

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Modelos de Distribución Potencial para la Predicción de Interacciones Humano –
Oso Negro (*Ursus americanus* var. *eremicus*) en la Reserva Natural Sierra de
Zápaliname, Saltillo, Coahuila.

Por:

PABLO ANTONIO VÁZQUEZ LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Modelos de Distribución Potencial para la Predicción de Interacciones Humano –
Oso Negro (*Ursus americanus* var. *eremicus*) en la Reserva Natural Sierra de
Zápaliname, Saltillo, Coahuila.

Por:


PABLO ANTONIO VÁZQUEZ LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Francisco Cruz García

Asesor Principal



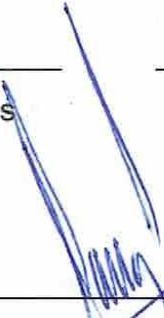
Dr. Jonathan Gabriel Escobar Flores

Coasesor



Ing. José Antonio Ramírez Díaz

Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México.



Diciembre de 2023

DEDICATORIA

A DIOS por darme la bendición y la oportunidad de vivir todas las experiencias que tuve en mi etapa universitaria, y que en todo momento estuvo a mi lado y que me hizo encontrar la fortaleza para sobrellevar momentos difíciles y seguir adelante.

A mi mamá y a mi papá, que les tengo profundo agradecimiento y admiración, que me otorgaron la vida y una familia a la que soy parte y que, en ningún momento dejaron de ser mis héroes y siempre me impulsaron a ser un hombre recto y determinado, si logro a ser alguien en la vida, es gracia a ustedes, y cada éxito que tenga, estén seguros que es dedicado a ustedes, que creyeron en mí en todo momento, Olga Leticia López Martínez y Jesús Antonio Vázquez Saucedo.

A mis tías, María del Consuelo y María Sanjuana que con todo respeto y cariño que se merecen y por el apoyo, compañía y casas que me dieron en mi estancia en Saltillo. A mis Abuelos, Juan López Guitron, María del Carmen Martínez Sandoval (D.E.P), María Elena Saucedo y Carlos Vázquez (D.E.P), por concederme sus consejos y su compañía en mi crecimiento, y a pesar que unos ya no estén, los tengo presentes aun en la mente y en el corazón.

A mi hermana, Sara Viviana Vázquez López, este título universitario lleva consigo no solo mi logro, sino también tu influencia y apoyo constante a lo largo de mi viaje educativo. Tú has sido mi inspiración y guía, mostrándome la importancia de seguir mis pasiones y esforzarme por alcanzar mis metas. Gracias por estar a mi lado, animándome en cada paso del camino.

A mi madrina Macrina Olivia Rocha Galaviz y Hugo Burgos Elenes (D.E.P), así como su familia, por la bendición que es, tenerlos en mi vida.

A mi veterana, Dania Castañeda, que desde el momento que entre me brindó enseñanzas y lecciones de vida, me apoyó desde mi primer semestre y me trató como parte de su familia, siempre estaré agradecido de tenerte en mi vida y siempre tendrás un hogar en cualquier lugar donde yo esté, gracias por ser siempre la mamá de los pollitos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por el apoyo para la realización de mis estudios durante mi etapa universitaria.

A la M.C. Eglantina Canales por su apoyo, acompañamiento y asesoría y enseñanza en mi proceso de convertirme en un profesionista ejemplar.

Con todo mi respecto al Dr. Francisco Cruz, por su amistad y sabios consejos y enseñanzas, así como su interés y ayuda en el asesoramiento del trabajo.

Al Dr. Jonathan Escobar y al Instituto Politécnico Nacional por su valiosa colaboración al cederme un poco de su tiempo en el asesoramiento de este trabajo, que fue un gran factor determinante para su culminación.

Al Ing. Jorge Guerrero Salcedo, al MVZ. Rodrigo Guerrero y a su familia, por tratarme como uno más antes, durante y después de la elaboración del trabajo, siempre les tendré estima y respeto.

Al Personal del estado y Organizaciones que me apoyaron para este trabajo, Salvador Lara, Lionel, Reyna y la brigada de incendios forestales del estado, Arq. Fernando Toledo, al Ing. Rafael Salgado.

A los Maestros y profesores del Departamento forestal por las atenciones y ayuda recibida.

Al personal de CONAFOR Coahuila, especialmente a Patricio Betancourt, Luis Alberto, los hermanos Sosa, y la brigada nacional estacionada en Coahuila.

A PROFAUNA A.C. así como a Sergio Marines y Juan Cárdenas por su amistad y apoyo desinteresado que se me brindo.

A todos mis compañeros y amigos, especialmente a Marianela Echeveste Hernández, Ana Paulina Aboytes Capetillo, a Santiago Rojo, a German Amador, a María José Covarrubias, a Ximena Cordero, a Arnoldo R, Victor Gonzales, Diego Cajita, Luis Bonfil, Javier Morin, Litzy Rosas, Ehecatl Cando, Axel Hernández, Luis Fernando Salgado, Que estuvieron apoyándome desde el inicio y durante los

momentos más tensos y adversos durante mi vida universitaria y siempre estuvieron al pie del cañón a mi lado, a quienes tengo una gran admiración y respeto.

A Ivonne Esthefany Herrera Gonzales, por el cariño, amor y compañía incondicional durante todo este tiempo de conocernos, eres la estrella más brillante del firmamento, te quiero.

Mención especial a Jesús Alberto Sánchez Bravo, Alessandra Piña, Andrea García y Adriana Gutiérrez y, a la Arq., Samanta Martínez, que a pesar de los contados momentos donde coexistimos, su presencia nunca faltó y siempre estuvieron conmigo.

A Ana Karen Flores B., Alondra Fernández L., Cynthia Lizette Pérez P., y Belén Ramírez, por ser personas valiosas. Sus risas, apoyo y amistad han iluminado mis días y hecho los desafíos más fáciles de superar.

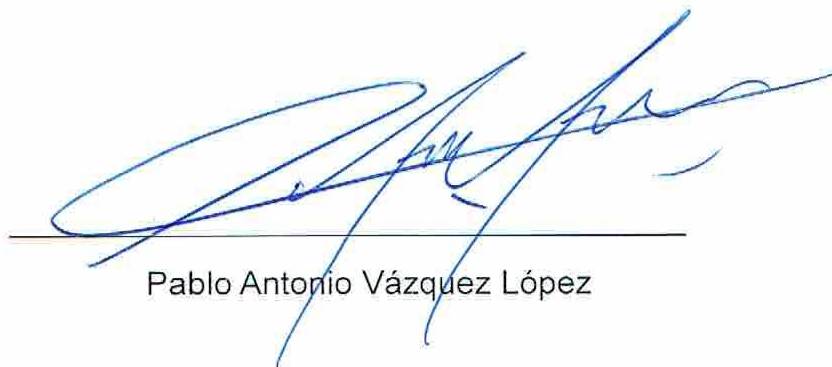
Declaración de No Plagio

El autor, quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior, me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Pablo Antonio Vázquez López

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	14
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo General.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
2.3 Hipótesis.....	17
3. LITERATURA CITADA (MARCO TEORICO).....	18
3.1 Ecología, distribución, y manejo del Oso negro (<i>Ursus americanus</i>) en México. 18	
3.1.1 Datos Históricos.....	18
3.1.2 Taxonomía.....	23
3.1.3 Distribución.	24
3.1.4 Descripción.....	25
3.1.5 Biología.....	27
3.1.5.1 Dieta.....	27
3.1.5.2 Reproducción.	27
3.1.5.3 Hibernación.	28
3.1.5.4 Requerimientos de Energía.....	29
3.1.5.5 Requerimientos de Agua.	30
3.1.5.6 Comportamiento.	31
3.1.5.7 Ámbito Hogareño.....	33
3.1.5.8 Densidad.	33
3.1.5.9 Productividad y Reclutamiento.....	35
3.1.5.10 Supervivencia y Factores en la Mortalidad.....	35
3.1.5.11 Amenazas y Estatus actual de las Poblaciones.	36
3.1.5.12 Manejo de la Población.	39
3.1.5.13 Requerimientos del Hábitat.	41
3.2. Aplicación de la Teledetección para la vida silvestre.	44
3.2.1 Que es la teledetección.	44
3.2.2 Serie Landsat y Copernicus (Sentinel - 2).....	50
3.2.3 Modelos de distribución potencial a partir de la teoría de Nicho ecológico.....	52
4. METODOLOGIA.....	57
4.1 Descripción del área de Estudio.	57
4.1.1 Clima.....	57

4.1.2	Orografía.....	58
4.1.3	Hidrología.....	58
4.1.4	Vegetación	59
4.1.5	Fauna.....	60
4.2	Colecta de Datos.	60
4.3	Información Geoespacial (Funciones Topográficas de SIG).....	63
4.3.1	Modelo Digital de Elevación (MDE)	63
4.3.2	Pendiente.....	64
4.3.3	Rugosidad.....	64
4.3.4	Orientación azimutal.....	65
4.3.5	Curvatura.....	67
4.3.6	Cobertura del suelo.....	68
4.4	Análisis de autocorrelación espacial y modelos de distribución potencial....	72
4.4.1	Análisis de Moran's	72
4.4.2	Modelo de distribución potencial.....	74
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	76
5.1.	Autocorrelación espacial	76
5.2.	Variables Fisiográficas.	76
5.3.	Variables Ambientales.....	89
6.	CONCLUSIONES.....	105
7.	RECOMENDACIONES.....	106
8.	LITERATURA CITADA	107
9.	ANEXOS.....	117

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de la pendiente (FAO,2009)	64
Cuadro 2. Clasificación de Imágenes del Satélite Sentinel-2 ESRI (Karra, Kontgis, et al. 2021)	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución potencial actual del Oso Negro en México (Ceballos et al., 2006)	24
Figura 2. Interacción entre la Energía y el Sensor remoto (Ormeño, 2006)	45
Figura 3. Curvas espectrales típicas para agua, asfalto, suelo y nieve (Biblioteca espectral del USGS, 2018)	48
Figura 4. Localización de la Reserva Natural Estatal Sierra de Zápaliname (Encina Domínguez J.A., Villareal – Quintanilla J.A, Estrada Castellón E., Rueda Moreno O., 2019)	57
Figura 5. Representación gráfica de los cálculos que realiza el algoritmo VRM para calcular la rugosidad. A) Es la variación de la elevación de un sitio, b) variación de la pendiente y C) variación de la orientación (Sappington et al. 2007)	66
Figura 6. Exposición dentro de la variable Orientación (Estévez, 2019)	66
Figura 7. Influencia de la curvatura en la Pendiente (ArcMap Pro 3.1)	68
Figura 8. Ejemplos de curvas ROC que resultan de modelos de distribución de especies. Modelos con valores de curvas ROC mayores a 0.7 se consideran óptimos	75
Figura 9. Modelo de pendiente del área de estudio en periodo de lluvias y periodo de seca	77
Figura 10. Modelo de curvatura para el área de estudio en temporada de lluvias y temporada seca	78
Figura 11. Modelo de rugosidad del área de estudio en temporada de lluvias y temporada seca	79
Figura 12. Modelo de exposición del área de estudio en temporada de lluvias y temporada seca	80

Figura 13. Modelo de cobertura del área de estudio en temporada de lluvias y temporada seca	81
Figura 14. Modelo de elevación del área de estudio en temporada de lluvia y temporada seca	82
Figura 15. Modelo de distribución potencial de avistamiento de oso negro en periodo de lluvias	90
Figura 16. Grafica ROC del Modelo de distribución potencial de avistamiento de oso negro en periodo de lluvias	90
Figura 17. Modelo de distribución potencial de avistamiento en periodo de seca	91
Figura 18. Grafica ROC del modelo de distribución potencial de avistamiento en periodo de seca	91
Figura 19. Modelo de distribución potencial de conflictos en periodo de lluvias	92
Figura 20. Grafica ROC del modelo de distribución potencial de conflictos en periodo de lluvias	92
Figura 21. Modelo de distribución potencial de conflictos en periodo de seca.....	93
Figura 22. ROC del modelo de distribución potencial de conflictos en periodo de seca	93
Figura 23. Modelo de distribución potencial de capturas en periodo de lluvias.....	93
Figura 24. Grafica ROC del modelo de distribución potencial de capturas en periodo de lluvia	94
Figura 25. Modelo de distribución potencial de capturas para el periodo de seca..	95
Figura 26. Grafica ROC del modelo de distribución potencial de capturas para el periodo de seca	95

RESUMEN

Dentro de la presente investigación se investigó la problemática presente dentro de los ejidos pertenecientes a la reserva natural Sierra de Zápaliname y en las colindancias del área urbana de Saltillo referente a la incidencia de interacciones humano – oso, esto utilizando datos históricos desde 1998 hasta 2022, esto datos proporcionados por la secretaria de Medio Ambiente del estado de Coahuila (Admin. 2018 – 2024) y Protección de la Fauna A.C. (PROFAUNA A.C). A partir de esta base de datos, se descartaron los tipos de interacciones que no contaran con cantidad suficiente para su análisis, quedando las interacciones de: Avistamientos Directos, Conflictos y Capturas a especímenes, los datos de dichas interacciones se analizaron usando los programas de Open Modeller 1.1.0 y ArcGIS 10.8, con dichos programas se analizó la autocorrelación con base a variables fisiográficas (Pendiente, altitud, curvatura, exposición. Cobertura de suelo y rugosidad) y a variables ambientales (Uso del NDVI Y NDWI), esto usando el programa Open Modeller 1,1,0, una vez realizado esto, se extrapolaron los datos a ArcGIS 10.8 para extraer los valores (Extract value tool) y usarlos en la herramienta Máquina de soporte vectorial (MVS) para generar mapas de distribución potencial que generen una representación gráfica con grados de probabilidad de incidencia de las interacciones Humano – oso dentro del área de estudio sujeta, estos mapas se crearon con dos versiones para cada interacción, una mostrando la probabilidad de ocurrencia dentro del periodo de lluvias y otro dentro del periodo “seco” dentro de la región, esto para los 3 mapas de los distintos tipos de interacciones tomados en cuenta dentro del estudio,, se pueden observar diferencias marcadas entre cada tipo de interacción, así como diferencias significativas de la incidencia de estas interacciones entre los periodos de lluvia y de temporada seca, esto a raíz del acostumbramiento de los úrsidos en la región a la comida de origen antropogénico y el mal manejo de residuos y actividades culturales de los pobladores de la zona.

Palabras clave: Oso negro, Distribución potencial, Interacciones Humano – oso negro, Mapas, Disponibilidad de Alimento, Áreas Ganaderas, Zonas Urbanas.

ABSTRACT

In the present research, the issue within the ejidos (communal lands) belonging to the Sierra de Zápaliname Natural Reserve and in the vicinity of the urban area of Saltillo regarding the incidence of human-bear interactions was investigated. Historical data from 1998 to 2022 provided by the Coahuila State Environmental Department (Admin. 2018-2024) and Fauna Protection A.C. (PROFAUNAA.C) were utilized. From this database, interaction types with insufficient quantity for analysis were excluded, leaving direct sightings, conflicts, and captures of specimens for analysis. Data on these interactions were analyzed using Open Modeller 1.1.0 and ArcGIS 10.8 programs. Autocorrelation was examined based on physiographic variables (slope, altitude, curvature, exposure, land cover, and roughness) and environmental variables (NDVI and NDWI usage). The Open Modeller 1.1.0 program was used for this purpose. Once completed, the data were extrapolated to ArcGIS 10.8 to extract values (Extract Value Tool) and use them in the Support Vector Machine (SVM) tool to generate potential distribution maps. These maps provide a graphical representation with degrees of probability of human-bear interaction incidence within the subject study area. Two versions of each map were created for each interaction type, one showing the probability of occurrence during the rainy period and another during the 'dry' period within the region, for the three maps of different interaction types considered in the study. The maps visually depict the habituation process of the species due to contact with human populations and areas of human productive activities (such as agriculture, livestock farming, and waste management). Marked differences can be observed between each type of interaction, as well as significant differences in the incidence of these interactions between rainy and dry seasons. This is attributed to the habituation of bears in the region to anthropogenic food and the improper waste management and cultural activities of the local residents

Keywords: Black bear, Potential distribution, Human-black bear interactions, Maps, Food availability, Livestock areas, Urban zones.

1. INTRODUCCIÓN

México es conocido como un país con innumerables paisajes y patrimonios naturales, esto a causa de la cantidad de ecosistemas y ambientes naturales dentro de sus fronteras (CONABIO, 2006), con esto, existen áreas de transición entre estos ecosistemas que albergan una gran variedad de especies de flora y fauna. Esto significa que, dentro del país, existe una conjugación de una innumerable cantidad de especies de flora, así como de especies de fauna, estas especies participan de forma armónica a través de cadenas tróficas y ciclos incorporados al ecosistema.

A su vez, dentro de México, existe solo una especie perteneciente a la Familia de los Úrsidos siendo este el Oso Negro (*Ursus americanus*), de esta especie se han descrito 3 subespecies (*Ursus a. eremicus* Merriam 1904, *Ursus a. amblyceps* Baird 1859 y *Ursus a. machetes* Elliot 1903; Hall 1981, Larivière, 2001). El oso es una especie fundamental en los ecosistemas del norte de México, dado que representa una especie sombrilla que influye en las dinámicas del ecosistema y las interacciones dentro de la vida silvestre en las diferentes áreas de distribución en las que este se encuentra, además, ésta es considerada una especie carismática por lo cual su representación y su existencia es reflejada de forma positiva dentro de los medios de información en las regiones donde este vive (NOM-059; SEMARNAT 2010).

Dentro de las características de la especie, la que más influye en sus hábitos y movimientos, es la dieta. Los hábitos de alimentación del oso negro se encuentran entrelazados de forma profunda con su comportamiento y en gran medida a los movimientos de este dentro de sus áreas de distribución natural, esto con base en que la especie es fundamentalmente omnívora y descrita como oportunista, lo que supone que su comportamiento y sus áreas de movimiento se verán fuertemente influenciadas por las fuentes de alimentación y la estacionalidad de estas fuentes que los individuos perciban dentro de sus áreas de distribución y serán estas las que dicten sus movimientos dentro de su nicho ecológico (Sierra-Corona *et al.*, 2005).

Lo que genera una necesidad de innovar en técnicas de prevención y manejo de oso negro dentro del contexto de los conflictos con poblaciones humanas, a raíz de una histórica modificación a las costumbres alimentarias del oso negro al momento de que estos individuos, identifican a las fuentes de alimento cercanas a las poblaciones y lugares de asentamiento humanas como fuentes de fácil obtención y ricas en grasas, lo cual orilla a la especie a un proceso de normalización (Habitación) que afecta sus áreas de distribución y sus movimientos dentro de dichas áreas. (Baruch-Mordo, 2014).

Por lo que es importante generar protocolos para el manejo de esta especie, dentro del contexto de manejo de fauna y los sistemas de acción en las instancias en el que se torna perjudicial un individuo depredador en relación a las actividades humanas, los países vecinos de Estados Unidos y Canadá, cuentan ya con líneas de acción para el manejo de esta especie, así como una extensa base de datos e investigaciones dirigidas a la comprensión e investigación de la especie (Spencer, R. D., *et al*, 2007).

En México, actualmente la cantidad de estudios y documentos relacionados con oso negro) se encuentran muy reducida en comparación con otras especies de vida silvestre (Lackey C. W. *et al.*, 2018), esto causa una falta de información precisa y detallada acerca de la especie, de esto deriva la falta de información a nivel local en la cual realizar inferencias dificulta el seguimiento de las especies dentro de sus áreas de distribución, a causa de esto se ve limitada la presencia de modelos geográficos relacionados con la especie, haciendo difícil el seguimiento de este dentro de periodos de tiempo específicos (Delfin-Alfonso, 2011).

Por este motivo, existe una necesidad de generar más conocimientos e investigaciones relacionados al tema expuesto y de esta forma, mejorar el contexto y el fundamento con el que se maneja y se rige la especie de forma práctica, política y de gestión dentro del país.

Actualmente los Modelos de distribución de fauna describen de manera asertiva los factores de movimiento, reproducción y cambios de población de las especies de fauna, estos son elaborados a partir de la inferencia de los factores que afectan de

forma positiva y negativa las poblaciones de especies de fauna silvestres y como estas interfieren en su ecología y en sus áreas de distribución, estos factores en conjunto con las características que componen el área de distribución en el que se desarrollan las especies son útiles para la elaboración de estos modelos y definir que comportamiento y movimiento se tendrán dentro de un periodo de tiempo predeterminado (Painter, *et al.*, 1999).

Para el caso del oso negro y las problemáticas causadas por el proceso de habituación de la especie a través de interacciones humanas, estos modelos serán de ayuda para describir posibles tendencias futuras y poder generar recomendaciones y acciones para prevenir conflictos e interacciones que puedan llevar a las personas o a los individuos de oso negro a riesgos a la integridad de los mismos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Obtener modelos de distribución potencial de interacciones Humano – oso en la sierra de Zápaliame, Coahuila. Para realizar propuestas de manejo y conservación.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la relación entre variables fisiográficas y las interacciones entre el oso, versus el ganado, áreas agrícolas y zonas urbanas.
- Determinar la relación entre variables ambientales y las interacciones entre el oso, versus el ganado, áreas agrícolas y zonas urbanas.
- Generar modelos de distribución potencial a partir de datos de presencia del oso y sus interacciones con variables fisiográficas y ambientales

2.3 Hipótesis

- Los registros de las Interacciones Humano – Oso en la región muestran una tendencia a incrementar el rango de distribución de conflictos dentro del área de estudio de la reserva natural estatal Sierra de Zápaliame, Saltillo, Coahuila.

3. LITERATURA CITADA (MARCO TEORICO)

3.1 Ecología, distribución, y manejo del Oso negro (*Ursus americanus*) en México.

Dentro del territorio Nacional, de forma histórica la biodiversidad siempre ha sido amenazada, donde la explotación y cambio de uso de suelo ha expuesto a las especies de depredadores dentro de los ecosistemas a una problemática de reducción de poblaciones, lo cual ha llevado a la extinción de ciertas especies, siendo el caso para el Lobo gris mexicano (*Canis lupus var. baileyi*) y, uno más relevante a este documento, el oso gris (*Ursus arctos horribilis*) estas especies fueron cazadas de forma furtiva dentro del país con el propósito de diezmar sus poblaciones para evitar las instancias de depredación en los sectores ganaderos (Leopold; 1959, SEMARNAT: 2012).

En los diferentes contextos sociales se percibe al oso como una fuente de conflictos o un animal problemático, lo cual dificulta su protección dentro de áreas remotas donde este puede ser objetivo de la caza ilegal o eliminado en represalia a los daños que este puede causar (Núñez Torres M.F., 2018).

Se ha dificultado el seguimiento a las poblaciones a través de los años dado que las características de distribución causan una gran dispersión de los individuos dentro de las áreas en las que habitan, así mismo su capacidad de adaptabilidad a diferentes entornos potencia la dispersión de los mismo haciendo difícil, el seguimiento actual de la especie y de las acciones para la conservación, restauración y manejo de la especie, la generación de nuevos mapas de distribución que ubiquen los límites del oso negro de forma actualizada. A causa de estos motivos es relevante la generación de nuevas bibliografías e investigaciones para poder llenar el vacío de investigaciones que existe con respecto a esta especie.

3.1.1 Datos Históricos.

Para los primeros asentamientos humanos dentro del norte de México, el Oso negro fue de gran influencia dentro del desarrollo de estos primeros grupos, dado que se encuentra representados dentro de pictograbados e imágenes rupestres dentro del área noreste del país; Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. (Valdez, R., y Ortega-S, J. A, 2014).

En México se realizaron campañas de erradicación de especies nocivas para la ganadería y la producción agropecuaria donde se incentivaba a los ejidatarios y propietarios de terrenos productivos a eliminar especies (tal fue el caso del Coyote y del Lobo gris) a cambio de una compensación monetaria por cada individuo depredador eliminado, a raíz de esto se vieron perjudicadas otras especies de mamíferos depredadores como daño colateral a estas campañas de erradicación (Leopold, 1959), por ejemplo el oso negro.

Esta práctica se llevó a cabo incluso a finales del 1990, causando significativos descensos en las poblaciones de oso negro, esto aunado con el cambio de uso de suelo, el avance de la frontera de la urbanización, el aprovechamiento forestal no regulado, la expansión de las áreas agrícolas, construcción de infraestructura, deforestación y explotación minera. Lo anterior ha resultado en casi extinción de la especie durante el final del siglo XX, quedando solamente relictos de poblaciones estables en las zonas montañosas de la Sierra Madre Occidental y Oriental, abarcando los estados de Chihuahua, Durango, Nuevo León y Coahuila siendo una especie con mayor presencia en el Noreste (Baker; 1956, Baker; 1958, Leopold;1959).

A pesar de esto, el declive de las poblaciones de oso negro en México se ha detenido a partir de la NOM-SEMARNAT-059-2015 (Norma Oficial Mexicana 059-SSA1-2015, 2010) en donde el Oso Negro se declara como una especie bajo protección especial.

Dentro de Coahuila, existen áreas con un desarrollo favorable de las poblaciones inmersas en las áreas geográficas de la Sierra del Carmen, La Encantada, Santa Rosa, y del Burro, esto debido a que dentro de estos relieves y cuerpos geográficos existen un hábitat que posee continuidad a través de la sierra con un excelente

estado de conservación, así mismo estas áreas se encuentran alejadas de poblaciones humanas que pudiesen perturbar este estado de conservación. (Doan Crider, 2003)

Actualmente existen un conjunto de factores que han permitido una recuperación a las poblaciones de oso, uno de ellos siendo que los ejidatarios y propietarios dueños de centro de producción ganadera han aprendido a convivir parcialmente con la presencia de estos depredadores. Esto gracias a la existencia de fondos de aseguramiento que compensan al productor por cada individuo de ganado que es depredado, dado que, con este aseguramiento, el productor ya no queda sin un ingreso para su economía. Otro factor que ha influido en una sana recuperación de las poblaciones dentro del estado de Coahuila, ha sido el establecimiento de grandes áreas de extensión territorial enfocadas para la conservación y manejo de la flora y fauna local, un ejemplo de esto es el área de protección del corredor biológico que existe entre el parque nacional Big Bend y el área de Manejo Black Gap en Texas (McKinney *et al*; 2006), con el sistema de sierras de el Carmen, La serranía del Burro, la sierra de Santa Rosa y la Encantada, esto protegiendo el recorrido y las áreas de distribución de la especie permitiendo que existe un flujo constante de movimiento de la especie a territorios con mayor disponibilidad de comida sin adentrarse a asentamientos humanos. Otro factor a mencionar es la cantidad de empresas mineras dentro del sector norte del estado que poseen áreas de influencia y áreas de compensación de sus actividades industriales las cuales permiten que la especie tenga refugios y áreas de cobertura donde estos pueden asentarse dentro de sus periodos de movimiento a través del estado de forma segura.

Esta recuperación en sus poblaciones ha propiciado que existan reportes de avistamientos de Úrsidos dentro de áreas que exceden sus rangos y distribución histórica, esto al sur de Texas donde antes sus avistamientos con la especie han sido esporádicos y de rara ocurrencia, y actualmente se plantea una población mayor dentro del estado (Onorato y Hellgren, 2001; Onorato *et al.*, 2004; Van Den Bussche *et al.*, 2009).

Dentro del estado vecino de Coahuila, Nuevo León, existe una diferente dinámica poblacional relacionada con el oso negro, esta especie se distribuye ampliamente en el estado, sin embargo, sus poblaciones declinaron quedando solo relictos en las áreas serranas y alejadas del estado (Leopold, 1959).

Actualmente en Nuevo León existe una mayor actividad de osos que sugiere poblaciones ya establecidas y en constante crecimiento, esta idea nace de las numerosas interacciones que se han visto dentro del área de la Sierra Plegada. Las interacciones no se han limitado a avistamientos directos, sino que existen ya reportes sobre depredación en áreas de producción agrícola y frutícolas, así mismo también existen avistamientos e información de avistamientos en el área norte del estado como Sierra de Picachos, Sierra de Gomas, Sierra de Bustamante y Sierra de Lampazos (Niño Ramírez, 1989; Juárez Casillas, 2006; Salgado *et al.*, 2005; Mijangos, 2009).

Para el estado de Tamaulipas, la presencia de oso negro nunca ha sido continua o constante (Alvares, 1963), solo se han visto de forma esporádica dentro de la reserva de la biosfera El Cielo y la sierra de San Carlos (Moreno Valdez *et al*, 2008). Existen registros que confirman su distribución en al sur, en la sierra Gorda, esta colinda con los estados de Querétaro y Guanajuato, encontrándose al punto más sur de la Sierra Madre Oriental (INE-SEMARNAP, 1999; SEMARNAP – CONANP, 2005; Doan Crider, 2009), confirmando que, si existe disponibilidad de comida, los individuos pueden desplazarse a los límites de sus áreas de distribución e incluso superándolas, tal fue el caso que se mencionó en el sur de Texas.

Dentro de las áreas de distribución que abarca la especie, existe una amplia diferencia ecológica dependiendo del lugar donde se desarrollan las poblaciones. Dentro de la Sierra Madre Occidental, existe un desarrollo y proceso de recuperación del hábitat de osos mucho más lento, a comparación de la Sierra Madre Oriental, existen registros históricos sobre la presencia de la especie en la década de 1950, estos se limitaban solo en avistamientos periódicos en los límites entre la cobertura y dosel arbóreo del bosque con las áreas de pastizales que cambiaron a un área de producción ganadera, aunque se cree que esta población

disminuyó a raíz de la influencia de los ganaderos locales, que diezmaron las poblaciones dentro del estado (Leopold, 1959). Por mucho tiempo se creyó que la especie quedaría extinta dentro de esta área geográfica, pero se tuvo reportes de presencia de la especie durante el inventario de mamíferos anual del año 1998 (Servín *et al.*, 2006).

Para el estado de Sonora, son casi nulos los avistamientos y reportes acerca de la especie, tanto de forma histórica como dentro del periodo actual en el estado, aunque existe una cantidad de avistamientos para el área de la Sierra de San Luis, esta se encuentra en las proximidades con el estado de Chihuahua, en esta área existe una configuración del bosque y de nicho con potencial para conservar una limitada población de individuos de oso negro dado que aquí se puede encontrar un bosque que ofrece alimento, refugio, cobertura, agua, los cuales lo hacen perfecto para la presencia de una población de la especie, aunado a lo anteriormente mencionado, las propiedades y extensiones territoriales dentro de esta área son destinados a la conservación, por lo que les brinda protección contra represalias de productores de ganado y supone un área de protección óptima para los individuos de esta especie (Vargas, 1997).

Es Chihuahua donde históricamente los osos han tenido una mayor presencia a comparación de los demás estados colindantes del norte, a pesar de esto, los encuentros e Interacciones Humano – Oso (IHO), se han mantenido en números muy restringidos limitándose a unos cuantos, en largos periodos de tiempo, esto inclusive en áreas donde el hábitat parece idóneo para la especie (Vargas, 1997). Las interacciones entre productores ganaderos e individuos Úrsidos se han seguido sin complicaciones gracias a la tolerancia de los productores hacia la especie, lo cual otorga a las poblaciones de cierta protección dentro de esta área del país.

A nivel nacional existe un mayor interés en el desarrollo, protección y manejo de la especie gracias a este aumento en las poblaciones y consecuentemente ha motivado a generar más acciones y programas en pro de la permanencia de las especies en sus áreas de distribución, esto tanto a nivel estatal como a nivel federal en los entes de gobierno y organizaciones. Por otro lado, existe la propuesta de

incluir a esta especie dentro del listado de especies óptimas para el aprovechamiento en áreas donde existan poblaciones abundantes, esto para manejar y tener mayor control y noción de las poblaciones de Úrsidos, así como para generar ingresos económicos a través de establecimientos de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) que compensen los daños producidos por los mismos. En un futuro próximo puede contemplarse el manejo de la especie con fin de la recuperación de poblaciones abundantes para un aprovechamiento sustentable.

3.1.2 Taxonomía.

La Familia Ursidae (Úrsidos) habitan de forma principal y con presencia en la mayoría de continentes a excepción de África y Oceanía, dentro de América, Europa y Asia existen representantes del género a pesar de las diversidades morfológicas que puedan presentar las diferentes subfamilias, dentro de las más representativas, encontramos a la Subfamilia Ursidae la cual se encuentra dentro del continente americano, abarcando los países de México, Estados Unidos y Canadá, del que se desprende el oso negro americano (*Ursus americanus*) y el oso gris o grizzly (*Ursus arctos horribilis*). Las principales teorías acerca del como el género *Ursus* llego al continente americano apuntan a un ancestro en común, el *Ursus minimus* el cual emigro de Europa a América a travesando el mar durante el invierno y una vez este se adentró en el territorio americano comenzó a crecer a causa de una adaptación evolutiva a este nuevo paraje (Apps, C, D; *et al*, 2006).

Dentro de la clasificación taxonómica, la Familia Ursidae se encuentra en la orden de los Carnívoros, esto dado que la dieta de la mayoría de géneros y especies de la familia son principalmente carnívoros, estos pueden ser Carnívoros estrictos (tal es el caso del oso polar (*Ursus maritimus*) u omnívoros con preferencia a la carne, pero no se les dificulta comer alimentos de origen vegetal (McLellan, 1994).

En todo el mundo existen 16 subespecies de oso, pero para el caso de México existen solamente 3 subespecies del Oso Negro; *Ursus a. eremicus* (Merriam 1904), *Ursus a. amblyiceps* (Baird, 1859) y *Ursus a. machetes* (Elliot 1903; Hall 1981,

Larivière, 2001). Hoy en día, a pesar del conocimiento de estas subespecies, solo existe un número limitado de estudios que se enfocan en la investigación y la rama genética por lo cual es difícil definir a ciencia cierta los límites geográficos de las 3 subespecie de oso.

Existe investigaciones donde se liga genéticamente a las poblaciones de oso negro en Texas con las poblaciones al Noreste de México, al ser similares en configuración genética con la subespecie *Ursus americanus var. eremicus*, esto podría vincularse al movimiento continuo por medio del corredor biológico que se forma entre la Sierra Madre Oriental con el Parque Nacional Big Bend y el Área de Manejo Black Gap en Texas, EU. (Onorato y Hellgren, 2001; Onorato *et al.*, 2004; Onorato *et al.*, 2006).

3.1.3 Distribución.

Dentro del continente, el oso negro representa una amplia distribución a comparación de otros miembros del género Ursidae ampliándose desde las tundras de Canadá y Alaska a la región central de México, esto de forma histórica, a pesar de esto, actualmente siendo su distribución menor a la que solía ser, gracias a las tareas de conservación y veda, este ha estado recuperando de forma paulatina sus áreas de distribución histórica (Figura 1).

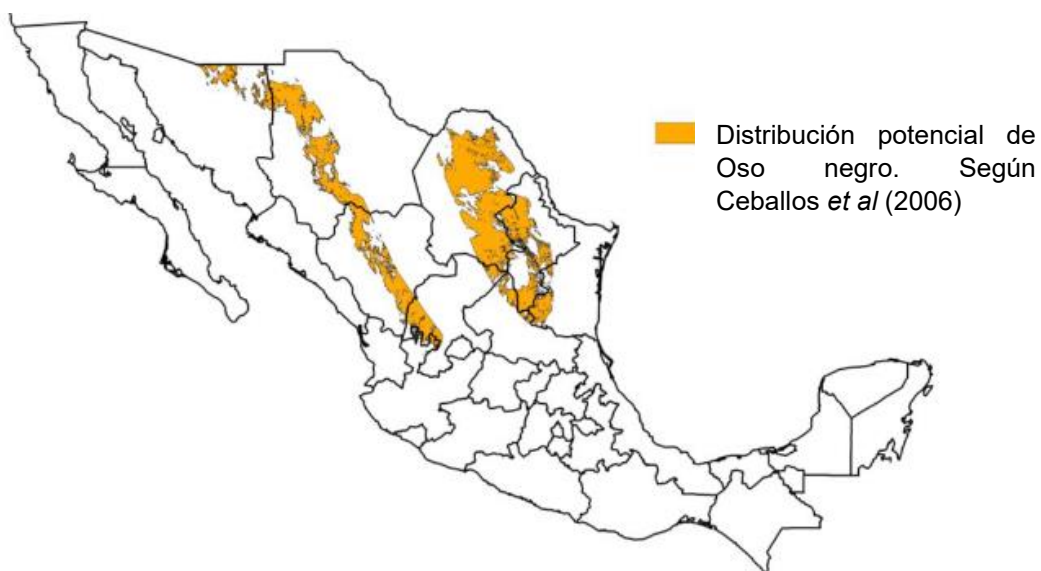


Figura 1. - Distribución potencial actual del Oso Negro en México (Ceballos et al., 2006).

A pesar de sus amplias áreas de distribución dentro de la Sierra Madre Occidental y Oriental, desde tiempo atrás se ha ligado la presencia de oso negro (*Ursus americanus*) con el bosque de Pino – Encino, aunque estos pueden estar en una variedad de bosques y áreas de transición de estos ecosistemas entre otros paisajes, las densidades de población de las especies pueden variar dependiendo de la existencia de bosques (Wooding y Ward, 1997). Las Áreas de baja precipitación como lo son los desiertos y zonas áridas no han sido una variable que afecte de forma negativa la dispersión y movilidad de las poblaciones de la especie, esto en gran parte debido a la disponibilidad de alimento y agua a partir de ranchos ganaderos dentro de estas áreas que sirven para mantener al oso con energía en su periodo de tránsito de áreas boscosas a otras áreas de bosque (Valdés R. *et al.*, 2014).

3.1.4 Descripción.

Siendo esta especie un exponente de la Familia de los Úrsidos, en México, los osos son de los carnívoros más grandes dentro del país midiendo un largo total entre los 150 a 210 centímetros con una altura a nivel del hombro en un rango de 50 a 90 centímetros. Así mismo, esta especie cuenta con un torso abultado cilíndrico, orejas pequeñas y redondas, así como una cola corta de igual forma, su sistema óseo y motor se ve adaptado a una noción de movimiento plantígrada (apoya el peso al caminar en los talones de sus patas al moverse), con una palma trasera que se diferencia de las extremidades delanteras, siendo estas más largas que anchas y las delanteras siendo de mayor anchura pero menos largas a comparación que las traseras, las garras son de tamaño significativo abarcando de 5 a 7 cm de largo, siendo de carácter no retráctil. El tamaño de la palma delanteras (para el caso de un adulto joven de 3 años) abarca un rango de 8.5 cm a 13 cm de largo y ancho, y el tamaño de las traseras abarca dimensiones de entre 15.7 a 22.5 cm de largo y de 11.3 cm a 12 de ancho (INE-SEMARNAP; 1999; McKinney y Delgadillo, 2004).

Dentro de las Características morfológicas de la especie, una de las más relevantes es el peso, un individuo macho adulto puede llegar al pesar alrededor de 160 a 210 kg, los adultos juveniles están en un rango de 80 a 130 kg. En el caso de las hembras, el peso es menor a comparación de los machos llegando a un peso de 40 a 70 kilogramos, aunque existen excepciones entre individuos. Entre ambos géneros se pueden percibir dimorfismo sexual en la configuración de las facciones del cráneo (McKinney y Delgadillo, 2004).

A pesar de las generalidades que el nombre indica, el oso negro (*Ursus americanus*) pueden encontrarse en una variedad de tonalidades de pelaje siendo el color negro el más común, pero no es raro encontrarlos con tonos cafés o marrones, canela grisáceo (e común dentro de la subespecie *U. a. machetes* dentro de la Sierra Madre Oriental), tonos negros con tonos moteados de gris o café. También existen diferenciaciones de tonalidades entre poblaciones y subespecies, esto en gran medida por la separación geográfica, las poblaciones en la Sierra Madre Occidental se caracterizan por tener más diversidad en tonalidades a diferencia de las poblaciones en la Sierra Madre Oriental (*U. a. eremicus*) las cuales se les caracteriza por poseer tonos negro oscuros, el pelaje es un importante indicador de la nutrición alimenticia de la especie, entre más balanceado y sano sea su alimentación, más vistoso y colorido será el pelaje del individuo en cuestión, esto se ha visto con poblaciones de la oso en la Sierra Madre Oriental provocando que su pelaje se torne de un color negro oscuro brillante, lo contrario pasa si existe una ingesta de alimentos antropogénicos, los colores comienza a ser cenizos y se pierde el brillo y la densidad del pelaje (McKinney y Delgadillo, 2004).

Al momento que los osos juveniles son destetados a los dos años de edad, estos comienza a moverse de forma independiente, lejos de la madre, a estos individuos es verlos con tonos marrones de pelaje y con un aspecto físico delgado dado que aún no se encuentran maduros, una vez estos crecen empiezan a cambiar de forma permanente el color de su pelaje, en ciertas ocasiones es posible observar líneas o parches de tono claro o blanco en el pecho formando un collar o líneas en esta área del cuerpo (Valdez, R., y Ortega-S, J. A, 2014).

3.1.5 Biología.

3.1.5.1 Dieta.

Se puede describir la dieta del oso negro como una dieta oportunista, esto debido a que se les caracteriza por ser depredadores omnívoros que comerán de las fuentes de alimentación que tengan disponibles, a pesar de ser depredadores, del 70% al 90% de su dieta se compone de alimentos de origen vegetal en relación a la comida de origen animal el cual representa solo un 10% de su dieta (Herrera González, 1999. Delgadillo, 2001; Mckinney y Delgadillo, 2004; Sayago y López. 2005; Rodríguez Martínez *et al.*, 2006, Juárez Casillas, 2006; Delgadillo *et al.*, 2007; Moreno,2008).

La dieta vegetal del oso negro (*Ursus americanus*) no difiere mucho entre poblaciones, dentro del listado de especies comunes de encontrar en su dieta, se encuentran: Piñones (*Pinus spp.*), Bellotas (*Quercus spp.*), Manzanita (*Arctostaphylos pungens*), Bayas de Juníperos (*Juniperus spp.*), Ciruelos silvestres (*Prunus spp.*), Tunas (*Opuntia spp.*), Nueces (*Juglans spp.*), en ciertas instancias cuando existen periodos de baja disponibilidad de comida llegan a consumir tallos blandos o cogollos de sotoles (*Dasyilirion spp.*), Vainas de mezquite (*Prosopis spp.*), flores de Yuca (*Yuca spp.*). En ocasiones llegan a consumir carne en forma de Cervatos de Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) o de Venado Bura (*O. hemionus*), Jabalí de collar (*Pecari tajacu*), así mismo, no es problema alimentarse de insectos, pequeños mamíferos o carroña, incluso existen momentos de conflictos con áreas de producción humana donde pueden llegar a depredar ganado vacuno, caprino, equino, aviario y porcino si tienen oportunidad (Niño Ramírez, 1989; Juárez Casillas, 2006; Salgado *et al.*, 2005; Salgado, 2007; Mijangos, 2009).

3.1.5.2 Reproducción.

La madurez sexual de las hembras de oso negro (*Ursus americanus*) llega tiempo después de que estas fueron destetadas, esto ocurre alrededor de sus 3 a 4 años

de edad y empiezan sus periodos de celo entre los meses de junio y julio durante la temporada de verano, una vez embarazadas, estas duran en gestación por un aproximado de 7 meses dando a luz en promedio de 1 a 4 crías, las hembras pueden dar a luz a un menor número de crías o eliminar los óvulos fecundados si existen limitantes en las disponibilidad de alimento o existen periodos de sequias, esto para condicionar el nacimiento de oseznos a instancias donde sea altas las posibilidades de supervivencia de las crías (Tsubota, T., Howell-Skalla, L., Nitta, H., Osawa, *et al.*, 1997).

Los oseznos nacen cerca del final del invierno, dentro de los meses de enero y febrero, estos al momento de nacer cuentan con un peso aproximado a los 250 gramos, todo esto sucede dentro de las madrigueras o refugios que poseen dentro de sus áreas de distribución, al nacer los oseznos tendrán que salir de la vagina de la hembra y moverse hasta encontrar uno de las mamas lactantes de la osa, en este proceso, las crías que llegan primero a las mamas, eligen cuales tengan mayor flujo de leche materna, esto influye en definir que crías tendrán mejor alimentación, y por ende, mejor desarrollo (Leopold, 1959; INE – SEMARNAP, 1999).

Al momento de crecer, los oseznos comenzarán a acompañar y seguir a la madre durante sus movimientos dentro de sus áreas de distribución, estos aprenderán de los hábitos de la madre y serán alejados de la mama para independizarse a los dos años de edad. Antes de esto, las crías estarán expuestas al periodo de vida con mayor mortalidad de su especie, siendo el principal depredador de estos, otros osos adultos que busquen eliminar a las crías de las hembras, para que estas puedan entrar en época de celo y estén a disponibilidad, así mismo eliminan crías de competidores para ellos poder establecer su progenie.

3.1.5.3 Hibernación.

Dentro de las áreas de alta altitud de la Sierra Madre Occidental y Oriental existe una marcada diferencia de horas luz y horas frio entre las estaciones del año, al

momento de existir un cambio de estos factores climáticos entre verano a otoño e invierno, las poblaciones de úrsidos empiezan a sentir este cambio y entran en un periodo de Hiperfagia, donde aumentaran su apetito y por consiguiente, su consumo de alimentación para posteriormente restringir y limitar sus movimientos durante los periodos más fríos del invierno, cabe aclarar que en México, las poblaciones de oso negro no realizan una actividad de hibernación como tal, en vez de esto, se limitan a reducir sus tasas de movimiento y aumentar sus periodos de sueño de forma no continua (Leopold, 1959). Esto para las poblaciones regulares de oso, en el caso de las hembras preñadas, estas alargan más sus periodos de sueño y se refugian de mejor forma en base a la severidad del invierno, estas empiezan a ser más activas después del nacimiento de sus crías lo cual se coordina con el fin del invierno.

Otro habito normal en las poblaciones es descender de las altitudes altas a sitios con mayor planicie o menores en elevación, donde los periodos de frio son menores y permanecer en refugios o echaderos más sencillos como áreas sin vegetación con abundante tierra o en áreas de pastizales debajo de doseles de árboles donde puedan permanecer protegidos y con cobertura (McKinney y Delgadillo, 2004).

3.1.5.4 Requerimientos de Energía.

La gran mayoría de acciones y actividades realizadas por los Úrsidos son destinados a la obtención de comida y a la búsqueda de fuentes de alimento, al final del invierno, la mayor parte de los individuos terminan con muy poca masa corporal lo cual los impulsa a empezar a buscar activamente alimento para reponer el peso perdido durante el invierno. Durante el verano, se ve un aumento en la disponibilidad de comida atractiva para los osos dentro de sus áreas de distribución, esto provoca un aumento en su alimentación previo al periodo de hiperfagia que sucede alrededor de inicios del otoño, siendo dos eventos separados, gracias a esto, ganaran masa suficiente para moverse dentro de sus áreas de distribución y enfocar su energía en la búsqueda de pareja dentro de la época de celo (Eagle y Pelton, 1983: Hellgren y Vaughan, 1988).

Las hembras, por su periodo de gestación y producción de leche materna para los oseznos, desgastan su grasa corporal y contenido de agua en el cuerpo para efectuar este gasto calórico, así mismo, la hembra con crías tendrá que desplazarse de forma más recurrente que los machos para buscar fuentes ricas de alimento para generar leche y encontrar alimento en abundancia para ella y sus crías (McDonald y Fuller, 2005). Durante el otoño, al sentir el cambio de estación, las poblaciones de oso entrar a un periodo de hiperfagia para aumentar su grasa y reservas de energía en preparación para el invierno (Beeman, 1975).

3.1.5.5 Requerimientos de Agua.

La relación entre las fuentes de agua y la presencia de oso negro (*Ursus americanus*) actualmente se encuentra poco investigada en México, existen referencias que indican que el oso puede requerir cantidades de agua equivalentes a siete u ocho litros diarios de ingesta de agua para mantener estable sus actividades diarias, esto involucra la presencia de cuerpos de agua como ríos, arroyos, presas, canales, riachuelos dentro de sus territorios, se les ha visto sumergirse y nadar en el agua para autorregular su temperatura durante las estaciones de primavera y verano cuando aumentan las temperaturas y las horas luz. Se plantea que la disponibilidad de agua puede ser un factor para la limitación en la distribución del oso negro en algunas regiones donde no se ha recuperado su distribución histórica, esto a causa de los escasos y las sequias que han secado los cuerpos de agua temporales dentro de estas regiones, aunque no se plantea que sea un factor determinante que controle la densidad de la especie (Rogers, 1993).

Dentro de México, las áreas con mayor presencia y avistamientos de osos se asocian con áreas y regiones con presencia de Bosque de Pino – Encino, así como ambientes con alta densidad forestal, esto debido a que existe una mayor cantidad de precipitación y conservación de humedad en comparación a las áreas con planicies y pastizales con poca a nula cobertura, precipitaciones más bajas a comparación de los bosques, y temperaturas más altas (Sollmann, R., *et al* 2016).

Existen avistamiento y presencia de osos en áreas desérticas y semiáridas con uso de suelo relacionado a la producción ganadera y de fauna silvestre, aunque esto puede deberse en gran parte a la presencia de bebederos y fuentes de agua artificiales usadas para las actividades de hidratación de ganado y de fauna con fines cinegéticos, ya que esta es aprovechada por los osos durante sus movimientos de dispersión (Yancey II., *et al* 2023).

3.1.5.6 Comportamiento.

Una de las características más relacionadas al oso negro (*Ursus americanus*) en avistamientos y conflictos, es que los machos son siempre vistos por su cuenta y sin compañía, esto no es raro dado que la vida de los Úrsidos suele ser solitaria la mayor parte de su vida (Rojas, B. J. M. R. 2023), los osos a lo largo de su vida evitarán realizar interacciones con otros osos. Durante las épocas de reproducción, las hembras solo se aparearán con los machos dominantes y permanecerán juntos una cantidad limitada de días con el único propósito de reproducirse. Existen momentos en los que se puede encontrar a varios individuos de la especie congregados, esto pasa cuando existen fuentes de alimentación con abundancia de comida, cuando esto sucede, los individuos podrán tolerarse y compartir espacio para alimentarse, algo similar pasa cuando existen épocas de sequía o con altas temperaturas, donde se juntarán en cuerpos de agua para termo regularse o simplemente tomaran agua (Valdez, Raúl, Ortega-S., Alfonso, 2014).

En contraste, los oseznos durante su periodo de cría con la madre, será usual ver a las crías juntas jugando o simulando peleas en áreas despejadas del dosel del bosque de pino – encino. Las interacciones entre hembras con crías y osos Machos adultos escasos, en estas circunstancias, las hembras se tornarán agresivas en contra de los machos adultos con tal de proteger a sus crías, esto generalmente culmina en uno de los dos evadiendo la confrontación, las crías durante estos conflictos treparán árboles para resguardarse de los machos y evitar ser depredados (Valdez, Raúl, Ortega-S., Alfonso, 2014).

A su vez, existen interacciones entre machos adultos, estos suceden comúnmente por peleas por territorio o por hembras dentro del periodo de celo, los osos demuestran agresividad al golpear y chasquear sus mandíbulas, erizar su pelaje, y se les ha observado agachar la cabeza para luego abalanzarse sobre el individuo por el cual se sienta amenazado, también tienden a correr y pararse a medio camino cuando están frente a estas situaciones. Los individuos más jóvenes prefieren evadir la confrontación o esconderse o tomar refugio en los árboles, los úrsidos particularmente son diestros trepadores y no tienen problemas para escalar árboles o cualquier estructura presente dentro de su entorno (Powell, R. A., *et al*, 1997).

Existen comportamientos particulares que son difíciles de interpretar y que son comunes dentro de las áreas de distribución de los osos, la presencia de ramas rotas en veredas y caminos hechos por la fauna, marcas de mordidas y rasguños en ramas, arboles, son signos de presencia de estos dentro de sus áreas de movimiento (LeCount, 1986; McKinney y Delgadillo, 2004). También suelen tallar sus espaldas en arboles dejando dañada la corteza de estos con restos de su pelaje entre la corteza restante del árbol, esto aparentemente para marcar su territorio y dejar su esencia marcada para que otros osos identifiquen sus territorios (McKinney y Delgadillo, 2004). Fundamentalmente el Oso Negro (*Ursus americanus*) es de hábitos diurnos teniendo la mayoría de sus actividades durante el día y durante el crepúsculo, la actividad crepuscular aumenta si estos identifican presas potenciales como cervatos de venados, jabalíes o alguna especie de mamífero pequeño dentro de sus áreas de movimiento, estos pueden llegar a moverse durante la noche si identifican fuentes de alimento antropogénicas como corrales de ganado o aves, áreas de cultivo, dado que esperaran a que baje la actividad humana durante la noche donde procederán a acercarse y consumir de estas fuentes de alimento sin alertar a las personas o habitantes del lugar.

3.1.5.7 Ámbito Hogareño

Es importante para el establecimiento de la especie dentro de un territorio, la prevalencia de recursos básicos como agua, fuentes de alimento, cobertura y espacio, estas variables influirán en la presencia y permanencia del oso negro dentro de un área o en sus tasas de movimiento a través de una extensión de territorio. Dentro de México sus áreas territoriales son comparables a las que tienen las poblaciones dentro de Estados Unidos llegando a tener una extensión máxima de 120 km² a mínimo un área de 30 km², sus tasas de movimiento pueden llegar a los 55 Km por día, esto en el caso de los individuos macho de la especie, las hembras poseen un rango de territorio de 10 a 30 km² (Powell *et al.*, 1997; Costello *et al.*, 2001, Doan Crider, 2003)

Existen estudios en el estado de Sonora donde se analizaron áreas territoriales de individuos macho de oso negro (*Ursus americanus* var. *amblyceps*) donde el macho dominante tenía un rango de 345 km² y un macho joven obtuvo un área de 474 km² (Rodríguez Martínez *et al.*, 2006), se llegó a la conclusión en este estudio, que las tasas territoriales pueden tener variaciones y cambios a partir de factores ambientales y la misma condición del nicho que ofrezca el sitio que ocupa la especie en un sitio, este territorio es posible verlo traslapado con el territorio de otros individuos, estos pueden ser adultos no dominantes, adultos jóvenes y hembras dentro de la misma extensión de territorio, aunque es posible las interacciones entre los individuos mencionados, estos evitaran encontrarse o interactuar entre ellos (Roger y Allen, 1987; Doan Crider, 2003; Powell *et al.*, 1997; Auger, 2003)

3.1.5.8 Densidad.

Existen muchas variables que influyen de forma coexistente a la formación de un hábitat y a la densidad que puede manejar este hábitat en cuestión, por este mismo motivo existen diferencia entre las áreas en las que se han encontrado poblaciones

de oso negro. En la región norte del continente es posible encontrar densidades de 0.77 Ind/Km² en regiones con abundante cobertura arbórea forestal continua a densidades bajas de 0.007 a 0.009 Ind/Km² en regiones con presencia de matorral microfilo característico de las planicies y zonas áridas o semiáridas (McKinney y Pittman, 2001; Onorato y Hellgren, 2001).

Actualmente dentro del territorio mexicano, los estudios poblacionales son escasos, esto por la falta de recursos que apoyen los proyectos o la dificultad misma que presenta la especie para el levantamiento de muestreo siendo una especie muy dispersa; sin embargo se tiene el antecedente en el estado de Coahuila del estudio de población llevado a cabo de forma extensiva (Doan Crider, 1995) el cual generó resultados de densidades de oso de 0.72 Ind/Km², esto dentro de la Serranía del Burro, considerándose una de las densidades más altas registradas dentro de la región Norte del Continente Americano, después de este estudio, se realizaron más muestreos en años posteriores que resultaron en densidades en esta misma área de estudio de 0.62 Ind/Km² (INE – SEMARNAP, 1999) resultado semejante al realizado por Doan Crider (1995).

Dentro del Estado vecino de Nuevo León se realizaron estudios poblacionales para la especie dentro de la Sierra de Gomas y la Sierra de Milpillias en la región Noroeste del estado, por medio del monitoreo de la fauna a través de cámaras trampa obteniendo resultados de 0.11 Ind/Km² (Salgado *et al.*, 2006), dentro de este mismo estado, se realizó investigaciones usando métodos de colecta y análisis de ADN no invasiva que llegó a estimar densidades de 1 Ind/Km² (Mijangos, 2009). A pesar de los estudios anteriormente mencionados, las poblaciones de la Sierra Madre Oriental aun poseen diferencias entre poblaciones y no existen más estudios actualizados acerca de las poblaciones dentro de esta área geográfica, así mismo aun no existen estimaciones exactas para las tasas de población y densidades de oso negro (*Ursus americanus*) dentro de la Sierra Madre Occidental dado que ha sido poco analizadas, las aproximaciones más cercanas se llevaron a cabo en la sierra de San Luis en el estado de Sonora dando como resultado densidades de 0.069 (+- 0.07) Ind/Km² (Sierra Corona *et al.*, 2005).

3.1.5.9 Productividad y Reclutamiento.

La productividad y tasas de reproducción dentro de las poblaciones de oso negro son relativamente bajas comparándolas con las tasas reproductivas de otras especies de vida silvestre, esto tiene raíz en la baja natalidad de oseznos por hembra (llega a ser de 1 a 4 si es madre primeriza) y en la alta mortalidad que tienen los oseznos (Leopold, 1959; Costello *et al.*, 2001). Después de la primera gestación, el número de crías por parto puede variar entre 1 a 3, llegando a dos normalmente después de los 5 años de vida de la hembra. Es importante tomar en cuenta que la viabilidad de la gestación y la productividad de las hembras de la especie está intrínsecamente relacionada con la disponibilidad de fuentes de comida, así como el estado nutricional del individuo (Jonkel y Cowan, 1971; Elowe y Dodge, 1989; Costello *et al.*, 2001).

3.1.5.10 Supervivencia y Factores en la Mortalidad.

Dentro del ciclo de vida del oso negro este tiene que atravesar dos etapas donde se encuentra sumamente vulnerable y correrá riesgo de ser depredado por otros depredadores como el puma (*Puma concolor*), el gato montés (*Lynx rufus*) o el coyote (*Canis latrans*), o inclusive depredado por un miembro de su misma especie, el momento donde dejan el refugio y siguen a su madre durante sus movimientos diarios y el momento donde son destetados por la madre, son puntos de suma vulnerabilidad para la especie dado que estas instancias se encuentran en desventaja dado que no han aprendido lo suficiente en estos puntos de su vida y se vuelven presa fáciles para otros depredadores dentro de su hábitat.

Se tienen registro de altas tasas de mortalidad en el norte del continente americano a raíz de la depredación de oseznos por parte de Machos adultos y la mortalidad natural que presenta el independizarse de la madre (LeCount, 1987). Para el Caso de México, dentro de Coahuila y el área de la Serranía del Burro la supervivencia de individuos de oso negro (*Ursus americanus*) ha tenido variaciones donde se

estimó que las hembras de la especie poseen una tasa de supervivencia de 0.94, 1,0 para los machos de la especie y un 0.80 para los oseznos (Doan Crider, 1995; Doan Crider, 2003).

En México, se han mantenido relativamente bajas las tasas de mortalidad a comparación de las tasas de mortalidad de poblaciones en Estados Unidos o Canadá, esto nos da una idea de la condición favorable que existen en México del hábitat para la especie y como estas condiciones han contribuido a un desarrollo y crecimiento favorable de las poblaciones de la especie en territorio mexicano a áreas donde antes era improbable observar esta especie.

Después de la Mortalidad natural de la especie, uno de los mayores factores que han limitado el crecimiento de las poblaciones en forma histórica, ha sido la cacería furtiva o los osos eliminados como represaría al daño que generan los osos de forma ocasional al sector ganadero, otra causa de muerte considerable es el atropellamiento de los especímenes al intentar cruzar áreas concurridas como carreteras durante la migración de los individuos al buscar fuentes de alimento (SEMA COAHUILA, 2018), Aunque principalmente la causa de muerte más relevante para la vida de los osos, sigue siendo la depredación por parte de osos adultos a los oseznos (Leopold, 1959; LeCount, 1987).

3.1.5.11 Amenazas y Estatus actual de las Poblaciones.

Históricamente, desde que las poblaciones humanas comenzaron a extenderse y abarcar áreas naturales para sus actividades productivas, se han visto afectadas por la fauna y la vida silvestre de lugar, esto no es excepción cuando se trata de los mamíferos depredadores que existen en la región. Para los depredadores es inverosímil que puedan diferenciar un animal domesticado para el uso del humano a una presa en su hábitat natural, la única diferencia es que el animal domesticado permanece encerrado y su depredación es mucho más fácil que la presa dentro de

su medio natural, esto es lo que pasa al momento de tener evento de depredación dentro de las áreas pecuarias.

De las principales amenazas para la permanencia y estabilidad de las poblaciones de oso negro en México, son las interacciones con los seres humanos, es común ver conflictos generados por la depredación de ganado que alientan a los dueños de estos centros productivos pecuarios a tomar acciones en contra de la especie, lo cual puede llegar a terminar eliminando al espécimen, a pesar de que la cacería furtiva es ilegal y el oso está clasificado como una especie de protección, esto no evita que personas tomen acciones en contra del Oso a causa de la protección de los intereses de particulares.

Este panorama ha cambiado al pasar de los años, aunque hoy en día existen diferentes tipos de problemáticas, al ser el oso considerado una especie carismática, es decir, una especie animal popular dentro de los medios de comunicación, el interés de estos por parte de la sociedad ha crecido y causado más revuelo a la población cuando existen apariciones de la especie dentro de medios de comunicación o redes sociales, esto ha traído un fenómeno particular.

Debido al incremento de poblaciones en la especie, estos han sido vistos cerca de la periferia de las ciudades, lo cual intriga a los ciudadanos de dichas urbes y, en un sentido de "deber", las personas llegan a tolerarlos, e incluso a extremos de alimentarlos y ofrecerles agua, esto es contraproducente dado que los Úrsidos, son especies que se rigen por el estómago y su comportamiento se adapta a donde existen fuentes de alimentación, es decir, empezaran a identificar fuentes de comida y empezaran a dirigir su movimiento, establecimiento y actividades cerca de dichas fuentes, esto causara que el oso empiece una cadena de habituación, lo cual acostumbra poco a poco al entorno donde existen estas fuente de alimento, este entorno incluye la presencia humana y el entorno humano, lo cual, ha derivado en conflictos. Una vez que el oso asocia las fuentes de alimentos con las personas y el entorno humano, este empezara a recurrir de manera frecuente a los lugares que asocio con la comida (Casas, departamentos, edificios, colonias, basureros, etc.) y dejara atrás su entorno natural, dado que el alimento que consigue dentro del

entorno humano es más vistosa, contiene más grasas y hay poco desgaste calórico en conseguir dicho alimento, esto ha causado conflictos que han llevado al espécimen de oso que se acostumbra a una dieta a base de comida de origen antropogénico, a ser capturado y reubicado.

Al ser reubicado el espécimen de oso, este no presentara regresara a sus áreas de distribución natural, dado que ya está acostumbrado y su comportamiento ya se adaptó al entorno humano, lo cual los alienta a volver y reincidir causando conflictos al regresar a la fuente de alimento. Este es un problema común de ver en la región noreste del país, dentro de las regiones de Coahuila y Nuevo León, las dependencias de gobierno realizan tareas de prevención y manejo de conflictos con esta especie para evitar el proceso de habituación al momento que existen conflictos e interacciones humano – oso dentro de las áreas urbanas próximas a las áreas naturales donde residen las poblaciones de Oso negro (*Ursus americanus*).

Otro factor importante que ha causado problemáticas para las poblaciones de oso, han sido el establecimiento de infraestructura de comunicaciones, la formación de caminos y carreteras dentro de espacios anteriormente forestales ha causado atropellamientos en individuos de osos que atraviesan estos caminos en sus periodo de migración entre sierras, esto también involucra un peligro a los automovilistas dado que esta especie posee una masa corporal y un peso considerable, provocando que un accidente automovilístico donde el oso forme parte de, tenga la posibilidad de volverse fatal de igual forma a los pasajeros y ocupantes del auto dentro del accidente.

El problema más evidente y del cual forman parte las situaciones mencionadas, ha sido el cambio de uso de suelo y el avance de la frontera humana expandiéndose la industria agrícola, ganadera y urbana, así como la construcción de redes de transporte, represas, explotación minera y redes eléctricas, así como plantas generadoras de energía. El cambio de uso de suelo que causan estas edificaciones genera una disminución de área de distribución de hábitat de las poblaciones y una reducción de la calidad de las áreas remanentes a causa de la fragmentación de estos ecosistemas, esto se suma a los constantes desastres naturales que azotan

la región noreste del país, como lo son las sequias y los incendios forestales los cuales han generado pérdidas de 454,794 hectáreas de bosque de pino – encino (SEMARNAT, 2008).

Dentro del contexto mundial, los osos no han sido considerados como una especie en peligro de extinción según la lista roja de especies amenazadas (IUCN, 2009), pero si no se maneja de una forma responsable el territorio donde este tiene sus áreas de distribución, fácilmente puede llegar a afectar de forma negativa la especie provocando un declive en las poblaciones y dirigir a la especie de nuevo a un estado donde la especie puede llegar a estar amenazada.

De las diferentes poblaciones en México, solo la subespecie *U. a. eremicus* está clasificada como especie en peligro de extinción, a excepción de la población que reside dentro de la Serranía del Burro la cual se clasifica como en estado de protección especial (Norma Oficial Mexicana NOM – 059 – SEMARNAT – 2010). Las otras dos especies siguen a la espera de ser incluidas dentro de esta norma.

3.1.5.12 Manejo de la Población.

Una de las variables más importantes que definen las necesidades de las poblaciones de oso negro en México, es la necesidad de espacio y extensiones territoriales, esto es fundamental dado que cada individuo necesita un área donde establecer un territorio propio y dentro de este, desarrollar su nicho ecológico, esto es indispensable dado que de esta forma las poblaciones pueden desarrollarse de forma plena, asegurando su variabilidad genética a través de la reproducción provocando tasas de natalidad solo si existe disponibilidad de recursos, por esta razón es de suma importancia las labores de Mantenimiento, manejo y desarrollo, así como las evaluaciones a las poblaciones y áreas naturales en las que se encuentren las poblaciones de esta especie, todo esto encaminado a la estabilidad poblacional a nivel regional (Roger, 1993; Rudis, 1995).

Según diversos estudios, para una correcta reproducción y viabilidad genética de las poblaciones, si se considera una población de entre 50 a 100 individuos de la especie, a esta cantidad le corresponden de un 30% a 40% en proporción de sexos y un área vital en un rango entre 288 a 385 Km², para que pueda existir una estabilidad en las tasas de población tomando en cuenta la existencia de generaciones que siguen a la población original (Shaw, 1985; Roger y Allen, 1987).

Cabe mencionar que la calidad del hábitat y el ámbito territorial de cada individuo puede tener variaciones en base a las estaciones dado existen fluctuaciones de la disponibilidad de alimentos debido al cambio de condiciones climáticas por el cambio de estaciones. Esta línea de trabajo es idónea para empezar a proyectar planes de trabajo para la especie, aunque se dificulta a causa del estatus de especie en peligro dentro de la normatividad mexicana lo cual dificulta el trabajo con la especie y genera un sesgo en el conocimiento acerca de las áreas de distribución y condiciones poblacionales del género. Para aumentar estas oportunidades de trabajo, conservación y manejo de la especie es vital la creación de estudios e investigaciones que muestren evidencia de la especie es viable a poder manejarla de forma segura sin comprometer sus tasas de población.

Actualmente las únicas poblaciones estables que serían viables para aprovechamiento sustentables son las existentes dentro de la Serranía del Burro en la región Norte del estado de Coahuila, esto bajo condiciones de monitoreos constantes, muestreos y delegar límites en su manejo y aprovechamiento extractivo, esta área abarca una extensión de 3,600 Km² de hábitat potencial para el desarrollo de la especie, esta área es voluntariamente vigilada y protegida por propietarios y ganaderos colindantes al área, los cuales ha contribuido a la recuperación de la especie (Doan Crider, 1995; Doan Crider, 2003).

Una de las problemáticas que más dificultan las labores de manejo y restauración de la especie son los costos derivado del monitoreo intensivo que implica mantener información actualizada de las poblaciones, dado que su comportamiento poblacional provoca que se requiera una gran cantidad de recursos para monitorear las grandes extensiones territoriales en donde estos residen, esto también obliga a

los investigadores a innovar en técnicas de monitoreo, como las trampas de pelaje para capturar muestras de ADN o monitoreo con cámaras trampa accionadas por sensor, estas técnicas remplazan los métodos tradicionales que requieren la captura y liberación de los especímenes vivos que pueden llegar a causar daño y estrés al individuo al momento de manejarlo. En este sentido, se observa la imperiosa necesidad de contar con personal especializado, así como infraestructura adaptada para las labores específicas que son requeridas para la investigación de esta especie, todo esto sin mencionar la inversión requerida para establecer los recursos mencionados, que históricamente no se suele brindar este tipo de apoyos al sector ambiental por parte de los entes de gobierno en México. Esto limita la investigación y la obtención de resultados que impulsen el desarrollo de planes de manejo para la especie (Valdez, R., y Ortega-S, J. A, 2014).

3.1.5.13 Requerimientos del Hábitat.

Dentro del país, el oso negro ocupa una gran variedad de paisajes y ecosistemas al que este se encuentra adaptado a sobrevivir y establecer sus poblaciones, desde zonas áridas y semiáridas hasta bosque de pino – encino con áreas de transición con pastizales, históricamente la especie y sus áreas de distribución histórica se han encontrado siempre ligadas a las áreas de alta montaña y bosques templados, particularmente se ha observado que la especie prefiere espacios con presencia de claros dentro del dosel forestal así como áreas de transición de este ecosistema con otras configuraciones de vegetación y asociaciones vegetales, esto a raíz de que estos ambientes con alta variación de vegetación ofrece una variedad de fuentes de alimentación a través de las diferentes estaciones y climas dentro del año, ofrece cobertura y espacio donde establecer refugios y fuentes de disponibilidad de agua, tanto en forma temporal como permanente (Roger, 1987; Powell *et al.*, 1997; Auger, 2003).

Es conocido que los bosques con rangos amplios de diversidad de especies forestales y alto rendimiento de frutos y semillas (Ej., piñones, nueces, bellotas, etc.)

han influido de manera directa al desarrollo de las poblaciones de la especie de tal forma que esto ha impactado en sus patrones de movimiento, tasas de reproducción y tasas de sobrevivencia dentro de las áreas de distribución que tiene la especie dentro del país (Leopold, 1959; Hellgren, 1993; Costello *et al.*, 2001).

Una característica fundamental de los hábitats donde es común encontrar poblaciones en desarrollo de osos, es la relación que existe con el bosque de Pino – encino, esto se ve de forma frecuente en ambas de las serranías principales del norte del país (Sierra Madre Occidental y Oriental), e inclusive en áreas de chaparral y matorral submontano – rosetófilo, donde a pesar de que no existen bosques dentro de estas inmediaciones, las áreas de alta montaña ofrecen un dosel de bosque con alta diversidad de listado de especie vegetales, esto es necesario para la permanencia de la especie en territorio mexicano. (Valdez, R., y Ortega-S, J. A, 2014),

Dentro del contexto nacional, la modificación de hábitat es algo difícil de realizar de forma directa, una alternativa a esto, es realizar un enfoque de acción indirecto para las áreas donde de forma colateral se han beneficiado las poblaciones de oso negro (*Ursus americanus*), como lo ha sido el sector agropecuario, donde la especie se ha beneficiado del control de la caza ilegal y del incremento de fuentes de disponibilidad de agua para ganado o herbívoros que el oso ha aprovechado para obtener fuentes prácticas de obtención de agua.

Este beneficio también se ha obtenido de forma indirecta al establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) que trabajan con poblaciones de Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) donde se les da suplementos alimentación y fuentes de alimento, que el oso aprovecha y obtiene nutrientes de estas fuentes. Esto no debe remplazar los componentes que integran la dieta del oso negro, por lo cual la mejor técnica para preservar y incentivar el crecimiento de las poblaciones de los úrsidos en México, siempre será la conservación de extensiones territoriales de su hábitat para garantizar la diversidad

de alimento dentro de estas áreas, a través del año (Valdez, R., y Ortega-S, J. A, 2014).

El manejo de bosque es un proceso indirecto que impacta de gran forma a los hábitats del oso dentro del país, actualmente la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), quien se encarga de regir y supervisar los aprovechamientos forestales y el manejo forestal ha efectuado cambios en recientes años para mejorar las prácticas de manejo forestal en México y considerar la protección de hábitat de fauna silvestre dentro de los planes de aprovechamiento para minimizar el impacto de estos dentro de los bosques de México, esto considerando que la especie se beneficia de los aclareos dentro del bosque lo cual permite el establecimiento de una variedad de pastizales, lo cuales proporcionan nutrientes a la dieta de la especie, esto marca prácticas que son compatibles con los nichos de las especies de vida silvestre.

Así mismo la especie puede coexistir con las actividades ecoturísticas que existan dentro de los estados con poblaciones en desarrollo de la especie, esto es posible si se consideran practicas seguras para asegurar la conservación y el cuidado de los especímenes de oso negro. Un ejemplo de esto son las áreas de acampado teniendo en cuenta reglas para garantizar la coexistencia y las practicas segura de acampado dentro de áreas naturales donde exista presencia de oso negro de tal forma que se prevenga la formación de conductas que habitúen al oso a la presencia humana y existan límites para salvaguardar la integridad del oso y de las personas dentro de un mismo espacio (Valdez, R., y Ortega-S, J. A, 2014).

Es importante que en México se actualicen, de forma continua, las perspectivas sobre las acciones de manejo de la vida silvestre y investigación de estas, con el fin de llevar estas prácticas a un enfoque donde es posible un aprovechamiento, desarrollo y protección de la especie con el fin de garantizar la permanencia de esta especie. Por ello es necesario el generar conocimientos e investigaciones que brinden información útil para el manejo de la especie y de esta forma brindar planes de manejo integrales para el desarrollo y crecimiento de la especie, así mismo, una vez logrado el generalizar la estabilidad del oso en México, es posible generar

planes de manejo que contemplen el aprovechamiento extractivo sustentable (esto a través de la figura de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre) de la especie como medio para mitigar los daños y pérdidas económicos que ha sufrido a causa de la especie dentro de áreas de producción agropecuarias ofreciendo una solución que beneficiaría ambas perspectivas, a los productores generan ganancias monetarias para solventar la prevención y patrimonio contra los eventos de depredación y a las poblaciones al generar un interés económico que solvente el crecimiento de las poblaciones, la investigación de la especie y la mejora continua de prácticas para lograr la permanencia de las poblaciones a través del tiempo.

3.2. Aplicación de la Teledetección para la vida silvestre.

3.2.1 Que es la teledetección.

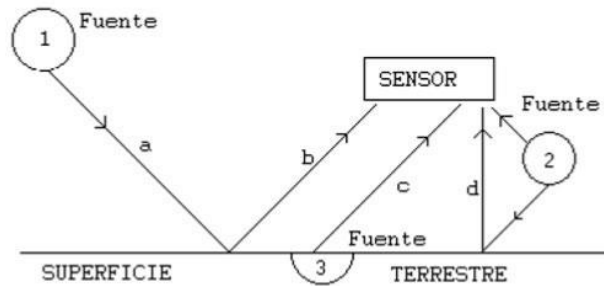
Para el estudio de la fauna silvestre y el registro de las actividades poblacionales en México, siempre se ha visto necesaria el uso de herramientas para el monitoreo y estudio, de estas herramientas, de las más importantes ha sido el uso de mapas y sistemas de información geográfica (SIG). Los SIG son útiles para entender los patrones de movimiento y comportamiento geoespacial de las poblaciones fauna silvestre en un territorio predeterminado. En la actualidad, el uso de los SIG y los sistemas de posicionamiento geográfico, un ejemplo de ello, es el uso de GPS (Global Positioning System) en collares satelitales funciona para la ubicación en tiempo real de la fauna silvestre y en conjunto con técnicas de percepción remota es viable el determinar los factores que influyen en la presencia o ausencia de los organismos.

El concepto de sensor remoto se refiere a las técnicas y métodos para la obtención de información de un área definida a partir del uso de herramientas a distancia sin influir en el territorio de forma directa, esto a través de una percepción remota área (Lillesand y Kiefer, 1994). Un sensor remoto, que está al alcance de toda la

población, es nuestra percepción de la visión, siendo el ojo humano el sensor remoto, y nuestro cerebro, el medio por el cual se procesa la información que capta el sensor remoto, este se ve delimitado en la obtención de información puesto que nuestro conocimiento sobre los rubros de geografía, edafología y ciencias necesarias para la recolecta de información de una imagen se ve limitada a partir del rango de conocimiento que tenga cada individuo, hace que este sensor remoto sea el menos eficiente al tratar con áreas de investigación y análisis de datos, por ellos para esta tarea, los sensores remotos más utilizados y prácticos suelen ser aquellos que poseen sensores de amplio espectro encontrado en satélites o aeronaves.

El proceso de captura de información se compone de elementos; una fuente de energía, sistema de comunicación entre el sensor y el sistema que analizara los datos, las interacciones entre el sistema de captura de datos y la energía existente del mundo al momento del proceso, el intercambio de información, la detección energía de diferentes espectros electromagnéticos, el análisis de los datos obtenidos y su interpretación, y finalmente, la formación de productos y representaciones graficas con resultados útiles para las personas.

Para ejemplificar este proceso de forma más gráfica, hay que tomar en cuenta este proceso dentro de los satélites que orbitan la tierra, estos captaran la energía del sol, que rebota sobre la superficie terrestre, esta misma al rebotar sale dirigida de nuevo a la atmosfera donde el satélite (Sensor remoto) es el encargado de capturar y registrar esta energía proveniente de la superficie terrestre, cabe aclarar que la energía al momento de impactar la superficie de la tierra, se divide en dos destinos, uno siendo el rebote donde sale disparado a la atmosfera y otra es siendo absorbido por la superficie terrestre y convirtiéndose en calor. Este evento es demostrado a causa del teorema de la conservación de energía, la cual tiene como fundamento, que la energía (En este caso, la energía electromagnética) no se pierde, sino que solo se transforma, Figura 1.1)



- a.- Radiación incidente.
- b.- Radiación reflejada.
- c.- Radiación emitida.

Figura 2. - Interacción entre la Energía y el Sensor remoto (Ormeño, 2006).

Dentro de este sistema de flujo, podemos identificar tres principales líneas de movimiento de la energía; i. La Energía Incidente (E^I), ii. La energía reflejada (E^R) y iii. la energía transmitida (E^T), y iv. Energía absorbida (E^A), (Ecuación 1), esta energía es la cual se separa de la energía reflejada y queda absorbida dentro de la superficie terrestre en forma de calor, todo este esquema demuestra el flujo de energía bajo el principio de la conservación de energía aplicada para los modelos de sensores remotos resultaría en la siguiente ecuación (Martínez Ríos J.J., 2002):

Ecuación 1

$$E^I(\lambda) = E^R(\lambda) + E^A(\lambda) + E^T(\lambda)$$

En esta ecuación, se ve representada a su vez el termino Lambda (λ) la cual representa la longitud de onda de la energía dentro de la ecuación. De la ecuación mostrada, se despeja para obtener el resultado de la energía reflejada (E^R) obteniéndose mediante el despeje (Ecuación 2):

Ecuación 2

$$E^R(\lambda) = E^I(\lambda) - \{E^A(\lambda) + E^T(\lambda)\}$$

Esto indica que, la energía Reflejada se encuentra en equilibrio con la suma de la energía absorbida (E^A) con la energía reflejada (E^R), esto al sustraerse el término de la energía Incidente (E^I).

Esto nos sirve para entender la dinámica de función de un sensor remoto, dado que estos trabajan a partir de la identificación de los diferentes rangos espectrales provenientes de la energía reflejada o emitida de los objetos o sitios de valor para el investigador (Campbell, 1996). Ahora de esta reflectancia, se puede obtener la reflectancia espectral (P), esto es posible tomando en cuenta la energía de longitud de onda reflejada por el objeto de estudio en cuestión, y dividirla por la energía de longitud de onda incidente sobre el objeto de interés (Ecuación 3), expresada en porcentaje (Martínez Ríos J.J., 2002):

Ecuación 3

$$P(\lambda) = \frac{E_R(\lambda)}{E_I(\lambda)}$$

A partir esta ecuación derivada, es posible interpretar los valores de reflectancia espectral (P).

A través del avance de la tecnología, los científicos dedicados a la investigación de este tema, generaron modelos gráficos que relacionan los valores de reflectancia espectral respecto a los valores de longitudes de onda, esto representado en graficas denominadas curvas de reflectancia espectral (Martínez Ríos J.J., 2002). Al observar estas curvas es posible determinar e interpretar, a partir de las regiones

del espectro electromagnético, que tipo objetos producen dicha reflectancia (Figura 3)

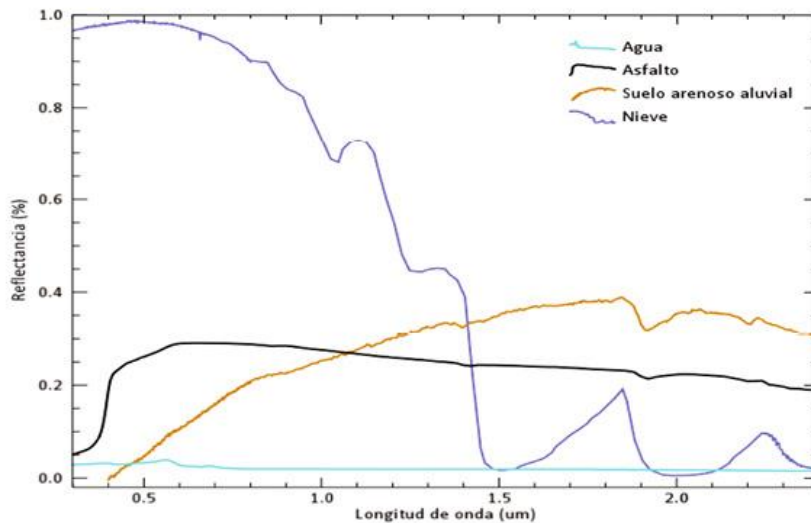


Figura 3. –Curvas espectrales típicas para agua, asfalto, suelo y nieve (Biblioteca espectral del USGS, 2018)

Las variaciones de onda de longitud se deben principales a las características de reflectancia de los objetos identificados, factores como el grosor, textura, tamaño, densidad, longitud o la misma forma misma del objeto reflejado puede generar diferencias de la longitud de onda se verá representada dentro de las gráficas de curvatura espectral (Jensen, 1996).

Esto hay que tomarlo encuentra dentro del manejo y análisis de datos de longitud de onda, dado que incluso, dentro de los análisis de suelo y texturas, la composición orgánica, química y propiedades físicas del tipo de textura afectaran la longitud de onda reflejado en el suelo, por citar un ejemplo.

Al momento de trabajar y analizar los datos colectados por los sensores remotos, es importante el clasificarlos para que, de esta forma, se facilite su manejo y uso, esto se puede lograr a través de diferentes métodos.

Existen dos métodos comunes en los que se clasifican los resultados de interpretaciones de longitudes de onda obtenidas por sensores remotos, existe los

Sensores remotos pasivos el cual captura e interpreta la radiación electromagnética reflejada por la tierra sobre un área de interés, detecta esta radiación, y la interpreta resultando en un objeto definido (Ej. Serie de satélites Landsat). La segunda forma es a través de un *Sensor remoto activo*, este emite longitudes de onda de forma directa al área/objeto de interés en cuestión y recibe la onda reflectada, capturándola e interpretándola resultando en lecturas de mayor calidad y de mayor efectividad (Ej. Satélites RADARSAT) (Martínez Ríos J.J., 2002).

Al momento de que el sensor remoto procesa y forma una imagen a partir de la información capturada, esta será atribuida con diferentes tipos de resolución dependiendo de la longitud de onda capturada, estas variaran en; Resolución espacial, resolución temporal, resolución radiométrica o resolución espectral (0.40 - 0.70 μm). Actualmente son numerosos las variantes y tipos de sensores utilizados para la detección de radiación electromagnética proveniente de la tierra, estos serán diferentes en el tipo de sensor usado para captar las longitudes de onda y la resolución, algunos de los sensores mayormente utilizado es la serie Landsat (2013 - Actualidad), la cual se compone de:

- Landsat MSS (Escáner Multiespectral)
- Landsat TM (Generador de Mapas temáticos)
- Landsat ETM+ (Generador de Mapas Mejorado)

Hay que aclarar, que existen diferentes conceptos dentro de los sensores remotos instalados en satélites, estos funcionan como uno, pero se separan en 3 partes fundamentales; El Scanner, el Sensor y el Pastelito. Cade uno de ellos cumpliendo una función específica, El Scanner brinda un medio de captura de datos, que incluyen sensores y detectores (Landsat y SPOT HRV por ejemplo), el Sensor colecta esta energía, la cambia a una señal y la presenta de forma correcta para generar información sobre el área de estudio en la superficie terrestre, y el Satélite es un compuesto de estos dos componentes dentro de un vehículo que brindara una ruta alrededor de la atmosfera terrestre para brindar la captura de información en base a su perspectiva sobre la tierra (Martínez Ríos J.J., 2002).

3.2.2 Serie Landsat y Copernicus (Sentinel - 2)

En la década de 1950, el gobierno de los Estados Unidos en conjunto con el departamento de Interior generó la propuesta de establecer satélites dedicados a medir y cuantificar los recursos terrestres a través de observaciones por satélite, este fue el inicio de los satélites Landsat, esto se realizó en conjunto con la NASA (National Aeronautics and Space Administration), actualmente, a partir de 2013, los satélites Landsat están siendo enviados con un equipo de detección remota compuesto por un radiómetro de barrido multicanal OLI (Operational Land Imager) y un radiómetro infrarrojo de dos canales TIRS (Thermal Infrared Sensor) el cual es obtiene información acerca de los rangos de temperatura en la superficie y analiza los procesos de transferencia de calor y humedad dentro de diferentes usos de suelo. El radiómetro OLI (este sensor es capaz de registrar nuevas longitudes de onda, de carácter más sensible a comparación de las demás ondas captables por los satélites lo cual ha sido crucial para la investigación de los impactos de contaminación y calidad de áreas costeras y en mar abierto) desarrollado por Ball Aerospace and Technologies, opera en nueve longitudes de onda diferentes en el rango de $0.433\text{-}2.300\mu\text{m}$ y es capaz de capturar imágenes con una resolución máxima de 15 m, esto gracias al uso de tecnologías de imágenes espaciales avanzadas. Cabe destacar que el desarrollo del radiómetro OLI se basó en el satélite experimental EO-1, lanzado en el año 2000 y equipado con el radiómetro Advanced Land Imager, el precursor del radiómetro OLI (U.S. Geological Survey, 2014).

Otro de los Satélites con aplicaciones semejantes y con un potencial uso dentro de sus capacidades, es el la Serie de Satélites Sentinel 1 y 2, los cuales fueron lanzados a órbita en abril de 2014 por la Agencia Espacial Europea, este tiene como objetivo monitorear de forma continua alrededor de la Tierra con un Angulo de diferencia de 180° , estos capturan datos y generan imágenes sobre la superficie completa de mundo en periodos de seis días (ESA, 2017).

Los Satélites Sentinel van equipados con cámaras de órbita polar 2A y 2B que capturan imágenes de la Tierra en múltiples espectros, utilizadas para supervisar diferentes aspectos, como la vegetación, la calidad del suelo y el agua, así como para el seguimiento de rutas fluviales internas y áreas costeras, esto hace posible la medición de impactos ambientales por parte de la contaminación y de cómo estos fenómenos interactúan en diferentes periodos de tiempo, analizando su impacto e influencia dentro áreas naturales o zonas costeras.

Dentro del sector forestal, con este tipo de satélites es posible generar; fotografías sobre los cuerpos de agua donde se desarrollan una gran cantidad de especies acuáticas y monitorear el flujo de este durante el año, otra posibilidad es generar mapas del impacto de estrés en arboles a causa del descortezador (*Dendroctonus* spp) en un bosque de pino, crear tomas aéreas de la captura de dióxido de carbono en una selva tropical usando microondas, o poder generar mapas a través de las imágenes disponibles por el satélite Landsat.

Un gran ejemplo de estos usos, es el aplicado durante el estudio de Calidad del hábitat animal y funcionamiento del ecosistema usando los patrones por temporadas usando NDVI durante 2008 (Wiegand *et al*, 2008), este estudio tuvo como objetivo el generar patrones de habitabilidad del oso pardo (*Ursus arctos*) en el norte de España, esto se midió utilizando imágenes de los satélites AVHRR-NDVI, provista por el laboratorio de teledetección de la Universidad de Valladolid (LATUV), España, con estas imágenes se realizaron mapas de calidad de hábitat en base a las variables de la cobertura vegetal y los reportes de reproducción, avistamiento y sitios donde la especie se considera extinta, esto resulto en áreas donde existe una alta posibilidad de establecimiento de poblaciones de oso pardo, esto muestra que se pueden generar nuevas perspectiva del funcionamiento y desarrollo dentro de los ecosistemas, lo cual puede generar conocimientos actualizados sobre las relaciones intrínsecas del hábitat calidad y de la biología de las especies de fauna silvestre dentro de una región o área determinada (Wiegand *et al*, 2008).

Otro caso es acerca del estudio e investigación de las áreas de distribución para el leopardo asiático (*Pantera pardus*) en la región oeste de Asia y área central de

medio oriente, donde de 2001 a 2005 se generaron regiones de distribución potencial creados a partir de áreas de muestreo donde se reportó la presencia del leopardo y datos históricos de avistamientos en las diferentes regiones del medio oriente (el estudio incluyo datos de Irán, Armenia, Azerbaiyán, Georgia, Rusia, Turquía y Turkmenistán), con estos datos se realizó una regresión logística binomial tomando en cuenta las variables de cobertura del suelo, vegetación, clima, terreno, y distribución humana en la zona. Esto a partir de capas generadas por el Satélite Landsat usando sensores termales de alta capacidad de mapeo (ETM), el resultado final genero mapas de áreas potenciales donde las presencias se ubicaban en sitios relativamente secos con una rugosidad media durante el año lo que sugiere un clima sin altas variaciones durante el año y existió ausencia de presencias en áreas donde perdurara la nieve del invierno la mayor parte del año, áreas desérticas con poca disponibilidad de fuentes de alimentos y áreas próximas a regiones urbanizadas o presencia humana.

3.2.3 Modelos de distribución potencial a partir de la teoría de Nicho ecológico

Hutchison (1957) define el nicho de una especie como todos los factores bióticos y abióticos en donde un individuo u individuos se desarrolla en tiempo y espacio determinados. El nicho en términos espaciales es un hipervolumen n-dimensional, que incluye las adaptaciones de los organismos y como este se relaciona con otras especies. El nicho ecológico se refiere al tiempo actual en donde la especie se desarrolla y como esta responde a los factores ambientales que lo rodean.

Existen diferentes algoritmos matemáticos que buscan modelar el nicho ecológico (hipervolumen) de una especie y se destacan los siguientes: i) MaxEnt, la predicción de la distribución de especie está en función de la disponibilidad de hábitat (Peterson *et al.* 2008), ii) Redes neuronales de retro propagación, la distribución potencial se modela mediante una distribución libre o no lineal, iii) Modelo de espacio climático, se fundamenta en los límites físicos de energía térmica que un

organismo puede tolerar y iv) Máquina de soporte vectorial (SVM) la predicción se basa en un hiperplano cuyos límites son los registros de presencia de la especie de interés, este algoritmo se ajusta a la teoría de nicho ecológico propuesta por Hutchison y a continuación se describirá a detalle su funcionamiento

El funcionamiento del SVM consiste en llevar la información de una base de datos a un espacio de características con múltiples dimensiones para poder clasificar los puntos de datos, aunque no puedan ser separados de forma lineal. Durante el proceso, se encuentra un separador entre las categorías y se transforman los datos para que el separador se convierta en un hiperplano fácilmente identificable. Posteriormente, se usan las características de los nuevos datos para generar una predicción de, a qué grupo pertenecerá el siguiente nuevo registro futuro (IBM, 2021), de esta forma se generan modelos para la predicción de eventos y registros.

Esto tiene una alta funcionalidad para los objetivos de manejo de la vida silvestre a nivel global, dado que por este método es posible modelar nichos ecológicos de las especies animales, estas son útiles para definir futuras áreas de invasión de especies exóticas, identificar vectores y portadores de enfermedades dentro de poblaciones y predecir impactos antropogénicos e impactos causados por el cambio climático en las áreas de distribución y migración de especies migratorias (*Drake et al*, 2006).

En la década pasada los algoritmos que modelan distribución potencial han sido complicados de manejar dentro del área de predicción fauna silvestre, dado que, para generar modelos de predicción había que tener en cuenta el que los datos no generaran auto correlaciones con las observaciones generadas a partir de las tasas de distribución de los ecosistemas, auto correlación con las áreas de distribución reales de la especie y ser precisos para generar un diseño de muestreo adecuado (*Drake et al*. 2006). Otro problema común con estos sistemas de modelo, es priorizar las observaciones directas de las especies sin tomar en cuenta las observaciones complementarias de ausencias de la especie.

Actualmente existen respuestas y soluciones a estas problemáticas planteadas, por ejemplo, para manejar valores que se correlacionan (auto correlacionados), estos

pueden llegar a generar resultados de Valores de P (valor asignado que describe la probabilidad de que la diferencia observada de una predicción se deba al azar), datos sobre estimados dentro de las pruebas de comprobación de hipótesis cuando el modelo es basado en estadística paramétrica, esto también causando sesgos y falta de confiabilidad en la estimación de modelos, una solución a esta problemática dentro de una configuración paramétrica es el uso de modelos generalizados de carácter lineal generando una correlación espacial entre las variables (Augustin, Muggleston y Buckland 1996; He, Zhou y Zhu 2003).

Uno de los obstáculos ya mencionados, es la falta de información y datos que puedan confirmar ausencias de la especie, esto puede causar que aquellos modelos basados en clasificación de datos, sean imposibles de generar debido a esta ausencia de datos (Robertson, Caithness y Villet 2001; Hirzel *et al.* 2002) diferentes estudios han encontrado que es viable el generar datos que simulen la observación de ausencia (pseudo ausencias) de las especies de conjuntos de datos donde no hay ocurrencias aparentes de la especie confirmadas, aunque pueden variar si no se manejan correctamente (Engler, Guisan y Rechsteiner 2004).

Estos errores son principalmente causados por modelos adaptados con datos simulados, que dependen de un sistema de clasificación de datos para generar predicciones, genera estimaciones con sesgo al tratarse de áreas de importancia ecológica, o que son difícil de interpretar dentro de un contexto ambiental (Keating y Cherry 2004). Una alternativa para la generación de modelos, ha sido usar sistemas que trabajen un solo tipo de datos (Robertson, Caithness y Villet 2001; Hirzel *et al.* 2002; Brotons *et al.* 2004; Phillips, Dudík y Schapire 2004), esto hace que, en vez de estimar la probabilidad total de distribución (que, a pesar de ser más sencillo, es un proceso más pesado para su análisis y solo toma una variable a la vez).

Por lo tanto, el algoritmo SVM tiene la ventaja de estimar tasas de predicción más precisas y con mayor éxito al estar trabajando con rangos de datos más amplios y teniendo presente múltiples variables, siendo más eficiente y práctico que los sistemas de clasificación o el sistema de única clase (Tax 2001, Tax y Duin 2004). Esto debido

al uso de una función de relación denominada "Kernel", la cual posee la capacidad de transformar los datos a un espacio de características con mayor dimensionalidad o dentro de un hiperespacio, lo que resulta en un aumento en la capacidad de cálculo debido a que los patrones complejos de datos pueden ser representados de una forma más sencilla provocando que las máquinas de aprendizaje lineal mejoren el análisis de estos datos (Müller *et al.* 2001).

Los cambios efectuados por las funciones de Kernel son influenciadas por propiedades teóricas, esto con base en que las máquinas de soporte vectorial no dependen de cualidades de distribuciones estadísticas donde no existen requerimientos teóricos de los datos de ser de carácter independiente, solucionando así los problemas con la auto correlación, aunque el éxito de modelos generados dependerá de que tan bien estén representados estén los rangos de las variables ambientales del ecosistema. A pesar de esto, el SVM es considerado mucho más estable, requiere menos arreglos al generar modelos y tienes menos requerimientos que otros sistemas de modelación (Lusk, Guthery y DeMaso 2002). Otra ventaja del SVM, es su facilidad de manejo lo cual lo hace sencillo de manejar y emplear y que los algoritmos y procesos pueden ser modificados para optimizar los procesos, esto hace que su uso practico sea familiar y semejante a los procesos empleados en R.

Los modelos generados y resultados a partir de este programa son rápidos y de fácil repetición, haciendo que exista un alto potencial uso del SVM para modelar nichos ecológicos, generando predicciones de calidad y altos niveles ecológicos de interpretación (Guo, Kelly y Graham 2005).

Todo esto puede ponerse a disponibilidad para generar mapas y modelos que aporten información y conocimiento para fines de manejo y protección de un taxon o especie de vida silvestre de interés, esto nos lleva al potencial que tiene el uso de estos instrumentos para la identificación de hábitat adecuados que propicien nichos ecológicos. Esto a través de la identificación y uso de las diferentes variables de un ecosistema y comparándolas con las necesidades de la especie a elección para generar correlaciones que indiquen si estas son aptas para expandir especies que

podieran entrar peligro de extinción debido a impactos antropogénicos dentro de sus poblaciones.

Estas tecnologías (Sistemas de Sensores remotos y sistemas de modelación) también son aplicables para el manejo de recursos forestales, como lo son el identificar y segmentar bosques en secciones a partir de los modelos de configuración de la vegetación, separando y organizando extensiones forestales en pastizales, bosques, estratos, por mencionar algunos. Dentro de estas mediciones también se puede medir el impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas y áreas de interés, como cuerpos de agua, sistemas de cuencas hidrológicas, áreas naturales o sitios donde es posible tener afectaciones a raíz de estas actividades dentro del medio natural.

El uso de SVM dentro de estas aplicaciones presenta dos ventajas logísticas en relación a los modelos de correlación que genera este sistema:

1. Una reducción en el número de variables independientes por análisis de regresión.
2. Una mejora en la precisión de los modelos generados disminuyendo la relación multilínea y las variables al azar.

4. METODOLOGIA

4.1 Descripción del área de Estudio.

Área de estudio.

El área de estudio se ubicará en la Zona Sureste de Coahuila, dentro de la Reserva Natural Estatal Sierra de Zapaliname (Figura 4) ubicada en las coordenadas 25° 15' 00" - 25° 25' 58.35" N y 100° 47' 14.5" - 101° 05' 3.8" O. Esta área tiene una superficie de 25,768.68 hectáreas, en los municipios de Saltillo y Arteaga, en el Estado de Coahuila (Periódico Oficial del Estado de Coahuila de Zaragoza, 1996). Esta posee límites los cuales Cercada en su límite Norte y oriental por la carretera 57, que conecta México y Piedras Negras; en su margen occidental por la carretera 54, que une Saltillo y Zacatecas; y hacia el sur, delimitada por la coordenada de latitud 25° 15' 00" N.

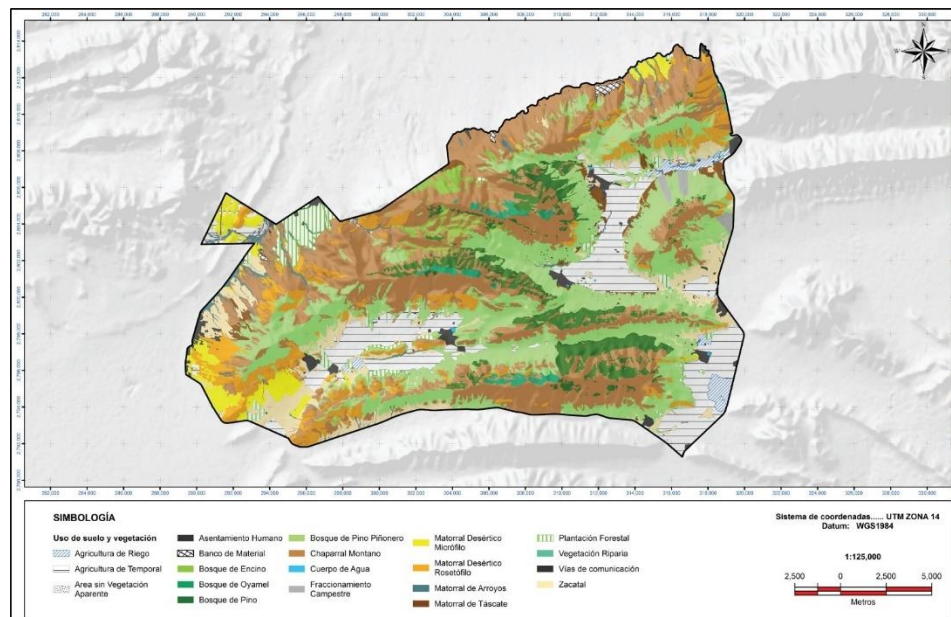


Figura 4 - Localización de la Reserva Natural Estatal Sierra de Zapaliname (Encina Domínguez J.A., Villareal – Quintanilla J.A, Estrada Castellón E., Rueda Moreno O., 2019)

4.1.1 Clima

El tipo de clima predominante en el área de estudio es templado semiárido o templado seco (BSkw) en la mayoría de la extensión territorial, según la clasificación de climas de Koeppen. En la zona montañosa, el clima es templado con inviernos secos (Cwo). La temperatura promedio anual se mantiene en 16.9 ° C, mientras que la precipitación anual promedio alcanza los 498 mm. Las lluvias suelen ser de naturaleza convectiva y tienden a coincidir con los meses más cálidos del año, esto en verano. (UAAAN, 1998).

4.1.2 Orografía.

La región donde se ubica el área de estudio se localiza en la zona que marca el límite entre las Regiones Biogeográficas Neártica, específicamente en la Zona de Transición Mexicana de Montaña en la Sierra Madre Oriental, y la Región Neotropical, específicamente en la región limítrofe entre los Altiplanos Mexicanos del Norte y del Sur. Además, se halla en el punto de encuentro de las ecorregiones del Bosque de Pino-Encino en las Sierras Madres Oriental y Occidental, en proximidad al Desierto Chihuahuense.

Esta región es denominada como “la Gran Sierra Plegada”, una subprovincia fisiográfica parte de la Sierra Madre Oriental en su área central, esta región cuenta con una variedad de paisajes, incluyendo valles, llanuras y montañas. La tierra está doblada con pliegues que parte del este a oeste, desde una altitud de 1,590 metros en zonas cercanas a la base de las montañas hasta los 2,200 metros en los valles Inter montanos. En el cerro El Penitente, se encuentra la mayor elevación que llega a alcanzar los 3,140 metros (Encina Domínguez J.A *et al*, 2019).

4.1.3 Hidrología.

El sistema hidrológico dentro del área de estudio se compone de dos grandes cuencas regionales, esta área está dominada en mayor parte por la Cuenca de Bravo – Conchos (Región Hidrológica 24), mientras que se encuentra con menor presencia, la Cuenca El Salado (Región Hidrológica 37), esto combinado con las propiedades de captación e infiltración del terreno del área de estudio, causa una gran cantidad de mantos y manantiales formarse por debajo de la superficie, permite

su formación debajo de la tierra. Esto causa un índice de escurrimiento superficial variable de 10 mm a 50 mm de forma anual en el área (PROFAUNA, 2017).

4.1.4 Vegetación

Dentro del Área de estudio en este existe un listado variado debido a las zonas de transición y alta diversidad de climas causado por las áreas de transición entre la Sierra Madre Oriental y la Altiplanicie del desierto chihuahuense (UAAAN, 1998), dentro de las extensiones de territorio que compone la Sierra de Zapáliame, se encuentra un estimado de 921 especies de flora indicando una riqueza florística, estas se dividen en 110 familias pertenecientes a 475 géneros distintos (Encina – Rodríguez *et al.*, 2016), esto solo representa un estimado de 28.7 % relativo a la cantidad de 3,207 especies reportadas por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Villareal – Quintanilla, 2001).

Los principales tipos de vegetación presentes en la zona incluyen el bosque de pino (*Pinus arizonica*, Engelm var. *stormiae* Martínez y *Pinus greggi* Engelm. *Ex parl.*) que cubre el 14.09% del área protegida, el bosque de piñonero (*Pinus cembroides* Zucc., *Pinus pinceana*), que abarca el 12.54%, y el bosque de piñonero con matorral xerófilo (especies representativas: *Flourensia cernua*, *Larrea tridentata*, *Cylindropuntia intricata*) que representa el 9.55%. Además, el matorral submontano de rosáceas (especies representativas: *Agave asperrima Jacobi*, *Agave lecheguilla Torr.* Y *Dasylyrion cedrosanum*) se encuentra principalmente en suelos superficiales y poco profundos con una pendiente leve, predominando en las exposiciones noroeste y sur. Está localizado en áreas cercanas a la urbanización, a altitudes que oscilan entre los 1,800 y 2,480 metros sobre el nivel del mar (MSNM), donde las especies del estrato superior pueden alcanzar alturas de hasta 4 metros (Arce – Gonzales y Marroquín, 1985).

Las áreas de transición en altitudes baja se componen de un área donde predominantemente se tienen una exposición sur, compuesta de forma vegetal por una configuración de matorrales rosetófilos y microfilos, mientras que, en las áreas de altitud más altas con rangos de 2,600 a 3,000 msnm, existe presencia de bosque

de pino y Bosque de oyamel (Ramírez – Martínez, 1998). En las zonas con exposición Norte, se localizan bosques de pino – encino, y en altitudes bajas existen matorrales con una alta densidad de *inerme parvifolio* de Rosáceas (Arce – Gonzales y Marroquín, 1985).

4.1.5 Fauna.

La fauna predominante del área de estudio está constituida por *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Ursus americanus* (oso negro), *Puma concolor* (puma), *Mimus polyglottos* (cenzontle), *Drymarchon melanurus* (culebra negra) y *Micruroides euryxanthus* (coralillo), *Canis latrans* (coyote), *Lepus europaeus* (liebre), *Meles meles* (tejón), *Oryctolagus cuniculus* (conejo), *Pica pica* (urraca), *Molothrus bonaerenses* (tordo) *Passer domesticus* (gorrión), *Cardinalis cardinalis* (cardenal rojo). Serpientes como *Crotalus catalinensis*, (víbora de cascabel), *Meleagris gallopavo* var. *intermedia* (Guajolote Norteño), (PROFAUNA, 2017).

4.2 Colecta de Datos.

Registros.

Los registros y bases de datos que se utilizaron en este estudio fueron extraídos de las siguientes fuentes:

- 1) Base de datos que se obtenida de la Dirección de Vida silvestre de la secretaria de Medio Ambiente (SMA) del Gobierno del Estado de Coahuila.
- 2) Base de datos del área de Manejo de Vida silvestre de Protección de la Protección de la Fauna Mexicana A.C (PROFAUNA A.C.) quien se encarga de la administración y gestión de la Reserva Estatal de Sierra de Zapálineame.
- 3) Trabajo de Campo en colaboración con la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila (SMA).

El carácter de los datos presentados está relacionado de forma directa y indirecta a las tasas de movimiento, conflictos y comportamiento del Oso negro dentro de la reserva natural estatal “Sierra de Zapáliname”, alrededor de los asentamientos rurales dentro de la misma.

Lo datos obtenidos abarcan desde 1996 hasta 2022, estas incluyen fechas, coordenadas, tipo de conflicto, cantidad de individuos y características de estos, números de identificación y registro, número de registro de incidente, reportes del Fondo de Aseguramiento de la comisión nacional ganadera (FACNG). Los datos se dividirán dentro de las Categorías:

- Avistamientos Directos
- Avistamientos Indirectos
- Decesos
- Conflictos Ganaderos / Agrícolas
- Cámaras Trampa
- Capturas

Dentro de las categorías, estas se refieren a:

Avistamientos Directos. – Todas aquellas interacciones entre Ser Humano y Oso donde no existió una coexistencia dentro del mismo espacio, pero se obtuvo una confirmación visual de la presencia del Oso negro cerca o dentro de un asentamiento humano, corral, rancho, cultivo, cabaña, etc., y tampoco existió un daño a la infraestructura o patrimonio del testigo, propietario o ejidatario (Lackey C.W., *et al.*, 2018).

Del Periodo de 1996 a 2022 (PROFAUNA), y la secretaria de Medio Ambiente de Coahuila, se obtuvieron **17** registros.

Avistamiento Indirecto. – Aquellas interacciones donde se basan fundamentalmente en la interpretación de los rastros que la fauna silvestre deja atrás dentro de su medio ambiente (de la Maza Musalem, M., y Bonacic Salas, C., 2013), base a esto, los avistamientos directos se basan en los signos del paso del

oso negro, estos incluyen muestras de pelaje, excretas, huellas, o cualquier signo que infiera el paso de un individuo de Oso Negro. (Rojas, B. J. M. R. 2023)

Del Periodo de 1996 a 2022 (PROFAUNA), y la secretaria de Medio Ambiente de Coahuila (SMA COAH) se Obtuvieron: **643 registros.**

Decesos. - Se clasifica como deceso a todo aquel individuo reportado que, al momento de la llegada de las autoridades correspondientes, se encuentre sin signos vitales, ya sea por agentes internos (intoxicación o enfermedades) o a raíz de una cinemática de traumatismo (accidente vehicular, pelea reciente del individuo, etc.)

Conflictos (Ganadero o Agrícola). – Cualquier evento donde un individuo de oso negro entro dentro de un área/asentamiento humano y este generó daños a la infraestructura o al patrimonio del propietario, sea ganado, cultivos, infraestructura o cualquier objeto de valor para el(los) propietario(s) (Lackey C.W., Breck S.W., Wakeling B.F., White B., 2018).

Del Periodo de 1996 a 2022 (PROFAUNA), y la secretaria de Medio Ambiente de Coahuila, se obtuvieron **301 registros.**

Cámaras de Sensor. – Dentro de la extensión territorial que conforma la reserva natural estatal Sierra de Zápaliname, existen varias Cámaras sensor accionadas por sensores de movimiento, estas están colocadas en veredas y caminos formados por el movimiento de fauna silvestre, estas se revisan de forma periódica y los diferentes encuentros con fauna quedan registrado. Dentro del listado de fauna observada, se extrajo la correspondiente con los individuos de Oso negro la cual se integró a las bases de datos utilizadas para esta investigación.

Del Periodo de 2013 a 2022 (PROFAUNA), y la secretaria de Medio Ambiente de Coahuila, se obtuvieron **817 registros.**

Capturas. – La secretaria de Medio Ambiente del Estado de Coahuila, como parte de sus actividades y tareas en el estado, es asegurar la integridad y bienestar de toda de la vida silvestre dentro del estado, esto lleva al personal técnico de la secretaria a prevenir, mitigar, reducir y en el último de los casos, manejar y capturas a las especies de fauna silvestre que se tornen perjudiciales para el humano, esto

como forma de evitar daños a personas y particulares así como daño a las especies de vida silvestre durante las Interacciones Humano – Oso natural (Lackey C.W., Breck S.W., Wakeling B.F., White B., 2018), esto conduce a que las secretaria realice protocolos de captura a carnívoros al momento que estos entran en alguna interacción con los asentamientos humanos o áreas de producción agropecuarias.

Se obtuvo una base de datos por parte de la secretaria de Medio Ambiente de Coahuila, esto entre 2013 a 2022, donde se obtuvieron registros de 57 **capturas** dentro del área de estudio.

Una vez Colectadas la base de datos, se conformaron dos bases de datos principales, aquellas provenientes de Protección de la Fauna A.C. (PROFAUNA) y otra proveniente de la Dirección de Vida Silvestre de la secretaria de Medio Ambiente del estado de Coahuila. Estas bases de datos fueron usadas para la creación de modelos de predicción a partir del uso de la Maquina de Soporte Vectorial.

4.3 Información Geoespacial (Funciones Topográficas de SIG)

4.3.1 Modelo Digital de Elevación (MDE)

Un MDE es un modelo que representa las elevaciones de un territorio. La representación de elevación es en pixeles que contienen valores de la misma denominados Z y su posición geográfica en coordenadas geográficas (X, Y) de manera referenciada, ordenándolos en intervalos uniformes. (Bolstad y Stowe, 1994). El MDE que se utilizó en este estudio se obtuvo del portal de internet del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), usando la herramienta del Continuo de Elevación Mexicano 3,0 (CEM 3.0), este es un medio que actúa de forma representativa mostrando las distintas elevaciones en las extensiones del territorio continental en México.

De este portal se consiguió un archivo TIFF (Formato de archivo informático para almacenamiento de imágenes) con una resolución espacial de 30 metros por pixel.

4.3.2 Pendiente

La pendiente se compone de dos conceptos básicos, la distancia y la altura, esta variable es definida por el cambio de altura dentro de una distancia definida, esto es útil al usar este dato para medir y dimensionar las variables de la pendiente con datos resultado de modelos números de altura de elevación (Jenson, 1988). Para el uso de esta variable dentro de los sistemas de Información geográfica que se usaron, es fundamental el considerar el tamaño de pixel, dado que este representara la distancia dentro de la medición de la pendiente, esta puede ser representada, como un porcentaje dentro del análisis, o en grados, de esta maneja ejemplifica los cambios de altura dentro de una distancia horizontal, una vez logrado esto, se procede a categorizar o clasificar la pendiente de acuerdo a un rango específico de grados o porcentajes designados a la clasificación (Martínez Ríos J, J., 2002). Para el Procedimiento, se utilizó la escala de pendiente basado en la clasificación generada por la FAO (2009) el cual se agrupa por clase de valores propios del ráster de pendiente, esta clasificación presenta 9 clases, cada clase, con sus determinados valores de rango de pendiente, tanto en grados como porcentajes (Tabla 3).

Cuadro 1 -Clasificación de la pendiente (FAO,2009).

Clase*	Descripcion	Porcentaje	Grados
01	Plano	0 -1	0 - 0.57
02	Muy ligeramente inclinado	1-2	0.57 - 1.15
03	Ligeramente inclinado	2-5	1.15 - 2.86
04	Inclinado	5-10	2.86 - 5.71
05	Fuertemente inclinado	10-15	5.71 - 8.53
06	Moderadamente escarpado	15-30	8.53 - 16.70
07	Escarpado	30-60	16.70 - 30.96
08	Muy escarpado	> 60	> 30. 96

4.3.3 Rugosidad.

La rugosidad del terreno se refiere a la falta de uniformidad o aleatoriedad en la superficie del territorio, sin embargo, una de las características más particulares, es su difícil conversión a un dato cuantificable, esto por la naturaleza que presenta este

fenómeno dentro de una superficie, a pesar de esto, es de suma importancia este factor, dado que su uso y análisis es fundamental para el entendimiento de los hábitat propios de las especies de fauna silvestre o cualquier otro factor relacionado con la vegetación de un área y su diversidad (Gionfriddo y Krausman, 1986; Wiggers y Beasom, 1986)..

La rugosidad que se obtuvo del área de estudio se derivó del MDE previamente mencionado. Para la estimación de la rugosidad se usó el algoritmo Vector Ruggedness Measure (VRM) descargado desde la plataforma Code Share de ArcGIS (<http://codesharing.arcgis.com>). VRM tiene la ventaja de que es posible calcular el valor de la heterogeneidad propia de una extensión de territorio dentro de tres diferentes vectores que clasifican la pendiente, la elevación y la orientación de una superficie (Figura 5). Los valores de VRM señalan la presencia o ausencia de rugosidad en el terreno, si los valores se aproximan a 0, esto indica que el terreno es mayormente plano o carece de elevaciones notables. En contraste, cuando los valores se acercan a 1, esto sugiere la presencia de valles, montañas y colinas, lo que indica un terreno más accidentado y con mayores variaciones de altitud y terreno dentro de la superficie (Sappington, Longshore y Thompson, 2007).

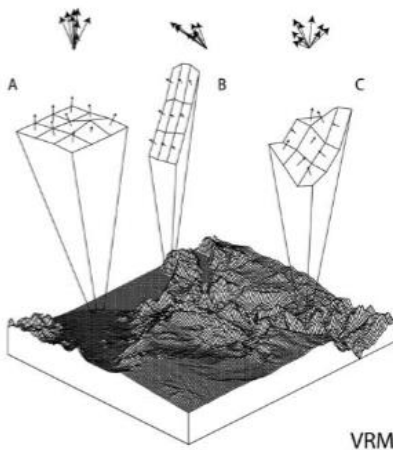


Figura 1. - Representación gráfica de los cálculos que realiza el algoritmo VRM para calcular la rugosidad. A) Es la variación de la elevación de un sitio, b) variación de la pendiente y C) variación de la orientación (Sappington et al. 2007)

4.3.4 Orientación azimutal

Este procedimiento es fundamental dado que realiza el análisis y cálculo de la orientación de la superficie dentro de cada celda de la capa ráster, se identifica el rumbo y la orientación de este procedimiento por medio de la dirección de la brújula asignada a cada celda, esta parte del punto hacia debajo de cada una de las ubicaciones de las celdas. El valor asignado en cada una de las celdas se interpreta como una dirección de la brújula asignada que mira a la superficie en esa dirección. (González, 2016)

Los grados se registran en sentido horario desde 0 (Norte) hasta 360 (volviendo a apuntar al Norte) para cubrir todo el círculo. En áreas sin inclinación o dirección hacia abajo, se asigna un valor de -1 (Jenson, 1988).

Al realizar este procedimiento, el proceso acomoda el plano resultante al centro de un espacio de celda de 3 x 3, o, dependiendo del resultado, los ordena como valores z rodeando la celda de procesamiento. La orientación a la que señala el plano, es considerada la dirección del segmento mecanizado (Figura 6)



Figura 2.- Exposición dentro de la variable Orientación (Estévez, 2019)

Esto es útil para reflejar la exposición solar dentro de una superficie de territorio determinada y la identificación de laderas dentro de las áreas y su orientación, lo cual sirve para conocer que zonas dentro de estas laderas serán afectadas por escorrentías al momento de un escurrimiento. Dentro del tema de fauna silvestre, este es útil para inferir en que áreas es más fácil para la fauna establecer sus rutas y vías de tránsito dentro de una extensión de territorio, dado que las especies preferirán áreas más continuas y sin variaciones de terreno que rutas accidentadas y con altas variaciones de altura y topografía lo cual llega a costar un gasto calórico

y energía al realizar estas rutas, por lo cual buscan rutas fáciles y cómodas al moverse (Sappington, J. M., Longshore, K. M., y Thompson, D. B., 2007).

4.3.5 Curvatura.

Se le denomina curvatura a aquella variable dentro del análisis y manejo de sistemas de información geográfica (SIG) el cual permite realizar un ajuste dentro de las celdas de relieve, ejerciendo el cambio de plano a una medida de nueve celdas, esto es aplicable a superficies que no describan el terreno a su totalidad y exista una sobreestimación de las variables naturales de interés, este proceso da como resultado una curvatura de superficie por encima de cada celda, dentro de los resultados existen dos posibilidades de curvas resultantes; estas pueden ser curvas orientadas a la máxima dirección de la pendiente o una curvatura perpendicular a un plano orientada a la máxima dirección de la pendiente (Zeverbergen, 1987).

Dentro de este resultado, existe la posibilidad de tres variables en los tipos de valores resultantes, uno donde es positivo y uno donde este es negativo, el valor en valores negativos describe una superficie curva o convexa orientada hacia arriba con origen en la celda, mientras que un valor positivo, se comportara expresando una superficie cóncava orientada hacia la parte superior de la celda, mientras que un valor 0, indicara que el plano se encuentra en forma de recta, indicando una superficie plana.

Resumiendo lo anterior, la curvatura puede tener diferente influencia dentro de las laderas (Figura 7), esta influencia puede presentarse como:

- A. Valores Negativos: estos pueden generar un efecto de desaceleración debido a la curvatura convexa que alienta a los flujos a disminuir la velocidad al encontrarse con una resistencia en su flujo.
- B. Valores Positivos: estos tienen una forma cóncava, y al contrario que los valores negativos, estos aumentaran la aceleración y rapidez de los flujos de corriente y posiblemente los procesos de erosión.
- C. Valor Cero: indica que no existen formas ni cóncavas ni convexas y el flujo solo avanzara de forma recta y proporcionalmente uniforme.

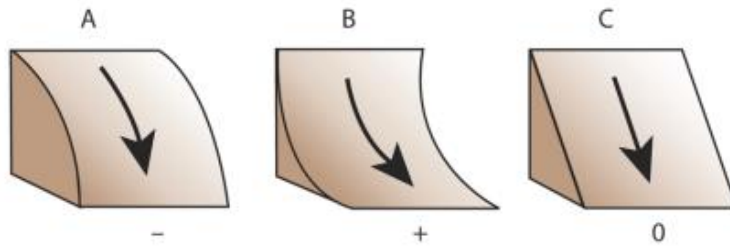


Figura 3. - Influencia de la curvatura en la Pendiente (ArcMap Pro 3.1).

Al final, el procedimiento dará como resultado un polinomio de cuarto orden (Ecuación 4).

Ecuación 4. - Polinomio de la Curvatura donde Z es la diferencial de Elevación Requerida para Obtener la Curvatura

$$Z = Ax^2y^2 + Bx^2y + Cxy^2 + Dx^2 + Ey^2 + Fxy + Gx + Hy + I$$

Este proceso es útil para entender el comportamiento del flujo y de los cuerpos de agua dentro de una extensión de terreno, las curvaturas dentro de un área influyen en la aceleración y la escorrentía, esto impactara en las reservas y concentraciones de humedad y agua dentro de una superficie terrestre, así como el drenaje, la erosión y humedad (Zeverbergen, 1987)

4.3.6 Cobertura del suelo

Los mapas y capas de cobertura del suelo (LULC por sus siglas en inglés) son datos geoespaciales esenciales que describen los usos y característica de las diferentes coberturas en el suelo, estos mapas tienen un papel fundamental en el estudio y continuidad ambiental a nivel global, así como en evaluación de riesgos para medios de subsistencia y el fomento del desarrollo sostenible.

Para este estudio, se usó las capas de cobertura del suelo generadas por la agencia espacial europea a partir de la serie de Satélites "Sentinel-2 imagery" a una

resolución de 10 metros, este satélite por si solo no incluye capas de cobertura de suelo, estas capas se obtuvieron partir de una modelación de la arquitectura de una red neuronal, usada anteriormente para datos biomédicos, pero en este caso, aplicada para la categorización y clasificación del uso de suelo a partir de imágenes satelitales (Karra, Kontgis, *et al.*, 2021), esta inteligencia artificial, clasifica a partir de las características captadas en la superficie del terreno, registrando la densidad vegetal, la luz y fotosíntesis percibida, así como la reflectancia de las superficies y las formas de las estructuras y asigna un uso de suelo (esto usando un sistema de 10 clases de cobertura) a cada extensión de terreno que presente ciertas características, generando capas con clasificación de uso de suelo disponibles de cualquier lugar en la tierra, estas capas han sido evaluadas y presentan una tasa de precisión del 85% al 90% de éxito para definir el uso de suelo y cobertura de estas extensiones de territorio (Karra, Kontgis, *et al.*, 2021).

Cuadro 2. - Clasificación de Imágenes del Satélite Sentinel-2 ESRI (Karra, Kontgis, et al. 2021)

Clasificación de imágenes por el satélite Sentinel - 2 ESRI	
Numero de clasificación	Clasificación
1	Sin información
2	Agua (Cuerpos acuíferos)
3	Arbolado
4	Pastizales
5	Vegetación Inundada
6	Cultivos agrícolas
7	Matorral
8	Edificaciones humanas
9	Suelo mineral
10	Nieve/Hielo
11	Nubes

Esto permite una identificación más practica y actualizada de las superficies terrestre dado que variables como la vegetación, extensión territorial, cuencas y cuerpos de agua, pueden presentar variaciones y cambios durante diferentes periodos e intervalos de tiempo lo cual puede complicar la captura de datos de forma física de un área específica.

Uso del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

El NDVI tiene por objetivo en analizar la vitalidad, calidad y densidad de la vegetación en una región específica, esto se logra empleando información recopilada a través de satélites o sensores remotos. Para lograr esto, el sistema se basa en la captación de datos reflejados en dos bandas de luz específicas: la banda del infrarrojo cercano (NIR) y la banda roja (RED), para esto el sistema utiliza la siguiente formula:

Ecuación 5. -Ecuación para la obtención del Índice de vegetación de diferencia normalizada (Verdin, J., Aguilar G., Senay G. 2004)

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

En estudio para calcular el NDVI se definieron dos períodos, i) lluvias, que comprende los meses de mayo a septiembre del año 2015)

Adquisición de datos satelitales

Tabla 1.- Tabla de códigos de escena y sus fechas para las temporadas de sequía y lluvia del obtenidas del Satélite Sentinel-2

Período	Código de la escena	Fecha de adquisición
Lluvias	L2SP_028043_20151015_20200908	10-octubre del 2015
	LC08_L2SP_028043_20161118_20200905	18 de noviembre del 2016
	LC08_L2SP_028043_20171105_20200902	5 de noviembre del 2017
	LC08_L2SP_028043_20181005_20200902	10 de noviembre del 2018
	LC08_L2SP_028043_20191010_20200825	10 octubre del 2019
	LC08_L2SP_028043_20201012_20201105	12 de octubre del 2020

	LC08_L2SP_028043_20211116_20211125	11 de noviembre del 2021
Sequía	LC08_L2SP_028043_20150406_20200909	6 de abril del 2015
	LC08_L2SP_028043_20160323_20200909	23 de marzo del 2016
	LC08_L2SP_028043_20170427_20200904	27 de abril del 2017
	LC08_L2SP_028043_20180414_20200901	14 de abril del 2018
	LC08_L2SP_028043_20190519_20200828	19 de mayo del 2019
	LC08_L2SP_028043_20200403_20200822	3 de abril del 2020
	LC08_L2SP_028043_20210321_20210401	21 de Marzo del 2021

Uso del el Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI).

El Índice de Diferencia Normalizada de Agua (NDWI) se emplea en imágenes satelitales para realzar la presencia de cuerpos de agua al disminuir significativamente la reflectancia de la tierra y la vegetación, lo que permite que los cuerpos de agua se resalten en la imagen.

Dado que el NDWI mide la cantidad de humedad de manera eficaz, es comúnmente comparado con el Índice de Diferencia Normalizada de Humedad (NDMI), también conocido como NDWI GAO. Sin embargo, existe una notable diferencia en cómo se calculan y se utilizan ambos índices. El NDMI se basa en la combinación de bandas espectrales NIR-SWIR (infrarrojo cercano e infrarrojo de onda corta) con el propósito de destacar la existencia de agua en las hojas de las plantas, se utiliza el NDWI.

Por otro lado, el cálculo del NDWI se realiza empleando la combinación de bandas espectrales GREEN-NIR (verde visible e infrarrojo cercano), lo que le capacita para

identificar variaciones mínimas en la cantidad de agua presente en los cuerpos de agua.

Este resultado sale a partir de la formula:

Ecuación 5. - cálculo del Índice de diferencia normalizada de humedad (NDMI), (McFeeters, S. K. 1996)

$$NDWI = (GREEN - NIR) / (GREEN + NIR)$$

4.4 Análisis de autocorrelación espacial y modelos de distribución potencial.

4.4.1 Análisis de Moran's

El índice de moran's calcula el nivel de autocorrelación espacial de un conjunto de datos, todo esto basándose en la información geográfica (Ubicación) y los valores que posee, esto de manera simultánea, como resultado, se tiene una agrupación de entidades y una variable asociada, posteriormente analiza y califica si la tendencia resultante de este análisis posee características de carácter; 1. Agrupado, 2. Disperso, 3. Al azar. (Ramírez, 2015)

Lo anterior representado en la siguiente ecuación:

Ecuación 6. - Índice de Moran's (Ramírez, 2015)

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} z_i z_j}{S_0 \sum_{i=1}^n z_i^2}$$

Dentro de esta fórmula, la variable (Z) representara al valor de la desviación de un dato de la variable perteneciente a una unidad espacial (i) desde el valor de su media ($x_i - \bar{x}$). El valor de (Wi), hará referencia al valor de la ponderación geográfica entre las unidades espaciales (i) y la unidad de espacio (j), n a su vez, representa el número total de las entidades espaciales dentro de la ecuación y el valor de (So) es un valor de constante para todo el conjunto de unidades espaciales.

En el contexto de la estadística del índice de Moran's, la hipótesis nula plantea que la característica que se está examinando se encuentra distribuida de manera aleatoria entre los individuos en la zona de investigación, por ende, los procedimientos de carácter espacial que influyen en la formación de tendencias de datos observados constituyen una opción aleatoria. Cuando el índice de Moran's dentro de este planteamiento, resulta en diferencias significativas (Valor de P resultado del cálculo a partir del valor de Z referente a la distribución) es posible rechazar la hipótesis nula (Ramírez, 2015).

Dependiendo del resultado del valor de P, la significancia y la puntuación de Z, se puede tener 3 diferentes resultados:

1. No existe una significancia del valor de P, esto descarta la posibilidad de rechazar la hipótesis nula, a raíz de que es posible que los datos relacionados a la distribución espacial de los valores relacionados a la cobertura de los individuos de la especie sean resultado de una dispersión y procesos espaciales al Azar. (Comportamiento al Azar).
2. Si contrario al caso mencionado anteriormente, Existe una significancia en el valor de P, pero la resultante del valor de Z es positiva, es posible rechazar la hipótesis nula, esto con base en que la distribución espacial de los datos, independientemente que sean de rangos altos o bajos, en el dato de entrada, estos se encontraran con una tendencia que los agrupa espacialmente, esto contrastando con la expectativa de un resultado espacial que indicara que son de carácter aleatorio.
3. Otra alternativa, es si existe un valor de P con significancia y existe el valor de Z con puntuación negativa, es posible también el rechazar la hipótesis nula, dado que la distribución de los valores de entrada, independientemente de su característica, se encontrarán repelidas y alejadas, contrastando con la idea de ser resultado de procesos llevados al azar. Una tendencia orientada a la dispersión sugiere un proceso de competencia, existiendo una

constante lucha por el nicho ecológico y el espacio, así como de la apropiación de recursos.

4.4.2 Modelo de distribución potencial

A partir de las variables fisiográficas y ambientales y los registros de presencia de los osos se generaron modelos de distribución potencial con el software Open modeller, el cual contiene el algoritmo de Máquina de Soporte Vectorial (SVM), el cual es un algoritmo de aprendizaje supervisado que se emplea principalmente en la categorización y predicción de datos, dentro de este procedimiento, se ingresaron las base de datos correspondiente a las diferentes categorías de interacciones entre oso negro y humano, cabe aclarar que el programa exige un número mínimo de 20 datos para generar modelos con una considerable confiabilidad en los resultados.

En este sistema de Modelación búsqueda de un plano, el programa crea un plano en un espacio de múltiples dimensiones que logre la mejor separación entre las diferentes categorías de datos. Este plano se selecciona de tal manera que maximice la distancia entre los puntos de datos más cercanos de diferentes categorías, conocidos como 'vectores de soporte', la modelación captura la bases de datos como avistamientos y presencias confirmadas y rellena las ausencias dentro de un plano espacial como ausencias de la especie confirmadas, generando un plano que expresa donde es posible encontrar o experimentar cada tipo de interacción y cuales es poco probable a nulo la posibilidad de presencias una interacción.

Esto es gracias a la interfaz del procedimiento que, al momento de calcular las estimaciones de incidencia, cruza datos de diferentes capas (Pendiente, topografía, rugosidad, curvatura, uso de suelo, etc.) para encontrar diferentes tendencias de preferencia en los datos y usar las preferencias de los datos a las diferentes variables y traslapar dentro de una capa, todas estas tendencias a las que se

inclinan la ocurrencia de interacciones, generando un mapa con lugares de similares características a las asociadas, para definir puntos probables donde pueda llegar a existir un conflicto o integración relacionada con oso negro.

Validación de las modelaciones

Para determinar la precisión del modelo se calculó el área bajo la curva (AUC) del análisis ROC (característica operativa del receptor) (Swets, 1988). La curva ROC es una representación gráfica en donde el eje de las ordenadas representa a registros de presencia bien clasificados (error de omisión) y el de las abscisas al error de comisión o falsos positivos. Un valor ROC de 0,5 muestra que las predicciones del modelo no son mejores que las aleatorias; los valores $> 0,9$ indican un alto rendimiento del modelo (Peterson *et al.* 2011). significativamente mejores ($\alpha = 0,05$, prueba de una cola) que una distribución de modelos aleatorios (AUC = 0). Los resultados del ROC para cada modelo se obtuvieron en el software Open Modeller (Figura 8).

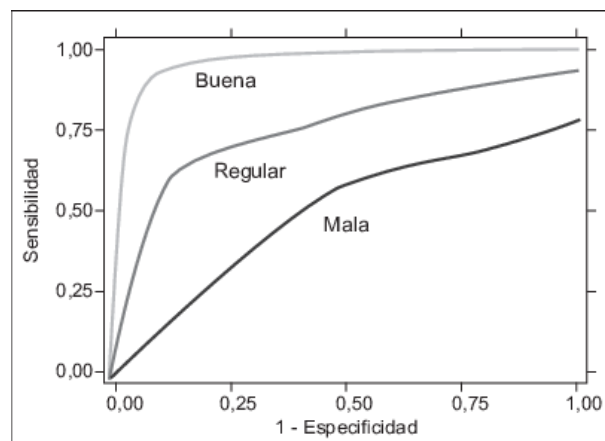


Figura 4.- Ejemplos de curvas ROC que resultan de modelos de distribución de especies. Modelos con valores de curvas ROC mayores a 0.7 se consideran óptimos (Swets, 1988).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. Autocorrelación espacial

A partir de los métodos implementados y análisis de los datos usando diferentes variables fisiográficas y variables ambientales usando como medio los programas Open Modeler y ArcGIS (Uso de MVS), como resultados se obtuvieron 2 clasificaciones de mapas que definen la dinámica de los incidentes y conflictos humano – oso (IHO) entre variables fisiográficas y variables ambientales, cada uno de los mapas muestra de forma gráfica la relación entre una variable y el punto (ubicaciones) donde se presentó una interacción (Avistamiento directo, Conflicto o Captura) dentro del área de estudio, de esta forma se muestra la relación entre las ubicaciones de los conflictos relacionado con Oso negro dentro del rango de cada variable tratada en cada mapa. Junto a cada descripción de los mapas generados, estará presente una gráfica del ROC (Receiver-Operating-Characteristic), el cual es una herramienta que cumple la función de ser un indicador para medir el desempeño de un modelo o algoritmo en la tarea de clasificación binaria, y su utilidad se destaca particularmente en los campos de inteligencia artificial, aprendizaje automático y estadística.

5.2. Variables Fisiográficas.

Variable Pendiente.

La variable pendiente indico que los datos de conflictos y capturas en el periodo de lluvias se agruparon lo que sugiere una relación directa entre la pendiente y las interacciones mencionadas. Esto sucedió en rangos de pendiente de 0 a 25 grados. Por otro lado, la interacción de avistamientos en los dos períodos indico una relación aleatoria por lo tanto no hay relación entre esta interacción y la pendiente (Figura 9).

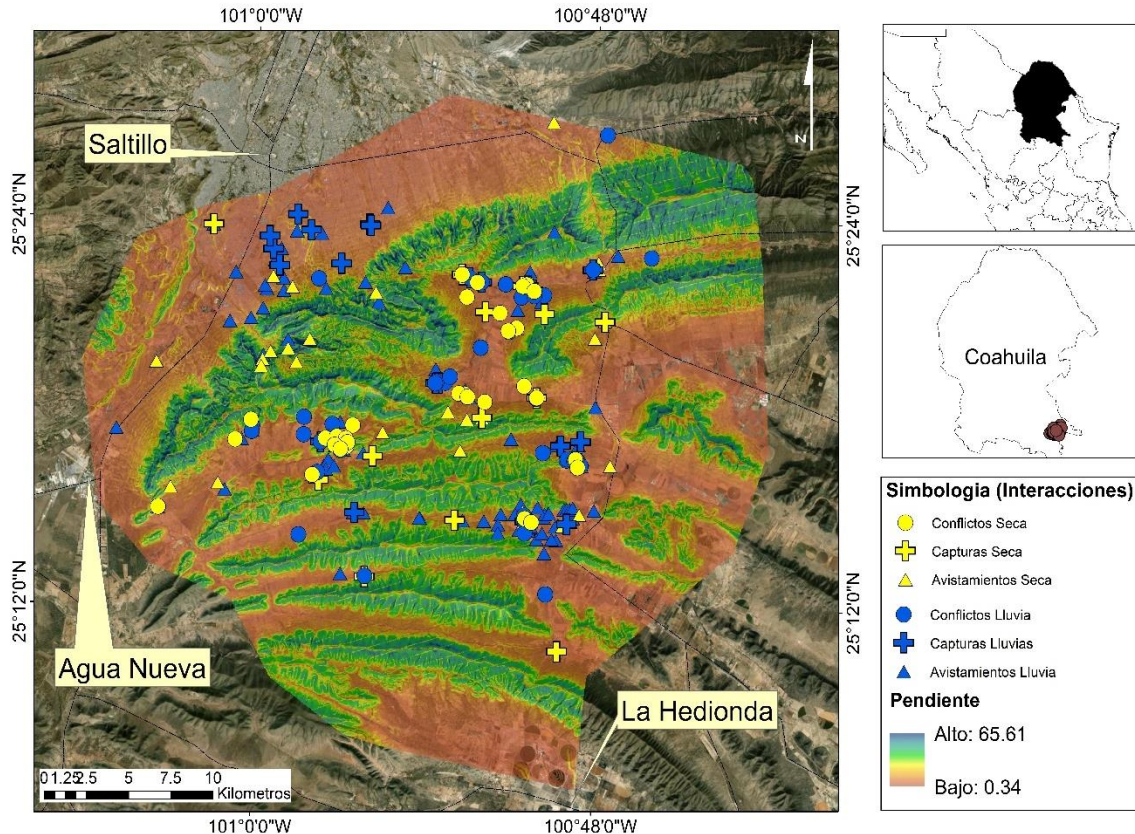


Figura 5.- Modelo de pendiente del área de estudio en periodo de lluvias y periodo de seca.

En la figura 9 se observa una tendencia generalizada de los datos por optar un rango específico de la variable de pendiente, este comportamiento se repite para las diferentes variables fisiográficas.

Variable curvatura.

En el caso de la variable curvatura indico que los datos obtenidos dentro de las interacciones de Capturas en el periodo de lluvias y Conflicto en la temporada seca se agruparon dentro de la curvatura cóncava (Índice de autocorrelación ubicado en el apartado de "Anexos" de este documento), lo que sugiere una relación directa entre este tipo de curvatura y las interacciones mencionadas, para las demás interacciones existió una distribución aleatoria que no reflejo una relación directa entre variables (Figura 10).

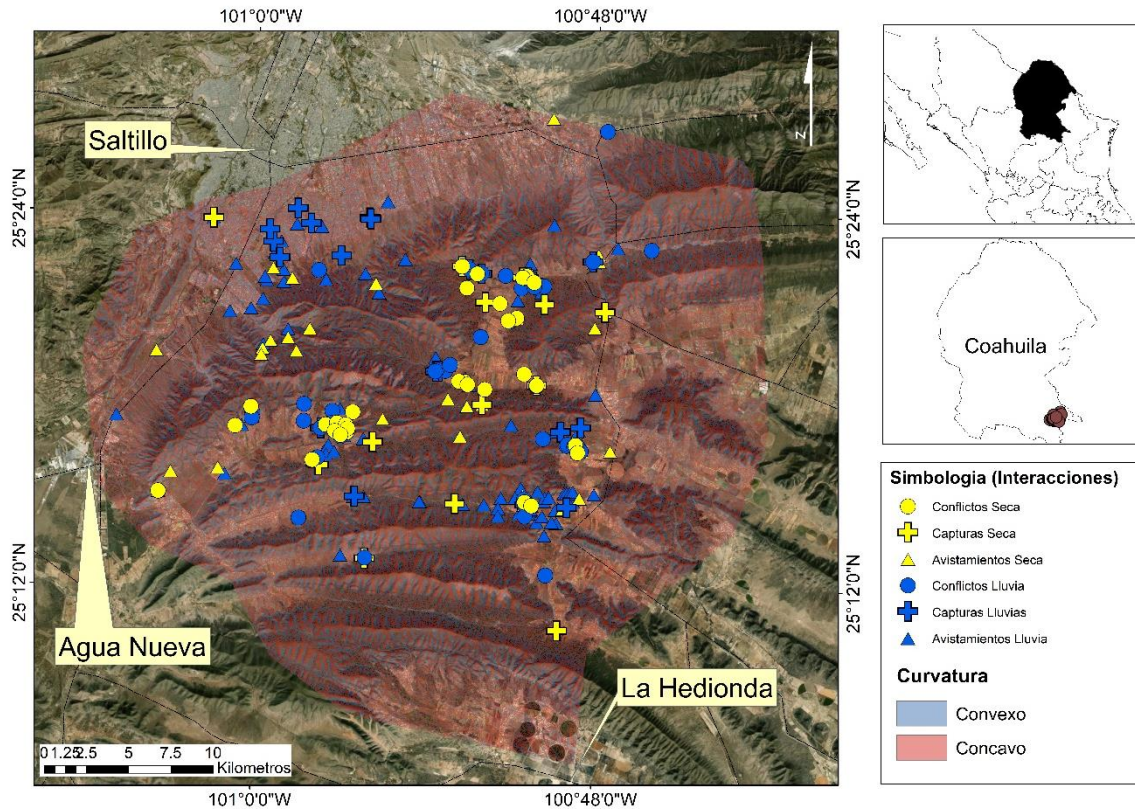


Figura 10.- Modelo de curvatura para el área de estudio en temporada de lluvias y temporada seca

Variable rugosidad.

Esta variable mostro comportamiento similar a las anteriores variables, existiendo una conexión directa entre la rugosidad y las interacciones de conflicto y captura en periodo de lluvias, y la interacción de captura para el periodo seco. Es decir, a menor rango y nivel de rugosidad, existió una mayor incidencia de las interacciones. Para esta variable los rangos de rugosidad fueron de 0.0 a 0.5 de rugosidad, lo que significa una alta variabilidad de formas (valles, cañones, mesetas, colinas, montañas, etc). Mostrando una gran variedad de formaciones de relieve en el área de estudio.

Por otro lado, la interacción de avistamientos en los dos períodos y la captura en periodo de seca mostraron una distribución que no refleja una conexión o

proporción en base a la variable de rugosidad (Figura 11)

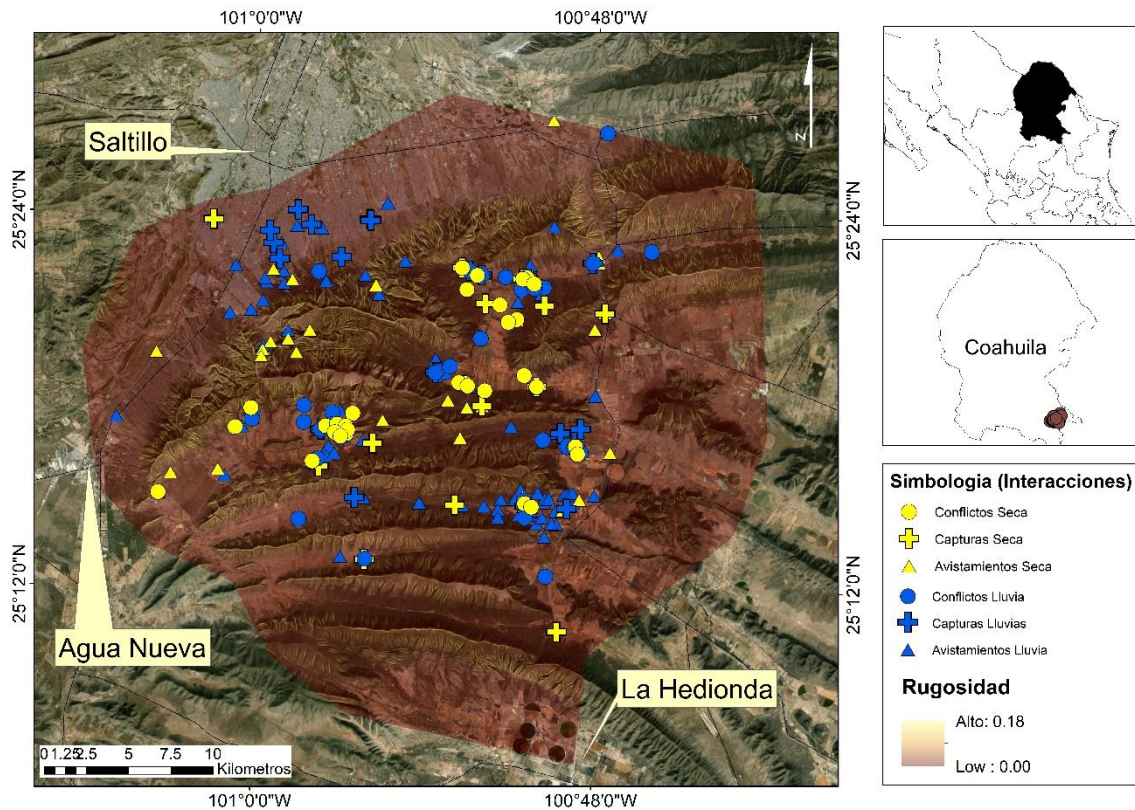


Figura 6.- Modelo de rugosidad del área de estudio en temporada de lluvias y temporada seca.

Variable Orientación.

Esta variable mostro una relación directa con todas las interacciones para el periodo de lluvias (avistamientos, conflictos y capturas) (tabla x). Mientras que, dentro de la temporada seca, se mostró solo una significancia con la interacción de conflicto. Se mostro una preferencia por rangos de exposición norte. Por otro lado, la interacción de avistamientos y captura del periodo de lluvias mostro una relación aleatoria. (Figura 12)

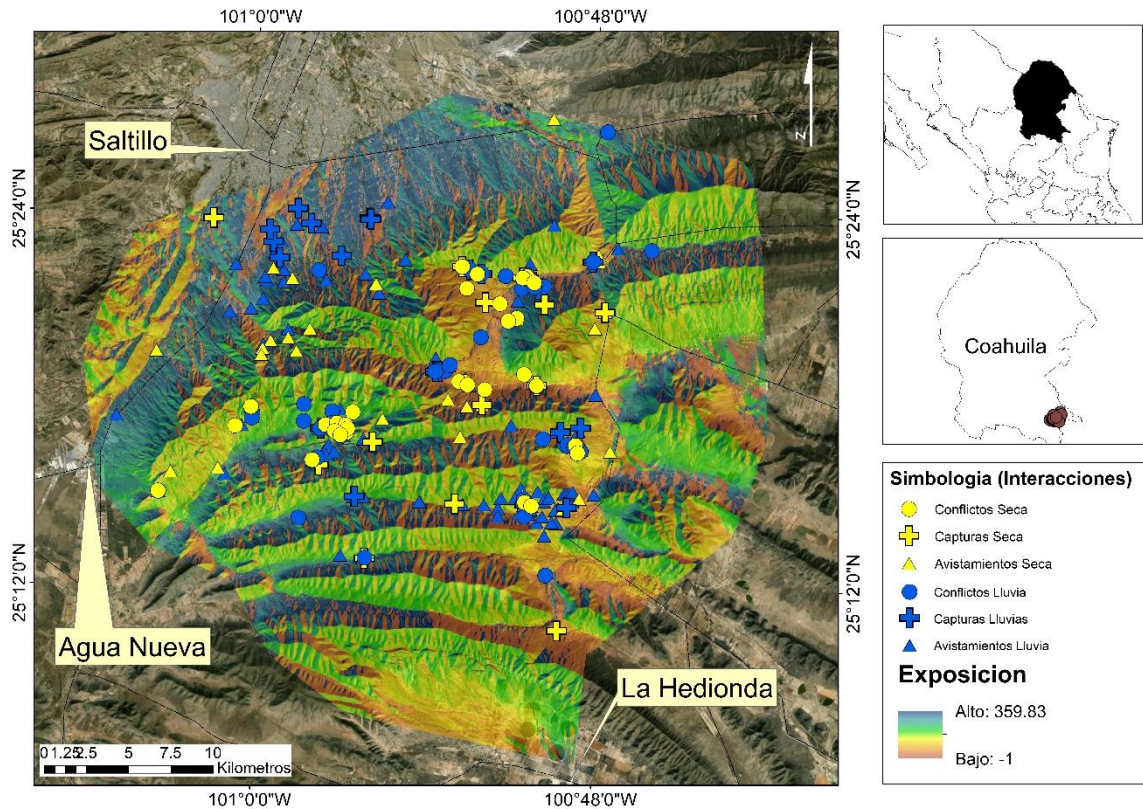


Figura 7.- Modelo de exposición del área de estudio en temporada de lluvias y temporada seca.

Variable cobertura.

Esta variable en cuestión posee diferentes clasificaciones con base en el uso de suelo de cada área, los valores de significancia indico que los datos de conflictos y avistamientos en el periodo de lluvias, y para los datos de captura en dentro del periodo seco, estas interacciones se agruparon lo que sugiere una relación directa entre la cobertura y las interacciones mencionadas. Esto sucedió en las áreas destinadas a asentamientos humanos y áreas de densidad boscosa. Por otro lado, la interacción de captura en temporada de lluvia y avistamientos y conflictos en la temporada seca, mostrando una relación aleatoria por lo tanto no hay relación entre estas interacciones y la cobertura (Figura 13).

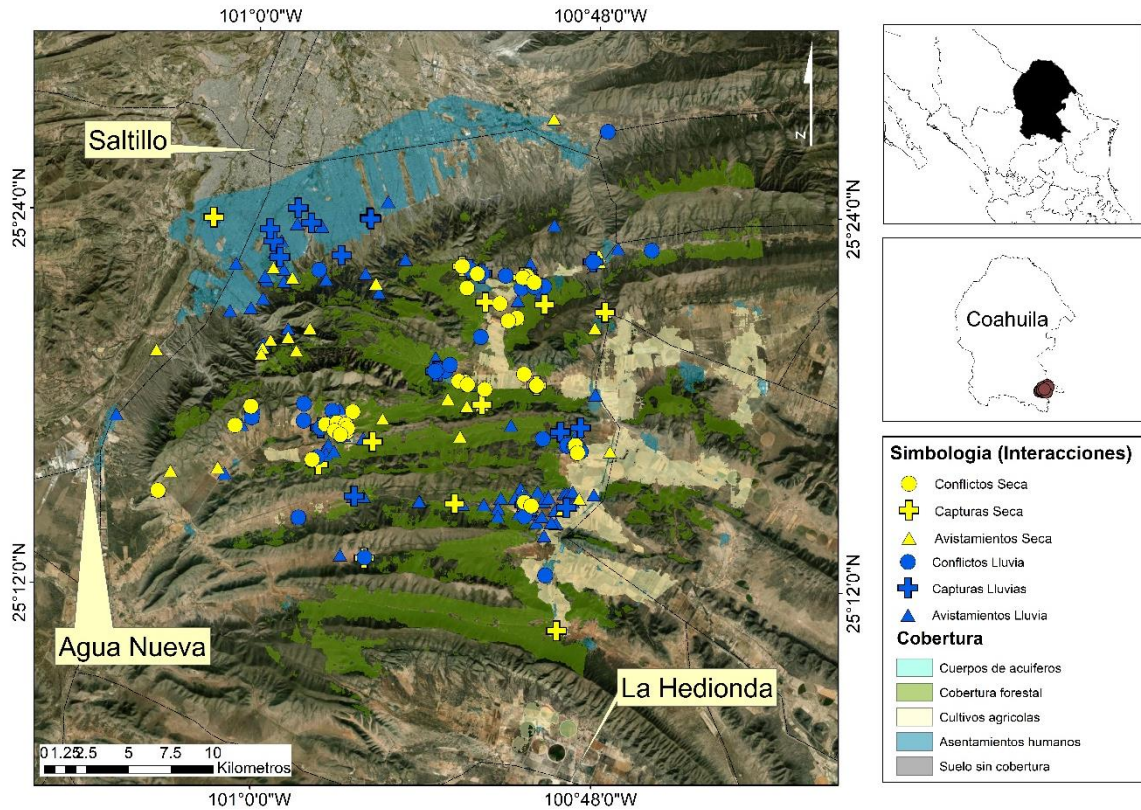


Figura 8. Modelo de cobertura del área de estudio en temporada de lluvias y temporada seca.

Variable elevación.

Esta variable mostro que los datos de conflictos y capturas en el periodo de lluvias se agruparon lo que sugiere una relación directa entre la elevación y las interacciones mencionadas. Esto sucedió en rangos de pendiente de 1539 msnm a 2000 msnm, de característica similar a anteriores modelos (Orientado a un rango definido de datos de cada variable) Por otro lado, la interacción de avistamientos en los dos períodos y los conflictos y capturas de la temporada seca, indicaron una relación aleatoria por lo tanto no hay relación entre esta interacción y la elevación (Figura 14).

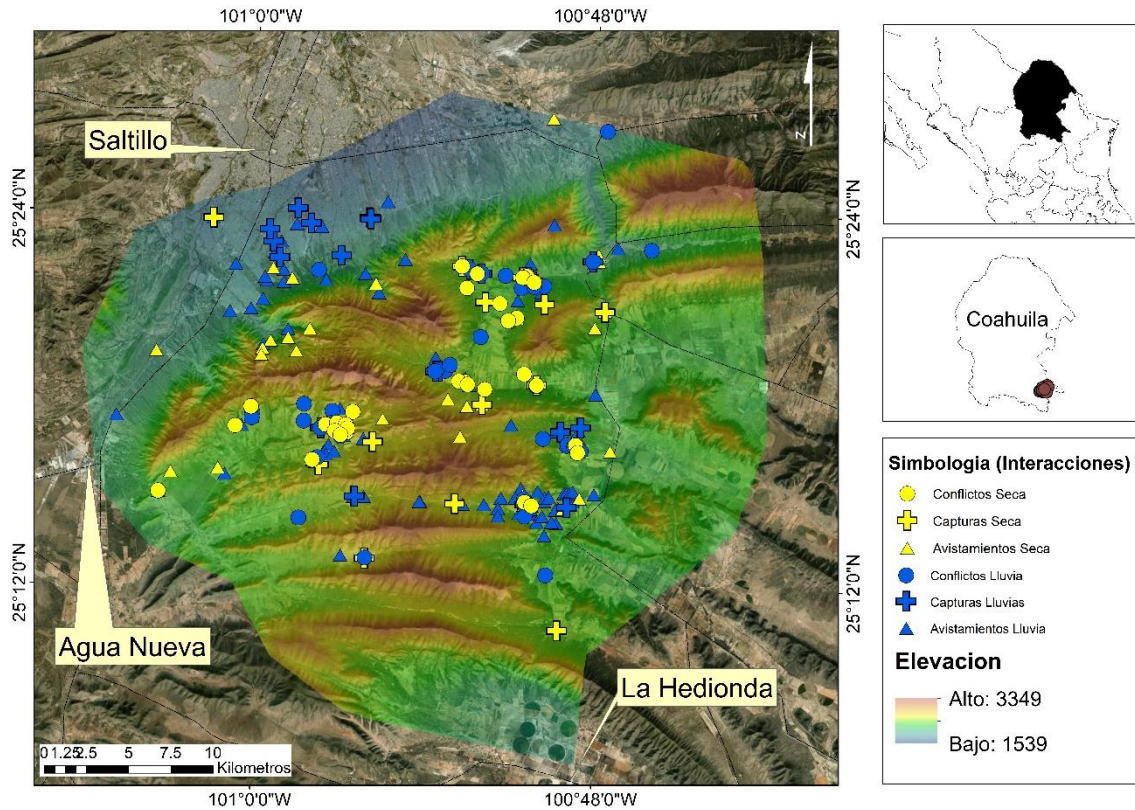


Figura 9.- Modelo de elevación del área de estudio en temporada de lluvia y temporada seca.

Dentro de los resultados obtenidos entre los datos y la relación de estos dentro de las variables fisiográficas se puede observar una tendencia de relación en todas las variables, si bien esta relación no se encuentra de forma total, la mayoría de interacciones dentro de las diferentes temporadas muestran una gran influencia dentro de la ocurrencia de interacciones humano – oso, esto se puede observar de forma más específica dentro en la tabla resultados de la autocorrelación espacial para cada una de las variables fisiográficas (Anexos).

Discusión

Las variables fisiográficas y las Interacciones humano – oso.

Como se observa de forma gráfica y detallada dentro de los datos resultantes de las interacciones auto correlacionadas con las variables fisiográficas, existe una gran influencia entre las características propias del relieve y forma de la topografía del ambiente con los hábitos y comportamientos establecidos por el oso negro dentro del área de estudio. Dentro de los resultados se puede observar cómo existe una afinidad de forma constante dentro todas las variables por elegir y quedarse estacionado dentro de un rango definido dentro de cada variable, esto nos indica que el oso negro dentro de esta región selecciona y elige que áreas son mejores para aproximarse y a partir de esta elección, empezaremos a tener incidencia las diferentes interacciones presentes (Avistamientos, conflictos, capturas). El oso negro es una especie nativa dentro de la región que abarca el área de estudio (Leopold, 1959; Scheick y McCown 2014; Monroy-Vilchis *et al.*, 2016), aun teniendo en cuenta la pertenencia dentro del territorio, históricamente su presencia existe de forma separada a las actividades humanas y a los territorios pertenecientes a asentamientos humanos, a pesar de esto, en las recientes años se ha visto un incremento de las interacciones del oso negro tanto en las cercanías de los asentamiento humanos como dentro de estas, esto principalmente ocasionado por las actividades antropogénicas (Asentamientos, ganadería, agricultura, vías de comunicación, etc) (Hirzel *et al.*, 2002).

Dentro de las variables fisiográficas, se observa la preferencia del oso a rangos muy específicos dentro de cada variable, estos en su mayoría se relaciona las tendencias de movimiento del oso, cabe aclarar que el oso es descrito como una especie oportunista omnívora, esto causa que el oso busca las fuentes de alimento que no requieran un gran gasto calórico para hacerse de estas (Peterson, 2006; Doan-Crider, Tri y Hewitt, 2017), por ende buscara las vías y rutas de acceso más fácil a las fuentes de alimentación, evitando el gasto de energía y esfuerzo físico para conseguir alimento, estas rutas de movimiento se incrementan durante los periodos de pre-hiperfagia (Abril - Agosto) e hiperfagia (Agosto – Noviembre), esto

incrementa el número de osos que busca fuentes de alimento, cerca o dentro de los asentamientos humanos (Nelson *et al.*, 1983; Baruch-Mordo *et al.*, 2014; Evans *et al.*, 2014), el porqué de este comportamiento dentro del área de estudio y como estas estacionalidades y hábitos del oso influyen tiene que ver de gran manera con la preferencia del oso como especie a elegir rangos particulares dentro de todas las variables fisiográficas.

La variable pendiente indica que existe una alta autocorrelación para esta variable dentro de las interacciones humano – oso (IHO), dentro de los conflictos y capturas dentro del área de estudio, para esta variable el oso negro tiene a elegir zonas y asentamientos humanos que se encuentren dentro de pendientes con muy suave inclinación y tiene a evitar áreas con pendientes altamente inclinadas, esta preferencia atrae a los osos a áreas ubicadas dentro de los valles y áreas de pastizales dentro del área de estudio (Sitios con baja magnitud de pendiente), a pesar de que el hábitat natural de los osos cuenca con pendientes escarpadas y matorral denso (Núñez Torres, María, 2018; Sollmann, Rahel, *et al.*, 2016) podemos observar cómo las áreas con pendientes suaves que son mayormente concurridas por el oso negro, se encuentra de forma muy cercana a las zonas donde la pendiente empieza a elevarse y clasificarse como pendientes escarpadas o muy inclinadas, esto nos genera la relación directa entre su hábitat (regiones con pendientes escarpadas) a los sitios donde la especie encuentra fuentes de comida antropogénica (regiones con pendientes suaves o nulas) donde la especie forma rutas que nacen en sus echaderos y refugios a las zonas de alimentación donde se generan las instancias de IHO. A pesar de esta diferencia entre la literatura y la evidencia de las IHO, los datos y ubicaciones presentadas pertenecen a las interacciones que tienen los especímenes de oso negro con el humano y estas están relacionada a los atractivos que existen en la zona por causas antropogénicas.

Para la variable curvatura, se optó por definir una clasificación dicotómica teniendo como clasificación un relieve cóncavo y convexo, esta describe la característica del relieve que refiere a la formación superficial del territorio dentro del área de estudio,

los datos de IHO tuvieron una alta autocorrelación con la clasificación cóncava, dentro de la región es posible encontrar diversas formaciones geológicas que presentan características cóncavas, ejemplos de esta dentro del área de estudio son arroyos temporales, cuencas superficiales, tinajas, cunetas agrícolas de irrigación, mientras que la presencia de formaciones convexas se relacionan más a áreas escarpadas de terreno sin cobertura, colinas, cordilleras de las sierras aledañas, etc. Estas son de importancia para la especie de oso negro dado que representan fuentes de disponibilidad de agua en las regiones con baja elevación donde estos residen, estas fuentes son vitales para la sobrevivencia de los osos en sus áreas de distribución, es común encontrar osos establecidos cerca de fuentes de agua debido a esto dentro de la región noreste del país (Yancey II, Franklin y Kasper Stephen, 2023).

La rugosidad desempeña un papel fundamental en la ecología y la biología de las especies de vida silvestre, diversos tipos de terreno crean una variedad de oportunidades y desafíos para las especie, se tiene conocimiento que las rutas que trazan los mamíferos dentro de las regiones con múltiples sistemas de montañas y sierras son fuertemente influenciadas en rutas con características de superficie uniformes y poco escarpadas dentro de las con rugosidades suaves o superficies poco escarpadas (Escobar-Flores, J. *et al.*, 2016), en el caso específico de los úrsidos, la rugosidad juega un papel fundamental dado que los individuos de la especie buscaran rutas de fácil acceso y movilidad que vayan de sus refugios y echaderos a los lugares que identifiquen como áreas de disponibilidad de alimento como áreas de actividades humanas, estas deben tener características pendientes suaves, y uniformidad de terrenos, esta especie al transitar evitara circular en terrenos escarpados y pendientes muy inclinadas dado que esto requiere un mayor esfuerzo para transitar (Yancey II, Franklin y Kasper Stephen, 2023), esta variable es de importante al momento de registrarla en grandes rangos dado que en los terrenos con una gran magnitud de rugosidad habrá formaciones de "tinajas" las cuales son fuentes de agua temporales que se forman durante el periodo de lluvias y que sirven como fuentes de agua dentro de sus áreas de distribución (Yancey II, Franklin y Kasper Stephen, 2023).

En la región donde se estableció el área de estudio en particular, podemos observar una notable diversidad en las orientaciones y pendientes de las laderas. Estas diferencias se explican por las variaciones en la orientación, inclinación y características geológicas del terreno. Al explorar esta región, notamos que las laderas presentan notables contrastes en cuanto a la cantidad de luz solar y exposición al viento, lo que influye en la vegetación y en los microclimas locales. Algunas de estas laderas se orientan hacia el este, lo que les permite recibir la luz matutina y experimentar condiciones de temperatura y humedad específicas, mientras que otras se inclinan hacia el oeste, lo que conlleva microclimas diferentes y una vegetación distintiva. Además, la topografía del terreno ofrece una variación de pendientes que van desde colinas suaves hasta laderas empinadas y rocosas.

En la región noreste de México a la que pertenece Coahuila, la exposición Sur de las laderas y relieves de la región son aquellas que reciben más radiación solar, por ende, son caracterizadas por una configuración de vegetación mejor adaptado a condiciones de poca humedad y alta radiación solar, como lo es la vegetación *Quercus spp.*, *Prosopis spp.*, *Acacia spp.*, *Opuntia spp.*, *Agave spp.* (Encina Domínguez, J. *et al.*, 2009), por ende, aquellas laderas en orientación Norte, Noreste o Noroeste captaran mayor contenido de humedad durante el año, esto provocara mayor disponibilidad de alimento y mayores oportunidades de encontrar fuentes de agua (Gual-Díaz, M., 2018), la orientación de las laderas y relieves y su influencia directa sobre los IHO mostro una gran magnitud en autocorrelación, mostrando una gran relación con la variable de exposición, de forma más específica con la relación que existe entre la incidencia de IHO con las áreas con laderas expuestas a las direcciones norte, noroeste y noreste, esto debido en gran forma por las propiedades de retención de humedad y disponibilidad de alimento posible dentro de estas laderas (Rice, Mindy B, *et al.*, 2009).

La elevación fue un indicador que en la mayoría de IHO no tuvo tanta relevancia a comparación de las demás variables fisiográficas, se encontró que este se agrupo de forma específica en solo dos IHO (Conflictos y Capturas) pertenecientes al periodo de lluvias, de forma general las interacciones se concentraron en un rango

determinado de elevación (de 1540 en las áreas más bajas a 2500 en sus áreas más altas donde se registró incidencia de IHO), a pesar de que los osos y sus ámbitos hogareños pueden poseer gran variedad de elevaciones en sus territorios (Valdez, Ortega ,J Alfonso, 2014), estos optaran por moverse a zonas con características de, superficies uniformes y de fácil transito donde que arriesgan a perder energía durante sus recorridos en estas zonas (Lackey C.W, *et al*, 2018).

El papel de la variable cobertura es de gran relevancia dado que este es dominado por 3 principales tipos de uso de suelo: Asentamientos Humanos, Cultivos agrícolas y Cobertura vegetal natural/forestal, el mapa generado (figura 12) muestra como estos 3 usos de suelo son también aquellos con los que cuentan con más frecuencia de IHO, con esto se puede observar la influencia de la variable de cobertura, esta magnitud de influencia se presentó de manera más alta durante la temporada de lluvias (Mayo – Octubre), dentro de este periodo los osos comparten dos fenómenos que marcan un cambio en su comportamiento y su hábitos alimentación lo cual impacta en la alza de la cantidad de IHO durante este periodo, uno de ellos siendo la llegada de la primavera que trae consigo el inicio de las lluvias lo cual genera que exista una abundancia dentro de las fuentes de disponibilidad de alimento de sus ámbitos hogareños y de forma generalizada dentro de los valles y sistemas de montañas que conformas sus áreas de distribución natural, así como en las cercanías de los asentamientos humanos lo cual genera una periodo de Pre-hiperfagia que provoca que los osos aprovechen esta alta en la disponibilidad de alimento y exista más movimiento de la especie en busca de alimento, después, dentro del periodo de finales de verano y inicios de otoño, con el cambio de horas luz y descenso en las temperaturas, los osos entran en un periodo de hiperfagia y empieza a existir una escases de las fuentes de alimento y agua (Valdez, Ortega ,J Alfonso, 2014) por ende, la especie se ve forzada a extender más su ámbito hogareño y sus movimientos fuera de este para encontrar nuevas fuentes de alimentos, dentro de este periodo es común observar cómo los osos llegan a encontrar los asentamientos humanos y locaciones donde se genera la agricultura y el ganado como fuentes de alimento de fácil acceso (Lackey C. W, *et al*, 2018), este periodo también es de importancia para las áreas productivas (Núñez Torres

M., 2018) dado que las superficies agrícolas dentro del área de estudio pasan a generar cosecha (en el caso del primer ciclo de maíz que va de enero a Junio) y las áreas ganaderas dedicadas al pastoreo dentro de las zonas de transición entre el pastizal del valle y el bosque con el que limita este.

Es importante observar cómo las IHO independiente del tipo, ocurren dentro de los límites de las coberturas, en lugares que pueden designarse como zonas de transición, podemos ver un ejemplo de esto con las IHO que suceden en áreas con cobertura de cultivos agrícolas próximas a sitios de vegetación forestal, lo mismo aplica para Interacciones dentro de asentamientos humanos que se encuentran zonas a con cobertura forestal, esto refuerza el planteamiento de un proceso de habituación (Lackey C. W, *et al*, 2018), donde las IHO empiezan como avistamientos, donde el oso es atraído en una primera instancia por atrayentes de origen antropogénico (Basura y/o alimentos humanos) pero no existe una interacción como tal sino que solo es visualizado por la población, luego este aprende el que partes del día existe menos cantidad de actividad humana y empieza a acercarse y tomar ventaja de estas fuentes de alimento de fácil acceso, en este momento empieza a existir una interacción de conflicto, ejemplos de estos van desde depredación de ganado (Bovino, Caprino, Equino, Ovino, etc.), depredación de cultivos agrícolas, depredación de cultivos frutícolas, depredación de colmenas apícolas (Valdez, Ortega ,J Alfonso, 2014), donde los productores sufren pérdida por los eventos de depredación y generan reportes donde el ente de SMA (Secretaria de medio ambiente del estado de Coahuila) efectúa las interacciones de Captura para manejo y liberación de la especie.

Es precisamente dentro de los perímetros de las zonas de cobertura de suelo de vegetación natural donde empieza el proceso de habituación que culmina en IHO dentro de las áreas de cultivo y las áreas de asentamientos humanos, esto en virtud de la existencia de fuentes de agua y fuentes de alimentación próximas o dentro de los usos de suelo mencionados.

5.3. Variables Ambientales.

Para la variable del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI),

Una vez obtenidos los modelos de correlación usando la herramienta del sistema de Maquina de Soporte Vectorial y extrapolarlo los datos a ArcGIS®, dio como resultado 6 mapas de predicción de modelos para incidentes e interacciones Humano – Oso, 2 mapas para conflictos, 2 mapas para Capturas y 2 mapas para avistamiento, uno de cada categoría para la temporada seca y otro para la temporada de lluvias dentro del área de estudio.

Se encontró que existe una correlación entre cada evento, dado que dentro de la cadena de habituación del oso negro, se compone de 3 etapas fundamentales, el Inicio de la habituación (donde el oso empieza a tener curiosidad y aproximarse a las áreas humanas) el cual podemos relacionar con los eventos de avistamiento, el desarrollo de la habituación (Cuando el oso empieza a infligir daños a infraestructura y propiedad de particulares) donde el oso empieza a sacar provecho de las áreas de producción agropecuaria y frutícola, en donde se pueden clasificar los incidentes y conflictos, la última etapa, el sentido de pertenencia, donde el oso reconoce una nueva área dentro de su ámbito hogareño y se vuelve reincidente, el cual entra dentro de los eventos de Captura, donde se realiza el manejo del individuo para posteriormente liberarlo o llevar a cabo acciones dependiendo del nivel de habituación al que este expuesto el ejemplar.

Así mismos, cada representación gráfica cuenta con su confiabilidad dentro de la leyenda de cada mapa.

Avistamientos.

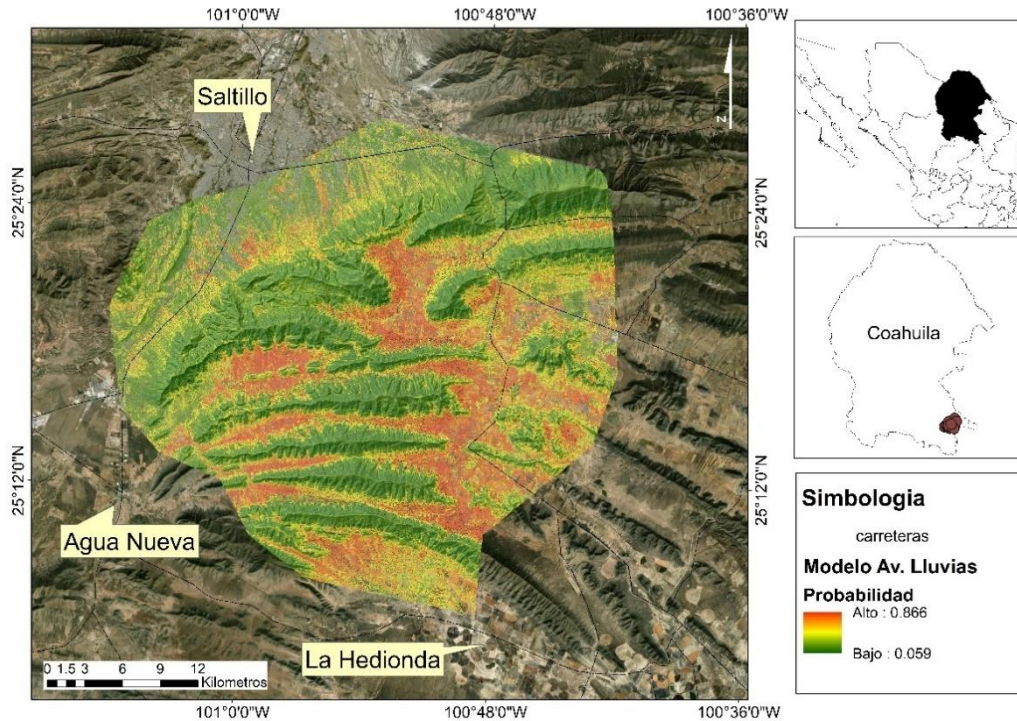


Figura 10.- Modelo de distribución potencial de avistamiento de oso negro en periodo de lluvias.

Para el modelo de distribución potencial de avistamientos se obtuvo una ROC = 0.869. Los sitios con alta probabilidad (> 0.80) (Figura 16) principalmente en valles y planicies mientras que los lugares con menor probabilidad de avistamiento fueron en las regiones montañosas, así como la presencia de alta probabilidad en áreas urbanas. Se puede observar en la Figura 15 que la zona urbana presenta áreas de alta incidencia potencial. La grafica del valor (Figura 16) de los datos muestra que menos de la mitad de los datos observados caen en un modelo aleatorio mientras que la mayoría concuerda con la modelación obtenida.

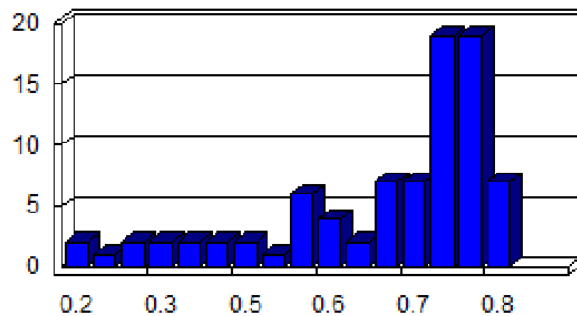


Figura 11.- ROC del Modelo de distribución potencial de avistamiento de oso negro en periodo de lluvias.

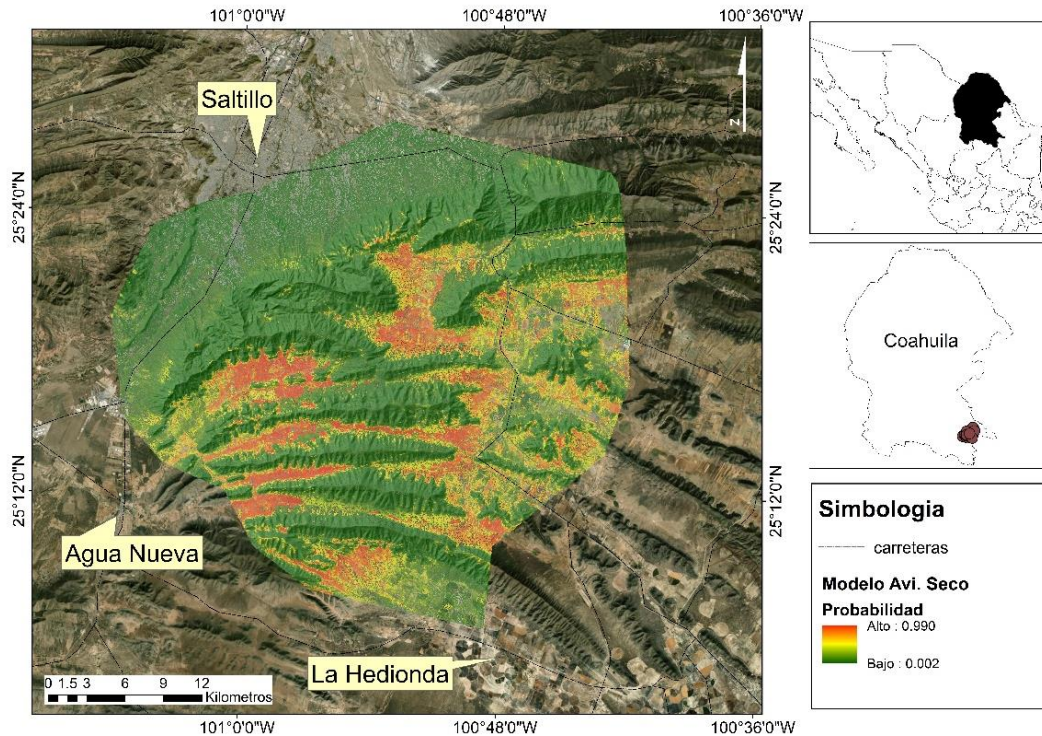


Figura 12.-Modelo de distribución potencial de avistamiento en periodo de seca.

Para el modelo de distribución potencial de avistamientos en temporada seca, se obtuvo una ROC = 0.939, Los sitios con alta probabilidad se mostraron más restringidos y concentrados a comparación del modelo de avistamiento durante la temporada de lluvias, esta probabilidad tiene una gran presencia en los valles donde existen un uso de suelo agropecuario, así mismo en esta zona es donde existe una gran parte de los ejidos del municipio.

La grafica de datos (Figura 18) que existen desde el 2015 muestra un promedio de 0.39 de influencia respecto al modelo generado, pero el alto índice de confiabilidad del ROC da a entender que las interacciones de avistamientos que se generen en el futuro, tendrán un 0.939 de probabilidad de estar dentro de los rangos de alta probabilidad que genero el modelo.

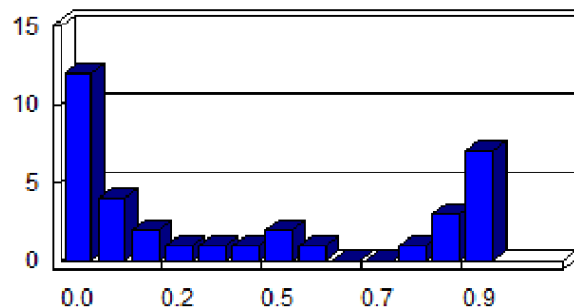


Figura 13.- ROC del modelo de distribución potencial de avistamiento en periodo de seca.

Conflictos.

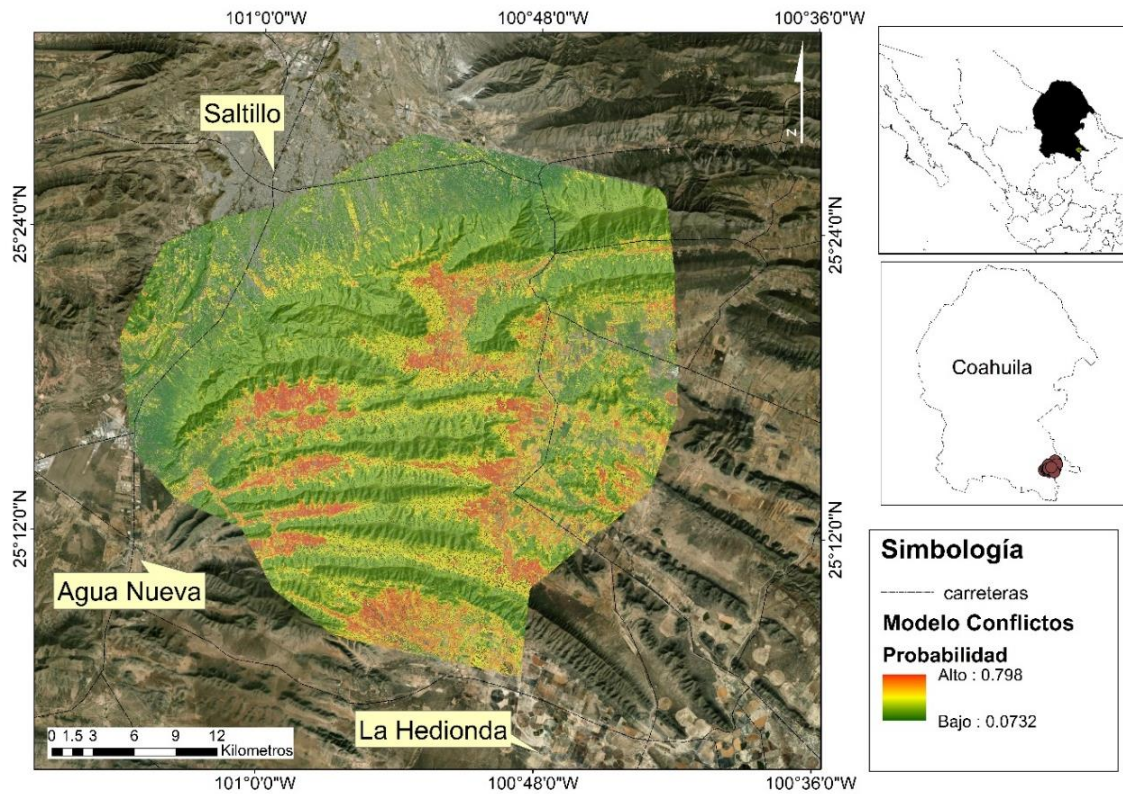


Figura 14.- Modelo de distribución potencial de conflictos en periodo de lluvias.

El modelo de conflictos para la temporada de lluvias resulto con una distribución de alta incidencia más alta, donde en color rojo se muestra los sitios de mayor probabilidad. Sin embargo, de acuerdo a los datos observados el valor promedio de hábitat idóneo es de 0.77, existe un numero bajo de registros del conflicto ganadero que se posicionaron en probabilidades menores a 0.5, a pesar de esto, la mayoría de resultado coincidieron con las áreas de alta probabilidad del modelo.

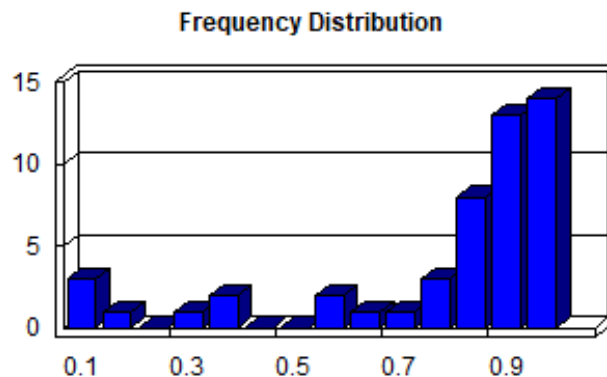


Figura 15.- ROC del modelo de distribución potencial de conflictos en periodo de lluvias.

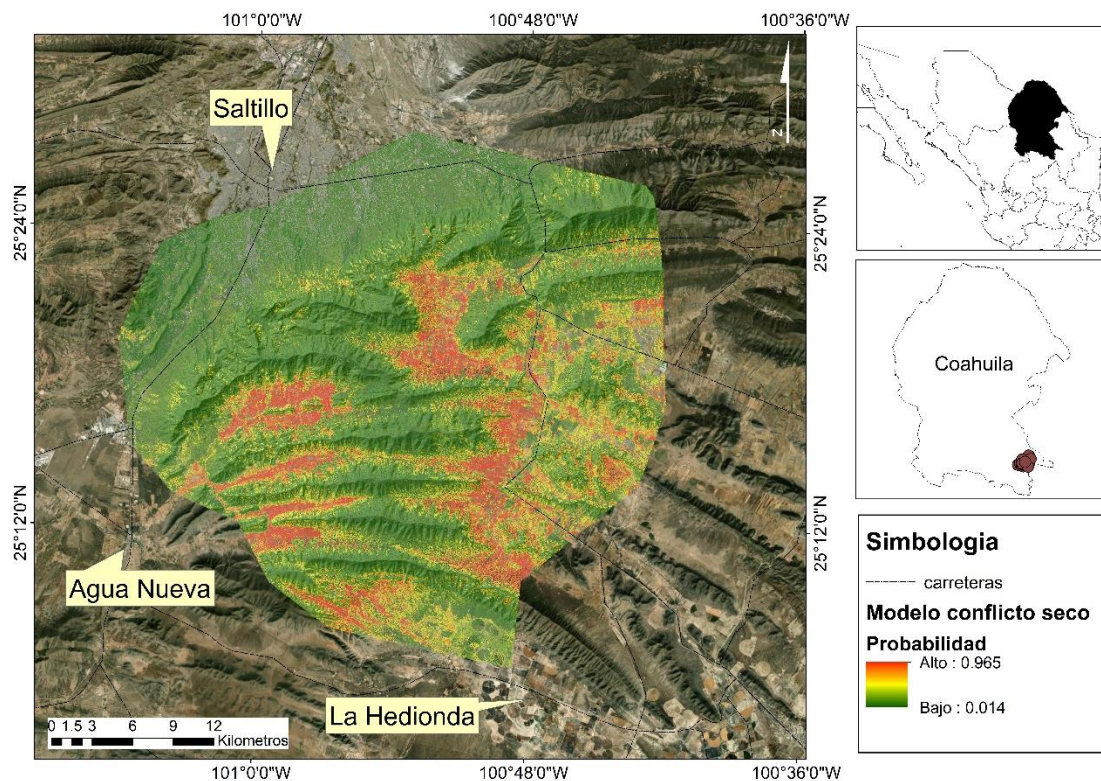


Figura 16.- Modelo de distribución potencial de conflictos en periodo de seca.

este obtuvo una ROC = 0.929, esta modelación muestra como los conflictos se encuentran en regiones más localizadas y con menos distribución confinándose a los valles existentes dentro de la serranía de la sierra de Zápaliname, estas áreas de conflicto se extienden hasta las orillas de las carreteras que cruzan la reserva. La grafica de los datos colectados muestran un promedio de 0.709, validando que existe una gran influencia del comportamiento de los datos y donde ocurren estas interacciones, con las predicciones de las áreas propuestas por el modelo, existiendo una relación directa entre ambos.

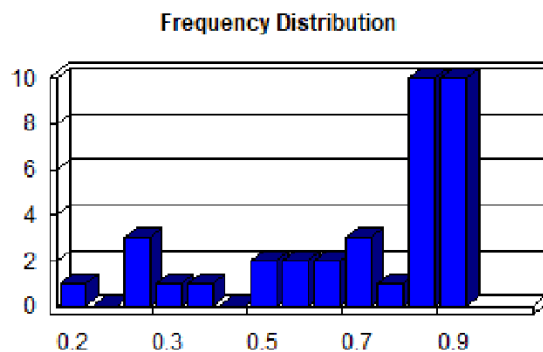


Figura 17.- ROC del modelo de distribución potencial de conflictos en periodo de seca.

Capturas.

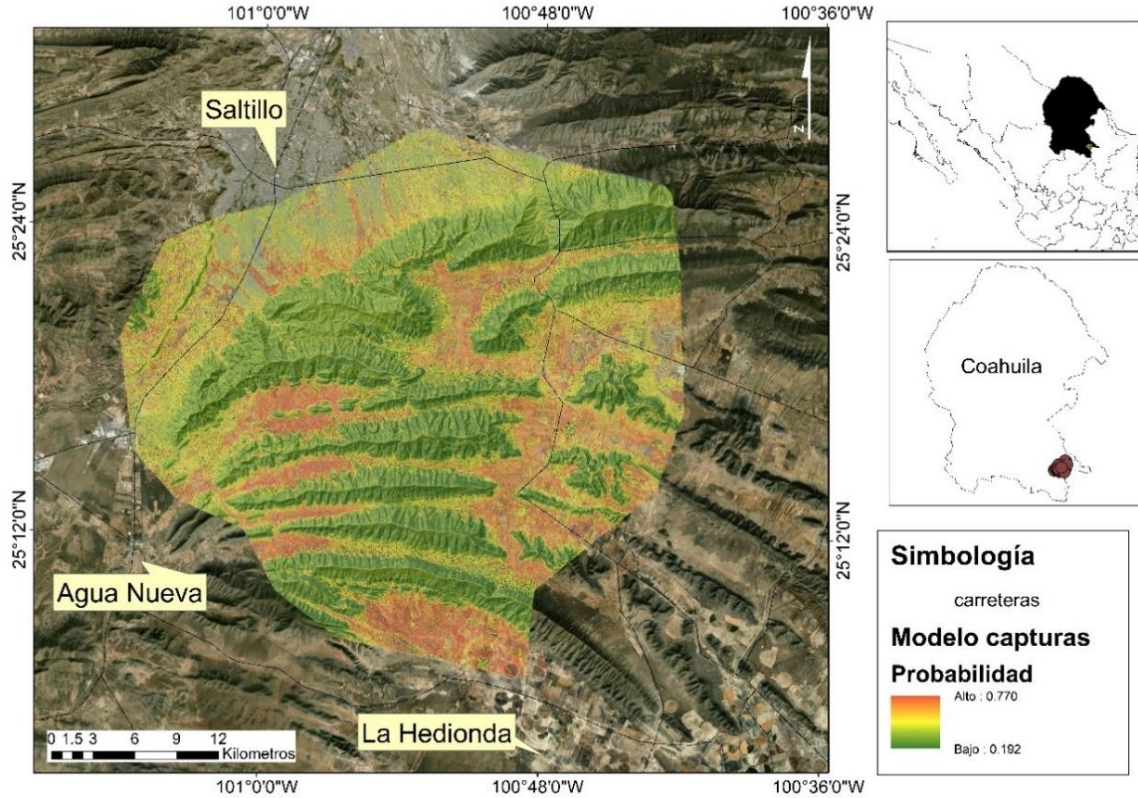


Figura 18.- Modelo de distribución potencial de capturas en periodo de lluvias.

Para el modelo de distribución potencial de conflictos durante la temporada seca, este obtuvo una ROC = 0.914 de la modelación generada, dentro de esta se puede apreciar como existen áreas de alta incidencia de capturas de forma muy expandidas y dispersas tanto en valles y planicies dentro de la serranía, como en áreas próximas o dentro de asentamientos humanos, el promedio que se obtuvo de los datos colectados mostro una media de 0.625 mostrando una preferencia a las áreas de predicción generada por el modelo de distribución potencial.

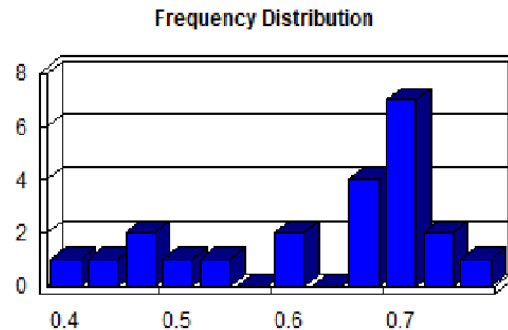


Figura 19.- ROC del modelo de distribución potencial de capturas en periodo de lluvias.

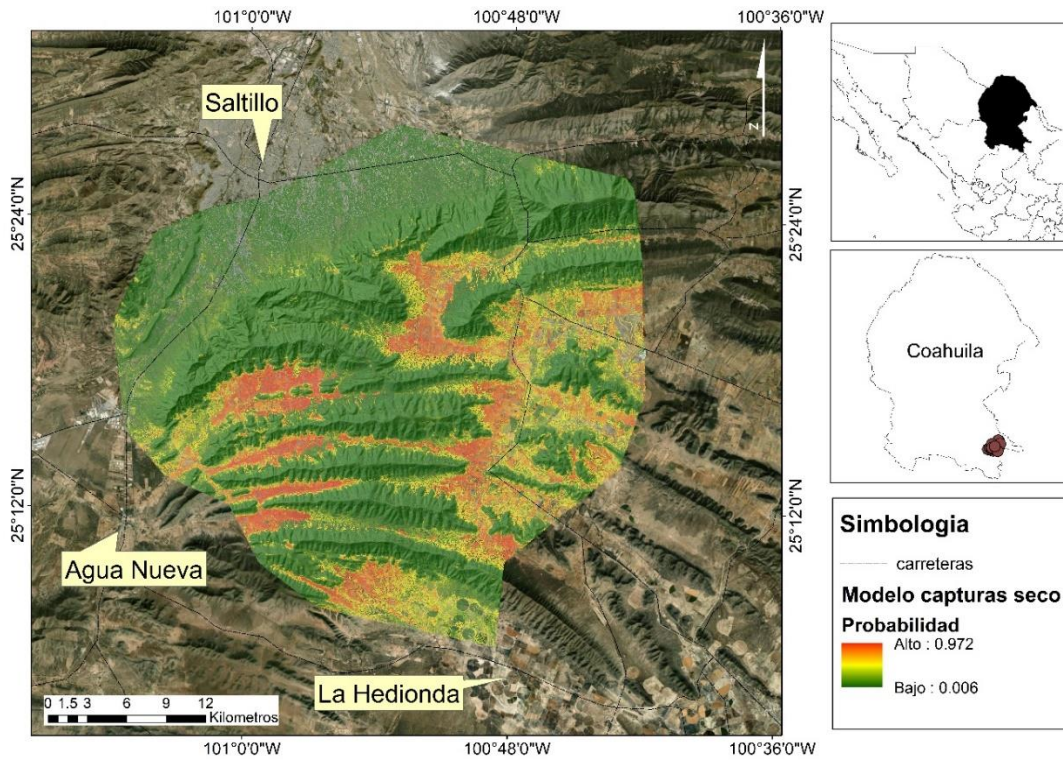


Figura 20. -Modelo de distribución potencial de capturas para el periodo de seca.

Para el modelo de distribución potencial de conflictos durante la temporada seca, este obtuvo una ROC = 0.94, existiendo una alta confiabilidad para el modelo propuesto, dentro de este existe áreas localizadas y puntos de conectividad con alta probabilidad de incidencia en forma de corredores dentro de los valles de las serranías de la reserva, estos corredores poseen la mayoría de interacciones registradas y el modelo presenta una alta probabilidad de incidencia de estas interacciones en un futuro. El promedio de los datos considerados abarca un 0.50, donde la mitad de los datos se registraron al azar y la otra mitad fue congruente al modelo, la alta variable de ROC arrojada nos precisa que las siguientes interacciones tendrán un 0.94 de probabilidad de generarse dentro de las áreas propuestas con alta incidencia.

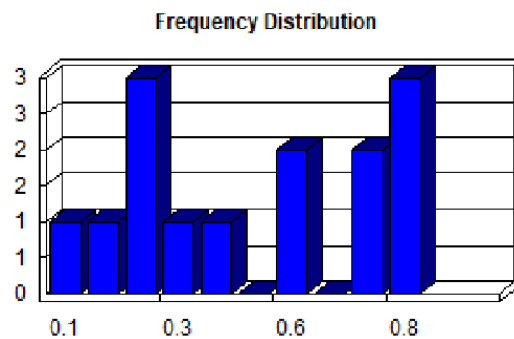


Figura 21. – ROC del modelo de distribución potencial de capturas para el periodo de seca.

El uso del Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI, por sus siglas en inglés) es una herramienta importante en el ámbito de la teledetección, esta herramienta nos ayuda al análisis de imágenes satelitales que se utilizan para obtener información sobre el contenido de agua en la superficie terrestre, este en combinación con las variables fisiográficas y el uso del índice de agua de diferencia normalizada usando el motor de la Máquina de Soporte Vectorial (MVS) se obtuvieron mapas (Figura 15, 17, 19, 21, 23, 25) que muestran la distribución potencial de los IHO usando como base para esta predicción el comportamiento a partir de los registros de conflictos y interacciones de oso negro en el área de estudio desde 2015.

Estos mapas no solo cumplen los objetivos de precisar y mostrar el comportamiento y tendencias actuales, sino que también es funcional para la descripción de tendencias futuras al utilizar los datos de un periodo de tiempo para generar una línea de comportamiento de estos datos para describir comportamientos futuros y, específicamente en el caso de estos mapas, describir que áreas y zonas serán las más probables a presentar incidencias de IHO dentro del área de estudio.

Dentro de los mapas podemos observar las diferentes interacciones Humano – oso (IHO) representadas dentro los periodos de lluvia y el periodo de seca, y como este impacta en la probabilidad de incidencia de IHO dentro del área de estudio. Se puede observar de forma generalizada como existe un aumento drástico en la expansión de las zonas con probabilidad alta de interacciones dentro de las temporadas de lluvias y como existen limitantes bien delimitadas para estas zonas dentro de los periodos de seca.

La expansión de las IHO dentro de la temporada de lluvia se debe principalmente a los periodos de Pre – hiperfagia y Hiperfagia que existen dentro de la temporada de lluvias (Valdez, Ortega ,J. Alfonso, 2014), dentro de estas temporadas existe una alta en la disponibilidad de alimento dentro del ámbito hogareño de los osos, es por si solo no conlleva un problema para el ser humano y sus actividades productivas, el problema radia que estos periodos de hiperfagia existen a pesar de que puede o no existir esta alta en la disponibilidad de alimentos como lo es con los años donde

se experimenta una sequía (este resulta ser el principal motivo de no existir esta disponibilidad, esto debido a los años donde se ha experimentado una baja en el promedio de la precipitación anual o una sequía durante años específicos), esto provoca que los osos no encuentren alimentación dentro de sus territorios y zonas de movimiento y se vean en la necesidad de alejarse más para buscar nuevas fuentes de alimentos, fuentes que encuentran en las cercanías de sus áreas de cobertura forestal con asentamientos humanos o áreas productivas humanas.

Las lluvias por lo general ponen a disposición alimento durante todo el año, en los años con mayores fluctuaciones de precipitación, los IHO descienden a solo ser avistamientos esporádicos, esta humedad perdura durante el año hasta llegar el invierno donde es posible tener aun humedad y precipitaciones, esta humedad permanece hasta el momento durante la primavera donde las fuentes de alimentación dentro de los ámbitos hogareños de los osos empiezan a generar nuevamente recursos de donde alimentarse (Juárez-Casillas, L. A., y Varas, C. 2013). Por este motivo es las IHO dentro del periodo de seca, dado que para este momento existe una cantidad relativamente suficiente de alimento dentro de sus ámbitos territoriales, por ende, son reducidas la cantidad de interacciones que existen dentro de este periodo, a comparación del periodo de lluvias donde tenemos periodos importantes para la dieta del Oso negro como son sus periodos de Pre – hiperfagia e Hiperfagia (Valdez, Ortega ,J. Alfonso, 2014), a causa de esto los modelos potenciales resultantes para la temporada seca se ven más delimitados y menos extendidos, mientras que el periodo de lluvias si bien, intensifica la existencia de cobertura forestal y de recursos y fuentes de alimento dentro de esta cobertura, el oso se ve afectado por los periodos mencionados lo cual los impulsa a tener más apetito y requerir más alimento, la presencia de lluvias y humedad también afecta al tener mayor productividad y cobertura dentro de las áreas destinadas a la agricultura, variable que también es aprovechada por los úrsidos.

Dentro de la temporada de lluvias para los diferentes IHO como ver como los modelos potenciales predominan en extensión a comparación de los modelos generados para la temporada seca, específicamente podemos ver como existe una

extensión con un gran nivel de generalización dentro de las interacciones de avistamientos y capturas, esto nos indica que existe un proceso de habitualmente dentro del área de estudio, el Oso negro una vez que se ve expuesto a la comida y fuentes de alimento de origen antropogénico, comienza una escalera de habituación (Lackey C. W, *et al*, 2018), que empieza con los avistamientos, este comienza a acercarse a asentamientos humanos y zonas concurridos por personas para reconocer patrones de actividades y conocer en qué momento del día o de la noche existe menos movimiento y ruidos, posteriormente a esto, empieza el estadio de conflictos, donde existen interacciones directas que afectan a las poblaciones humanas y a propietarios como a productores, y el tercero donde se planea y se realiza el manejo para capturar a la especie y brindarle un manejo. Dentro de los mapas para el periodo de lluvias se puede observar cómo existen IHO que corresponden a todas las cadenas de habituación, la gran mayoría de individuos de la especie apenas inician esta secuencia o se han mantenido dentro de esta etapa de habituación (Por esta razón vemos el mapa de avistamientos extendido en la mayoría del área de estudio), esto es bueno dado que no existe un avance en la habitación y todavía se encuentran en aprendiendo de las experiencias próximas a las zonas de tránsito humano, dentro de este estado los osos relacionan atractivos con las personas y basan esta relación en impulsos negativos y positivos, positivos siendo alimento y comida que pueden visualizar y obtener de forma fácil y atractivos que llamen la atención de los Osos negros que inciten que estos tengan acceso a este alimento, y negativos donde existe alguna reacción que repele la atracción del oso a la fuente de alimento, ya sea por estrés (Ladrado de perros, cercos eléctricos, presencia constante de personas, ruidos estridentes, olores repelentes, etc.) o por inaccesibilidad (Arquitectura hostil, infraestructura fortificada o empleada para la protección), dependiendo de la presencia de estas variables el oso se sentirá más o menos atraído por la fuente de comida que identifique en las cercanías de las regiones habitadas por el humano (Lackey C. W, *et al*, 2018).

Dentro de esta Interacción, el individuo no posee un hábito relacionado con los humanos y el manejo y acciones para evitar su presencia son sumamente efectivas dado que son las primeras interacciones que los individuos de la especie tienen con

las personas, por ende, al ocurrir una interacción que resulte negativa, estos tendrán dicha experiencia como antecedente y evitaran regresar en un futuro (Homstol, L. 2011), esto se puede validar observando el modelo de distribución potencial para conflictos (Figura 19 y 21) no se expande de tal forma como el modelo de avistamiento (Figura 15 y 17) o el modelo de capturas (Figura 23 y 25), a pesar de esto, el modelo de conflicto figura por encima de todos los modelos potenciales de cualquier IHO perteneciente al periodo de seca, esto indica que si existe habituación por parte de un sector considerable de la población de Oso negro dentro del área de estudio que incide de forma recurrente dentro de las áreas productivas y asentamientos humanos de la región, esto de forma repetida al analizar que existen áreas donde se concentran estos conflictos. Posterior a las conflictos, una vez que el Oso se siente perteneciente, incorpora estas áreas de abastecimiento de alimento de origen antropogénico a su rutina, estos se vuelve recurrentes a estos sitios, a raíz de esta problemática, es necesario la intervención de las autoridades estatales para el manejo y movimiento de la especie, este es el último recursos por parte de las autoridades dado que el manejo y la interacción de forma cercana con los úrsidos, así como, los procedimientos a los que son sometidos durante este manejo resultan en un alto índice de estrés hacia cualquier individuo manejado (Homstol, L. 2011).

Los modelos de distribución potencial generados comprueban la importancia del agua y la presencia de la humedad y la precipitación como un recurso necesario para el desarrollo y crecimiento de la especie y de sus poblaciones, se sabe que la viabilidad y la natalidad que poseen las hembras gestantes de la especie dependen de gran forma en la disponibilidad de recursos dentro del ambiente de la hembra estando en estado de gestación, si la hembra no es capaz de alimentarse de forma óptima, esta es capaz de reabsorber los gametos sexuales y suspender el proceso de gestación (Elowe, K. D., y Dodge, W. E, 1989; Valdez, Ortega ,J. Alfonso, 2014), la presencia de agua y precipitación dentro de la región (más durante el periodo de lluvias) marca la disponibilidad de alimento y fuentes de agua dentro del ámbito hogareño de la especie, dentro del estudio se pudo observar cómo durante los años con más lluvia y más precipitación (Uso del NDWI y datos de CONAGUA), dentro

del área de estudio, hubo menos incidencia de IHO, mientras que en años donde se ha sufrido una sequía y una baja en el promedio de precipitaciones anuales, se han visto un aumento de importancia en la ocurrencia de IHO de forma generalizada en todo el estado al igual que dentro del área de estudio mismo, estas sequías llevan a las poblaciones de Oso negro a tener que moverse más allá de sus ámbitos hogareños en busca de fuentes de alimentos para sobrevivir (Valdez, Ortega, J. Alfonso, 2014), en estas circunstancias es donde entran en contacto con asentamientos humanos y áreas humanas y empieza la incidencia de IHO, una vez que conocen estas fuentes de alimento, las relacionan de forma positiva con la existencia del ser humano, donde aprenden que si existe la presencia de seres humanos, por ende existirán fuentes de alimento cercanos a ellos, por lo que comienza una habituación de la especie a las poblaciones humanas, esta habituación ocurre de forma más frecuente dado que el oso consigue comida abundante relativo a la comida que encuentra de forma natural en su ámbito hogareño (Lackey, C,W, *et al*, 2018), esto ocurre dentro de los machos de la especie, en el caso de las hembras, tenemos como principal motivo de estos movimiento, la búsqueda de fuentes de alimento para satisfacer la demanda alimenticia que exigen las hembras al momento de estar en estado de gestación o que poseen crías de oseznos (Valdez, Ortega, J. Alfonso, 2014), dado que es un mayor esfuerzo físico el alimentar no solo al individuo hembra sino que lleva consigo la carga de alimentar a los oseznos (las hembras pueden tener de 1 a 4 oseznos cada 2 años y la cantidad varia en base a la madurez de la hembra), debido a esto, aumenta aún más sus tasas de movimiento que los machos y son más comunes de ver dentro de áreas frecuentadas por humanos (Lackey, C,W, *et al*, 2018).

Aunque se tiene el antecedente de que las poblaciones y actividad del oso negro en México se relaciona de forma negativa a las áreas sin cobertura, zonas agrícolas y superficies con poca vegetación (Rice, Mindy B., *et al*, 2009), hemos visto como en el caso particular de Coahuila, para el área de estudio planteada, la especie ha ido de forma constante, acostumbrándose más a estas superficies y ha ido aprendido a aprovecharse de estas, lo podemos ver ejemplificado en el aumento de interacciones que se da de forma anual, y también como la especie a aprendido a

lidar con obstáculos de infraestructura, como saltar cercos y abrir corrales dentro de terrenos ganaderos y agrícolas, esto visto durante el trabajo de campo.

Es errónea la idea de contemplar al Oso y a la especie como un “Invasor” dado que de forma histórica Coahuila es parte del área de distribución natural del oso negro, de igual forma es incorrecto acreditarle la culpa a la especie por su proceso de habituación, el Oso negro es guiado y actúa conforme al razonamiento de obtener comida y recursos para su supervivencia (Doan – Crider, Hewit, 2005), y de forma indirecta, la sociedad, hemos alentado estas conductas a partir de malas prácticas como lo es el mal manejo de residuos y desperdicios, mal manejo de desecho de excedentes de la producción frutícola y agrícola, ya sea por falta de infraestructura, recursos, o por la falta de conocimiento de cómo estas acciones atraen de forma indirecta a los osos y como juegan un papel de atrayentes frente a la especie, dado que se ha visto múltiples veces como los excedentes de producción o especies ganaderas que resultan sacrificadas por razones médicas son llevadas a las orillas de los territorios agrícolas, frutícolas o ganaderos llevan sus residuos a estos lugares (que llegan muchas veces a colindar con la cobertura forestal) y al empezar a descomponerse, generan olores que atraen a los úrsidos dado que, para la especie no le es problema adoptar una dieta carroñera (Valdez, Ortega, J. Alfonso, 2014), resultando en un atrayente perfecto para la especie. Lo mismo aplica con el manejo de residuos dentro del contexto social, la existencia de arroyos y cauces temporales que nacen en la serranía de la sierra de Zápaliname y llegan al municipio de Saltillo sirven como carreteras naturales y veredas que dirigen a los osos a adentrarse a zonas urbanizadas, en estas veredas se puede encontrar buena cobertura al no tener un mantenimiento constante (Matorrales y arbustos que proveen de protección a los osos en tránsito) y basura de origen humano, lo cual atrae aún más a las poblaciones a seguir estos senderos, llegando a sectores urbanos dentro de la ciudad con una facilidad relativa, a llegar a estos sectores de la ciudad es normal ver a individuos de la especie incidir en campos de golf (Existen aspersores y líneas de agua donde pueden obtener agua), colonias y condominios habitacionales (Es común que las personas tengan árboles frutales en sus patios) y basureros próximos a estas áreas ocupacionales, todo esto sirviendo como un atrayente y

existiendo en grandes cantidades y variedades afianzando aún más que estas zonas se vuelva reincidentes y exista una presencia constante de las interacciones humano – oso dentro de la urbe. La presencia de basura y cobertura brinda a los osos oportunidades de alimentación que abre una ventada para el proceso de habituación (Lackey, C, W, *et al*, 2018).

Discusión general

El agua y la disponibilidad de alimento son elementos del hábitat esenciales para comprender el comportamiento y los hábitos que posee el Oso Negro como especie frente a las interacciones humano – oso negro para poder asegurar una sana existencia y proteger tanto a la especie (de los peligros al verse expuesto a la presencia del humano y de las áreas donde existe) como a las personas (de las interacciones con fauna que pueden presentar un peligro para las personas).

Los modelos de distribución potencial a partir del uso de la máquina de soporte vectorial, conjunta todas las variables fisiográficas dentro del plano del área de estudio, añade la capa del Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI) y usa los datos y analiza estos mismos calculando el comportamiento de los sitios donde se generaron IHO para establecer una tendencia y generar zonas de probabilidad donde estos pueden suceder, dado que analiza las variables más importantes y empieza a observar que áreas compartes las características de las zonas donde se han observado las ubicaciones de donde han existido interacciones con oso negro, compara si son semejantes a las zonas donde ya ha existido interacciones con base en las características del lugar y genera una predicción de la posibilidad de que diferentes regiones del área de estudio sea sitios donde vaya a incidir la especie.

La generación de modelos para la descripción de las tendencias de la vida silvestre y el manejo de ellos ha sido de gran ayuda para entender y generar planes, tomando un ejemplo Yancey II, Franklin y Kasper Stephen, 2023, que generaron mapas que describen la viabilidad reproductiva de oso negro en la región Trans – Pecos entre los estados de Texas y Chihuahua en el desierto chihuahuense, con este antecedente de uso del MVS empleado para la especie de oso negro y como este

ha ayudado dentro del sector de conservación del oso negro. El entender la dinámica que existe entre las poblaciones donde existen poblaciones humanas y sus actividades en relación con las dinámica poblacional de oso negro para la conservación de la especie, dado que el proceso de habituación también corresponde un peligro latente para cualquier individuos de la especie expuesto a este proceso, se han encontrado individuos con heridas gástricas producto del consumo de basura con presencia de plásticos y metales como el aluminio que llegan a dañar el tejido gástrico de los osos (Hardeman Jr, D. W., *et al*, 2023) e incluso existe el antecedente histórico de particulares tomando medidas como el dispararle directamente a la especie como represalia por eventos de depredación al ganado o a la producción agrícola, prueba de esto ha sido durante las recopilación de información, donde se tiene historial de haberse capturado individuos de oso negro con impactos de bala (SMA, 2022). Una de las variables que ha incidido en la mortalidad de los osos, llegando a ser de las principales causa de mortalidad de la especie en los últimos años, han sido los eventos de atropellamiento que se dan al momento que la especie se aproxima a las carreteras a raíz de la presencia de basura dentro de los espacios próximos a estas, al estar buscando comida inevitablemente llegan a cruzar las autopistas siendo impactados por autos particulares o camiones de carga, esto es un peligro latente al poder llegar ser causante de accidentes automovilísticos llegando a causar daños a los ocupantes de los vehículos involucrados.

Así mismo el proceso de habituación afecta de forma directa e indirecta a tanto productores, ejidatarios y particulares causando daños a infraestructura, cosechas agrícolas y hatos ganaderos, como a personas que poseen cabañas o terrenos dentro de la sierra de Zápaliname (Núñez Torres M.F. 2018). Se ha investigado en acciones y medidas efectivas que remedien las problemáticas generadas por las IHO, entre ellas se ha comprobado que el uso de cercos eléctricos, presencia de perros guardianes han son efectivos para evitar la entrada de oso a áreas de producción agrícola y ganadera, así mismo los basureros con configuraciones específicas contra oso son de uso regularizado en EU y que han comprobado ser eficaces para evitar la alimentación de la especie de basura de origen antropogénico

en áreas urbanas, sin embargo la principal herramienta que ha sido de gran efectividad, son las medidas de prevención, estas priorizan el manejo óptimo de residuos y manejo de desperdicio de áreas productivas para evitar desde un inicio el proceso de atracción de los osos a áreas de interés humano (Lackey, C, W, *et al*, 2018), dado que una vez que se cortan fuentes de alimento o atrayentes, el espécimen deja de tener interés por lugares donde no puede encontrar comida. Es importante señalar que la principal razón de la existencia de IHO es el mal manejo de residuos que conducen al oso de alimentarse basura y productos de origen humano que perciben como fuentes de alimentación disponibles, a esto se puede agregar el evitar dar intencionalmente comida y agua a los individuos de oso negro próximos a poblaciones, esto teniendo en cuenta que son especies carismáticas y la población en general puede pensar que estos pasan por hambruna y a raíz de ello, dar alimento a miembros de la especie. Los modelos generados nos muestran como existe actualmente un proceso de habituación generalizada que se extiende a zonas de cultivos agrícolas y zonas de asentamientos humanos, esto muestra de forma gráfica que, dentro de los próximos años, esta extensión y la intensidad de la incidencia de IHO aumentaran de forma anual, como se ha visto en los registros anuales de PROFAUNA A.C y la secretaria de medio ambiente del estado de Coahuila. Estos mapas nos ayudan a analizar, como influye la presencia de lluvia para la incidencia de IHO y conocer que variables son las que más influyen para la ocurrencia de estas interacciones y nos permiten saber con precisión, que regiones del área de estudio son y serán las más afectadas por los diferentes tipos de interacciones, durante diferentes periodos del año. Se tiene antecedente de la predicción del aumento de IHO dentro del estudio de Núñez Torres M.F, en 2018. Y se valida con la información obtenida dentro de esta investigación. Los modelos de distribución potencial generados son una herramienta que tienen la posibilidad de emplearse para generar planes de manejo que remedien con las problemáticas presentes dentro del área de estudio y produzcan acciones para salvaguardar la integridad de la especie como patrimonio natural del estado así como salvaguardar la integridad de las personas y su patrimonio al emplear medidas de protección y

mitigación contra los conflictos generados por el proceso de habituación de la especie.

6. CONCLUSIONES.

Se valida la hipótesis de la utilidad de los modelos de distribución potencial para determinar que zonas del área de estudio son más propensas a tener Interacciones Humano – Oso negro (IHO) de forma clasificada para las interacciones de: Avistamientos, Conflictos y Capturas, esto correspondiente a los periodos secos y los periodos con presencia de lluvia, existe un incremento de IHO durante periodos de Pre – hiperfagia y Hiperfagia, esto durante el mes de mayo a noviembre.

La disponibilidad de agua y la presencia de lluvias o sequia son considerados un factor decisivo que define la magnitud de las IHO durante el año presente y siguiente.

La incidencia de IHO es inversamente proporcional a la presencia de alimento existente dentro de los ámbitos hogareños de la especie dentro del área de estudio.

Se demostró como el mal manejo de residuos en las proximidades o dentro de las áreas de producción ganaderas, asentamientos humanos, vías de comunicación y cultivos agrícolas, resultando en atrayentes que induce la posibilidad de comenzar una cadena de habituación hacia los individuos de Oso negro y la incidencia de IHO.

El uso de la Maquina de Soporte Vectorial (MVS) y el uso del Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) así como, el Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI) como método para generar modelos de distribución potencial es de los más adecuado para predecir tendencias futuras.

7. RECOMENDACIONES.

De acuerdo al número de interacciones humano – oso negro (IHO) registradas durante cada año dentro del estudio, se recomienda realizar estudios específicos para medir la densidad de las poblaciones dentro del área de estudio.

Dado que el las IHO resultan la atracción y el consumo de productos de origen antropogénico o actividades antropogénicas, se recomiendan realizar estudio para conocer el estado sanitario y de salud de la población local de Oso negro.

A causa del estatus “En peligro de extinción” y sujeta a protección especial por parte de la NOM - SEMARNAT – 059 – 2010, se recomienda a las autoridades pertinentes usar la información presente en este estudio para generar planes de manejo que prevengan, reduzcan y mitiguen las IHO dentro del área de estudio y de forma generalizada en sitios que puedan tener problemáticas semejantes a las planteadas en el presente documento.

Considerar el uso de perros guardianes, cercado alto, cercos electrificados, y arquitectura hostil para prevenir y reducir la incidencia de IHO en áreas de productivas y asentamientos humanos colindantes a la cobertura forestal, esto con motivo de salvaguardar la seguridad de la especie y la integridad de las personas que puedan involucrarse en IHO.

Replantear el estado de “En peligro de extinción” a “En protección especial” de forma en generalizada a raíz de la intensidad y crecimiento aparente de la especie dentro del estado de Coahuila y Nuevo León.

No dejar ningún tipo de residuo o producto que pueda ser considerado una fuente de alimento ya que la especie relaciona esto como alimento disponible que genera una habituación a los lugares donde se encuentra presente.

Generar campañas de educación ambiental de forma generalizada dentro de las poblaciones del área de estudio y dentro de la ciudad de Saltillo para crear conciencia de la ecología del Oso negro y sus implicaciones al habituarse a comida de origen antropogénico.

8. LITERATURA CITADA

- II, F. D. Y., & KASPER, S. (2023). Reproductively viable population of American black bears (*Ursus americanus*) in lowland Chihuahuan Desert habitat of Trans-Pecos Texas. *Western North American Naturalist*, 83(3), 345-354.
- Alvarez. T. 1963. The recent mammals of Tamaulipas, Mexico. *University of Kansas Museum of Natural History* 14: 365-473
- Apps, C. D., McLellan, B. N., & Woods, J. G. (2006). Landscape partitioning and spatial inferences of competition between black and grizzly bears. *Ecography*, 29(4), 561-572.
- Auger, J. 2003. Movement of Utah black bear: implications for management and conservation. *Western Black Bear Workshop* 8: 72 - 82
- Baird, S. F. (1859). *The mammals of North America: the descriptions of species based chiefly on the collections in the museum of the Smithsonian Institution*. JB Lippincott & Company.
- Baker, R. H., 1956. *Mammals of Coahuila, México*. University of Kansas Museum of Natural History 9: 125 – 335.
- Baker R, H., 1962. *Mammals of the Mexican state of Durango*. Publications of the museum, Michigan State University. Biological Series 35:25 – 134.
- Beeman, L. E. 1975. *Population characteristics movements and activities of the black bear (Ursus americanus) in the Great Smoky Mountains National Park*. Tesis. University of Tennessee, Knoxville. EUA.
- Baruch-Mordo, S., Wilson, K. R., Lewis, D. L., Broderick, J., Mao, J. S., & Breck, S. W. (2014). Stochasticity in natural forage production affects use of urban areas by black bears: implications to management of human-bear conflicts. *PloS one*, 9(1), e85122.
- Calderón Domínguez P., E. Carreón Hernández. A. Lafón Terrazas y J. C. Guzmán Aranda. 2006. *Distribución espacio-temporal de las poblaciones de*

oso negro (*Ursus americanus*) en el estado de Chihuahua. International Conference on Bear Research and Management 18:15.

- Carvajal S. V., D, S. Maher y A, Caso, 2007. The Black bear in a tropical cloud forest: local community participation in the El Cielo Biosphere Reserve Project. International Conference on Bear Research and Management 18:3.
- CONANP, 2013. Áreas Naturales Protegidas de México. Consultado el 17 de octubre de 2023. <http://www.conanp.gob.mx/5>
- Contreras-Balderas, A. J., Hafner, D. J., López-Soto, J. H., Torres-Ayala, J. M., & Contreras-Arquieta, S. (2007). Mammals of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 52(3), 400-409.
- Carrillo R. 1981. Notas sobre el oso negro (*Ursus americanus eremicus*) Merriam (1904), en la Sierra Madre Oriental del estado de Nuevo León, México. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Corona, R. S., Vázquez, I. A. S., Hurtado, M. D. C. S., & González, C. A. L. (1998). Black bear abundance, habitat use, and food habits in the Sierra San Luis, Sonora, Mexico. *Connecting Mountain Islands and Desert Seas*, 444.
- de la Maza Musalem, M., & Bonacic Salas, C. (2013). Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Manual. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente.
- Delfín-Alfonso, C. A., López-González, C. A., & Lara-Díaz, N. E. (2011). El oso negro americano en el noroeste de México: recuperación de registros de ocurrencia. *Acta zoológica Mexicana*, 27(3), 777-801.
- Delgadillo. J, A. 2001. Ecología nutricional del oso negro en la Sierra Maderas del Carmen, Coahuila, México. Tesis. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, México.
- Delgadillo J, A. Mckinney: D. Onorato. s. Mitchell, M. Pitiman. S. Skyles. y L. Harveson 2008, Diet of three black bear population of Desert region of northern Coahuila., Mexico and Western Texas. International Conference on Bear Research and Management 18:57

- Doan Crider. D. L. 1995. Population characteristics and home range dynamics of the black bear in northern Coahuila. Mexico. Tesis. Texas AGM University-Kingsville, Texas, EUA.
- Doan-Crider, D. L. (2003). Movements and spatiotemporal variation in relation to food productivity and distribution, and population dynamics of the Mexican black bear in the Serranias Del Burro, Coahuila, Mexico. Texas A&M University-Kingsville.
- Doan Crider D., & Hewitt, D. G. (2009) Predicting American black bear conflict and movements based on food production in a semi arid environment in Mexico. *Biology of Bear Intrusions*, 18.
- Doan Crider. D. S. 2009. La conservación del oso negro en áreas privadas de México. Conferencia Magistral. VII Congreso Nacional Sobre Áreas Naturales Protegidas de México. Consultado el 10 de septiembre de 2009. www.congresoamos gob.mx/conferencias.php
- Eagle, TC. y M.R Pelton. 1983. Seasonal nutrition of black bear in the Great Smoky Mountain National Park. *Internatinal Conference on Bear Research and Management* 5:94-101.
- Elowe, K. D. y W. E. Dodge. 1989. Factors affecting black bear reproductive success and cub survival. *Journal of Wildlife Managment* 53: 962 – 968.
- Espinosa-Flores, M. E., Lara-Díaz, N. E., & López-González, C. A. (2012). Tamaño poblacional del oso negro (*Ursus americanus*) en dos Islas del Cielo del Noreste de Sonora, México. *Therya*, 3(3), 403-415.
- Franklin D. Yancey II, S. Kasper. 2023. Reproductively viable population of American black bear (*Ursus americanus*) in lowland Chihuahuan desert habitat of trans – Pecos Texas. *Western North America Naturalist* 83 (3). Pp. 345 – 354.
- Figueroa F., y V. Sánchez Cordero, 2008. Effectivess of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico, *Biodiversity and Conservation* 17: 3223 – 3240.

- Gavashelishvili, A., & Lukarevskiy, V. (2008). Modelling the habitat requirements of leopard *Panthera pardus* in west and central Asia. *Journal of applied ecology*, 45(2), 579-588.
- Gobierno del Estado de Coahuila. 2009. Acuerdo por el que se declara al oso negro como símbolo de conservación de los recursos naturales de Coahuila. Consultado el 24 de octubre del 2023. www.smac.gob.gob
- Hall, E, R. 1981. *The mammals of North America*. Second edition. John Wiley and Sons, New York, New York, EUA.
- Hellgren, E, C., 1993. Status, distribution, and summer food habits of black bear in Great Dismal Swamp, Virginia – North Carolina proceeding of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies. 42: 295 – 304.
- Hellgren, E. C., Onorato, D. P., & Skiles, J. R. (2005). Dynamics of a black bear population within a desert metapopulation. *Biological conservation*, 122(1), 131-140.
- Herrera Gonzales, D, E. 1999 *Ecología de la dieta de oso negro (Ursus americanus) en el área natural protegida “Maderas del Carmen” en el estado de Coahuila*. Tesis. Facultad de Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.
- Hooker, M. J., Chandler, R. B., Bond, B. T., & Chamberlain, M. J. (2020). Assessing population viability of black bears using spatial capture-recapture models. *The Journal of Wildlife Management*, 84(6), 1100-1113.
- INE – SEMARNAP, 1999. Proyecto de recuperación del oso negro (*Ursus americanus*) Serie PREP.INE/SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología, secretaria de recursos naturales, México, D.F
- Jiménez G, M. A, 1981. Especies en peligro y proceso de desaparición en Nuevo León, Boletín informativo del centro de investigaciones biológicas de la UANL. 3; 5 – 10.
- Jiménez-Sierra, C. L., & del Río, P. C. M. (2010). Biodiversidad. Capítulo de libro. Curso para Maestros de Educación Primaria. *UAM-I*.

- Jonkel, C. J., y McT. Cowan, 1971. The black bear in the spruce – fir forest. Wildlife monographs 27: 1 - 57
- Juárez Casillas, L. A. (2006). Hábitos alimentarios del oso negro (*Ursus americanus*) en la Sierra de Picachos, Nuevo León México (Doctoral dissertation, Tesis Maestría, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México).
- Karra, Kontgis, et al. 2021. “Global land use/land cover with Sentinel-2 and deep learning.” IGARSS 2021-2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium.
- Lackey, C. W., Breck, S. W., Wakeling, B. F., & White, H. B. (2018). Human–Black Bear Conflicts: A Review of Common Management Practices.
- Lara. M. K. E. 2006. Modelos de distribución de los mamíferos terrestres de Tamaulipas en peligro de extinción, amenazados y sujetos a protección especial. Tesis, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.
- Lawlor, T. E. (1982). The mammals of North America.
- Larivière, S. (2001). *Ursus americanus*. Mammalian species, 2001(647), 1-11.
- LeCount. A L 1986. Black bear field guide; a manager's manual. Special Report No 16, Arizona Game and Fish Department. Phoenix EVA
- Leopold. A. S. 1959. Wildlife of Mexico. University of California Press. Berkeley EUA
- Lobello R, L. 1989. Status of the black bear in Big Bend National Park, Texas. In Regional conference of the US/Mexico states on parks and wildlife 3 – 6.
- McDonald, J. E. y T. K. Fuller. 2005. Effects of spring acorn availability on black bear diet, milk composition and cub survival. Journal of Mammalogy 86: 1022 – 1028.
- McKinney, B. R. y Villalobos, J. A. D. 2004. Manual para el manejo del oso negro mexicano; Guía para manejadores. CEMEX, Monterrey, Nuevo León, México.

- McKinney, B. R. y Villalobos, J. A. D. (2006). Preliminary Report on Maderas del Carmen Black Bear Study, Coahuila, México. Frederic (Rick) S. Winslow and Larisa L. Harding, 23.
- McKinney B. R., M, T. Pittman. 2001. Habitat, diet, home range, and seasonal movement of resident and relocated black bears In west Texas, Texas parks and wildlife. Wildlife diversity program, Research project WER57- state. Texas parks and wildlife, Austin, EUA.
- McKinney, B. E. P. Robles, Gil, R. Skiles. V. J. Delgadillo y J. Rojo. 2006. El Carmen – Big bend: Un innovador modelo de alianzas públicas y privadas para la conservación transfronteriza: una nueva visión para áreas protegidas (pp. 101 – 112), CEMEX, Monterrey, Nuevo León, México.
- McLellan, B., y D. C. Reiner. 1994. A review of bear evolution. International conference on bear research and management 9: 85 – 96.
- Mijangos Araujo, J. L. (2009). Estimación poblacional del oso negro americano (*Ursus americanus eremicus*) con microsatélites de ADN a partir de muestras no invasivas en Lampazos, Nuevo León.
- Moreno A. C. N. 2008. Ecología conductual del oso negro (*Ursus americanus*) en la Sierra Madre Occidental. Tesis. Instituto de Ecología. Jalapa, Veracruz, México.
- Moreno Valdez A. 1991. Distribución del oso negro (*Ursus americanus pallas*) en Tamaulipas, su dieta y factores socioeconómicos que afectan sus poblaciones. Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, Delegación Federal Tamaulipas, Ciudad Victoria, México.
- Moreno-Valdez, A. (1998). Mamíferos del Cañón de Huajuco, municipio de Santiago, Nuevo León, México. Revista Mexicana de Mastozoología, 3(1), 5-25.
- Niño-Ramírez, J. A. (1989). Análisis preliminar de la dieta de verano del oso negro (*Ursus americanus*) en la Sierra los Picachos, Higueras, Nuevo León, México. Undergraduate thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.

- Núñez Torrez, M. F. (2018) ZONAS DE RIESGO ENTRE HUMANO OSO NEGRO EN EL NORTE DE MÉXICO.
- Onorato, D. P., Hellgren, E. C., Van Den Bussche, R. A., & Doan-Crider, D. L. (2004). Phylogeographic patterns within a metapopulation of black bears (*Ursus americanus*) in the American Southwest. *Journal of Mammalogy*, 85(1), 140-147.
- Onorato, D. P., Hellgren, E. C., Van Den Bussche, R. A., & Doan-Crider, D. L., R. Skilles Jr. 2006. Genetic structure of American black bear in the desert southwest of North America: Conservation implications for recolonization. *Conservation and genetics* 8: 565 – 576.
- Onorato, D. P., McKinney, B. R., MITCHELL, F., SKILES JR, J. R., PITTMAN, M., & HELLGREN, E. (2001). Home range and diet of two naturally recolonizing black bear populations in the Chihuahuan Desert of southwestern Texas. In 13th International Conference on Bear Research and Management. Snow King Resort, Jackson Hole, Wyoming, USA (p. 202).
- Painter, L., Rumiz, D., Guinart, D., Wallace, R., Flores, B., & Townsend, W. (1999). Técnicas de investigación para el manejo de Fauna Silvestre. Documento técnico, 82, 1999.
- Pelton, M. R., A. B. Coley, T. H, Eason. D. L. Doan Martínez, J. A. Pederson, F. T, Van Manen y K. M, Weaver. American black bear plan. En C. Servheen, S. Herrero y B. Peyton. 1998. Compilators Bear status survey and conservation action plan (pp. 144 – 156) IUCN/SSC Bear specialist groups. IUCN. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- RIESGO, E. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010, PROTECCION AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MEXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORIAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSION, EXCLUSION O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO PREFACIO.
- Roger L. L. 1993. The role of quality in the natural regulation of black bear population. *Western black bear Workshop* 9:8 – 19.

- Rogel L. L. 1987. Factors influencing dispersal in the black bear. En B.D. Chepko sade, y Z, T. Halpin editores. Mammalian dispersal patterns (pp. 75 – 84) University of Chicago press, Illinois, EUA.
- Rogel L. L y A. W. Allen. 1987. Habitat suitability index models; Black bear, upper Great Lakes region, U.S. Fish and Wildlife Service. Biological Report 82. (10.144) Washington, D.C.
- Rojas, B. J. M. R. (2023). Evaluación de la distribución y conectividad del oso negro mexicano (*Ursus americanus eremicus*: URSIDAE) en la Sierra Madre Oriental (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO).
- Rudis V, A. 1995. Regional Assessment of remote forest and black bear habitat from forest resource surveys, *Journal of Wildlife management* 59:170 – 180.
- Salgado-De los Santos, G., González-Jiménez, F., Moreno-Chacón, P. V., & Villareal González, J. G. (2005). Situación actual de la población de oso negro *Ursus americanus eremicus* en la Sierra de Gomas y Sierra de Milpillas (Cuenca Palo Blanco), Salinas Victoria, Nuevo León, México. In XXII Simposio sobre Fauna Silvestre “Gral. MV. Manuel Cabrera Valtierra”. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- SEMARNAT – CONANP. 2012. Programa de acción para la conservación de la especie: Oso negro americano (*Ursus americanus*). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. D.F., México
- SEMARNAP – INE. 1997. Programa de Conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997 – 2000. Secretaria de recursos naturales y pesca. Instituto Nacional de Ecología. México. D.F.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM – 059 – ECOL – 2010. Diario Oficial de la Federación (DOF). Jueves 30 de diciembre de 2010. Consultado el 20 de enero, 2011. Ciudad de México. México.

- SEMARNAT. 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Comprendido de estadísticas ambientales. Consultado el 20 de octubre de 2023. www.semarnat.gob.mx.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas/Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Oso negro americano (*Ursus americanus*). (2012). Fernando Ramón Gavito Pérez, Teresa Ruiz Olvera, Jonás Delgadillo Villalobos (Eds.). 1ra Ed. México.
- Servín, J. L., M., J. E. Chacón. M, Huxley y N. Alfonso Pérez. 1997. Los mamíferos del estado de Durango. Instituto de Ecología A. C. Centro regional Durango. Informe técnico. Proyecto P064.
- Servín, B., & Cano, A. (2009). Pobreza y medio ambiente en el sur de Nuevo León ¿Hacia un camino insostenible? JL de la Cruz Rock, FJ Argüello Cepeda y A. Tello Iturbe (coords.). Sociedad, conflicto y medio ambiente. Tamaulipas: Universidad Autónoma de Tamaulipas/Universidad Autónoma del Estado de México/Universidad Autónoma de Nuevo León, 112-142.
- Spencer, R. D., Beausoleil, R. A., & Martorello, D. A. (2007). How agencies respond to human–black bear conflicts: a survey of wildlife agencies in North America. *Ursus*, 18(2), 217-229.
- Van Den Bussche, R. A., Lack, J. B., Onorato, D. P., Gardner-Santana, L. C., McKinney, B. R., Villalobos, J. D., ... & Hellgren, E. C. (2009). Mitochondrial DNA phylogeography of black bears (*Ursus americanus*) in central and southern North America: conservation implications. *Journal of Mammalogy*, 90(5), 1075-1082.
- Varas C. 2007. Black bear blocked by the border. En A. Córdova, C. A. De la parra. Editors. A barrier to our shared environment: the border fence between the United States and Mexico. Paginas 87 – 92. Secretariat of environment and natural resources. National institute of Ecology. El colegio de la frontera norte, National institute of Ecology, y Southwest consortium for environmental research & policy. México. D.F.

- Vargas-Contreras, J. A., & Hernández-Huerta, A. (2001). Distribución altitudinal de la mastofauna en la Reserva de la Biosfera " El Cielo", Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, (82), 83-109.
- Valdez, R., & Ortega-S, J. A. (Eds.). (2014). *Ecología y manejo de fauna silvestre en México* (No. 591.972 V3.). Editorial del Colegio de Postgraduados.
- Villa R.B. 1977. Major game mammals and their habitats in the chihuahuan desert region. *Transactions of the symposium on the biological resources of the chihuahuan desert region* 3:155 – 167.
- Wiegand, T., Naves, J., Garbulsky, M. F., & Fernández, N. (2008). Animal habitat quality and ecosystem functioning: exploring seasonal patterns using NDVI. *Ecological Monographs*, 78(1), 87-103
- Williamson. D. F. 2002. In the black bear status, management. And trade of the American black bear (*Ursus americanus*) in North America. TRAFFIC North America. World Wildlife fund. Washington. D.C. EUA.
- W. Cepeda Gonzales. J. J. Arroyo Cabrales, O. J. Polanco y A. Jimenes Guzmán. 1997. Notas acerca de la distribución de algunos mamíferos del sur de Nuevo León. México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2; 101 – 112

9. ANEXOS

Anexo 1. Table de Índice de Moran's, Valor de Z y Valor de P, para la autocorrelación de las variables fisiográficas con los registros de Oso Negro (*Ursus americanus* var. *eremicus*) en la Sierra de Zápaliname, Saltillo, Coahuila, México.

Índice	Temporada	Variables fisiográficas				
		Interacción	I. Moran's	Valor Z	Valor P	Interpretación
Pendiente	Lluvias	Avistamiento	0.424765	1.251594	0.210718	Aleatorio
		Conflicto	0.558349	2.214017	0.026828	Agrupado
		Captura	1.733064	4.95966	0.000001	Agrupado
	Seca	Avistamiento	0.318937	0.428281	0.668447	Aleatorio
		Conflicto	1.438214	4.483699	0.000007	Agrupado
		Captura	1.412841	2.16177	0.030636	Agrupado
Curvatura	Lluvias	Avistamiento	0.106075	0.258899	0.795713	Aleatorio
		Conflicto	0.355955	1.085515	0.277694	Aleatorio
		Captura	0.797229	2.089773	0.036638	Agrupado
	Seca	Avistamiento	0.048748	0.509369	0.610494	Aleatorio
		Conflicto	0.671866	2.086354	0.036947	Agrupado
		Captura	0.316062	0.626293	0.531123	Aleatorio
Rugosidad	Lluvias	Avistamiento	0.048276	0.220129	0.825771	Aleatorio
		Conflicto	0.54327	2.194901	0.028171	Agrupado
		Captura	1.478801	4.661496	0.000003	Agrupado
	Seca	Avistamiento	0.236767	0.352844	0.724205	Aleatorio
		Conflicto	1.712537	5.529018	0.000000	Agrupado
		Captura	0.154974	0.405608	0.685031	Aleatorio
Orientación (aspect)	Lluvias	Avistamiento	0.935056	2.665997	0.007676	Agrupado
		Conflicto	0.691303	2.597237	0.009398	Agrupado
		Captura	0.753858	2.192368	0.028353	Agrupado
	Seca	Avistamiento	0.403116	0.49714	0.61909	Aleatorio
		Conflicto	0.627917	1.953286	0.050786	Agrupado
		Captura	0.968042	1.507117	0.131781	Aleatorio
Cobertura	Lluvias	Avistamiento	0.581497	1.668925	0.095132	Agrupado
		Conflicto	1.023137	3.960454	0.000075	Agrupado
		Captura	0.234227	0.752558	0.451716	Aleatorio
	Seca	Avistamiento	0.741548	0.892458	0.372148	Aleatorio
		Conflicto	0.440996	1.397279	0.16233	Aleatorio
		Captura	1.274277	1.926725	0.054014	Agrupado
	Lluvias	Avistamiento	0.216982	0.646573	0.517908	Aleatorio

Modelo de Elevación		Conflicto	0.480507	1.926954	0.053985	Agrupado
		Captura	0.828856	2.409145	0.01599	Agrupado
	Seca	Avistamiento	0.100332	0.147612	0.882649	Aleatorio
		Conflicto	0.212543	0.707771	0.479088	Aleatorio
		Captura	0.519831	1.064721	0.287002	Aleatorio

Anexo 2. Table de Índice de Moran's, Valor de Z y Valor de P, para la autocorrelación de las variables ambientales con los registros de Oso Negro (*Ursus americanus* var. *eremicus*) en la Sierra de Zápaliname, Saltillo, Coahuila, México.

Índice	Temporada	Variables ambientales				
		Interacción	I. Moran's	Valor Z	Valor P	Interpretación
NDVI	Lluvias	Avistamiento	0.524104	1.517804	0.129064	Aleatorio
		Conflicto	1.094670	4.518607	0.000006	Agrupado
		Captura	0.443696	1.396961	0.162425	Aleatorio
	Seca	Avistamiento	0.190183	0.261255	0.793896	Aleatorio
		Conflicto	0.962958	3.096295	0.001960	Agrupado
		Captura	0.112899	0.291119	0.770960	Aleatorio
NDWI	Lluvias	Avistamiento	0.861295	2.049410	0.040422	Agrupado
		Conflicto	0.336801	1.382194	0.166912	Aleatorio
		Captura	0.301327	0.971019	0.331539	Aleatorio
	Seca	Avistamiento	0.421600	0.541758	0.587985	Aleatorio
		Conflicto	0.703967	2.182985	0.029037	Agrupado
		Captura	0.336639	0.739519	0.459592	Aleatorio