–961. <https://doi.org/10.2307/3802397>
- Tigas, L., Van Vuren, D. y Sauvajot, R. (2002). Behavioral responses of bobcats and coyotes to habitat fragmentation and corridors in an urban environment. *Biological Conservation*, 108, 299–306. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00120-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00120-9)
- Woolf, A. y Nielsen, C. (2002). *The bobcat in southern Illinois*. Southern Illinois University, Carbondale.