



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD GANADERÍA

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CORREDORES Y
CONECTIVIDAD PARA EL JAGUAR (*Panthera onca*) ENTRE LAS
SIERRAS DEL ABRA-TANCHIPA Y CERRO ALTO, SAN LUIS POTOSÍ

CÉSAR IVÁN FLORES BARRERA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO; TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO


2014

La presente Tesis titulada "Identificación y caracterización de corredores y conectividad para el jaguar (*Panthera onca*) entre las sierras del Abra-Tanchipa y Cerro Alto, San Luis Potosí" realizada por el alumno: Cesar Iván Flores Barrera bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
RECURSOS GENETICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERIA

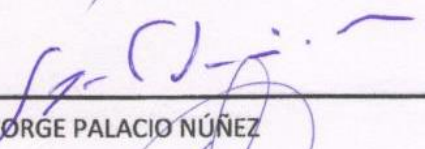
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



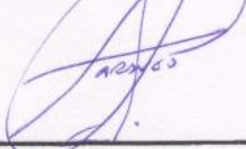
DR. OCTAVIO C. ROSAS ROSAS

ASESOR




DR. JORGE PALACIO NÚÑEZ

ASESOR




DR. LUIS ANTONIO TARANGO ÁRAMBULA

ASESOR



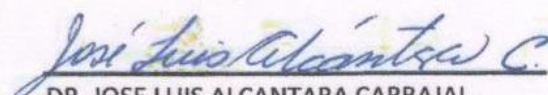
DR. FERNANDO CLEMENTE SÁNCHEZ

ASESOR



DR. GENARO OLMOS OROPEZA

ASESOR



DR. JOSE LUIS ALCANTARA CARBAJAL

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CORREDORES Y CONECTIVIDAD PARA EL JAGUAR (*Panthera onca*) ENTRE LAS SIERRAS DEL ABRA-TANCHIPA Y CERRO ALTO, SAN LUIS POTOSÍ

César Iván Flores Barrera, M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2014

El jaguar es el felino más grande del continente Americano, por lo que tiene demandas alimenticias de grandes presas y hábitats extensos, esto propicia conflictos con los humanos debido a la fragmentación de su hábitat. En México se encuentra enlistado como en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo que es importante determinar si hay parches de hábitat que sean utilizados por el jaguar como corredores dentro de la Sierra Madre Oriental; específicamente, en la región que hay entre la Sierra del Abra-Tanchipa y la Sierra de Cerro Alto. El objetivo de este estudio fue determinar la existencia de un corredor para jaguar (*Panthera onca*) entre las Sierras del Abra-Tanchipa y Cerro Alto, del municipio de Ciudad Valles, San Luis Potosí. El estudio se realizó de noviembre de 2011 a noviembre de 2012; durante este periodo se realizaron varias salidas al campo, en las cuales se pudieron realizar 25 entrevistas semiestructuradas en 10 localidades del área de estudio, se colocaron 15 trampas cámaras con un esfuerzo de muestreo de 515 días cámara y se recorrieron transectos en búsqueda de rastros y huellas. De las personas entrevistadas 14 dijeron haber visto algún rastro del jaguar, por medio de rastros y foto-trampeo se confirmó la presencia de las presas del jaguar en el área de estudio, y se encontraron seis huellas de jaguar. Cinco de las huellas fueron encontradas en selva conservada y nueve de los rastros reportados por los entrevistados estuvieron en selva conservada. Con apoyo del trabajo de campo y de sistemas de información geográfica se determinaron los posibles corredores por los que se mueve el jaguar entre la Sierra del Abra-Tanchipa y la Sierra de Cerro Alto. A pesar de la posible fragmentación que podría haber entre ambas sierras por la presencia de una carretera que la divide y por la fragmentación del hábitat, se encontró que el jaguar se mueve en este agro-paisaje.

Palabras clave: jaguar, corredores, conectividad, hábitat, fragmentación.

IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF CORRIDORS AND CONNECTIVITY FOR JAGUAR (*Panthera onca*) BETWEEN THE SIERRA DEL ABRA-TANCHIPA AND SIERRA CERRO ALTO, SAN LUIS POTOSI

César Iván Flores Barrera, M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2014

The jaguar is the biggest cat in the American continent, requires high habitat and nutritional demands that comes with his large body size; these bring them into conflicts with humans. In Mexico is endangered and is in the NOM-059-SEMARNAT-2010. So it is important to determine if there are patches of habitat that are used by the jaguar as corridors within the Sierra Madre Oriental; specifically, in the region between the Sierra del Abra-Tanchipa and Sierra Cerro Alto. The aim of this study was to determine the existence of a corridor for jaguar (*Panthera onca*) between the Sierra del Abra-Tanchipa and Sierra Cerro Alto, in Ciudad Valles, San Luis Potosí. The study was conducted from November 2011 to November 2012; during this period were made several field trips, and were made 25 semi-structured interviews in 10 locations in the study area, were placed 15 camera traps, the sampling effort was of 515 days camera and were made transects in search of tracks. Of the interviewed people 14 said they saw a jaguar trail, camera traps and trails confirmed the presence of jaguar preys in the study area, six jaguar tracks were founded. Five tracks were found in forest and nine tracks reported by the interviewed were in the forest. With fieldwork support and geographic information systems potential corridors for jaguar between the Sierra del Abra-Tanchipa and Sierra Cerro Alto were determined. Despite the possible fragmentation could have been between this mountain range by the presence of a road that divides and the habitat fragmentation, we found that the jaguar moves in this agro-landscape.

Key words: jaguar, corridors connectivity, habitat, fragmentation.

*Dedico esta tesis a mi
madre que siempre ha sido un
apoyo y una fuente de inspiración*

y a E. R. V.

AGRADECIMIENTOS

Al pueblo de México y en especial a CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por la beca concedida para la realización de esta Maestría.

Al Dr. Octavio Rosas por haberme aceptado como tesista y a los miembros de mi consejo, Dr. Luis A. Tarango, Dr. Jorge Palacio, Dr. Genaro Olmos, Dr. José Luis Alcántara, Dr. Fernando Clemente, por haberme ayudado durante la realización de este proceso.

Al Dr. Juan Felipe M. Al Lic. Miguel Ángel, al Ingeniero Alejandro Duran, al Dr. Leonardo Chapa, el Dr. José Pimentel, Dr. Alejandra Olivera, Al Dr. Adrián Quero.

A mis amigos y compañeros del Colegio de Postgraduados, Anuar Hernández, Gmelina Dueñas, Danilo Granados, José Domingo, Héctor Contla, Verónica García, Jesús Martínez.

A mis compañeros y ex-compañeros de trabajo del LISIG (Laboratorio Interdisciplinario de Sistemas de Información Geográfica) Marlem Brito, Gustavo Rodríguez, Karla Rojas, Fernando Valdez, Álvaro Rojas, Jorge Sígala, Rodrigo Flores, Daniel, por su apoyo en la utilización de los sistemas de información geográfica y por supuesto al Dr. Valentino Sorani.

A Hermelindo Guzmán y Martin Aguilar , que fueron una guía y un gran apoyo en el trabajo de campo.

A Eloísa Rodríguez Vázquez, por haberme ayudado y apoyado cuando más lo necesitaba.

A la naturaleza se le domina obedeciéndola. Francis Bacon.

*Panthera es mi nombre
Onca mi apellido
Si no me conoces
No tendrá sentido
Quizás me hayas visto
Quizás me has oído
Y hoy en estas letras
Mi vida describo*

*Vivo en las sabanas
La selva es mi nido
Los ríos son mi cama
El árbol mi amigo*

*Mi piel es manchada
Mi cola anillada
Y en los ojos tengo
Profundas miradas*

*Un clamor y un llanto
Así es mi rugido
Un canto de auxilio
Para tus oídos*

*Tú me diste nombre
Tú me has destruido
Quemaste mi casa
Mataste mis hijos*

*Ya no tengo selvas
Ya no tengo ríos
Antes abundaba
Ahora sobrevivo
La comida es poca
Ya no tengo amigos
Mi piel tan hermosa
Es mi gran castigo
Porque me la quitas
Para darte abrigo*

*Alguien vio mis ojos
Encontró mi espíritu
Sintió lo que siento
Vivió lo que vivo
Y hoy en sus palabras
Consuelo recibo
Porque dice todo
Lo que me ha ocurrido*

*Yo soy el más grande
El incomprendido
Al que el indio teme
Al que abraza un niño
Como a un gran peluche*

Como a un gran amigo

*Y mi vida sigue
Y la muerte asecha
Y los días pasan
Y las noches llegan
Y me voy de caza
Y atrapo una presa
Y alguien me dispara
Y alguien me desprecia
Por comer la vaca
Por pasar la reja
Por cuidar mis crías
dándoles ovejas
Esperando en lo alto
De una rama seca
Matando de un salto
Al que se me acerca
De ahí viene mi nombre
El que representa
En una palabra
Mi mayor destreza*

*Tigre mariposo
Tigre americano
Señor de los llanos
Y de las estepas
Amo de las aguas
Dueño de las selvas
Hijo de la noche
Portador de estrellas
Que reflejan mi alma
Que le dan respuesta
A las inquietudes
Que se te presentan*

*Mírame a los ojos
Busca mis propuestas
Di porque me matas
Di porque me retas
Di por que no aceptas
Que vivamos juntos
En este planeta*

*No me tengas miedo, No te comeré
Si no ocultas nada, No te detendré*

*Ahora me conoces
Ya sabes quién soy
Yaguar es mi nombre
Y este es mi clamo*

Jesús A. Bermúdez R.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
Corredores Biológicos	2
Conectividad	3
Planteamiento del problema	3
HIPÓTESIS.....	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
Objetivos particulares	5
MATERIALES Y MÉTODOS	6
Descripción del área de estudio.....	6
Elaboración de mapas de uso de suelo y vegetación (USV)	7
Trabajo de campo	10
Entrevistas.....	10
Presas potenciales.....	11
Rastros y foto-trampeo.....	12
Caracterización de sitios	13
Corredores potenciales de menor costo.....	13
RESULTADOS.....	15
Ubicación mediante entrevistas de los sitios con presencia reciente de jaguar entre las Sierras del Abra-Tanchipa y Cerro Alto.....	15
Confirmación mediante rastros y foto-trampeo de los sitios con presencia de jaguar, así como de sus presas potenciales entre las Sierras del Abra-Tanchipa y Cerro Alto.	18
Huellas.....	22
Caracterización de las condiciones y conectividad de los sitios con presencia de jaguar.	23
Corredores potenciales de menor costo.....	26
DISCUSIONES.....	28
CONCLUSIÓN.....	32
LITERATURA CITADA	33
ANEXOS	38
Anexo 1. Formato de entrevista semiestructurada	38
Anexo 2. Formato de registro de rastros	39

Anexo 3. Colección fotográfica de la vegetación circundante a las huellas encontradas.	40
Anexo 4. Coordenadas geográficas (UTM zona 14 N, WGS 84) de las huellas encontradas de jaguar, puma y otros felinos.....	46
Anexo 5. Coordenadas geográficas (UTM zona 14 N, WGS 84) de las huellas, fotografías y avistamientos encontrados de las presas de jaguar.	47
Anexo 6. Registro fotográfico de otros felinos presentes en el área de estudio.....	51

INTRODUCCIÓN

Las especies terrestres más grandes del orden Carnívora son de amplia distribución y raras debido a su posición en la cima de las cadenas tróficas. Son los mamíferos más admirados e irónicamente los más amenazados. Muchos han sufrido un declive en sus poblaciones y una contracción de sus áreas de distribución alrededor del mundo en los últimos dos siglos (Ripple *et al.*, 2014). Debido a sus altas demandas metabólicas, estos carnívoros necesitan presas grandes y hábitats extensos. Sus requerimientos alimenticios y su amplia área de distribución propician conflictos con los humanos y el ganado; lo anterior, junto con la intolerancia humana, los pone en peligro de extinción (Chávez y Ceballos, 2006; Rabinowitz y Zeller, 2010; Sanderson *et al.*, 2010; Ripple *et al.*, 2014).

El jaguar (*Panthera onca*) es el felino de mayor tamaño en América. El color de piel varía de amarillo pálido a café rojizo y cambia a blanco en los carrillos, pecho y parte interna de las extremidades (Chávez-Tovar, 2005). En todo el cuerpo tiene manchas negras, que en los costados cambian a rosetas; dentro de estas puede haber una o más manchas pequeñas. Cazadores y campesinos distinguen tres tipos de jaguares en cuanto a su coloración: 1.- El tigre “mariposo”, marcado con manchas que forman rosetas grandes; 2.- El tigre pinta menuda con rosetas pequeñas. (En una misma región se pueden encontrar ambos tipos de coloración, ya que, no representan variantes diferentes); 3.- El tigre negro que es un animal que presenta melanismo, es decir, de color negro o pardo negruzco, con marcas visibles en luz oblicua (Chávez-Tovar, 2005).

El jaguar utiliza como refugio cuevas y zonas con una cobertura vegetal densa; es un cazador terrestre, hábil nadador y trepa con facilidad a los árboles. Tiene un espectro de presas amplio, por lo que es considerado un carnívoro oportunista cuya dieta básicamente depende de la densidad y disponibilidad de las presas. Se han reportado más de 85 especies que son parte de su alimentación como invertebrados, peces, reptiles, aves y mamíferos. Sin embargo, los mamíferos mayores de 1 kg de peso y algunos reptiles y aves constituyen las presas más comunes en la mayor parte

de su área de distribución (Chávez-Tovar, 2005; Rosas-Rosas *et al.*, 2008; Ávila-Nájera *et al.*, 2011; Hernández–SainMartín, 2013).

En México, el jaguar se encuentra enlistado como en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunque a nivel global la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2002) la considera como poco amenazada. Además, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), la clasifica en peligro de extinción (Apéndice I) y prohíbe su comercio internacional.

En el estado de San Luis Potosí, la fauna no ha sido estudiada de manera suficiente, lo cual adquiere especial relevancia al considerar el creciente ritmo de modificación que sufren sus ecosistemas originales (INEGI, 2003). Martínez de la Vega (1999) solo hace referencia a cuatro estudios científicos: tres realizados por Dalquest y, otro por Jones y Álvarez. Esta información se ha complementado con los estudios recientes de Villordo-Galvan *et al.* (2010), Rueda (2010), Ávila-Nájera *et al.* (2011), Coronado (2011), Martínez-Calderas *et al.* (2011) Dueñas (2013), Martínez (2013), Hernández-SaintMartín *et al.* (2013), Benítez (2014), los cuales han contribuido recientemente al conocimiento de los mamíferos de San Luis Potosí.

Corredores Biológicos

Un mosaico del paisaje está formado de tres elementos principales: 1) matrices, 2) parches y 3) corredores. Un corredor es una tira de entorno que difiere de la matriz que lo rodea, y con frecuencia conecta dos o más parches de paisaje de hábitat similar. La vegetación de los corredores suele ser similar a la de los parches que conectan, pero difiere de la que tiene la matriz del paisaje circundante (Odum y Warrett, 2006).

Una consecuencia de la fragmentación del hábitat es la disminución en la conectividad que es el grado en el que el paisaje facilita o impide el movimiento entre los parches de recursos. Por lo tanto, la heterogeneidad generada por la fragmentación puede crear barreras al movimiento debido a que el ambiente desfavorable no provee cobertura contra los depredadores, o por que las distancias entre parches adecuados

son más grandes de lo que los animales son capaces de cruzar de un paso. Como consecuencia, la habilidad de dispersión puede resultar alterada por la fragmentación del paisaje. Además, puede tener consecuencias dramáticas en las poblaciones, debido a la reducción del flujo génico entre estas y, como consecuencia, puede llevar a la extinción de las especies (Coulon *et al.*, 2004; Zeller y Rabinowitz, 2011).

La utilidad de los corredores para la persistencia de las metapoblaciones ha sido discutida ampliamente. La idea general es que los movimientos entre poblaciones tienen el potencial de estabilizar la población local y la metapoblación; un corredor entre parches de hábitat puede incrementar la conectividad y facilitar los movimientos (Rockwood, 2006; Zeller *et al.*, 2011; Zeller y Rabinowitz, 2011).

Conectividad

El punto central de los esfuerzos para conservar y restaurar las poblaciones amenazadas en los ecosistemas fragmentados es entender cómo los movimientos de los organismos se afectan por el cambio en el paisaje. El mantenimiento de la conectividad es el grado en el que el paisaje facilita o impide el movimiento entre los parches de recursos. La conectividad en el paisaje es cuantificada por sus elementos estructurales como los “stepping stones” a los parches o a los corredores de hábitat (Vogt *et al.*, 2009).

La conectividad se clasifica como estructural y funcional. La primera se refiere a la relación física entre el paisaje y los elementos, mientras que la segunda describe el grado en el que el paisaje facilita o impide el movimiento de los organismos y procesos. La conectividad funcional es producto de la estructura del paisaje y de la respuesta de los organismos y procesos a esta (Baguette, 2007; Kindlmann, 2008; Meiklejohn, 2009).

Planteamiento del problema

Por lo tanto, es importante determinar si hay parches de hábitat que sean utilizados por el jaguar como corredores dentro de la Sierra Madre Oriental. Específicamente, en la región que hay entre las Sierras del Abra-Tanchipa (SA-T) y la

Sierra de Cerro Alto (SCA), ya que garantiza conectividad entre ambas sierras. La vegetación que existe entre estas dos sierras se caracteriza por un hábitat fragmentado y con una considerable presencia humana; Sin embargo, de registrarse la presencia del jaguar en este hábitat fragmentado sería un indicador de que esta especie muestre tolerancia a la perturbación humana.

De hecho, existe alguna evidencia de que este hábitat esté siendo utilizado por el jaguar debido a que Villordo-Galván *et al.* (2010) y Hernández-SaintMartin (comunicación personal) encontraron huellas de jaguar cerca de cultivos de caña de la región. Además, Villordo-Galván *et al.* (2010) mencionan que la agricultura puede beneficiar a las presas del jaguar como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el pecarí de collar (*Pecari tajacu*), la tuza real (*Cuniculus paca*) y el tejón (*Nasua narica*); ya que son fuente de alimento y cobertura.

Rabinowitz y Zeller (2010) suponen que en la Sierra Madre Oriental hay una unidad de conservación de jaguar con un nivel de prioridad alto, específicamente en la porción correspondiente a los estados de Nuevo León y San Luis Potosí. Sin embargo, no consideran que existan corredores que conecten a las poblaciones más sureñas, como las de Querétaro y, posiblemente, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Estado de México, ni que haya una conexión con Tamaulipas. Por su parte Villordo (2009) reportó que la distribución actual del jaguar en San Luis Potosí abarca la Sierra Plegada y el Carso Huasteco. Además que, a pesar de la fragmentación, esta porción de la Sierra Madre Oriental puede representar un corredor potencial para los jaguares hacia Tamaulipas, Nuevo León y también hacia el sur.

Las unidades de conservación para el jaguar son zonas con poblaciones de esta especie que contienen por lo menos 50 individuos reproductivos y suficiente hábitat y presas para sobrevivir los próximos 100 años, o que mantienen suficiente hábitat y presas, de tal manera que si los peligros son removidos, la población reproductiva podría incrementar a 50 individuos.

En particular, en el presente estudio se buscaron e identificaron posibles corredores que el jaguar pudiera estar utilizando entre las Sierras del Abra-Tanchipa y

Cerro Alto, en la Sierra Madre Oriental; corredores que algunos autores como Rabinowitz y Zeller (2010) consideran que no existen. Por lo tanto, es necesario conocer las áreas por donde se mueve el jaguar en un ambiente tan fragmentado como lo es el área de estudio para proponer acciones de conservación en el corto y largo plazo.

HIPÓTESIS

El jaguar es tolerante a cierto grado de perturbación producida por actividades humanas, de tal forma que puede utilizar zonas con vegetación fragmentada para desplazarse entre grandes parches de hábitat. Por consiguiente la región comprendida entre la Sierra del Abra-Tanchipa y la Sierra del Cerro Alto, SLP, funcionan como un corredor biológico para esta especie y debe haber evidencia de la presencia regular de este felino en las zonas más conservadas del mismo.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la existencia de un corredor para el jaguar (*Panthera onca*) entre las sierras del Abra-Tanchipa y Cerro Alto, del municipio de Ciudad Valles, San Luis Potosí.

Objetivos particulares

Ubicar los sitios con presencia reciente de jaguar entre las sierras del Abra-Tanchipa y Cerro Alto.

Confirmar la presencia del jaguar, así como de sus presas potenciales entre las sierras del Abra-Tanchipa y Cerro alto.

Caracterizar las condiciones y la conectividad de los sitios con presencia del jaguar.

Identificar los corredores potenciales de menor costo susceptibles de conservarse.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El área de estudio se ubica en el municipio de Ciudad Valles, al oeste de la Sierra del Abra-Tanchipa, y comprende la planicie que existe entre esta y la Sierra de Cerro Alto, en la región de la Huasteca, de San Luis Potosí, México (Figura 1).

Se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental que, fundamentalmente, es un conjunto de sierras menores de estratos plegados de rocas sedimentarias marinas del Cretácico y Jurásico Superior. El área presenta tres tipos de clima: 1) cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media 2) semicálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media y 3) cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (Figura 2). La temperatura promedio anual va de 20-26 °C, y el rango de precipitación es de 1000-2000 mm (INEGI, 2009).

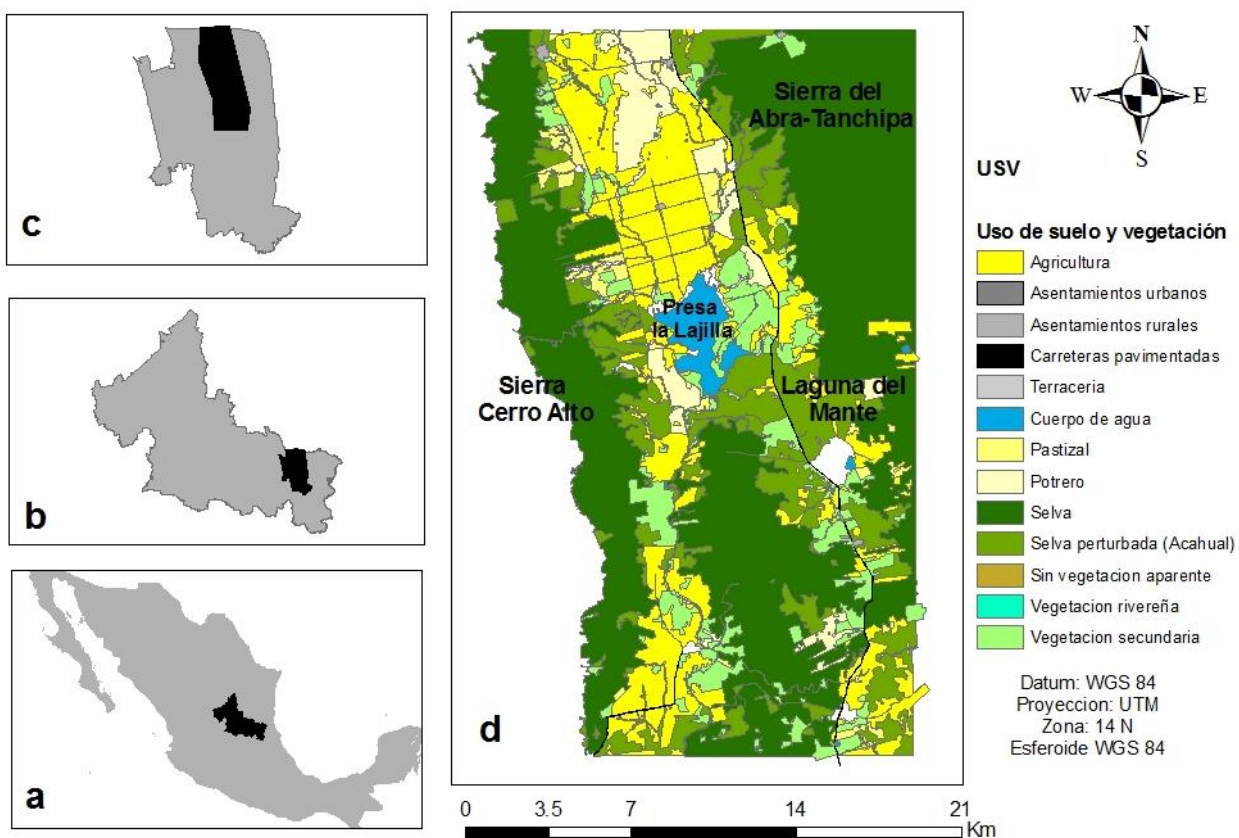


Figura 1. Mapa de la planicie entre Sierra del Abra-Tanchipa y Sierra de Cerro Alto, SLP, México. a) México, b) San Luis Potosí, c) Ciudad Valles, d) área de estudio. Elaboración propia.

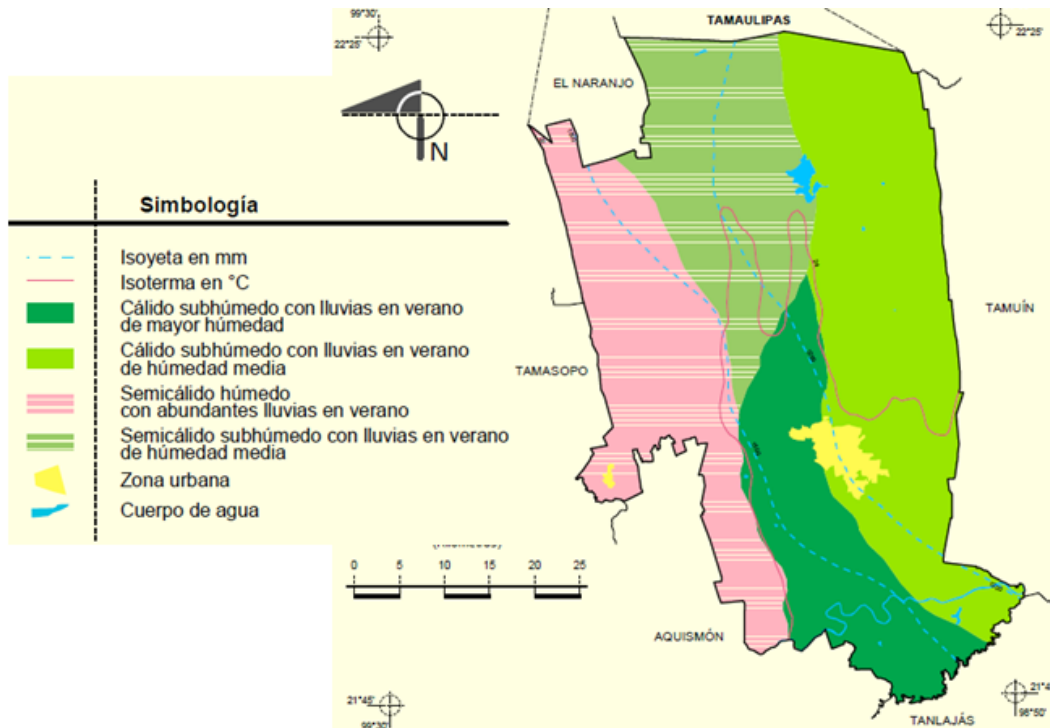


Figura 2. Climas del municipio de Ciudad Valles, San Luis Potosí. (INEGI, 2009)

Elaboración de mapas de uso de suelo y vegetación (USV)

Para la caracterización cartográfica del área de estudio, se utilizaron las imágenes satelitales de Google Earth. Se emplearon estas imágenes porque son recientes, tienen mayor resolución y se puede acceder a ellas de manera libre en la red. Una vez obtenida la captura de pantalla de las imágenes, para darles referencia geográfica se procedió a corregirlas por medio del programa Erdas Imagine 8.4 (1999); se utilizó el “DataPrep” con la función de “Image Geometric Correction”, el modelo geométrico que se seleccionó fue el polinomial de primer orden. Los metadatos de la imagen que se usó para hacer la corrección fueron proyección UTM, esferoide WGS 84, zona 14 y *datum* WGS 84. Al momento de hacer la corrección se pusieron puntos de control en campo (GCP, por sus siglas en inglés), tanto en la imagen de Google Earth como en la imagen que se usó para darle la referencia geografía (Figura 3). Una vez que se corrigió la imagen, se procedió a clasificarla de acuerdo con el uso del suelo y vegetación (USV), para lo cual se utilizó el programa ArcView GIS 3.2 (ESRI,

1992-1996). Con dicho programa se delimitaron los polígonos para poder diferenciar los usos de suelo que hay en el lugar de estudio (Figura 4).

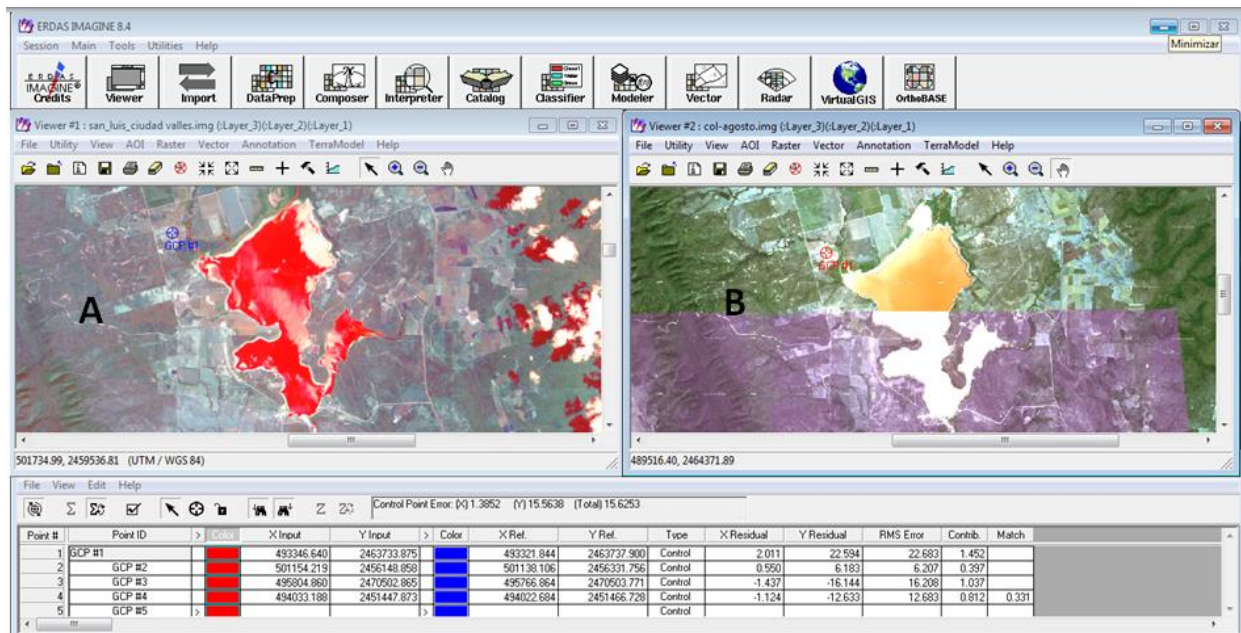


Figura 3. Corrección geométrica de las imágenes satelitales. A: Imagen de referencia, B: Imagen corregida, a la cual se le agrego la referencia geográfica.

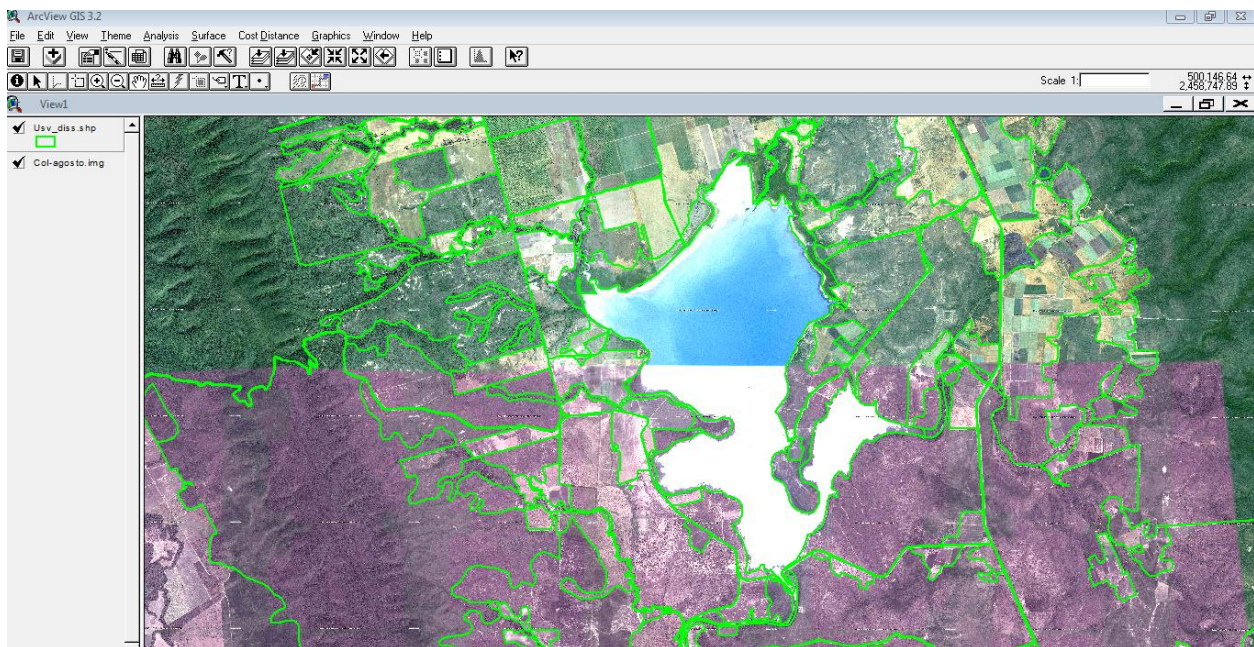


Figura 4. Polígonos del área de estudio utilizando el programa ArcView 3.2

Con los polígonos del área de estudio se clasificaron los diferentes usos de suelo. Para ello, se observaron las diferentes texturas de la imagen satelital y la información se complementó con el apoyo de puntos de control registrados durante los recorridos de campo (Figura 5).

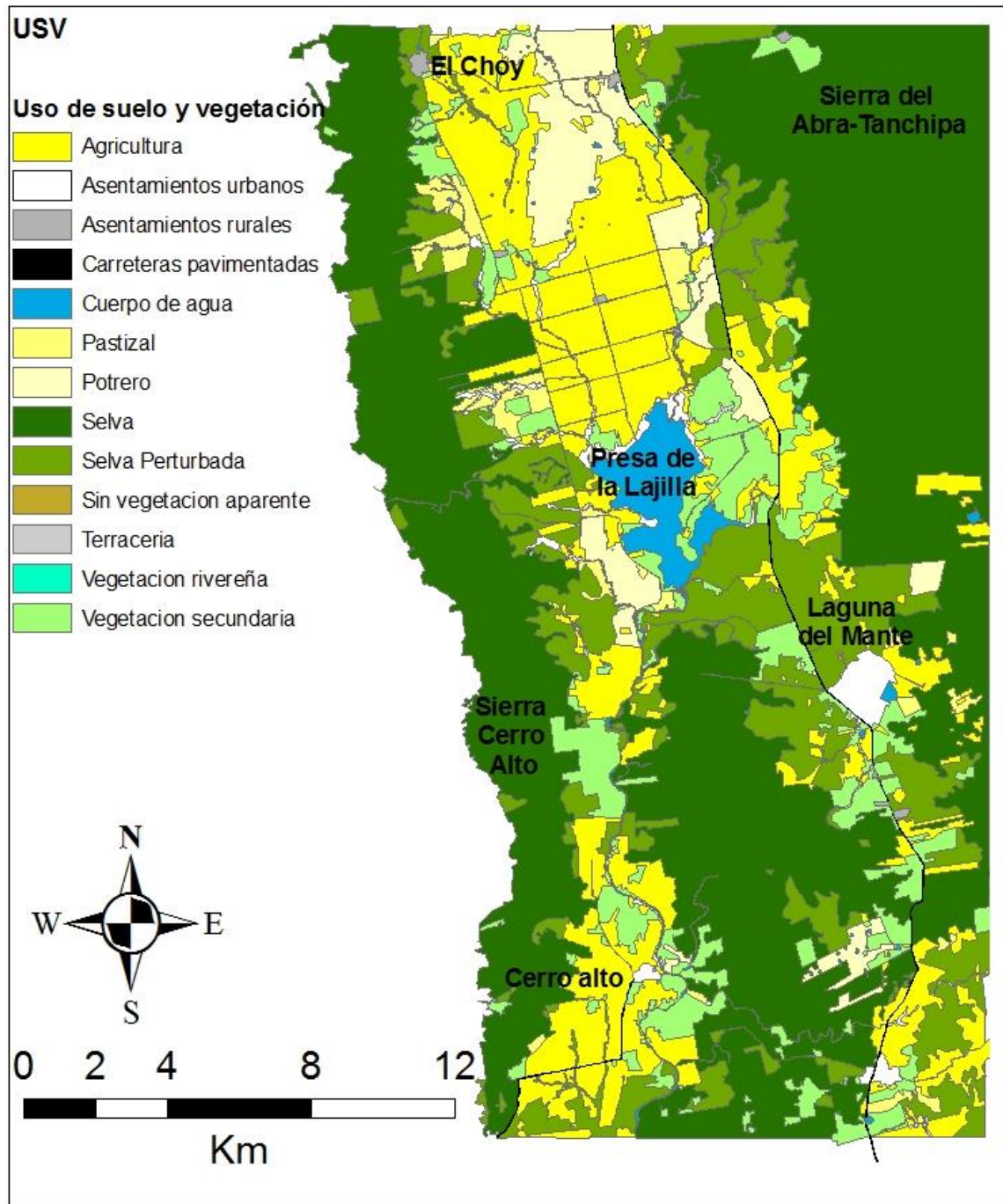


Figura 5. Mapa de uso de suelo y vegetación del área de estudio. Elaboración propia.

Trabajo de campo

El estudio se realizó de noviembre del 2011 a noviembre del 2012. Durante este periodo se realizaron cinco salidas al campo, en las cuales se pudieron realizar 25 entrevistas semiestructuradas, en 10 localidades dentro del área de estudio; se colocaron 15 trampas-cámara y se recorrieron 25 transectos.

Entrevistas

Para obtener información sobre el conocimiento local de la fauna silvestre, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los habitantes del área de estudio. Este tipo de entrevista constituye, según Gese (2001), uno de los métodos más simples para determinar la distribución de las especies. Las primeras personas en ser entrevistadas fueron en su mayoría autoridades locales como comisariados y jueces de paz; estos funcionarios suelen tener conocimiento y, por lo tanto, dirigimos con gente del lugar que habían reportado previamente avistamientos o ataques al ganado. Cuando fue posible durante los recorridos de campo, se aplicaron entrevistas a las personas que se encontraban ahí; en su caso, estas nos indicaron los lugares por los que pensaban que podía haber presencia de jaguar por el tipo de hábitat presente, y en muchos casos nos indicaban los sitios por donde habían visto huellas que pensaban que eran de jaguar.

El formato de las entrevistas semiestructuradas consistió de nueve preguntas (Anexo 1). Estas tuvieron la finalidad de constatar el conocimiento de los pobladores locales sobre el jaguar. Además, se les cuestionó sobre los lugares de avistamiento de la especie y si habían cazado alguna vez un ejemplar y lo que habían hecho con el mismo, ya que esto podía representar una evidencia importante. La finalidad fue identificar lugares con registros fidedignos del jaguar. Las entrevistas realizadas se clasificaron como válidas o no, con base en el conocimiento del entrevistado acerca de la descripción morfológica del jaguar, el comportamiento de la especie y los rastros que proporcionó.

Los criterios para determinar la credibilidad de cada registro fueron los empleados por Tews y Everett (1986) en el sur de Texas (Cuadro 1). Ellos clasificaron los registros en tres clases: I (observaciones confiables), II (descripción detallada del evento por una persona experimentada) y III (descripción vaga y poco conocimiento del felino). Los registros se mapearon usando un programa de sistemas de información geográfica (SIG), con el que se elaboró un mapa de la presencia de jaguar en el área de estudio.

Cuadro 1. Criterios usados para evaluar la credibilidad de los avistamientos de jaguar, enlistado en orden descendente de credibilidad (Tews y Everett, 1986).

Clasificación	
	Clase 1
10	El felino está en mi posesión o lo he visto.
9	El felino está en posesión del entrevistado y ha sido visto por una segunda persona, o he visto evidencia.
8	El felino está en posesión del entrevistado y parece confiable, o el felino ha sido observado por más de dos personas confiables.
	Clase 2
7	Descripción detallada del evento y el entrevistado parece confiable.
6	El entrevistado tiene experiencia en campo y está acostumbrado a ver los detalles.
5	El entrevistado no tiene experiencia en campo.
	Clase 3
4	Los detalles del entrevistado son vagos y no son específicos, o son inconsistentes.
3	El entrevistado tiene una credibilidad cuestionable y exagera los detalles.
2	El entrevistado describe a un felino distinto del jaguar.
1	La información del entrevistado no tiene ningún valor.

Presas potenciales

Para la región se reportan las presas del jaguar, como el temazate (*Mazama temama*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tuza real (*Cuniculus paca*), mapache (*Procyon lotor*), hocofaisán (*Crax rubra*), guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y tejón (*Nasua narica*). Además, otras de menor importancia como conejo (*Sylvilagus sp.*), zorra (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*) y algunas

aves. Sobresale que se reconocen como presas a especies domésticas como bovinos (vacas y becerros), equinos (caballos, potrillos, mulas, burros), caprinos, ovinos y cánidos domésticos. (Villordo-Galván *et al.*, 2010; Ávila-Nájera *et al.*, 2011).

Para determinar la presencia de presas potenciales del jaguar se utilizaron los recorridos de campo y las 25 entrevistas semiestructuradas que se hicieron para determinar la presencia del jaguar. Por medio de observación e identificación de huellas, se comprobó la presencia de las presas potenciales, de las cuales se anotaron también las coordenadas geográficas. Simultáneamente a los recorridos y a las entrevistas, se emplearon trampas-cámara para ayudar en la detección de algunas de las especies animales identificadas mediante los rastros y que también habían sido reportadas por la gente del lugar. Se utilizaron las mismas trampas-cámara que se colocaron para la detección de jaguares. Finalmente, con los registros obtenidos, se obtuvieron porcentajes representativos de las especies más comunes encontradas en la región.

Rastros y foto-trampeo

Todos los mamíferos dejan rastros de sus actividades, tales como huellas, excretas, alimentos mordidos y alteraciones en la vegetación que ayudan a detectar su presencia y los lugares por donde han pasado. Por estas razones, los rastros son una herramienta valiosa para trabajar en campo y son la base para muchos estudios (Guzmán *et al.*, 2004). En este estudio se buscaron dichas evidencias mediante recorridos a pie. Las rutas de búsqueda se eligieron de manera aleatoria considerando veredas, brechas, caminos existentes, cuerpos de agua y ríos.

Las huellas fueron identificadas y diferenciadas por su tamaño y forma de acuerdo a la guía de Aranda (2000). De cada huella se elaboró un molde de yeso odontológico, para su posterior identificación. Además, se anotaron en una libreta de campo las coordenadas geográficas en UTM (Universal Transversal de Mercator) obtenidas por medio de un GPS Garmin E-Trex, M. R, así como la fecha, nombre del lugar y tipo de vegetación.

Para maximizar la detección de jaguar en el área de estudio, se colocaron 15 trampas-cámara (Deer-Cam, Moultrie, Wild-View; los parajes donde se colocaron fueron: Buenavista, el mango, brecha de petróleos, el rodeo, el Rodríguez, Zaragoza, las pitas, poza prieta, cerro alto, los toros, todas dentro del municipio de ciudad Valles) en los sitios que, gracias a las entrevistas y los recorridos, resultaron los más favorables para muestrear; no se usó ningún cebo o atrayente. Estas fueron colocadas en veredas o caminos donde se asumió que la probabilidad de fotografiar un jaguar fuera muy alta, principalmente en donde hubo presencia de huellas o rastros. Los sitios de foto-trampeo estuvieron a una distancia mínima de 1.2 km una de otra, dispuestas sobre caminos, senderos y aguajes. Se programó para que tomaran fotografías las 24 horas del día, con un intervalo mínimo de 3 minutos entre fotografías consecutivas, se revisaron cada mes para cambiar pilas, rollo o memoria en caso de ser necesario. En total se obtuvo un esfuerzo de 515 días/cámara. Al igual que con las huellas encontradas, la ubicación de las trampas-cámara fue registrada con ayuda de un GPS Garmin E-Trex, M. R. Con las fotografías obtenidas se estimó un índice de abundancia relativa de las presas (Smith y Smith, 2007). Además, las trampas-cámara ayudaron a identificar y confirmar la presencia de presas potenciales y otras especies (Silver *et al.*, 2004)

Caracterización de sitios

En los sitios donde se obtuvieron registros se realizó una descripción de las condiciones del lugar, la cual se reforzó con ocho fotografías cubriendo el panorama (las fotografías se tomaron en 360°, en el sentido de las manecillas del reloj, empezando en dirección norte y terminando en la noroeste); asimismo, se describió la vegetación aledaña mediante el uso de SIG con el apoyo de una capa de uso de suelo y vegetación (Coronado, 2011).

Corredores potenciales de menor costo

Usando ArcMap 9.3 se escogieron las características del paisaje, que se consideró eran las que más afectaban los movimientos y la supervivencia del jaguar; estas características fueron uso de suelo, distancia a caminos, distancia a asentamientos humanos y distancia a cuerpos de agua. El uso de suelo está

relacionado con el movimiento de los grandes mamíferos, mientras que la distancia a caminos y la distancia a asentamientos están correlacionadas con la persecución humana de los jaguares, incluyendo la mortalidad directa (Rabinowitz y Zeller, 2010).

En ArcMap 9.3 se usó la función “Spatial Analyst Tools” se seleccionó “Distance” y de esta “Cost Distance”, para asignarle un valor a cada uso de suelo se tomó en cuenta el trabajo realizado por Rabinowitz y Zeller (2010), los valores de cada uso de suelo quedaron como se observa en el cuadro 2. Una vez que ha sido realizado este proceso se generan las rutas de menor costo. El tamaño de celda que se uso fue de 50 m².

Para determinar cuáles son los lugares por los que probablemente se mueve el jaguar, se tomaron en cuenta los siguientes trabajos: primero, un estudio de uso de hábitat, realizado por Scognamillo (2006), en el que se encontró que el jaguar prefirió vegetación densa como el bosque seco y el bosque semidecidual, y evitó la vegetación abierta como la sabana inundada, la sabana seca con chaparral y los pastizales; segundo, otro estudio en el que Núñez (2002) menciona que estos felinos se mueven preferentemente por los arroyos, los cuales le proporcionan una red de rutas para viajar por la densa vegetación, además durante la época seca los arroyos mantienen abrevaderos que son usados por las presas y tienen una temperatura de 3 a 4 grados más baja que en los alrededores, y finalmente, el de Rabinowitz y Zeller (2010) quienes mencionan que no hay datos científicos disponibles de la dispersión del jaguar, por lo que le preguntaron a 15 expertos en jaguar, para que estos asignaran un costo a cada uso de suelo y con ello se pueda determinar qué tan costoso es un atributo en particular para facilitar o impedir el movimiento del jaguar. Los costos fluctuaron entre cero (sin costo) y 10 (un alto costo), y se pueden observar en el cuadro 2.

Con base en estos estudios se puede concluir que los sitios con vegetación densa son usados con mayor frecuencia debido a que implican un menor riesgo o un menor costo; en cambio, los jaguares tratan de evitar moverse por sitios descubiertos como pastizales, campos de cultivo o lugares con poca vegetación, ya que estos sitios presentan un mayor riesgo y son considerados como de mayor costo.

Cuadro 2. Capas de características del paisaje a las cuales los expertos asignaron un valor que determina el costo de movimiento para el jaguar (Rabinowitz y Zeller, 2010)

Uso de suelo	
Uso	Costo
Mosaico: Selva/otro tipo de vegetación natural	1
Cobertura de arbustos	3
Cobertura de herbáceas	5
Cobertura de hierbas o arbustos escasos	6
Cultivos y áreas manejadas	8
Mosaico: Cultivos/selva/otro tipo de vegetación natural	5
Mosaico: Cultivos/cobertura de pastos	7
Áreas desnudas	8
Cuerpos de agua	6
Superficies artificiales y áreas asociadas	10

Con la ayuda de los sistemas de información geográfica se determinaron las rutas de menor costo; estas se compararon con los registros obtenidos en campo para generar un mapa con los sitios que pueden funcionar como corredores. Este modelo crea la ruta por la que resulta más fácil viajar entre dos áreas de hábitat adecuado con el menor número de barreras de movimiento (LaRue, 2007; Rabinowitz y Zeller, 2010).

RESULTADOS

Ubicación mediante entrevistas de los sitios con presencia reciente de jaguar entre las Sierras del Abra-Tanchipa y Cerro Alto.

Se realizó un total de 25 entrevistas en 11 localidades (Cerro alto, Zaragoza, Gustavo Armendia, Las Pitás, El Rodeo, Las Huertas, El Choy, La Estribera, Los Sabinos, El Mango, Laguna del Mante) comprendidas dentro del área de estudio y sus alrededores; en 14 de estas, los entrevistados dijeron haber visto algún rastro del jaguar. Los resultados se muestran a continuación en las Figuras 6 y 7, y en el cuadro 3.

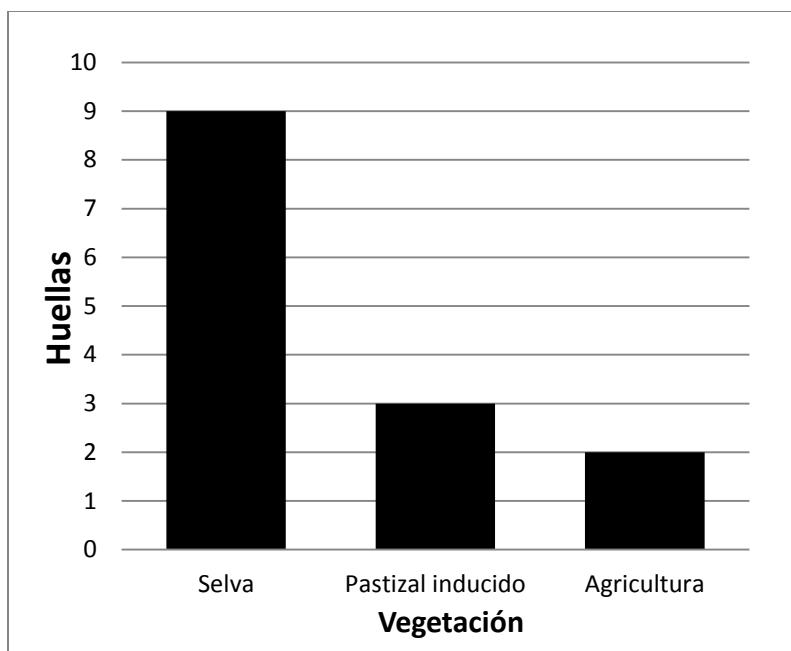


Figura 6 Número de registros de jaguar (*Panthera onca*) por tipo de vegetación en el área de estudio, de acuerdo al testimonio de personas locales entrevistadas.

Cuadro 3. Información detallada de las huellas que se encontraron, criterio de cada huella, tipo de registro de acuerdo a lo reportado por el entrevistado y uso de suelo en el que dijo verla.

Registro	Criterio	Tipo de Registro	Uso de Suelo y Vegetación
1	Clase II	Encontró huellas	Selva baja caducifolia
2	Clase II	Encontró huellas	Selva baja caducifolia
3	Clase II	Encontró huellas	Selva baja caducifolia
4	Clase II	Depredación de ganado	Selva baja caducifolia
5	Clase II	Ataque a ganado	Agricultura de Temporal
6	Clase II	Ataque a perros	Pastizal inducido
7	Clase I	Jaguar cazado	Agricultura de temporal.
8	Clase I	Jaguar cazado	Pastizal inducido
9	Clase II	Depredo borregos	Pastizal inducido
10	Clase II	Vio un jaguar	Selva baja caducifolia
11	Clase II	Encontró huellas	Selva baja caducifolia
12	Clase II	Escucho Bramar	Selva baja caducifolia
13	Clase II	Escucho Bramar	Selva baja caducifolia
14	Clase II	Encontró huellas	Selva baja caducifolia

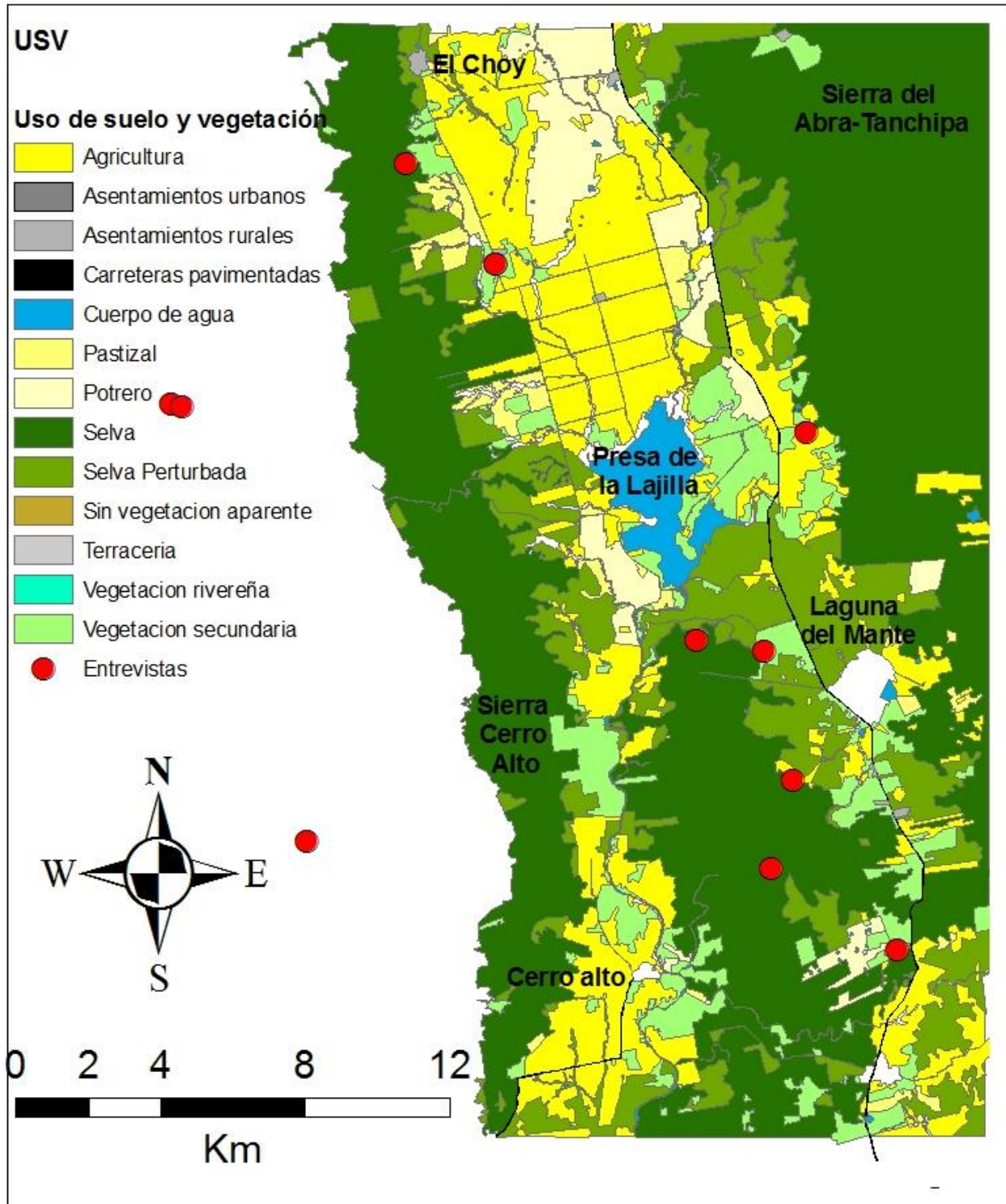


Figura 7. Huellas potenciales de jaguar reportadas por los entrevistados.

Confirmación mediante rastros y foto-trampeo de los sitios con presencia de jaguar, así como de sus presas potenciales entre las Sierras del Abra-Tanchipa y Cerro Alto.

En búsqueda de rastros, se recorrió un total de 147.5 km Figura 9. Durante los mismos, se obtuvo un total de 105 registros de animales (observaciones directas, huellas y fotografías), que han sido identificados en otros lugares como presas potenciales del jaguar (Villordo-Galván *et al.*, 2010; Ávila-Nájera *et al.*, 2011). Las especies encontradas fueron venado cola blanca, mapache, hocofaisán, armadillo, tejón, pecarí de collar y jaguar. Ver cuadro 4, Figura 8, 10, 11 y Anexo 5.

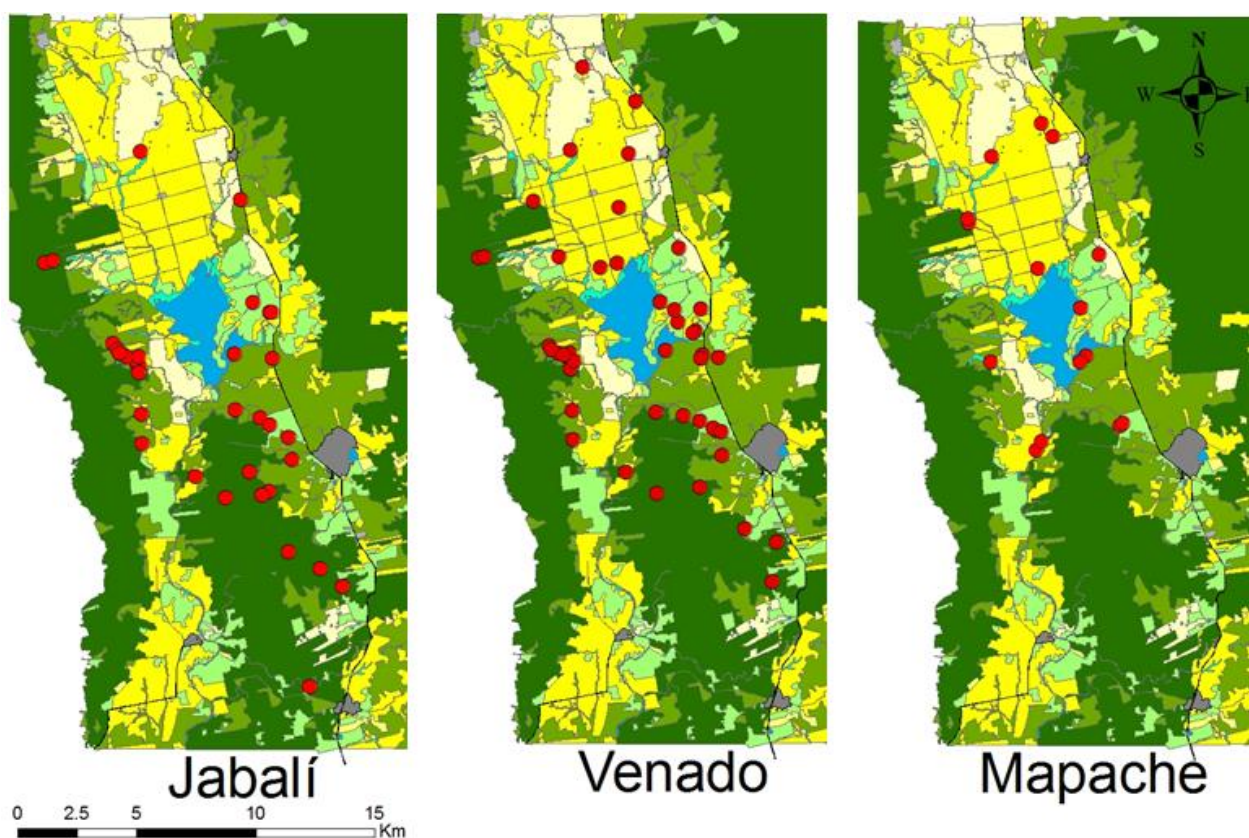


Figura 8. Mapa de ubicación espacial de las presas potenciales más abundantes en el área de estudio.

Cuadro 4. Registros de presas potenciales encontradas mediante transectos y por medio de las trampas-cámara colocadas.

Espece	Observaciones	% Total	Tipo de registro
<i>Pecari tajacu</i>	35	33.3	Huella, foto, observación directa
<i>Odocoileus virginianus</i>	46	43.8	Huella, foto, observación directa
<i>Nasua narica</i>	5	4.7	Foto, observación directa
<i>Procyon lotor</i>	15	14.3	Huella
<i>Dasyopus novemcintus</i>	3	2.8	Huella
<i>Crax rubra</i>	1	0.9	Foto
Total	105	100	

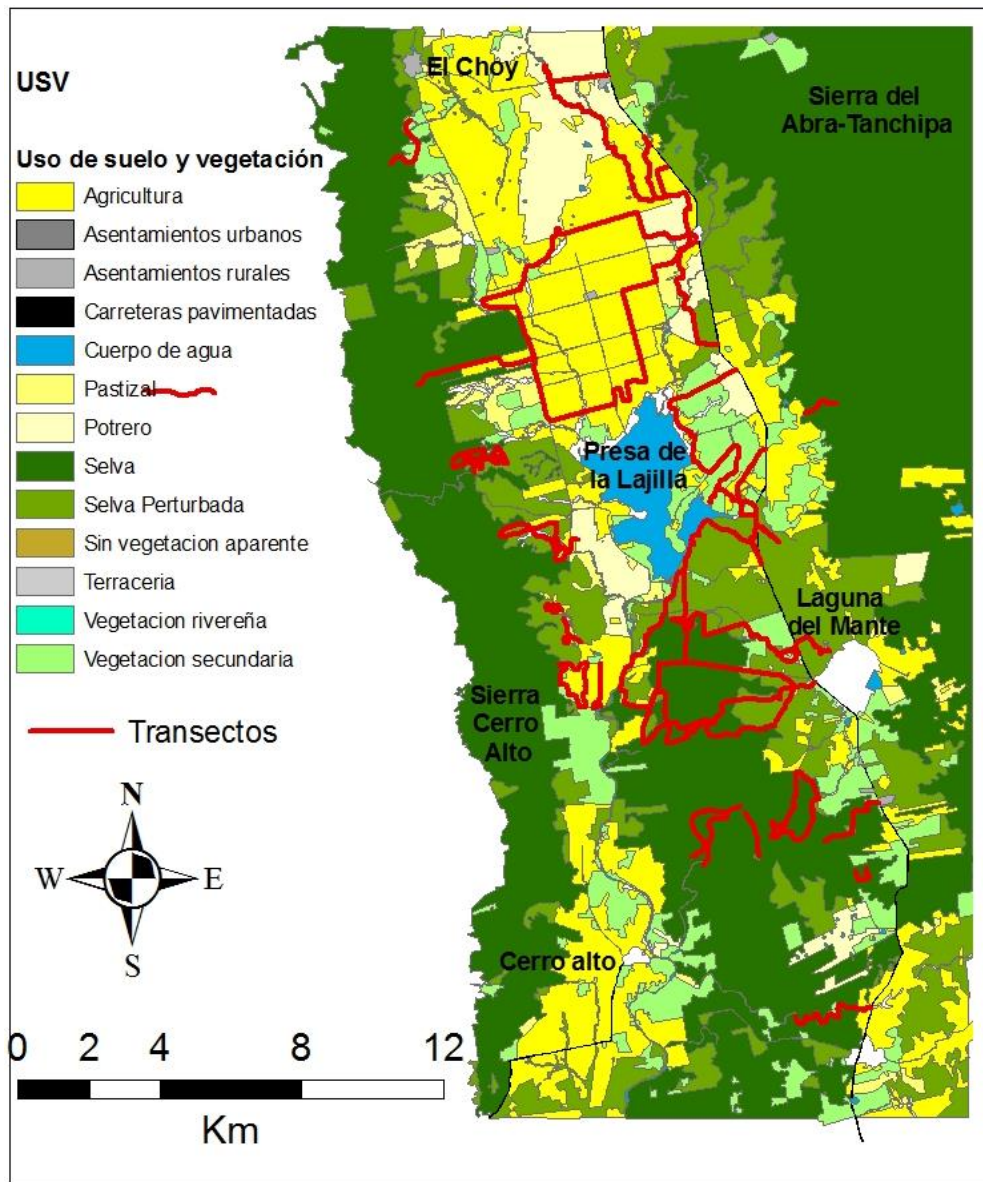


Figura 9. Transectos recorridos a lo largo de brechas, veredas y cañadas, en los distintos tipos de vegetación presentes en el área de estudio.

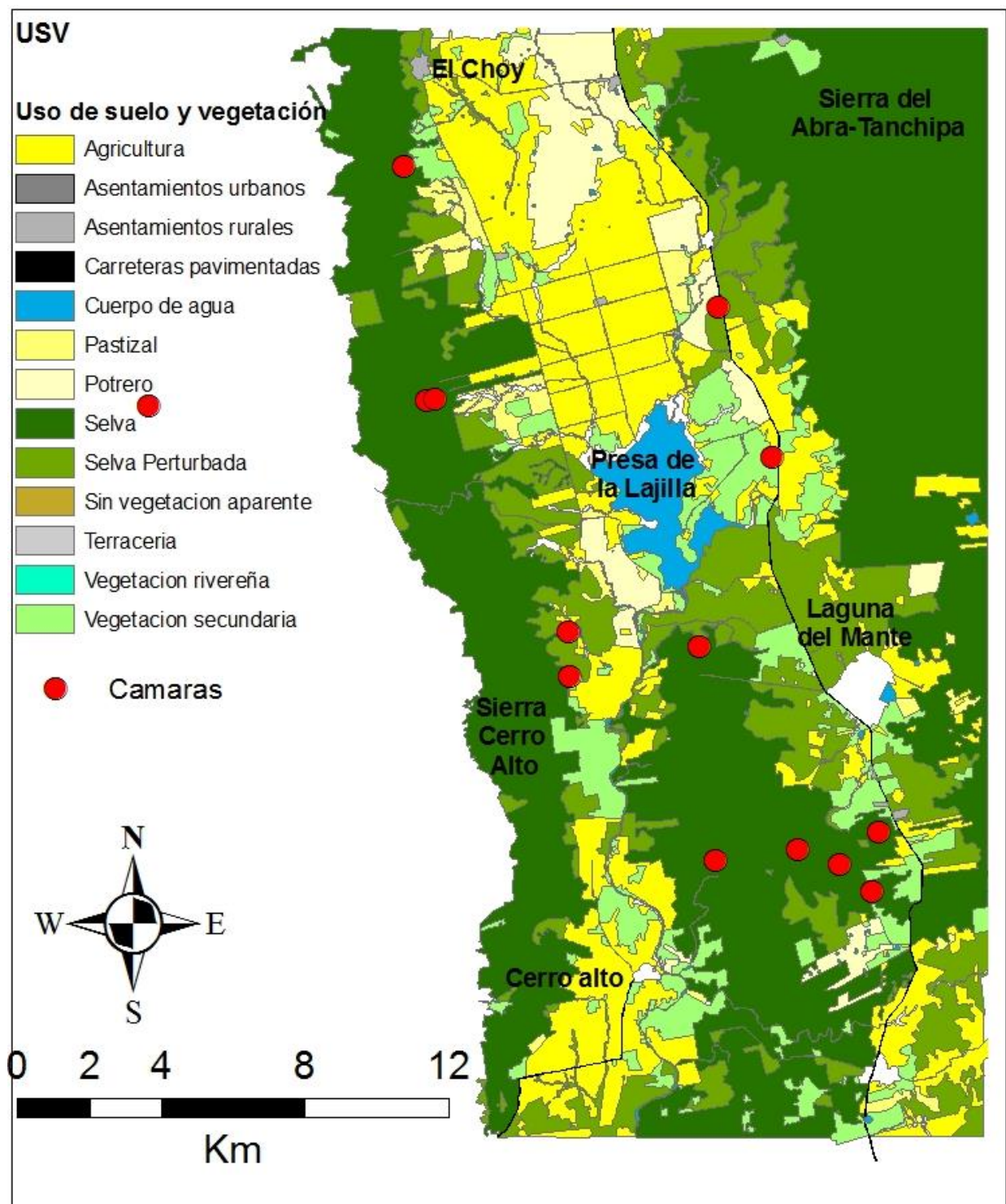


Figura 10. Ubicación espacial de las trampas-cámara colocadas en el área de estudio. Las especies fotografiadas fueron jabalí, venado, tejón, conejo, paloma y hocofaisán.

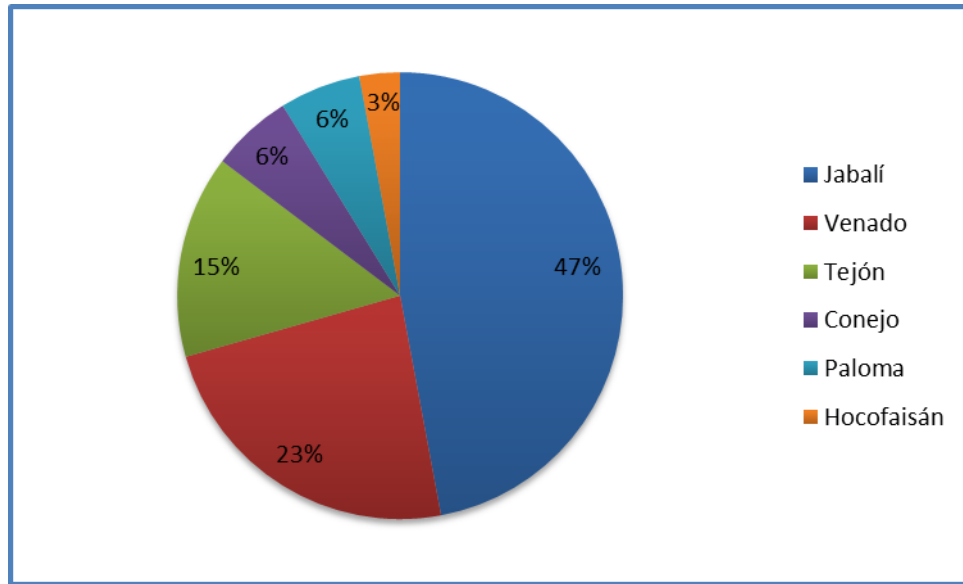


Figura 11. En total se tomaron 331 fotos con presencia de algún tipo de presa potencial para el jaguar.

Jabalí, venado y tejón, en conjunto, sumaron el 85 % de las fotografías, esto es relevante ya que son las principales presas reportadas para el jaguar y, por lo tanto, las que le aportan una mayor cantidad de biomasa (Villordo-Galván et al., 2010, Ávila-Nájera et al., 2011).

Con las fotografías obtenidas por medio de foto-trampeo se calculó la abundancia relativa de las presas (cuadro 4).

Cuadro 5. Abundancia relativa de presas de jaguar capturadas por medio de foto-trampeo.

Presa	Abundancia relativa %
Jabalí	43.3
Venado	21.6
Tejón	13.5
Conejo	5.4
Paloma	5.4
Hocofoaisán	2.7

Durante el presente estudio no se obtuvo ningún registro fotográfico de jaguar

Huellas

Se registró un total de 12 huellas: seis fueron de jaguar, tres de puma y tres más que no fue posible diferenciar entre una especie y la otra. Figura 12. Las huellas de jaguar se localizaron a una distancia mínima de 1.9 km de la carretera y a 1.3 km de los caminos de terracería; para el caso de los cuerpos de agua, las huellas se encontraron a una distancia mínima de 0.12 km y una máxima de 1.25 km; con respecto a las localidades, la distancia mínima a la que se encontraron fue de 1.6 km.

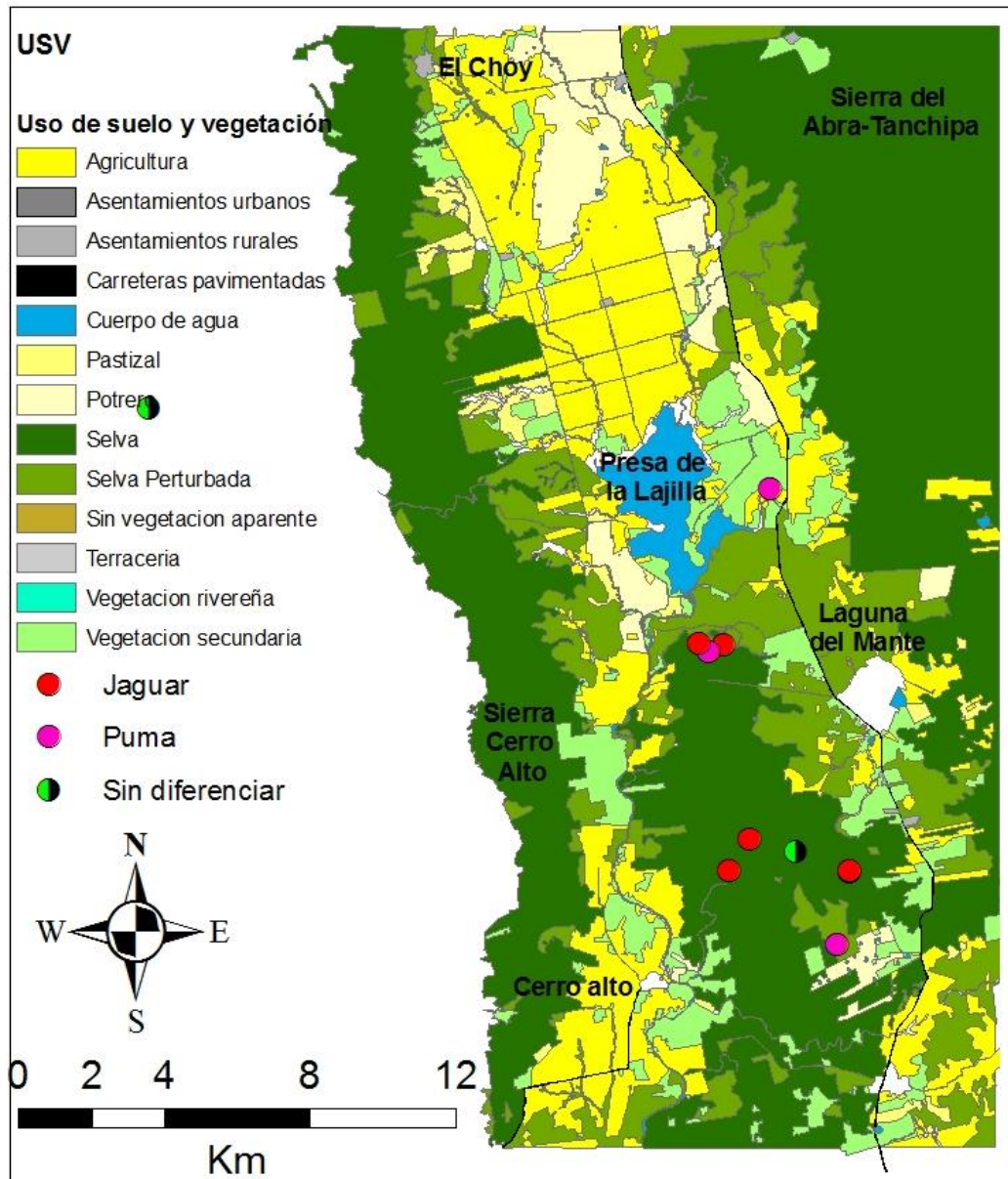


Figura 12. Mapa de ubicación de las huellas encontradas durante los recorridos de campo.

Caracterización de las condiciones y conectividad de los sitios con presencia de jaguar.

Se hizo el molde de 12 huellas, de la cuales, seis fueron de jaguar, tres de puma y tres más que no fue posible diferenciarlas entre jaguar y puma.

Huella 1: Estaba cerca de un sótano natural; el sustrato en el que se encontró fue de hojarasca con tierra, el tipo de vegetación que la rodeaba fue selva conservada y estaba a 660 m de un área de vegetación secundaria y a 2.3 km de una carretera (Figura 13)

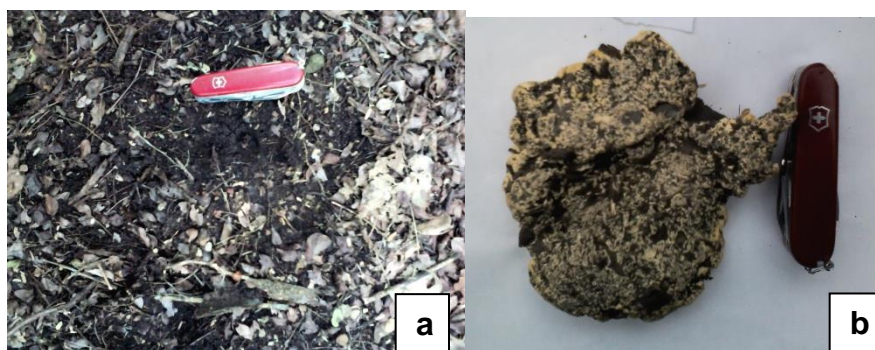


Figura 13. a) Sustrato donde se encontró la huella, b) molde de yeso.

Huella 2: Esta se encontró sobre la vereda que llevaba al sótano, y estaba a 500 metros de distancia de la huella anterior; el sustrato en el que se encontró fue de tierra y hojarasca en una selva conservada, esta, junto a la huella anterior se encontraron más próximas a la carretera (Figura 14).



Figura 14. a) Sustrato donde se encontró la huella, b) molde de yeso.

Huella 3: Fue encontrada cerca de una vereda conocida localmente como La Raya del Maguey; el sustrato en el que se encontró fue fango y el tipo de vegetación fue selva conservada. Esta huella se encontró justo en medio de los lomeríos que hay entre la SA-T y SCA (Figura 15).

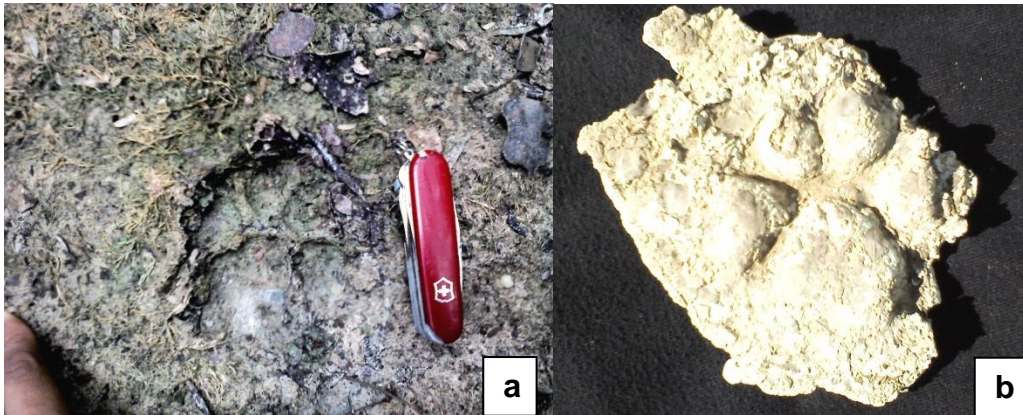


Figura 15. a) Sustrato donde se encontró la huella, b) molde de yeso.

Huella 4: Se encontró en un camino de terracería que lleva a la localidad Cerro Alto; el sustrato en el que se encontró fue arena, la vegetación circundante fue selva conservada. Estaba a 1.4 km de una zona agrícola y a 3.5 km de la localidad de Cerro Alto (Figura 16).

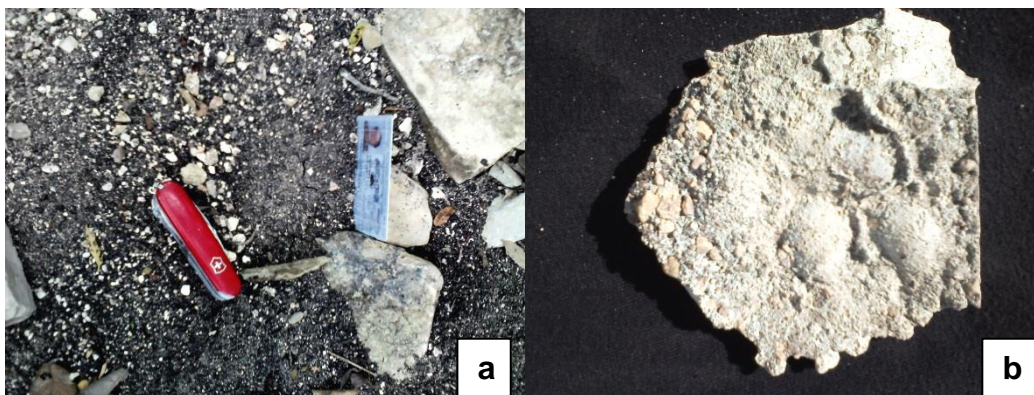


Figura 16. a) Sustrato donde se encontró la huella, b) molde de yeso.

Huella 5: Se encontró en la loma Poza Prieta en un sustrato de tierra, y en un acahual en donde hace 15 años ocurrió un incendio y hace 6 años se desmontó con máquina, la huella se localizó a 26 m de selva conservada y a 230 m de un cuerpo de agua (Figura 17).

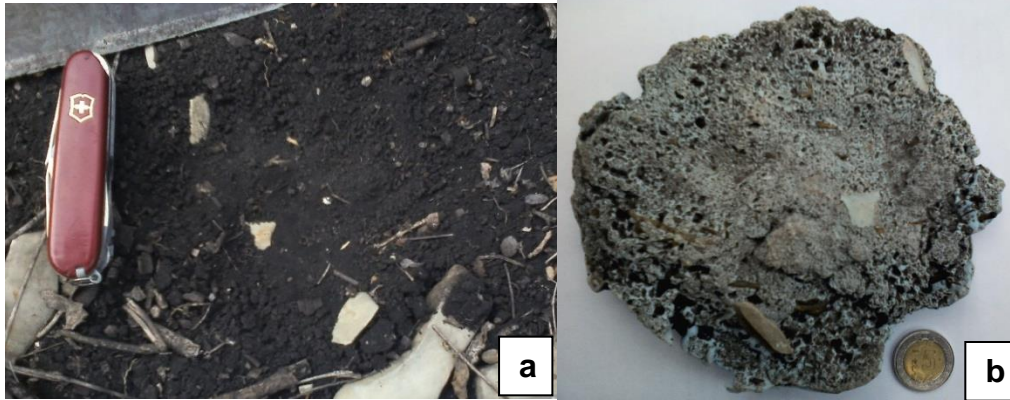


Figura 17. a) Sustrato donde se encontró la huella, b) molde de yeso.

Huella 6: se encontró en un sustrato de tierra. El tipo de vegetación en el que se encontró fue selva conservada y estaba a 100 metros de distancia de un río (Figura 18).

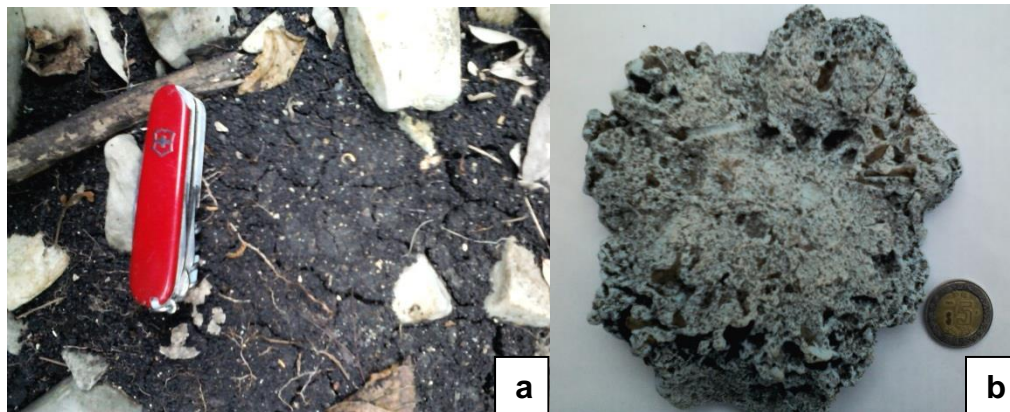


Figura 18. a) Sustrato donde se encontró la huella, b) molde de yeso.

De las seis huellas identificadas positivamente para jaguar, cinco fueron encontradas en selva conservada y sólo una en selva perturbada. Lo interesante es que la primera huella estaba a sólo 2.3 km de la carretera que divide a la SA-T de SCA; esta huella, además, estaba a 380 m de distancia de un río que pasa por debajo de la carretera antes mencionada. Por lo tanto, se puede suponer que el jaguar está usando este río y su cobertura vegetal, como corredor para poder desplazarse entre la SA-T y SCA. En el Anexo 3 se podrá observar la colección fotografica de las ocho fotos que se tomaron en el perímetro del sitio en donde se localizaron las huellas y en el Anexo 4 se encontraran las coordenadas geograficas de las mismas.

Corredores potenciales de menor costo

El mapa que predice las rutas de menor costo para el movimiento del jaguar se puede ver en la Figura 19. En verde están simbolizadas SA-T y SCA, y en una graduación de colores que van desde el verde hasta el rojo se representa la dificultad de movimiento (o el costo) que significaría para el jaguar desplazarse por el área; como se puede observar en la misma Figura, la región de lomeríos que esta entre ambas sierras es la que representa el menor costo para moverse entre ellas.

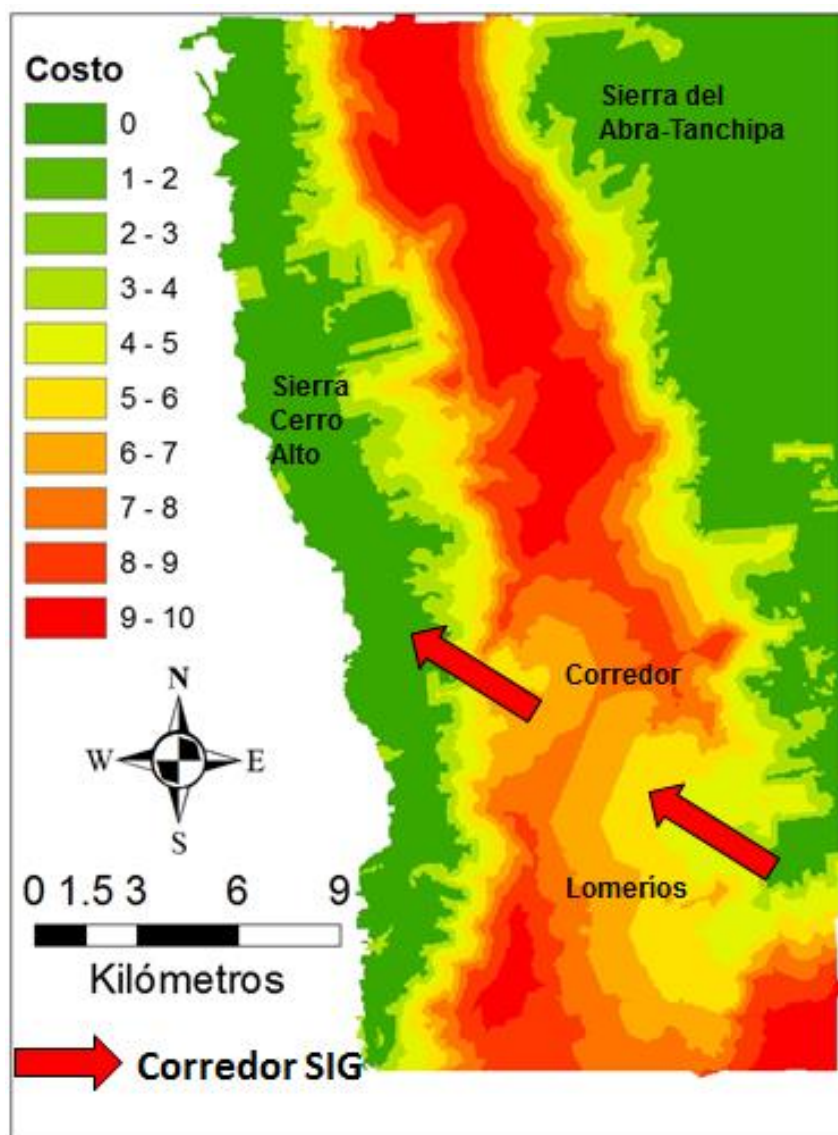


Figura 19. Determinación de las rutas de menor costo por medio del análisis SIG entre SA-T y SCA.

Este corredor potencial predicho mediante el SIG adquiere una mayor relevancia cuando se compara con los resultados obtenidos en campo y cuando se le sobreponen los mapas de carreteras y de cuerpos de agua. Como se puede ver en la Figura 20 donde el SIG predice que puede haber un corredor potencial, es donde hay más huellas.

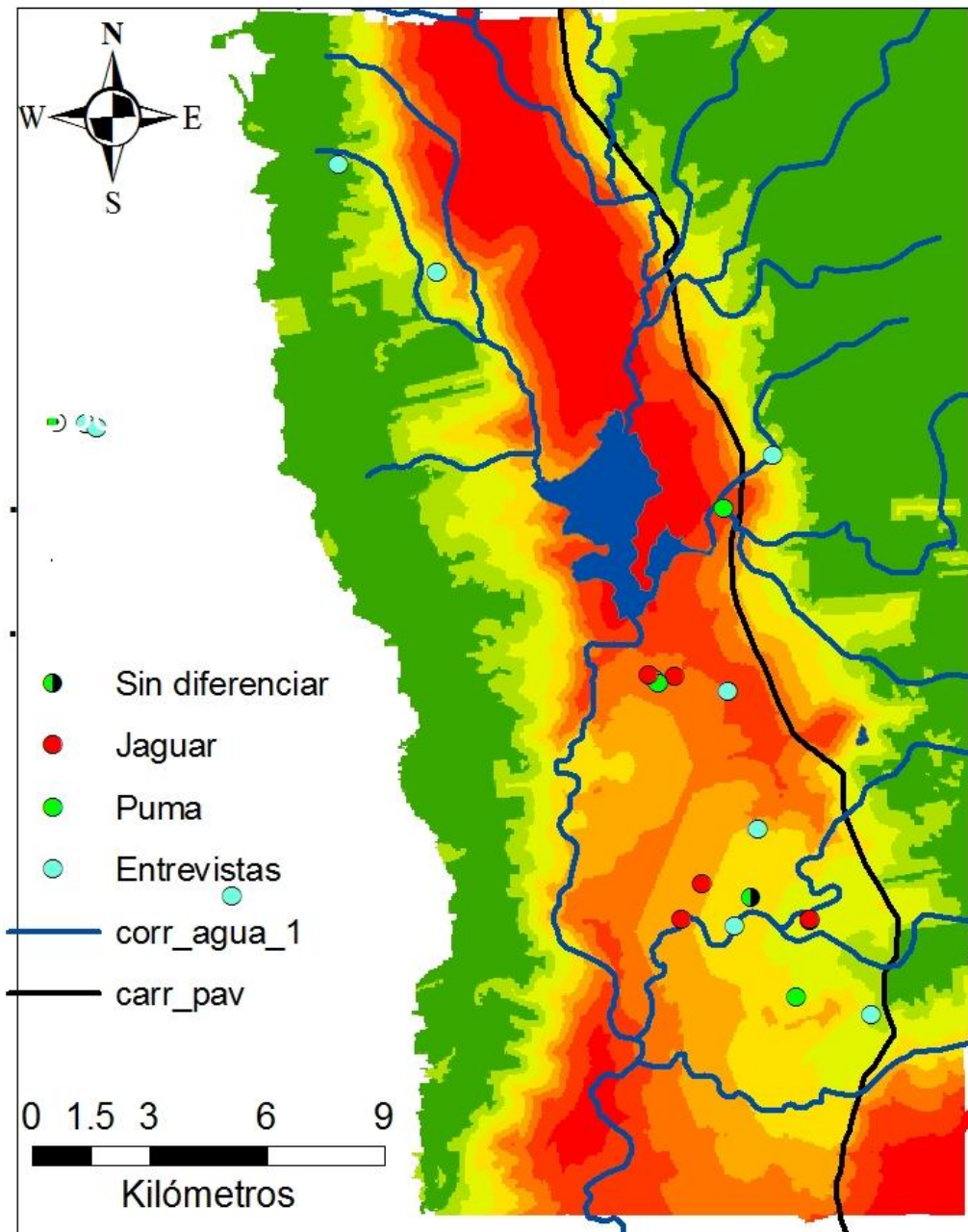


Figura 20. Sobreposición de las huellas encontradas en campo con las rutas de menor costo que predicen los sistemas de información geográfica.

En la Figura 21 se pueden observar los puntos tanto de las huellas encontradas en los recorridos, como los de las huellas reportadas por los entrevistados. Al hacer el acercamiento se puede ver que estas huellas se encuentran en la cercanía de los cuerpos de agua; por lo tanto, el mapa del posible corredor entre la SA-T y SCA, predicho por el SIG, se corresponde con el corredor identificado a través del trabajo de campo.

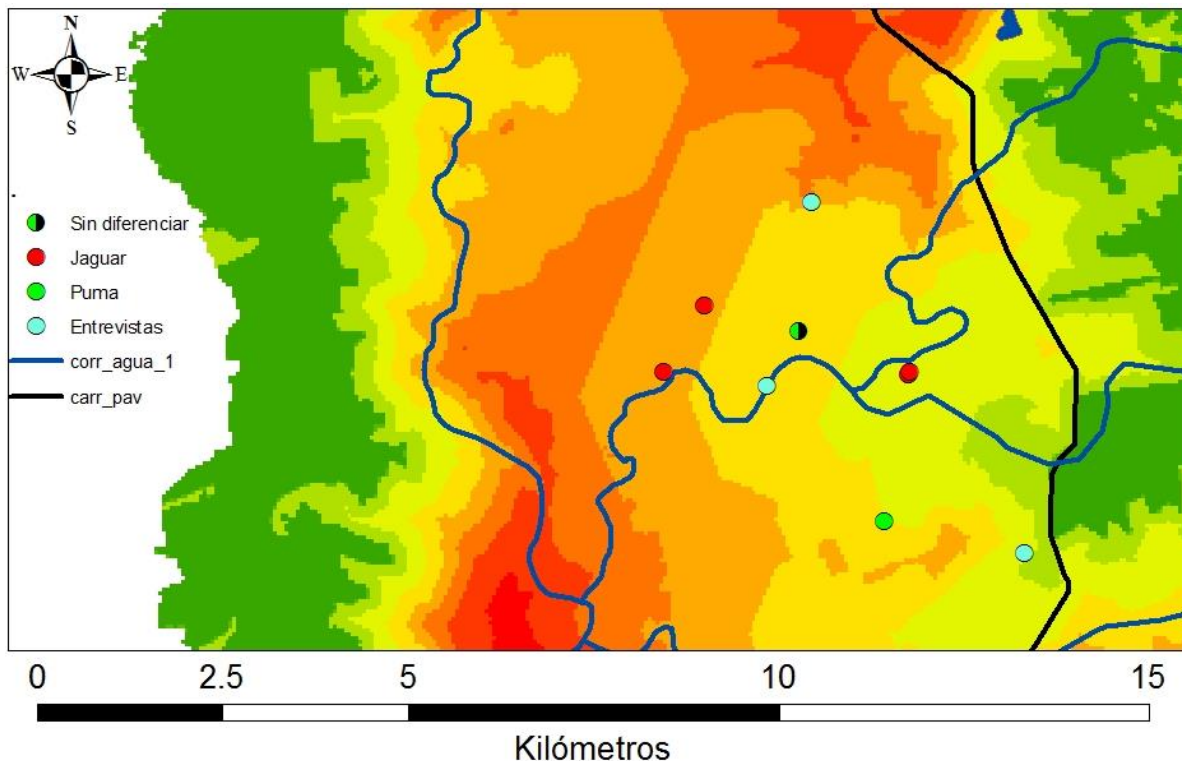


Figura 21. Acercamiento de los lomeríos que pueden funcionar como corredores entre SA-T y SCA.

DISCUSIONES

Como se puede observar en el mapa (Figura 12); la carretera fragmenta el área de estudio, provocando con esto una posible barrera de movimiento entre las Sierras del Abra-Tanchipa y Cerro Alto, pero al observar detalladamente las huellas encontradas se puede ver que cinco de las seis huellas de jaguar fueron encontradas en selva conservada. Solo se encontró una huella en un achual, pero estaba a 27 metros de distancia de la selva conservada; además de las 14 huellas reportadas por los entrevistados, nueve de ellas estuvieron en selva conservada. Al considerar los cuerpos de agua del área de estudio, se dedujo que los sitios por los que posiblemente

se mueve el jaguar de la Sierra del Abra-Tanchipa hacia la Sierra de Cerro Alto, es por las cañadas, Figura 22. Además de la presencia de un cuerpo de agua, se puede agregar que el mismo está rodeado por selva conservada; esto concuerda con lo reportado por Núñez (2002) que dice que el jaguar prefiere moverse por los arroyos, y con lo encontrado por Scognamillo (2006) y Chávez-Tovar (2005) que mencionan que prefiere moverse por los sitios con vegetación conservada. Entonces, de acuerdo con el estudio realizado por Rabinowitz y Zeller (2010), estos tipos de ambientes serían los que representan el menor costo para el movimiento de jaguar. Por lo tanto, la carretera no está fraccionando el área de estudio debido a que hay un puente por debajo del cual pasa el río y este puente puede servir para conectar el macizo forestal de la Sierra del Abra-Tanchipa con el conjunto de lomeríos que está cercano a la Sierra de Cerro Alto.

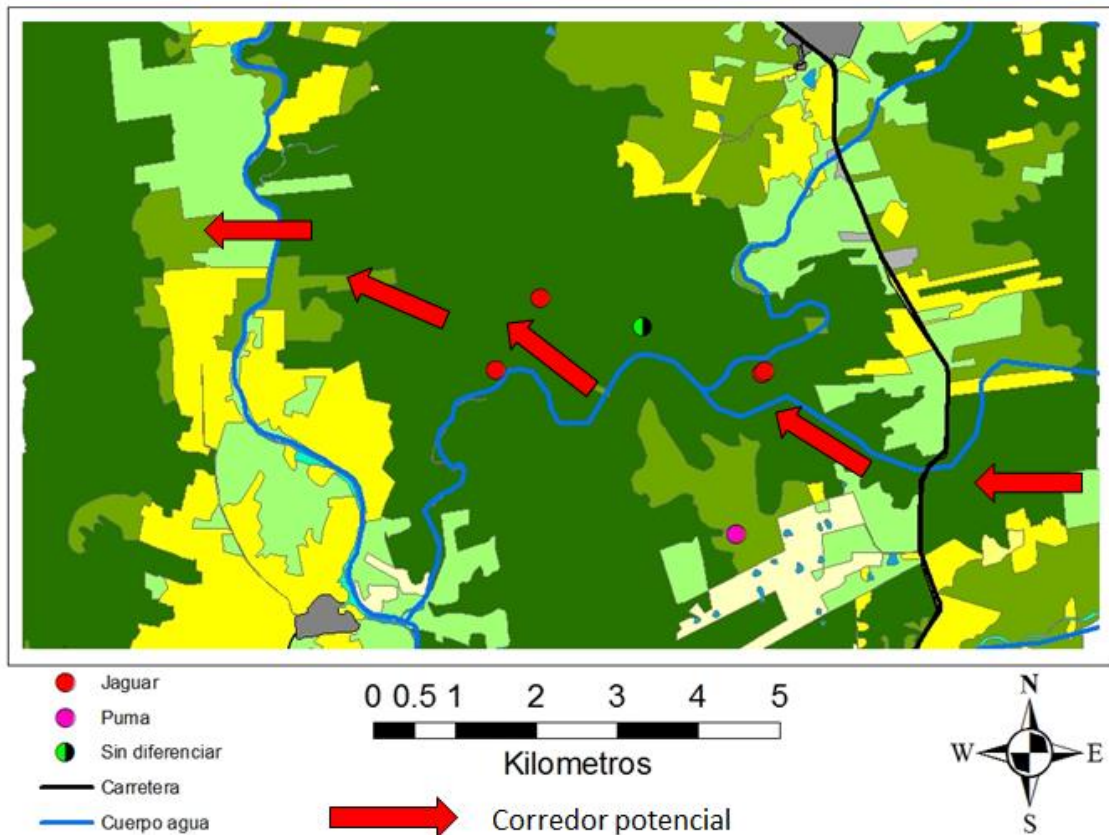


Figura 22. Identificación del posible corredor por el cual el jaguar se mueve de la Sierra del Abra-Tanchipa hacia la Sierra de Cerro Alto.

Cabe resaltar el hecho de que se encontró una huella de puma sobre el cauce del río, cuyo cauce estaba rodeado por cultivos de caña y a una distancia de 470

metros de la carretera; y sobre este mismo cauce se colocó una trampa-cámara en la cual salió la fotografía de un jaguarundi y un ocelote. El hecho de que haya evidencia de que estos felinos usan los cuerpos de agua para moverse entre SA-T y SCA, refuerza la hipótesis de que el jaguar también los pueda usar (Figura 23).

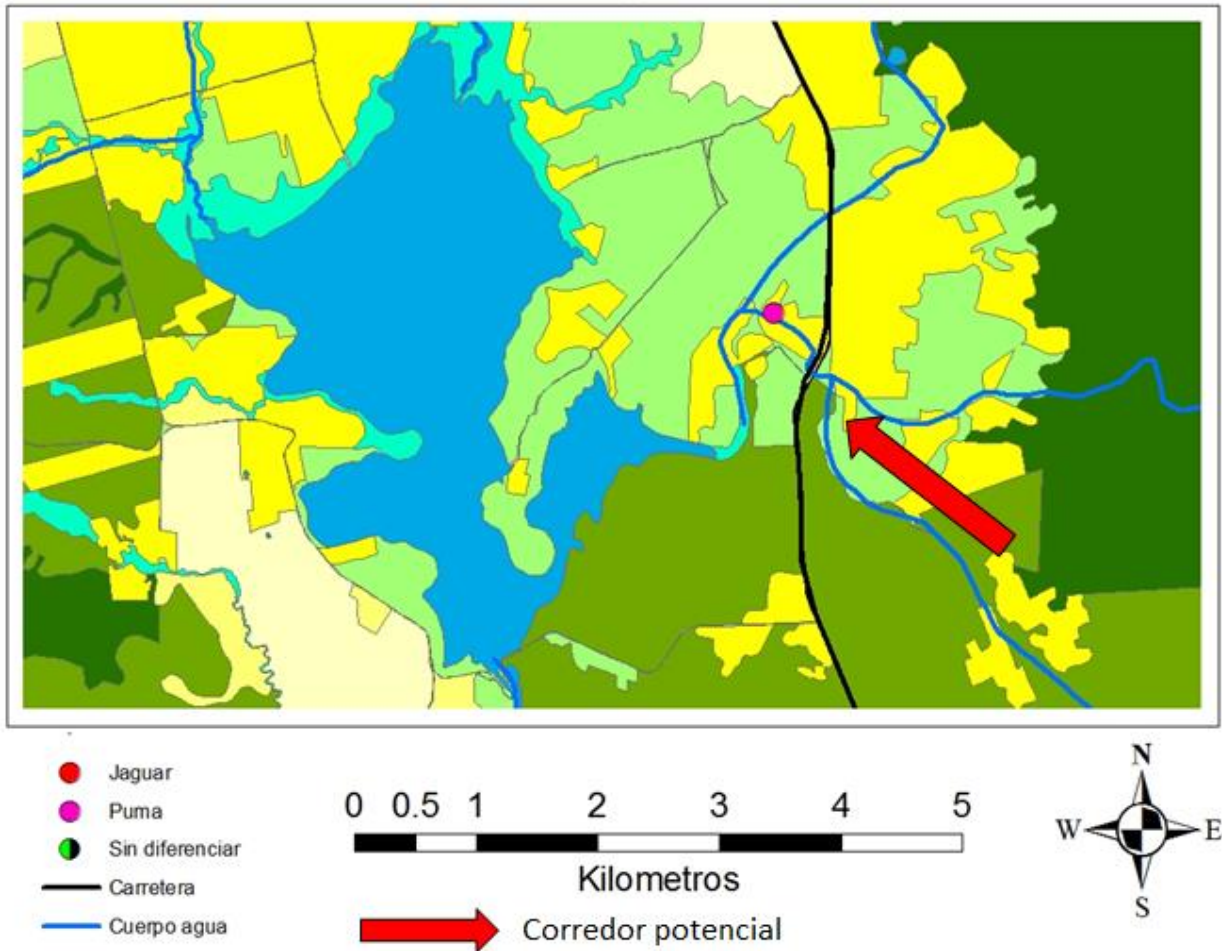


Figura 23. Corredor potencial por el cual posiblemente se mueve el puma.

En las Figuras 20 y 21 se presenta el traslape entre las huellas encontradas en campo y el mapa de las rutas de desplazamiento de menor costo para el jaguar, y se ve que, en general, ambos coinciden. Este resultado concuerda con las características de las rutas potenciales reportadas en la literatura especializada.

Por ejemplo, en el trabajo realizado por Núñez (2002), en Chamela encontró que los jaguares utilizan los arroyos y se mueven por la selva mediana más baja y costera. Asimismo, que utiliza preferentemente arroyos, los cuales le proporcionan una red de

caminos para viajar fácilmente a través de la densa vegetación que cubre las laderas de los cerros. Durante la estación seca, dice este autor, los arroyos mantienen los pocos abrevaderos remanentes y, por lo tanto, fueron también muy utilizados por las presas. Además, durante la estación seca, los arroyos estaban sombreados y la temperatura ambiente era de tres a cuatro grados más baja que en sitios no sombreados de las montañas de alrededor por lo que se asume pueden favorecer la termorregulación de los animales.

Por su parte, Zarza *et al.* (2006) encontraron que el jaguar uso preferentemente ambientes con cobertura forestal como selva alta, mediana y baja inundable, y evitó los ambientes modificados por las actividades humanas como vegetación secundaria, pastizal y cultivos. Los sitios conservados fueron utilizados en una proporción mayor a su disponibilidad. También, encontró que los pueblos y las carreteras tuvieron un efecto sobre la distribución espacial del jaguar, aunque el efecto de cada una de ellas es independiente y, en algunos casos, puede ser sinérgico.

Finalmente, Colchero (2010) encontró que los jaguares evitan moverse en la cercanía de los caminos, comportamiento que fue más pronunciado en las hembras. Dicho fenómeno se observó más fuertemente en relación con las poblaciones humanas, en el que las hembras tendieron a evitar áreas con pequeñas villas, mientras que los machos exhibieron una tendencia a moverse cerca de áreas con altas densidades humanas.

Como se puede observar en el mapa del área de estudio (Figura 1 y 22), los lugares por los que se puede estar moviendo el jaguar entre las sierras del Abra-Tanchipa y Cerro Alto son aquellos con la vegetación más conservada; específicamente, a través del río que pasa por debajo de la carretera que secciona el área de estudio. Por lo tanto, es lógico postular que el cuerpo de agua y la cobertura vegetal asociada están fungiendo como un corredor que permite el paso de jaguares entre ambas sierras.

La importancia de documentar este corredor que posiblemente conecta a la SA-T con la SCA radica en que Hernández-Saint Martin *et al.* (2013) encontró una

población reproductiva de jaguares en la Reserva de la Biosfera de Sierra del Abra-Tanchipa, cuyos miembros presentan una relación parental cercana y, por lo tanto, su supervivencia a largo plazo depende de que la SA-T mantenga una conectividad con la SCA y, por ende, un flujo génico con el resto de las poblaciones de jaguar de la Sierra Madre Oriental.

Además en el trabajo de Hernández (2014), el hizo el análisis de la dieta por medio de excretas y encontró que la presa principal fue el jabalí, pero la abundancia de esta presa no se vio reflejada de la misma manera en las trampas-cámara, por el contrario en el área de estudio del presente trabajo se tomaron fotos de jabalí, se encontraron huellas y se hicieron avistamientos directos, hecho que nos ayuda a suponer que el jaguar se está moviendo en función de la presa y se mueve hacia el sistema de lomeríos que hay entre SA-T y SCA, hecho que concuerda por lo reportado por Harmsen *et al.* (2010), que dice que los patrones de movimiento del jaguar son en relación de su presa principal.

CONCLUSIÓN

El análisis para determinar las rutas de menor costo por medio de SIG es una herramienta muy útil y poderosa, pero necesita su validación en campo; en este estudio se pudo constatar que hay una coherencia entre el modelo predicho por el SIG y la evidencia de presencia del jaguar en el área de estudio, con lo que se aportan pruebas de que a pesar de la fragmentación que puede haber en el mosaico de un agro-paisaje, este puede seguir funcionando como corredor para el movimiento del jaguar entre los macizos de vegetación conservada remanentes. Por lo tanto, este estudio demuestra que aunque es importante proteger las grandes áreas con vegetación conservada para la supervivencia del jaguar, es también vital mantener los pequeños manchones de vegetación no alterada, con presencia de sus presas preferenciales, circundados por un mosaico de ambientes, que pueden servir como “*stepping-stones*” o corredores para el movimiento y conectividad de las poblaciones de jaguar.

LITERATURA CITADA

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, México. 212 p.
- Ávila-Nájera, D. M., O. C. Rosas-Rosas, L. A. Tarango-Arámbula, J. F. Martínez-Montoya, y E. Santoyo-Brito. 2011. Conocimiento uso y valor cultural de seis presas de jaguar (*Panthera onca*) y su relación con este, en San Nicolás de los Montes, San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1020-1028.
- Baguette, M., H. Van Dyck. 2007. Landscape connectivity and animal behavior: functional grain as key for dispersal. *Landscape Ecol.* 22: 1117-1129.
- Benítez A. H. E. 2014. Identificación Molecular de heces y análisis de hábitos alimenticios de carnívoros en la reserva de la Biósfera "Sierra del Abra Tanchipa", San Luis Potosí, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 73 p.
- Chávez, C. y G. Ceballos. 2006. Memorias del Primer Simposio. El jaguar Mexicano en el siglo XXI: Situación Actual y Manejo. CONABIO-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 83p
- Chávez-Tovar, C., M. Aranda, G. Ceballos. 2005. Jaguar, tigre en: Ceballos, G., G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. 986 p.
- Colchero, F., D. A. Conde, C. Manterola, C. Chavez, A. Rivera, G. Ceballos. 2010. Jaguar on the move: modeling movement to mitigate fragmentation from road expansion in the Mayan Forest. *Animal Conservation.* 14: 158-166.
- Coronado, Q. W. P. 2011. Distribución geográfica y ecología del jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en el estado de San Luis Potosí, México. Tesis de Maestría. Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México.
- Coulon, A., F. Cosson, M. Angibault, B. Cargnelutti, M. Galan, N. Morellet, E. Petit, S. Aulagnier and A. Hewison. 2004. Landscape connectivity influences gene flow in a roe deer population inhabiting a fragmented landscape: an individual-based approach. *Molecular Ecology.* 13: 2841-2850.
- Dalquest, W. W. 1953. Mammals of the Mexican state of San Luis Potosi. Louisiana State University, Biological Sciences Series. 1. 229 p.

- Dueñas L. G. 2013. Identificación de corredores Biológicos potenciales para el jaguar (*Panthera onca*) en Sierra Abra Tanchipa, San Luis Potosí y sus Límites estatales. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 57 p.
- ERDAS IMAGINE 8.4. 1999. Geographic Imaging Made Simple.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). 1992-1996. ArcView GIS. Version 3.0.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2008. ArcGis 9, ArcMap. Version 9.3.
- Gese, E. 2001. Monitoring of terrestrial carnivore populations. In: Gittleman, L., S. M. Funk, D. Macdonald and R. K. Wayne. *Carnivore Conservation*. Cambridge University Press.
- Guzmán, A., y A. Camargo. 2004. Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque los mangos (Puerto López, Meta, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*. 9.1: 11-22
- Harmsen B. J., R. J. Foster, S. C. Silver, L. E. T. Ostro, C. P. Doncaster. 2010. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology*. Article in press.
- Hernández S. M., A. D. 2014. Ecología del jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) en la Reserva de la Biósfera Sierra del Abra-Tanchipa, México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. México. 63 p.
- Hernández-SaintMartin, A. D., O. C. Rosas-Rosas, J. Palacio-Núñez, L. A. Tarango-Arámbula, F. Clemente-Sánchez y A. L. Hoogesteijn. 2013. Activity patterns of jaguar, puma and their potential prey in San Luis Potosi, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* 29 (3): 520-533.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2003. Síntesis de información geográfica del Estado de San Luis Potosí. Primera edición. Aguascalientes, Aguascalientes, Versión Digital.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Ciudad Valles, San Luis Potosí. Clase Geoestadística 24013.
- Kindlmann, P., F. Burel. 2008. Connectivity measures: a review. *Landscape Ecol.* 23: 879-890.

- LaRue, M. A. 2007. Predicting potential habitat and dispersal corridors for cougars in Midwestern North America. Thesis Masters of Science Degree. Department of Zoology. Southern Illinois University Carbondale.
- Martínez de la Vega, G. 1999. Bibliografía zoológica comentada del estado de San Luis Potosí. Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Pp: 40-155 En: Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 1999. Acta Científica Potosina. Vol. XIV.
- Martínez-Calderas, J. M., O. C. Rosas-Rosas, J. F. Martínez-Montoya, L. A. Tarango-Arámbula, F. Clemente-Sánchez, M. M. Crosby-Galván, y M. D. Sánchez-Hermosillo. 2011 Distribución del Ocelote en San Luis Potosí, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 997-1004.
- Martínez H. A. 2013. Patrones de actividad y densidad del ocelote (*Leopardus pardalis*) en la reserva de la biosfera "Sierra del Abra Tanchipa", San Luis Potosí, Mexico. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 62p.
- Meiklejohn, K., R. Ament, G. Tabor. 2009. Habitat Corridors & Landscape Connectivity: Clarifying the Terminology. Center for Large Landscape Conservation. www.climateconservation.org
- Núñez, R., B. Miller, y F. Lindzey. 2002. Ecología del jaguar en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. In: El jaguar en el nuevo milenio. Medellín, R., C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, A. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (eds). Fondo de Cultura Económica, Universidad Autónoma de México, Wildlife Conservation Society, México, D. F. pp. 107-126.
- Odum, E y G. Warrett. 2006. Fundamentos de Ecología, 5ta Edición. Editorial Thomson. 598 p.
- Rabinowitz, A. y K. Zeller. 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. Biological Conservation. 143: 939-945.
- Ripple, W. J., J. A. Estes, R. L. Beschta, C. C. Wilmers, E. G. Ritchie, M. Hebblewhite, J. Berger, B. Elmhagen, M. Letnic, M. P. Nelson, O. J. Schmitz, D. W. Smith, A. D. Wallach and A. J. Wirsing. 2014. Status and Ecological Effects of the World's Largest Carnivores. Science 343: 1241484.

- Rueda Z. R. del P., 2010. Determinación de la dieta del jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) en el municipio de Tamasopo, San Luis Potosí. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. 90 p.
- Rockwood L. 2006. Introduction to population ecology. Blackwell Publishing. 339 p.
- Rosas-Rosas O. C., R. Valdez and L. C. Bender. 2008. Jaguar and puma predation on cattle calves in Northeastern Sonora, Mexico. *Rangeland Ecology & Management*. 61.5: 554-560.
- Sanderson, E. W., J. Forrest, C. Loucks, J. Ginsberg, E. Dinerstein, J. Seidensticker, P. Leimgruber, M. Songer, A. Heydlauff, T. O'Brien, G. Bryja, S. Klenzendorf and E. Wikramanayake. 2010. Setting Priorities for Tiger Conservation: 2005-2015. En: Tilson, R. and P. J. Nyhus. *Tigers of the World. The Science, Politics, and Conservation of Panthera tigris*. Second Edition. Elsevier. 523 p.
- Silver S. C., L. Ostro, L. Marsh, L. Maffei, A. Noss, M. Kelly, R. Wallace, H. Gomez, G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*. 38.2: 148-154
- Smith L. y T. Smith. 2007. *Ecología 6ª Edición*. Pearson Educación, S.A., Madrid. 642 p.
- Tewes, M. E. and D. D. Everett. 1986. Status and distribution of the endangered ocelot and jaguarundi in Texas, p 147-1458. In S. D. Miller & D. D. Everest (eds). *Cats of the world: biology, conservation and management*. Natural Wildlife Federation. Washington, EEUU.
- Villordo, G. J. A. 2009. Distribución y estado de conservación del jaguar (*Panthera onca*) en San Luis Potosí. Tesis de Maestría. Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México.
- Villordo-Galván J., A., O. C. Rosas-Rosas, F. Clemente-Sánchez, J. F. Martínez-Montoya, L. A. Tarango-Arámbula, G. Mendoza-Martínez, M.D. Sánchez-Hermosillo, y L. C. Bender. 2010. The Jaguar (*Panthera onca*) in San Luis Potosí, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 55(3): 394-40.
- Vogt P; Ferrari J; Lookingbill T; Gardner R; Riitters K; Ostapowicz K; 2009. Mapping functional connectivity. *Ecological Indicators*. 9: 64-71
- Zarza, H., C. Chávez, G. Ceballos. 2006. Uso de hábitat del jaguar a escala regional en un paisaje dominado por actividades humanas en el sur de la península de

- Yucatán. En: Ceballos, G., C. Chávez, R. List, H. Zarza. 2006. Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas.
- Zeller K. A., S. Nijhawan, R. Salom-Perez, S. H. Potosme, J. E. Hines. Integrating occupancy modeling and interview data for corridor identification: A case study for jaguars in Nicaragua. *Biological Conservation*. 144: 892-901 p.
- Zeller K. A., Rabinowitz, A. 2011. Using Geographic Information Systems for range-wide species Conservation Planning. In: Dawsen C. J. *Geographic Information Systems*. Nova Sciende Publishers.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de entrevista semiestructurada



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPUS MONTECILLO
POSGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD GANADERÍA**

No. de entrevista: _____

Aplicador: _____

Fecha: _____

Entrevistado: _____

Localidad: _____

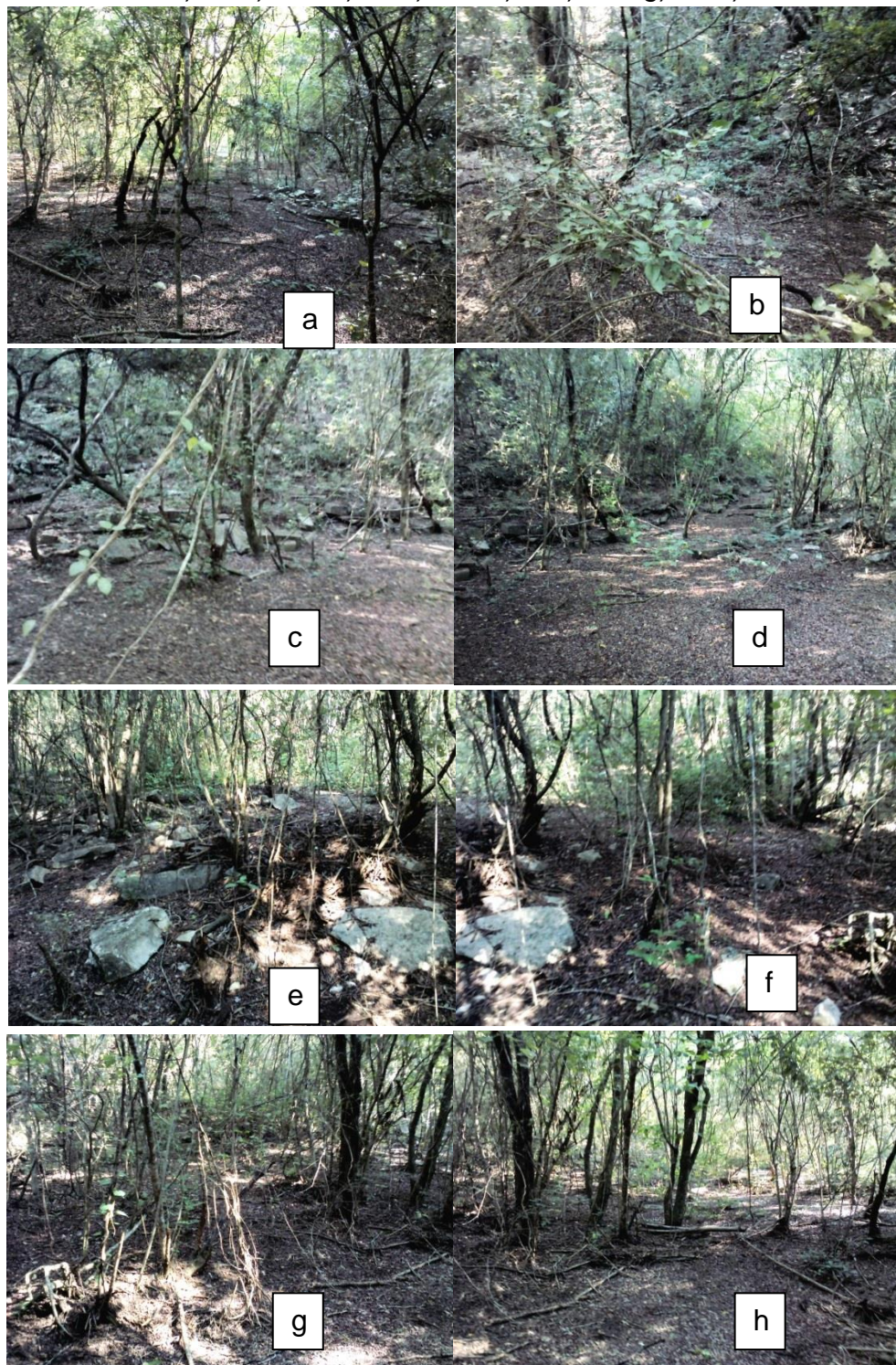
1. ¿Qué tipo de animales silvestres (aves, mamíferos, reptiles) hay en la sierra?
2. ¿Conoce usted al jaguar (es un felino de color amarillo-leonado)?
3. ¿Conoce usted al puma (es manchado)?
4. ¿En qué región ha visto a estos animales (campos de cultivo, selva, ríos, cañadas)?
5. ¿En qué época del año considera que se observa al jaguar con más frecuencia?
6. ¿El jaguar y el puma hacen daño a sus animales domésticos?
7. ¿Qué representa para usted el jaguar?
8. ¿Caza usted al jaguar y/o a otros animales? ¿Cuál es la razón principal?
9. ¿Qué uso le da al animal que caza?
10. Tiene algún registro o evidencia del jaguar (piel, foto, animal en cautiverio)

Anexo 2. Formato de registro de rastros

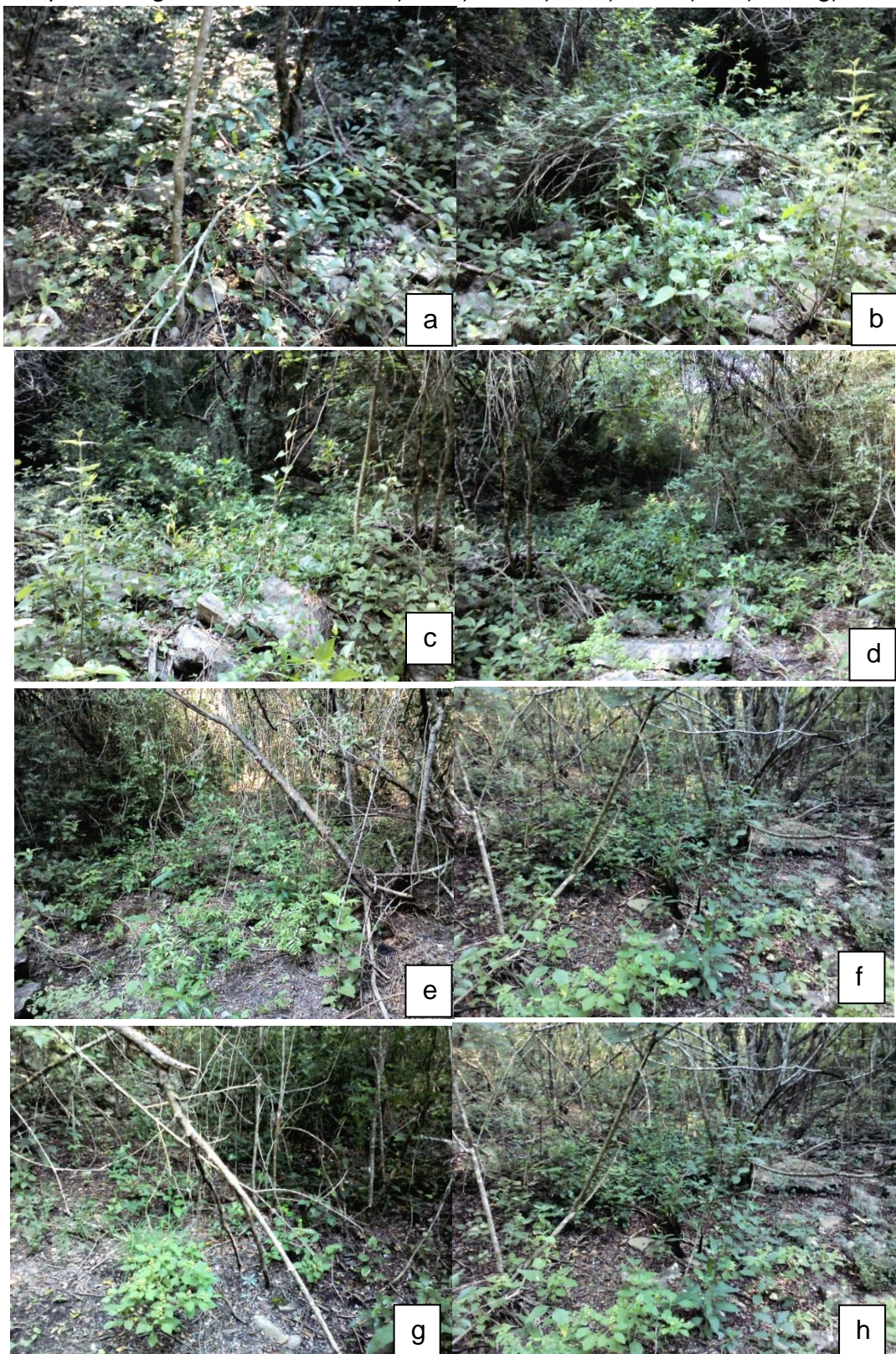
Registro de huellas y rastros de jaguar			
Proyecto: Corredores para jaguar (<i>Panthera onca</i>) en la Sierra Madre Oriental			
Fecha:	Ubicación X:	Y:	Altitud:
Especie:		Sustrato:	
Rascadero:	Largo:	Ancho:	
Observaciones:			
Huellas			
Pata derecha		Mano derecha	
Ancho total: Largo total:	Ancho total cojinete: Largo total cojinete:	Ancho total: Largo total:	Ancho total cojinete: Largo total cojinete:
Pata izquierda		Mano izquierda	
Ancho total: Largo total:	Ancho total cojinete: Largo total cojinete:	Ancho total: Largo total:	Ancho total cojinete: Largo total cojinete:
Observaciones:			

Anexo 3. Colección fotográfica de la vegetación circundante a las huellas encontradas.

Huella 1. Encontrada en un sótano natural, el día 6 septiembre 2012, el tipo de vegetación fue selva, a) N, b) NE, c) E, d) SE, e) S, f) SO, g) O, h) NO.



Huella 2. Encontrada en el camino que lleva al sótano natural, el día 6 septiembre 2012, el tipo de vegetación fue selva, a) N, b) NE, c) E, d) SE, e) S, f) SO, g) O, h) NO.



Huella 3. Encontrada en la Raya del Maguey, el día 12 octubre 2012, el tipo de vegetación fue selva, a) N, b) NE, c) E, d) SE, e) S, f) SO, g) O, h) NO.



Huella 4. Encontrada en camino de terracería que lleva a Cerro Alto, el día 12 octubre 2012, el tipo de vegetación fue selva, a) N, b) NE, c) E, d) SE, e) S, f) SO, g) O, h) NO.



Huella 5. Encontrada en la Poza Prieta, el día 7 noviembre 2012, el tipo de vegetación fue acahual, a) N, b) NE, c) E, d) SE, e) S, f) SO, g) O, h) NO.



Huella 6. Encontrada en sobre el cauce de un rio, el día 7 noviembre 2012, el tipo de vegetación fue selva, a) N, b) NE, c) E, d) SE, e) S, f) SO, g) O, h) NO.



Anexo 4. Coordenadas geográficas (UTM zona 14 N, WGS 84) de las huellas encontradas de jaguar, puma y otros felinos.

Especie	X	Y
Puma	500328	2450103
Sin diferenciar	481413	2464850
Jaguar	500649	2452089
Jaguar	500671	2452117
Sin diferenciar	505972	2441537
Puma	498472	2462629
Jaguar	497906	2453010
Jaguar	497363	2452126
Jaguar	497214	2458341
Puma	496799	2458150
Jaguar	496531	2458375
Sin diferenciar	499174	2452662

Especie	X	Y
Ocelote	497285	2467566
Ocelote	493111	2458569
Ocelote	493150	2457336

Especie	X	Y
Jaguarundi	497285	2467566

Anexo 5. Coordenadas geográficas (UTM zona 14 N, WGS 84) de las huellas, fotografías y avistamientos encontrados de las presas de jaguar.

Especie	X	Y	Venado	493022	2469530
Venado	498533	2462823	Venado	497411	2462807
Venado	498500	2455329	Venado	493168	2460655
Venado	496665	2455046	Venado	495478	2469397
Venado	495770	2471581	Venado	499447	2456648
Venado	493055	2460586	Venado	495383	2455951
Venado	498616	2460909	Venado	492194	2461129
Venado	492809	2460867	Venado	496838	2463129
Venado	492504	2460961	Venado	494992	2464792
Venado	492996	2460962	Venado	497622	2465389
Venado	493013	2460320	Venado	492746	2460890
Venado	497039	2461105	Venado	495074	2467124
Venado	492119	2461290	Venado	499052	2457816
Venado	498506	2458120	Venado	497785	2458343
Venado	499199	2457713	Venado	496624	2458485
Venado	491460	2467381	Venado	500393	2453586
Venado	492552	2465034	Venado	499411	2457648
Venado	494279	2464601	Venado	493150	2457336
Venado	498539	2460770	Venado	493111	2458569
Venado	499291	2460784	Venado	501570	2451351
Venado	498329	2461898	Venado	501742	2453005
Venado	498205	2461851	Venado	489173	2465005
Venado	497554	2462266	Venado	489391	2465016
Venado	493540	2473045			

Especie	X	Y
Jabalí	491944	2461549
Jabalí	500210	2447138
Jabalí	498533	2462823
8 Jabalís	498594	2462820
Jabalí	498500	2455329
Jabalí	498172	2455156
Jabalí	496665	2455046
Jabalí	489071	2464937
Jabalí	497659	2456154
Jabalí	493073	2469564
Jabalí	497803	2463245
Jabalí	499296	2452773
Jabalí	492926	2460665
Jabalí	492360	2461067
Jabalí	493055	2460586
Jabalí	498616	2460909
Jabalí	492809	2460867
Jabalí	492504	2460961
Jabalí	492996	2460962
Jabalí	493013	2460320
Jabalí	497039	2461105
Jabalí	492119	2461290
Jabalí	498116	2458416
Jabalí	499282	2457586
Jabalí	498506	2458120
Jabalí	497067	2458747
Jabalí	499447	2456648
Jabalí	495383	2455951
Jabalí	492194	2461129
2 Jabalís	497285	2467566
4 Jabalís	493150	2457336
5 Jabalís	493111	2458569
3 Jabalís	501570	2451351
Jabalí	500652	2452096
Jabalí	489391	2465016

En los conteos en los que aparece como 8, 2, 4, 5, y 3 es porque se pudo hacer una observación directa de la manada y ese fue el número de individuos que se contabilizo.

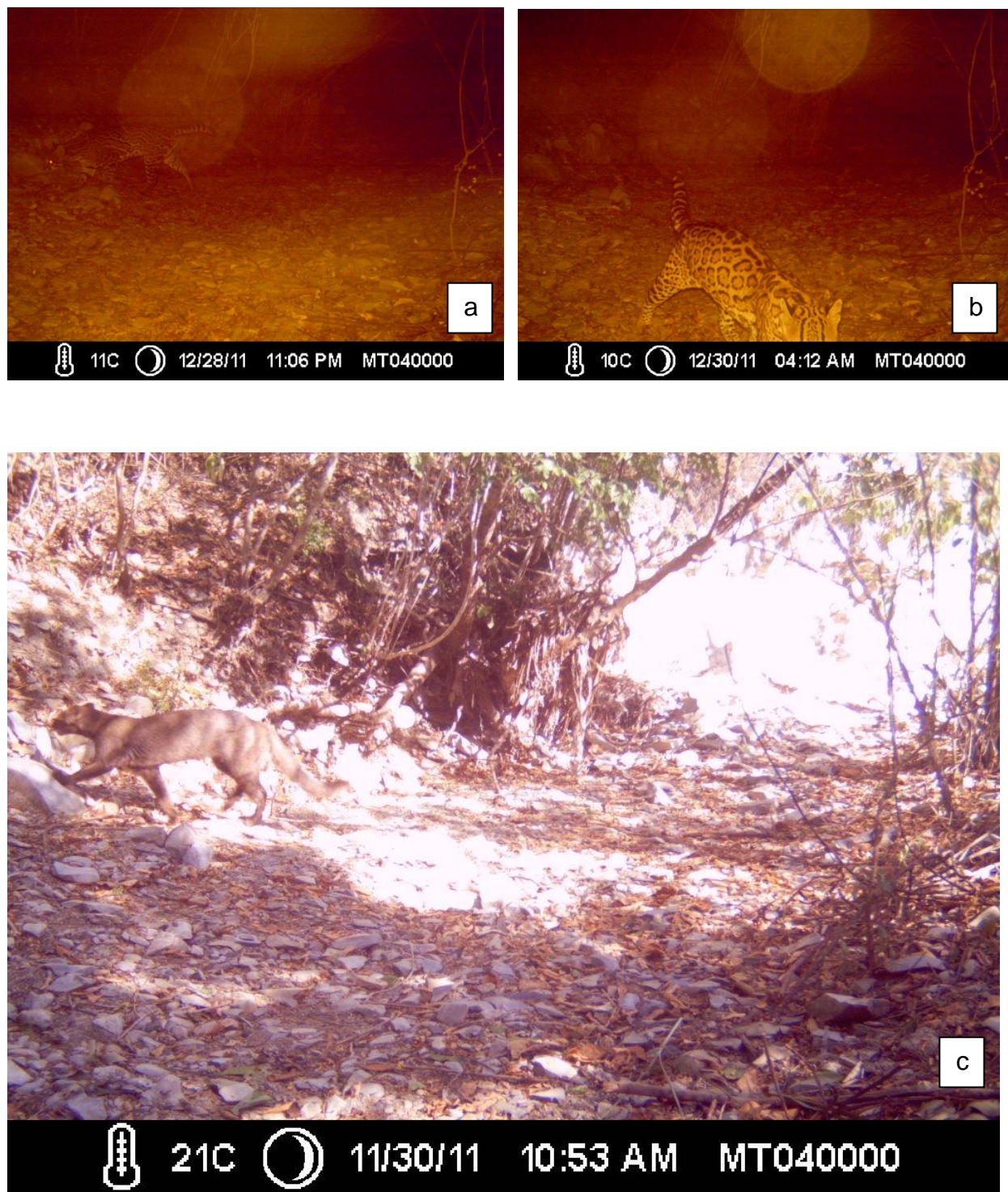
Especie	X	Y
11 Tejones	491153	2461689
20 Tejones	493150	2457336
15 Tejones	481413	2464850
3 Tejones	489391	2465016

Especie	X	Y
Armadillo	498533	2462823
Armadillo	494980	2467421
Armadillo	492013	2467925

Especie	X	Y
Hocofaisan	481413	2464850

Al igual que con los jabalís fue posible observar las manadas de tejones y contabilizar el número de individuos.

Anexo 6. Registro fotográfico de otros felinos presentes en el área de estudio.



En las imágenes se puede observar el ocelote en: a y b, y el jaguarundi en c