

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**“DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL JAGUAR (*Panthera onca*), EN GUERRERO,
MÉXICO: ÁREAS PARA SU CONSERVACIÓN”**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:

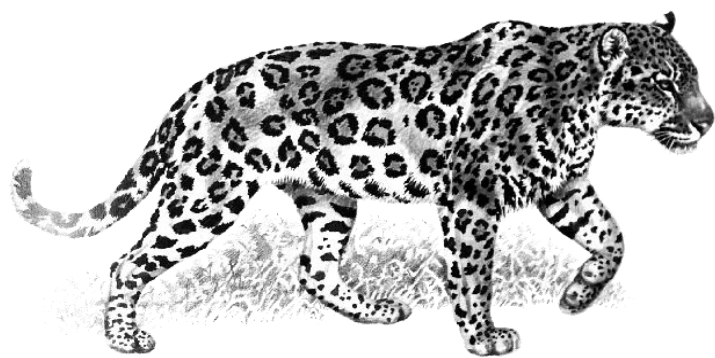
ANGELA PATRICIA CUERVO ROBAYO

DIRECTOR:

Dr. OCTAVIO MONROY VILCHIS

Mexicali, B. C.

Agosto de 2010



...Para mis padres, hermanos y tío

Para Abraham Mújica.

¡Los amo, GRACIAS!

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por su apoyo becario. Al Dr. Octavio Monroy Vilchis, por invitarme a trabajar en México en el laboratorio de Manejo y Conservación de los Recursos Naturales de la UAEMex y por su apoyo. A mis compañeros de largas jornadas de trabajo en el laboratorio por sus comentarios y críticas constructivas. ¡Gracias por su tiempo!

Al M. en C. Jorge Alaniz (UABC), al M. en C. Alberto Tapia (UABC), Dr. Roberto Martínez Gallardo (UABC) y al Dr. Víctor Fajardo (UAEMex), miembros del comité revisor de tesis, por sus acertados comentarios y sugerencias.

Al Dr. Jorge Lugo, la Dr. Sara Ojeda, el Dr. Rafael Cueto y la Dr. Mónica Carrillo por su apoyo administrativo para el desarrollo de la maestría. A Dolores Delgadillo, secretaria del posgrado por su continua disposición para colaborarme y asesorarme en los trámites administrativos.

Al Dr. Crystian Venegas por su tiempo y disposición. Por mostrarme diferentes caminos y soluciones a lo largo del desarrollo de este trabajo. Por apoyar mis ideas y lo que quería hacer. ¡Por confiar en mí! (Eso fue lo mejor de todo). A lo largo de mi vida académica ha sido el mejor maestro que he tenido. ¡¡¡Muchas gracias Dr.!!!

Al M. en C.A. Miguel Ángel Gómez, por soportar mis continuas preguntas sobre el fabuloso mundo de los Sistemas de Información Geográfica... Perdón por todas las veces que te preguntaba: *¿tas ocupado?* Y sin importarme cual era la respuesta yo continuaba con la pregunta que me interesaba... Gracias por tu tiempo y paciencia Miguel, y por enseñarme a usar y querer a IDRISI! Al Dr. Fransico Botello, por su interés en mi trabajo y por creer en mis ideas. Gracias por los comentarios que ayudaron a fortalecer este proceso. ¡A Sergio Solari (Universidad de Antioquia), por tus palabras de apoyo que me dieron mucha energía para seguir en este hermoso camino, gracias por tu amistad!

A mi queridos amigos: Adriana, Fermín, Diego, Miguel Poveda y Yurani (Colombia), los de siempre... Por recordarme, apoyarme, darme fuerzas, por estar a mi lado y por hacer

que el tiempo no pase... Que nuestra amistad siga igual. Paso mucho tiempo, finalmente nos reunimos y pareció como si no me hubiera ido... ¡Los adoro, con todo mi corazón los adoro y quiero lo mejor para ustedes! Sigán junto a mí por favor... Aun me falta mucho ☺. A los nuevos amigos: Dami, Morrones, Ricardo, Lizz, Puca, Alf, Puco y Faby... me alegra mucho saber que la vida siempre me rodea de gente maravillosa... ¡Gracias por su amistad!

A la familia Mújica Ramos por abrirme las puertas de su casa y de su corazón. Muchas gracias por todo lo que me han dado, los quiero mucho.

Abraham, gracias por tu paciencia y apoyo. Esto es sólo el inicio y quiero que me acompañes durante el siguiente camino. Sabes lo significas para mi, te lo digo todos los días, y te lo susurro por las noches... Lo vamos a lograr, esto que vivimos tiene un nombre muy hermoso... amor. ¡Gracias! :*

¡LOVE U!

¡Gracias a mi mamá, papá, hermanos y tío... **juntos por siempre!**
Son mi pilar, mi fuerza y mi guía. Gracias por confiar en mí y por recordarme que si se puede... Son el ejemplo más fuerte que tengo de que la vida no es fácil, pero que unidos todo es mejor. Gracias por apoyarme family. Este viaje fue fácil gracias a ustedes, que a pesar de la distancia estuvieron siempre en mi corazón... dándome fuerzas. ¡Los amo!

AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABLAS.....	8
LISTA DE ANEXOS.....	9
ABSTRACT	10
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	14
ANTECEDENTES	17
<i>Distribución y Conservación</i>	<i>17</i>
<i>Modelos de distribución de las especies</i>	<i>21</i>
<i>Guerrero: el pueblo del jaguar</i>	<i>23</i>
OBJETIVOS	27
<i>ZONA DE ESTUDIO</i>	<i>28</i>
<i>Perfil Socioeconómico de Guerrero</i>	<i>32</i>
MATERIAL Y MÉTODO	34
<i>Colecta de registros</i>	<i>34</i>
<i>Predicción de cobertura vegetal al 2024.....</i>	<i>37</i>
<i>Modelos de distribución de las especies</i>	<i>39</i>
<i>Persistencia.....</i>	<i>40</i>
<i>Riesgo Antropogénico.....</i>	<i>41</i>
<i>Áreas para la conservación de Panthera onca</i>	<i>44</i>
RESULTADOS	45
<i>Colecta de registros</i>	<i>45</i>
<i>Hábitat potencial del jaguar en Guerrero</i>	<i>45</i>
<i>Área para la conservación de Panthera onca.....</i>	<i>51</i>
DISCUSIONES	53
<i>Colecta de registros</i>	<i>53</i>
<i>Hábitat potencial del jaguar en Guerrero</i>	<i>54</i>

<i>Riesgo Antropogénico</i>	58
<i>Áreas para la conservación del jaguar</i>	59
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de distribución de jaguar en México a partir de el método GARP (Chávez y Ceballos 2006).....	18
Figura 2. Niveles de hábitat potencial de jaguar en México (Rodríguez-Soto et al. en revisión).....	19
Figura 3. Tigre en el porrazo de Chilpancingo (CONACULTURA-INAH 2006).....	25
Figura 4. Ubicación de Guerrero en la República Mexicana (CONABIO 2004).	28
Figura 5. Superficie de las Áreas Naturales Protegidas por Estado de la Mesoregión Sur-Sureste. (SEMAREN 2007).....	31
Figura 6. Regiones terrestres prioritarias del estado de Guerrero (Arriaga et al. 2000).....	32
Figura 7. Mapas reclasificados según los criterios: Bajo (gris claro), medio (gris oscuro) y alto (negro);	43
Figura 8. Mapa de riesgo antropogénico en el estado de Guerrero. Bajo (gris claro), medio (gris oscuro) y alto (negro).	44
Figura 9. Hábitat idóneo de <i>P. onca</i> (en negro), en el año a: 2000 y b: 2024 en el estado de Guerrero, México.....	47
Figura 10. Ampliación sobre la zona de mayor fragmentación en la predicción de hábitat en el año 2024.....	50
Figura 11. Clasificación del hábitat idóneo de <i>Panthera onca</i> en Guerrero, según tres criterios de amenaza humana.....	51
Figura 12. Área prioritaria para la conservación de <i>Panthera onca</i>	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de coberturas vegetales presentes en el estado de Guerrero, en el año 2000 (Velásquez <i>et al.</i> 2002).....	30
Tabla 2. Variables ambientales utilizadas para el desarrollo de los modelos de calidad de hábitat del año 2000 y 2024.....	36
Tabla 3. Criterios para la clasificación del hábitat del jaguar en el 2000. (Modificada de Thorn <i>et al.</i> 2009).	42
Tabla 4. Fuente y número de registros referenciados geográficamente para el desarrollo de las predicciones de hábitat potencial del jaguar en Guerrero.	45
Tabla 5. Variables que contribuyen con el 80% al desarrollo del modelo, e intervalo de condiciones en las que ocurre <i>Panthera onca</i> en Guerrero.	48
Tabla 6. Porcentaje de coberturas vegetales presentes en los hábitats idóneos de los años 2000 y 2024, y el cambio en las coberturas entre estos dos años.....	49

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies amenazadas presentes en el área para la conservación del jaguar en Guerrero.....	76
--	----

ABSTRACT

Guerrero is the third most diverse state in Mexico; it is characterized by considerable areas and suitable habitat for the jaguar. Furthermore, this focal species is linked to the cultural traditions of the People of Guerrero since its inception, receiving the name tecuani or tiger. It is a present Symbol in artistic expression to represent the attributes of fertility and power, so Guerrero is nationally regarded as the People of the Jaguar (Pueblo del Jaguar). Despite this strong cultural ties and identity in the state, there are very few records of the jaguar which leads to a lack of information about its distribution. This, added to the heavy deforestation of the country makes it important to define the potential habitat of jaguar and propose priority areas for conservation to help protect this species. For this reason we propose a model of potential distribution in the state of Guerrero generated from 39 new records, using the MaxEnt algorithm and different environmental variables. Projection was performed in 2024, with the aim of evaluating the persistence of jaguar suitable habitat in the state, plus three risk criteria were applied on the suitable habitat of 2000 to define conservation priorities. The proposed natural areas were defined when choosing the low risk, being considered as representing the suitable habitat potentially less intervened. After identifying these areas, we identified the area of the patches that were more than 900 km², which has been regarded as the one that allows the continuation of a viable population of jaguars for 100 years. We determined that 29% of the state is suitable habitat for the jaguar, which is more humid than the rest of the state. Weather conditions allow greater availability and food resources. It also is persistent over a period of 24 years. The habitat of the south east of the state is a major connector to the jaguar population of Oaxaca, but also the most vulnerable due to high human activity and potential

fragmentation. It is proposed as a conservation area for *P. onca* the habitat located in the Sierra Madre del Sur. Potentially this area can protect 250 species of vertebrates threatened by the IUCN. In high-risk areas is recommended to identify if there are conflicts between jaguars and humans to develop plans to prevent livestock predation along with actions to minimize the expansion of the agricultural frontier. Conserve the habitat of *P. onca* in Guerrero will strength the network of corridors for jaguar conservation in Latin America.

RESUMEN

Guerrero es el cuarto estado más diverso de México, se caracteriza por presentar adecuadas extensiones de hábitat para el jaguar. A nivel nacional es considerado como el Pueblo del Jaguar, por estar vinculada a las tradiciones culturales del pueblo guerrerense desde sus orígenes. A pesar de esta relación, en el estado son muy pocos los registros del jaguar lo que conlleva a un desconocimiento de su distribución y los factores que la limitan. Esto sumado a la fuerte deforestación de estado, hace importante definir el hábitat potencial de *P. onca* y proponer áreas prioritarias para su conservación. Se propone un modelo de distribución potencial en el estado de Guerrero generado a partir de 39 nuevos registros, utilizando MAXENT y diferentes variables ambientales. Asimismo, una proyección en un escenario de cambio climático moderado y uso de suelo del año 2024, con el propósito de evaluar la persistencia del hábitat. Además se aplicaron tres niveles de actividad humana al hábitat del año 2000 para definir prioridades de conservación. Las zonas de conservación se eligieron teniendo en cuenta los parches con baja de actividad humana y una extensión mayor a 900 km². Se determinó que el 29% del estado es hábitat potencial para el jaguar, el cual es más húmedo que el resto del estado. Reúne las condiciones climáticas que permiten mayor disponibilidad recursos alimenticios y es menos perturbado. También es persistente durante un periodo de 24 años. El hábitat del sur este del estado es un importante conector con las población de jaguar de Oaxaca, pero también es la zona más vulnerable debido a la alta actividad humana y potencial fragmentación. Se propone como área de conservación para *P. onca* a la zona ubicada en la Sierra Madre del Sur, potencialmente puede ayudar a la conservación de 250 especies de vertebrados amenazados ante la UICN. En las zonas de alto riesgo se recomienda identificar si existen conflictos entre el jaguar y los humanos para desarrollar planes que eviten la depredación del ganado junto con actividades que minimicen la ampliación de la frontera

agrícola. Conservar el hábitat de *P. onca* en Guerrero fortalecerá la red de corredores para la conservación del jaguar en Latinoamérica.

INTRODUCCIÓN

El jaguar (*Panthera onca*), es el felino más grande de América y único representante del género *Panthera* en el Nuevo Mundo (Eizirk et al. 2001). Es una especie focal muy importante utilizada en la planeación y manejo de reservas, ya que: (I) Es considerada como especie sombrilla por ocupar grandes extensiones de tierra con sus movimientos diarios o estacionales. La conservación de estos lugares es muy importante para la permanencia de poblaciones de jaguar, áreas que pueden ser protegidas beneficiando a muchas otras especies que tienen distribuciones más restringidas. (II) Se ubica en la cima de la cadena alimenticia, lo que tiene un impacto en la estructura y función del ecosistema, este valor ecológico hace que sea considerada como una especie clave en el ecosistema. (II) Es una especie emblemática, figura importante en muchas culturas indígenas de diferentes países, por ser un icono que representa poder, fuerza y belleza (Miller y Rabinowitz 2002, Maffei et al. 2004). (IV) Aunque los jaguares son relativamente flexibles en sus hábitos de forrajeo y uso de hábitat, al preferir presas grandes y tener un tasa de natalidad baja, son particularmente sensibles a las presiones de cacería y a los cambios en el paisaje. Por esta condición, la presencia del jaguar en un área puede ser considerada como especie indicadora de un ecosistema íntegro, con capacidad de brindar múltiples servicios ambientales a largo plazo (Miller y Rabinowitz 2002).

Desafortunadamente, el jaguar es una especie amenazada principalmente por el aumento de las actividades humanas. Éstas han modificado fuertemente el paisaje, generando cambios en los flujos físicos (radiación solar, microclimas, corriente de vientos, etc.) que afectan a la vegetación remanente (Saunders et al. 1991)y pérdida y/o

fragmentación del hábitat. Estas últimas han sido consideradas como las mayores amenazas de la biodiversidad (Andrén 1997), ya que son responsables del aumento de las tasas de pérdida y riesgo de extinción de las especies (Fahrig 1997). Los grandes mamíferos particularmente los carnívoros superiores como el jaguar, son los más vulnerables a los cambios del paisaje, ya que viven en densidades relativamente pequeñas, tienen amplios rangos de acción, sus tasas de natalidad son bajas y usualmente se dispersan a grandes distancias como jóvenes o adultos, funciones ecológicas que se ven afectadas por la pérdida y fragmentación del hábitat (Sunkist y Sunkist 2001).

En México, la pérdida del hábitat ha sido considerada como una de las principales amenazas para el jaguar (Rodríguez-Soto 2010). En 2001, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) reportó en México una tasa de deforestación de 631,000 ha/año entre los años de 1990 al 2000. Este aumento en la deforestación, sumada a la fuerte cacería ilegal del jaguar y la de sus presas, han generado una disminución drástica en la distribución y poblaciones de *P. onca* (Swank y Teer 1989). Por lo que ante la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), está catalogada como casi amenazada (NT). Además hace parte del Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES: UNEP-WCMC, 2005). Este apéndice, circunscribe a las especies que están en peligro de extinción y la CITES prohíbe su comercialización. A nivel nacional está protegida desde 1987 y desde 2002 está catalogada como una especie en peligro de extinción por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, lo que hace urgente fortalecer la conservación del jaguar en el país y principalmente en los estado en los que existe muy poca información sobre la biología de la especie.

En México se ha aportado información ecológica sobre esta especie en diversos sitios (Grigione et al. 2009, Monroy-Vilchis et al. 2009, Rosas-Rosas y Valdez 2010). Esta información ha sido utilizada para definir prioridades de conservación en la región y el continente. En México se encuentran presentes 6 de las 51 Unidades para la Conservación del Jaguar (UCJ), propuestas por Sanderson et al. (2002). Las cuales están siendo complementadas por el trabajo de Rodríguez-Soto et al (en revisión), quienes a través de un modelo de consenso proponen nuevas áreas para la conservación del jaguar en México, en las que se destacan la costa y montañas de Guerrero.

Guerrero es el tercer estado más diverso de México, se caracteriza por presentar extensiones de hábitat para el jaguar, que permitirán la presencia de la especie. Asimismo, se ha evidenciado que *Panthera onca* presenta un fuerte vínculo con las tradiciones culturales del pueblo guerrerense desde sus orígenes por lo que en México es considerado como el Pueblo del Jaguar (CONACULTA-INAH 2006). A pesar de este fuerte vínculo cultural y de identidad, en el estado son muy pocos los registros actuales del jaguar lo que conlleva a un desconocimiento de su distribución. Esto sumado a la fuerte deforestación del país hace importante definir el hábitat potencial de jaguar, a partir métodos robustos y precisos como lo son los modelos de distribución de las especies (Guisan y Zimmermann 2000). Por lo tanto este trabajo tuvo como propósito conocer como se distribuye de *P. onca* en el estado. Asimismo, realizar un análisis de riesgo antropogénico para definir prioridades para su conservación y proponer áreas que fueran persistentes durante un periodo de 24 años.

ANTECEDENTES

Distribución y Conservación

El jaguar posee una gran capacidad para adaptarse a diferentes ambientes por lo que puede ser encontrado en una gran variedad de lugares como pastizales a bosques siempre verdes, desde el nivel del mar hasta los 3,800 metros (Tewes y Schmidly 1987). Aunque principalmente ha sido registrada en zonas de vegetación densa, con disponibilidad de agua y presas (Seymour 1989, Rodríguez-Soto 2010). Desafortunadamente, la distribución del jaguar se ha modificado a lo largo de los años, como consecuencia del deterioro de los lugares que albergan a esta especie (Rodríguez-Soto et al. en revisión). Por sus hábitos crípticos es difícil de observar, por lo que su distribución en algunos sectores del continente es incierta e imprecisa.

Se ha estimado que el jaguar sólo ocupa el 46% de su distribución original (Sanderson et al. 2002). Existen registros de jaguares que van desde el Norte de la Patagonia Argentina, al Norte de México (Seymour 1989), aunque recientemente se registró la presencia de cuatro adultos residente al sur de los Estados Unidos (McCain y Childs 2008). Este país ha sido considerado el límite norte de su distribución, por ser un ambiente mucho más seco, abierto y con baja densidad de presas (Rabinowitz 1999).

En 2006, en el Primer Simposio del Jaguar Mexicano un grupo de expertos realizó un análisis preliminar de la distribución del jaguar en México (Figura 1.), y estimaron que el hábitat idóneo del jaguar va desde Sonora y Tamaulipas hasta la Península de Yucatán y Chiapas (Chávez y Ceballos 2006). Esta distribución se obtuvo a partir del Algoritmo Genético de Predicción de Reglas (GARP), para el cual se ha demostrado una baja

precisión en los resultados, genera una sobre predicción del hábitat, además es un algoritmo poco informativo ya que no indica el valor de importancia que tienen las variables para la especie, ni en qué condiciones puede ocurrir (Phillips et al. 2006). Lo importante del ejercicio fue que a partir de esta distribución potencial del jaguar, definieron áreas prioritarias para su conservación divididas en tres niveles, con base en los siguientes criterios: (i) presencias de poblaciones de jaguar; (ii) presencias de hábitat adecuado dentro del área de distribución actual de la especie y (iii) presencia de registros aislados de jaguar. Las áreas de Prioridad I son aquellas regiones en las que está establecido que aún se mantienen poblaciones de jaguar. Las de Prioridad II son aquéllas que presentan extensiones considerables de hábitat adecuado para el jaguar, pero no se ha evaluado en forma sistemática la presencia de la especie. Finalmente, las de Prioridad III son regiones en las que existen registros aislados de jaguar, avalados por estudios sistemáticos u observaciones anecdóticas, pero que ya no cuentan con extensiones considerables de vegetación natural que permitan mantener una población de jaguar (Chávez y Ceballos 2006).

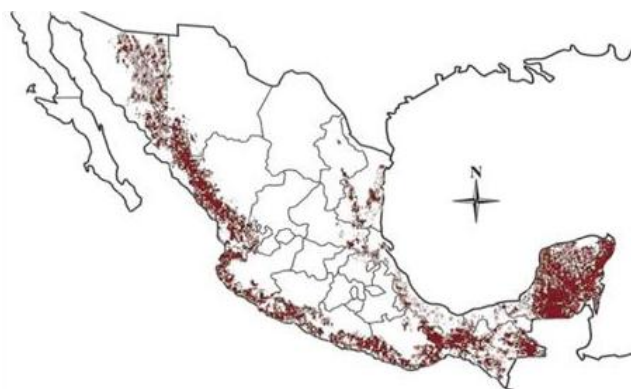


Figura 1. Modelo de distribución de jaguar en México a partir de el método GARP (Chávez y Ceballos 2006).

Recientemente Rodríguez-Soto (2010), planteó un modelo más preciso de la distribución del jaguar en México, utilizando tres algoritmos (Análisis de Factores del Nicho Ecológico, Distancia de Mahalanobis y Maxent). Éstos fueron usados para crear un modelo de consenso, el cual le permitió determinar que el 16% del territorio mexicano (Figura 2.), es apto para la distribución de este felino y sólo el 9% de esta área está protegida por las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Además, estimó que 900 km² es el área de extensión mínima para conservar una población viable de jaguar. Con este modelo realizaron una nueva propuesta de zonas de conservación de jaguar en México. Estas zonas junto con las áreas propuestas por Chávez y Ceballos en 2006 consideran a la costa y montaña de Guerrero como áreas importantes para la conservación del jaguar, pero en las que es prioritario evaluar detalladamente el estado de las poblaciones (Chávez and Ceballos 2006) y distribución del animal (Rodríguez-Soto et al. en revisión).

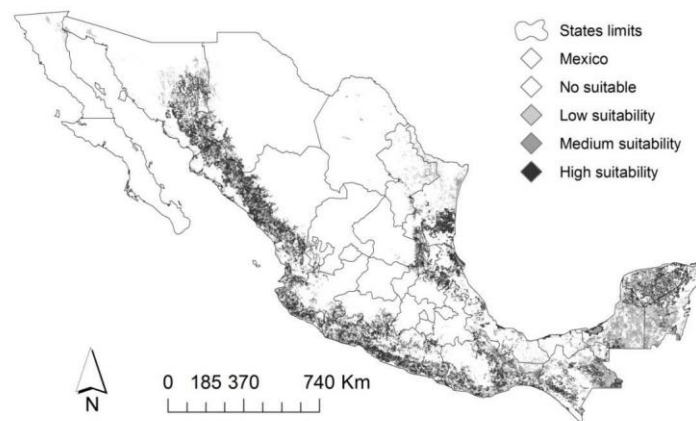


Figura 2. Niveles de hábitat potencial de jaguar en México (Rodríguez-Soto et al. en revisión)

Modelos a escala regional como los mencionados anteriormente son muy importantes para reconocer hábitats potenciales para las especies y para proponer estrategias de conservación a nivel regional. Una recomendación muy importante propuesta por Rodríguez-Soto (2010) es realizar análisis de la distribución de *Panthera onca* en cada estado donde ha sido registrada esta especie, para así conocer cuáles son los factores ambientales que limitan su distribución y potenciales corredores. El conocimiento sobre la distribución de este felino en los estados donde se reporta hábitat potencial, es escaso y de baja precisión (Aranda 1996, Ortega-Huerta y Medley 1999, López-Gonzalez y Brown 2002, Rosas-Rosas y López-Soto 2002), ya que no consideran diferentes variables ambientales que pueden limitar la distribución de la especie. Un ejemplo de esto, fue el trabajo que se realizó en el estado de Chiapas. Aranda (1996) determinó la distribución del jaguar utilizando las coberturas de bosque tropical. Eligió localidades, donde realizó entrevistas a los pobladores locales y buscó rastros del felino. Con base en la información del área potencial y las localidades donde se confirmó la presencia de jaguares, elaboró un mapa con el área de distribución propuesta. Aproximaciones como ésta se realizaban principalmente a través de asociaciones de coberturas vegetales y la presencia de las especies. Actualmente es posible incluir más información en el análisis de las distribuciones de las especies, debido al amplio desarrollo de los métodos que permiten obtener información sobre los factores ambientales o antropogénicos que limitan esta distribución.

Modelos de distribución de las especies

Conocer y entender la relación que existe entre las especies y su medio ha sido fundamental para el manejo y conservación de la vida silvestre, por lo que los modelos de distribución potencial de las especies han sido eficaces para establecer planes de conservación (Ferrier 2002, Anderson y Martínez-Meyer 2004, Ortega-Huerta y Peterson 2004), avanzar en la comprensión de los patrones espaciales de la biodiversidad (Graham et al. 2006, Araújo et al. 2008, Boitani et al. 2008, Lozier et al. 2009), evaluar niveles de amenaza y protección de las especies (Peterson 2001, Araújo et al. 2002, Peterson et al. 2003, Thorn et al. 2009), entre muchas otras.

Un modelo de distribución potencial indica la idoneidad del hábitat para el desarrollo y permanencia de una especie o comunidad, calculada a partir de una serie de observaciones en campo y un grupo de variables ambientales que en conjunto son utilizadas para predecir los sitios de posible presencia de las especies (Benito de Pando y Peñas de Giles 2007). Actualmente existen varios métodos para modelar la distribución potencial de las especies (Guisan y Zimmermann 2000, Marmion et al. 2009), y la precisión de cada uno ha sido ampliamente evaluada (Segurado y Araujo 2004, Elith et al. 2006, Phillips et al. 2006). El algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt) ha demostrado ser robusto en comparación a otros métodos (Elith et al. 2006), además es estable al utilizar un reducido número de registros (Hernandez et al. 2006, Wisz et al. 2008) lo que es muy importante para definir prioridades de conservación basados en estos métodos.

MaxEnt estima la distribución probable en el área de estudio, al encontrar la distribución más cercana a la uniformidad, la cual está sujeta a la condición de que el valor

esperado de cada variable utilizada para crear el modelo de hábitat coincide con la media empírica de los valores conocidos de distribución (training data) (Phillips et al. 2006). MaxEnt asigna un valor de probabilidad a cada celda de 0 a 1, los valores cercanos a 1 representan la presencia de la especie (Phillips y Dudik 2009). El programa proporciona el peso de importancia que tiene cada variable para la distribución de la especie, al igual que curvas de respuesta de la especie ante las variables. MaxEnt, también tiene la capacidad de hacer proyecciones en otras condiciones ambientales. El modelo entrenado con el conjunto de capas ambientales puede ser proyectado en un conjunto de variables ambientales espacial o temporalmente diferentes.

Además MaxEnt, evalúa la capacidad de discriminación del modelo de las áreas viables versus no viables, a través de la técnica del Área Bajo la Curva de la Característica Operativa del Receptor (ABC), la cual ha sido aplicada con éxito en modelos de sólo presencia (Phillips et al. 2006). Ésta indica para un punto de presencia y uno aleatorio seleccionado al azar, la probabilidad de que el valor de idoneidad previsto por el modelo para el punto de presencia sea mayor que el previsto para el punto aleatorio. El ABC toma valores próximos a 1 cuando existe un buen ajuste con los datos de evaluación, y cercanos a 0.5 cuando el ajuste no es mejor que el obtenido por azar (Benito de Pando y Peñas de Giles 2007).

Esta metodología puede ser una herramienta útil para el conocimiento de la distribución del jaguar, lo que permitirá definir prioridades de conservación e identificar cambios (pérdida y/o fragmentación) en áreas relevantes de permanencia y dispersión del jaguar.

Guerrero: el pueblo del jaguar

En México, el jaguar se distribuye en varios estados del país, que se caracterizan por ser centros de alta riqueza, diversidad y endemismos de especies, que presentan extensiones considerables y adecuadas de hábitat, en los que las culturas de las poblaciones humanas presentan un fuerte lazo con el jaguar, pero debido al desconocimiento del estado de las poblaciones y/o distribución de este felino junto con el crecimiento de las actividades humanas, ese objeto sagrado y de alta importancia para el ecosistema puede estar desapareciendo.

Este es el caso de Guerrero en donde los registros de jaguar son escasos y tienen en su mayoría más de 40 años de antigüedad. Las primeras evidencias fueron colectadas en las costas de Acapulco y Papagayo (Nelson y Goldman 1933), adicionalmente en las cercanías de localidad de Chapalopa encontraron la piel de un ejemplar cazado (Davis y Lukens Jr. 1958). Ramírez-Pulido et al. (1977), incluyen al jaguar en la lista de los mamíferos de la Costa Grande de Guerrero, basados en el reporte de Nelson y Goldman de 1933, lo que resalta el bajo número de estudios realizados durante ese periodo. La investigación más actual, es de Jiménez-Maldonado y López-González (2006), quienes registraron a esta especie en cinco municipios del Estado, asociando la presencia de la especie con coberturas vegetales y utilizando registros de fuentes y fechas de colecta desconocidos.

A pesar de las pocas evidencias de jaguar en el estado de Guerrero, estudios antropológicos han mostrado que este felino tiene un valor muy importante para varias comunidades guerrerenses, ya que se manifiesta como icono de poder en múltiples expresiones de folclor y cultura de Guerrero. El jaguar es un notable emblema del escudo

de la bandera del estado, exponente máximo de los caballeros tigre del ejército Azteca (Quintanar-Hinojosa 1999). Asimismo, el Instituto de Antropología e Historia de México (2006) considera a Guerrero como el pueblo del jaguar ya que se ha logrado comprobar una estrecha relación entre la historia antropológica del estado y el jaguar. El primer descubrimiento que lleva a los investigadores a proponer a Guerrero como Pueblo del jaguar fue el hallazgo en el municipio de Copalillo, del sitio de Teopantecuanitlan (Lugar del Templo de los Tigres), donde se confirmó la presencia Olmeca en Guerrero. Aquí identificaron la asociación que desde la tradición olmeca se atribuyó al jaguar, en relación con la fertilidad de la tierra y los elementos naturales. Ésta ha continuado hasta el presente, en la figura del tigre/tecuaní, que se encuentran en los ritos agrícolas, sobre todo entre los grupos indígenas de la entidad, así como en sus fiestas patronales. Una fiesta en la que el jaguar es la figura emblemática, es el tradicional festival del Paseo del Pendón de Chilpancingo, donde participan diferentes artistas en la creación de las mascararas que personifican al jaguar y se realiza la danza de los tlacololeros, en la que el hombre se enfrenta con el jaguar (Figura 3). Otro ejemplo muy llamativo, pero desconocido en gran parte del país, es el de una comunidad nahua del municipio de Chilapa, durante la celebración ritual en el cerro de Cruzco, los jóvenes tecuanis (jóvenes vestidos de tigre), para establecer un compromiso amoroso o de amistad con una doncella, les regalan un ramo de *tomoxtóchitl*, que al ser aceptado por la mujer, conlleva a la ratificación del compromiso. Este rito se realiza en las épocas de lluvias, lo que reafirma la relación del jaguar con la fertilidad, además del simbolismo que deriva de Oxtotitlan, con la continuidad del los hombres-jaguar (CONACULTA-INAH 2006). Es por esto que la pérdida de esta especie afectaría culturalmente a todo su pueblo por su fuerte vínculo de identidad. Este

aspecto puede ser aprovechado para generar estrategias de conservación dirigidas a trabajos de concientización de las comunidades, ya que debido a la importancia ecológica de este felino, la pérdida del jaguar se puede relacionar con la pérdida de cobertura natural, lo que tendría como consecuencia un deterioro de fuentes de agua y pérdida de biodiversidad.

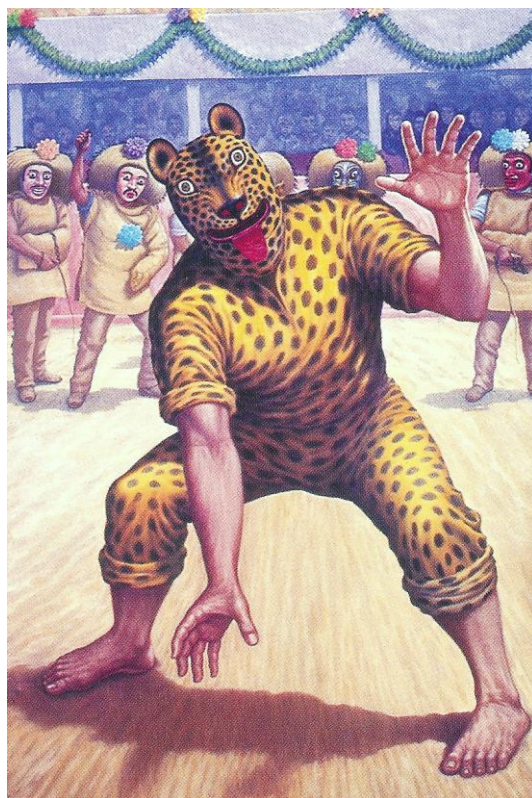


Figura 3. Tigre en el porrazo de Chilpancingo (CONACULTURA-INAH 2006). Se puede observar a los tlacololeros con sus látigos utilizados para ahuyentar o matar al jaguar.

La Secretaría de Manejo de los Recursos Naturales (SEMAREN) tiene un programa estatal de vida silvestre que consiste en elaborar los diagnósticos de las especies amenazadas y/o en peligro de extinción de mayor prioridad ambiental, económica y cultural del estado, para promover la protección y conservación de éstas (SEMAREN, 2009). El jaguar hace parte de sus prioridades. Por lo que es importante conocer la distribución

potencial del jaguar, los factores ambientales que la limitan, e identificar el impacto que tienen las poblaciones humanas sobre el hábitat de esta especie, para poder apoyar decisiones que permitan conservar a una especie de importancia ecológica y cultural, en un estado que puede ser considerado como una de las mayores fuentes de hábitat para poblaciones de este felino, pero que desafortunadamente carece de áreas naturales protegidas de gran extensión.

OBJETIVOS

- Determinar la distribución potencial del jaguar (*Panthera onca*), para definir áreas prioritarias para su conservación en el estado de Guerrero.
- Identificar el riesgo antropogénico del hábitat idóneo de *Panthera onca*, en el estado de Guerrero.
- Evaluar la persistencia del hábitat idóneo del jaguar en el estado de Guerrero, para el año 2024.

ZONA DE ESTUDIO

El Estado de Guerrero se encuentra ubicado entre los 98° 04' y los 102° 10' de Longitud Oeste, y los 16° 17' y 18° 59' de Latitud Norte. Limita al norte, con los estados de México y Morelos; al noroeste, con el estado de Michoacán; al noreste, con el estado de Puebla; al este, con el estado Oaxaca; y al sur, con el Océano Pacífico (Figura 4).

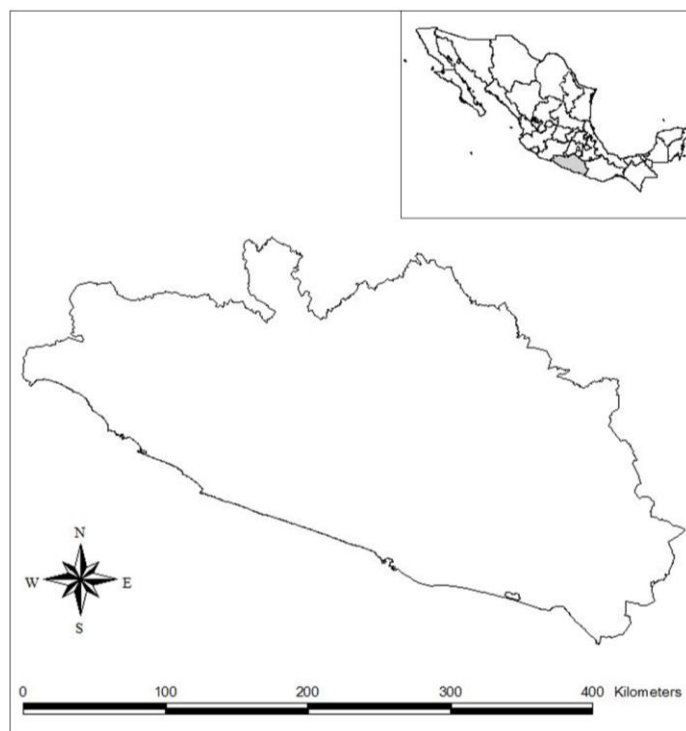


Figura 4. Ubicación de Guerrero en la República Mexicana (CONABIO 2004).

Su extensión territorial es de unos 63,796 km², que corresponden al 3.3% del territorio nacional. Se caracteriza por su alta variabilidad de geoformas, altitudes que van

desde el nivel del mar hasta más de los 2500 metros. Es considerado como el tercer estado más diverso de México, en cuanto a especies terrestres se ubica entre los primeros ocho lugares con alta variabilidad de especies faunísticas (SEMAREN 2007). Presenta una alta concentración de especies endémicas, principalmente aves (Koleff y Soberón 2009). De acuerdo con su topografía, se pueden distinguir cinco unidades geomorfológicas básicas: las montañas de la Sierra Madre del Sur, la cuenca alta del Río Balsas, el Eje Neovolcánico Transversal, la Costa del Pacífico, los manglares del Norte Pacífico Mesoamericanos (Olson et al. 2001).

Guerrero se destaca por la fuerte dominancia de selvas y bosques. El estado alberga selvas bajas caducifolias y subcaducifolias, que al ocupar la mayor parte de la superficie estatal, las hace muy relevantes. En 1976, las coberturas antrópicas, alcanzaban un valor correspondiente al 21% del territorio del estado. Las coberturas naturales (bosque, selvas y vegetaciones de zonas costeras), representaban 79% del territorio del estado. Para el año 2000 las selvas en general fueron las más severamente disminuidas en superficie, perdiendo aproximadamente un 10% principalmente por la apertura de áreas agropecuarias que incrementaron en casi un 10%, y por los efectos de huracanes (SEMAREN 2007).

En la siguiente tabla, se puede observar los diferentes tipos de cobertura vegetal y el porcentaje total de área que ocupan en Guerrero. Como se observa en la tabla 1., las selvas y los bosques son las formaciones vegetales que ocupan el mayor porcentaje del estado, las cuales son muy importantes para la permanencia del jaguar, por estar entre las coberturas que al ser conservadas permiten la presencia de poblaciones del jaguar (Rodríguez-Soto 2010).

Tabla 1. Porcentaje de coberturas vegetales presentes en el estado de Guerrero, en el año 2000 (Velázquez et al. 2002).

Tipo de cobertura vegetal	Porcentaje de área en Guerrero
Agricultura	17.16%
Pastizales	15.73
Asentamiento humano	0.37%
Vegetación hidrófila	0.27%
Cuerpos de agua	0.68%
Bosques	34.15%
Selva baja	31.04%

A pesar de su riqueza, variedad de geoformas y suelos, Guerrero es el estado de la Mesoregión Sur sur-este que ocupa la menor superficie decretada como área natural protegida en Mexico. (Figura 5.). Las pocas áreas presentes en el estado desafortunadamente no son suficientes para la protección de la fauna y flora de un estado que se destaca precisamente por su biodiversidad, además su propósito ha sido principalmente paisajístico y recreativo (Bezaury-Creel y Gutiérrez 2009). Según la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONAP 2009), en el estado existen 4 parques naturales protegidos y 3 santuarios, estos son: Parque Nacional Juan N. Álvarez, Parque

Nacional Grutas de Cacahuamilpa, Parque Nacional El Veladero, Parque Estatal Omiltemi y los santuarios Playa Tierra Colorada, y la Playa Piedra de Tlaconyunque.

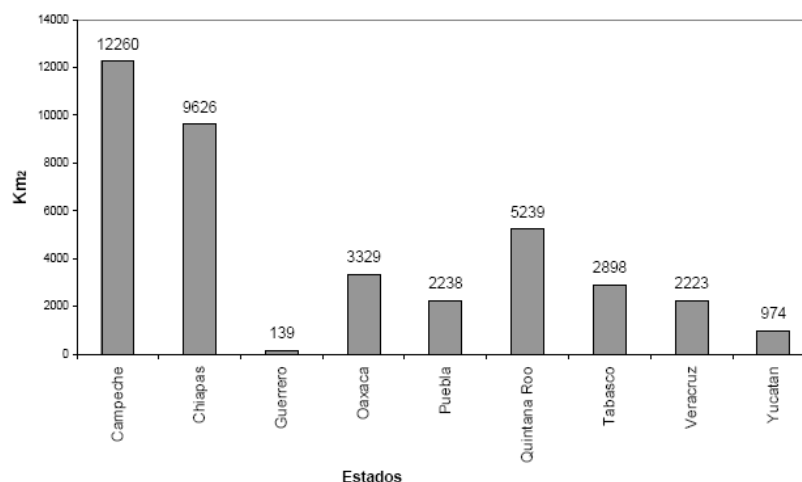


Figura 5. Superficie de las Áreas Naturales Protegidas por Estado de la Mesoregión Sur-Sureste. (SEMAREN 2007).

A pesar de la falta de áreas naturales protegidas, Guerrero cuenta con la presencia de cinco Regiones Terrestres Prioritarias para la conservación de la biodiversidad (Figura. 6): Sierra del Sur de Guerrero, Cañón del Zopilote, Infiernillo, Sierras Triqui-Mixteca y de Taxco-Huautla. Las cuales son consideradas como zonas con una integridad ecológica funcional significativa y que se destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país (Arriaga et al. 2000).

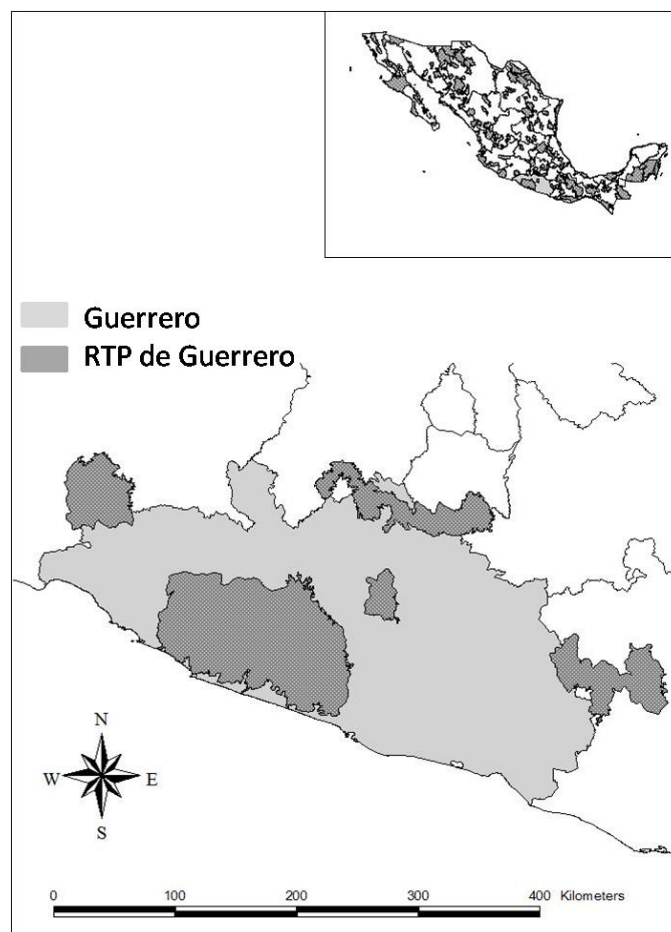


Figura 6. Regiones terrestres prioritarias del estado de Guerrero (Arriaga et al. 2000).

Perfil Socioeconómico de Guerrero

Los indicadores socioeconómicos del año 2004 del Consejo Nacional de Población (CONAPO), Chiapas, Oaxaca y Guerrero conforman el triángulo de la pobreza extrema del país. La población indígena en Guerrero, el 18% de la población, se encuentra esencialmente en la zona de la Montaña y en menor medida en la Costa Chica, siendo éstas las zonas más marginadas del estado. La Montaña de Guerrero se caracteriza por los altos índices de pobreza, migración, violencia y militarización (CONAPO 2004). Guerrero es el

segundo estado con mayor índice de analfabetismo en las mujeres, más del 23%, comparado con un 9,5% a nivel nacional; Chiapas ocupa el primer lugar con un 25,5 %, y Oaxaca el tercero con un 22%. Existen 45 conflictos agrarios en Guerrero, de esos casos, la mitad son considerados como “focos rojos”, o sea con un fuerte riesgo que deriven en enfrentamientos armados. Los conflictos agrarios surgen por falta de tierras, por el acaparamiento y las ocupaciones ilegales de ganaderos y madereros que cuentan con la protección y respaldo de las autoridades, además de respuestas inadecuadas de las autoridades en la resolución de dichos conflictos, entre otras (SiPaz 2009). Adicionalmente, durante mucho tiempo en Guerrero han residido algunos de los grupos al margen de la ley más antiguos de la República Mexicana, lo que junto con la topografía montañosa han dificultado el estudio de la fauna y flora de todo el estado.

MATERIAL Y MÉTODO

Esta investigación tiene como base los indicadores jerárquicos para el seguimiento y evaluación del estado de la conservación de Noss (1990), se centra en dos niveles de organización y tres enfoques; *especie: estructura y paisaje: composición-estructura-funcionalidad*. Con el primero se analizó la distribución de la especie *Panthera onca*, luego basándose en el área de distribución potencial del jaguar, a nivel de paisaje se midió el número de parches y se definieron niveles de perturbación para esta área en el estado de Guerrero. A continuación se describen los pasos ejecutados para realizar este trabajo.

Colecta de registros

Se recolectaron registros de presencia de jaguar en el Estado, a través de diversas fuentes: a). Revisión bibliográfica (Rodríguez-Soto et al. en revisión); b). Consulta de bases de datos como Global Biodiversity Information Facility (GBIF: www.gbif.com) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMAREN); c) Contacto con investigadores de la Universidad Autónoma de Guerrero. Todos los datos que no presentaron posición geográfica fueron referenciados geográficamente usando el programa Google Earth (<http://earth.google.com/>). Sólo se consideraron los datos que presentaran posición geográfica o que la obtención de su posición fuera precisa. Además, sólo se usaron datos obtenidos después de 1990 para no incluir registros que correspondieran a condiciones que actualmente no están presentes.

Variables ambientales

Debido a que en Guerrero se ha evidenciado una disminución en el crecimiento de la poblacional humana desde 1990 (CONAPO 2009), para el desarrollo de las predicciones no se consideraron variables de perturbación humana (ej. distancias a carreteras y poblados) si no aquellas condiciones ambientales que indirectamente pueden limitar la distribución de *P. onca* en el estado, como el uso de suelo y el clima. Se realizaron dos predicciones, una para el año 2000 considerada como la distribución potencial actual, y otra en el año 2024, con el fin de identificar si existe persistencia del área de distribución en el futuro. Es importante considerar la persistencia de las zonas que se propongan como reservas, ya que los rangos geográficos de las especies son dinámicos, por lo tanto las reservas que no consideran la persistencia de la o las especie(s) ante condiciones climáticas futuras corren el riesgo de no proteger una porción de su distribución, a pesar de que exista un manejo adecuado (Araújo et al. 2004).

Para cada predicción se utilizaron 32 variables (Tabla 2.), que comprenden 20 variables bioclimáticas, derivadas de datos mensuales de precipitación y temperatura (Hijmans et al. 2005: disponibles en www.worldclim.org), los 10 tipos de cobertura vegetal presentes en el estado (Velázquez et al. 2002), y 2 variables topográficas: una de altitud (www.worldclim.org) y otra de pendiente calculada a partir de la capa de altitud, con el módulo de SLOPE del programa Idrisi Taiga. Todas las variables fueron ajustadas a un sistema geográfico de Latitud-Longitud, con una resolución aproximadamente de un 1 km.

Tabla 2. Variables ambientales utilizadas para el desarrollo de los modelos de calidad de hábitat del año 2000 y 2024.

Tipo de variable ambiental (www.worldclim.org)	Tipo de variable ambiental (Velázquez et al. 2002)
Porcentaje de precipitación de cada uno de los meses del año.	Bosque coníferas
Precipitación anual	Selva baja caducifolia y subcaducifolia
Promedio de la precipitación anual	Bosque de latifoliadas
Precipitación anual máxima	Bosque de coníferas y latifoliadas
Precipitación anual mínima	Bosque mesófilo de montaña
Estacionalidad de la precipitación anual	Pastizales
Temperatura anual	Agricultura
Promedio de la temperatura anual	Asentamientos humanos
Estacionalidad de la temperatura	Otros tipos de vegetación
Altitud	Cuerpos de agua
Pendiente	

Para hacer la predicción de hábitat idóneo en el año 2024, se consideraron las variables ambientales que representan las posibles condiciones futuras en el estado de Guerrero. Se utilizó un escenario moderado de cambio climático, proporcionadas por el Centro Canadiense para el Modelamiento y Análisis del Clima (CCCMA por sus siglas en inglés) disponible en la página de World Clim (www.worldclim.org) y una predicción del uso de suelo generada con el modulo de Land Change Modeler (LCM).

Aunque el MaxEnt acepta variables categóricas, todos los tipos de cobertura fueron separados y transformados a una variable continua, siguiendo la metodología propuesta por Rodríguez-Soto (2010). En la que se modifica el valor de una celda al promediar el valor de las celdas circundantes dentro de un cuadro de 25 km², los cuales corresponden al ámbito hogareño reportado por Schaller y Crawshaw (1980) y Sunquist y Sunquist (2002). Esto se hizo considerando la continuidad y combinación que existe entre las coberturas vegetales presentes en el campo. Es decir, que cierto tipo de vegetación no está limitada al pixel que se observa en los mapas digitales, sino que tiene una continuidad en menor porcentaje hasta desaparecer e iniciar una nueva.

Predicción de cobertura vegetal al 2024

Land Change Modeler permite analizar los cambios en las coberturas de suelo y proyectar su curso al futuro. Para el análisis de cambio y la predicción, este módulo requiere dos capas de uso de suelo que le permitan entender la naturaleza del cambio, con las que crea una matriz de transición de las coberturas, utilizada para hacer la predicción. Este modelo considera variables dinámicas y estáticas para explicar los cambios en las

diferentes coberturas. La forma para determinar la cantidad de cambio que ocurrirá en un tiempo futuro es por medio de las Cadenas de Markov y los Autómatas Celulares. Un proceso markoviano es aquél en el que puede predecir el estado de sistema conociendo el estado previo y la probabilidad de transición entre un estado y el otro, reconociendo exactamente qué tanta cobertura se espera que cambie desde la última fecha a la fecha a la que se quiere predecir con base en una proyección de los potenciales de transición en el futuro (Eastman 2009).

Para realizar la predicción del uso de suelo se utilizaron capas de coberturas de suelo correspondientes a los años 1976 y 2000 de misma resolución y sistema de proyección de referencia espacial. Esta información se obtuvo de los mapas digitales del Inventario Nacional Forestal e información del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía.) que fue reorganizada por Velázquez et al. (2002). Se agruparon las variables de agricultura de riego y agricultura de temporal, para tener sólo dos tipos de uso de suelo; agricultura y asentamiento humano. Cada mapa estaba titulado con su año y categorías correspondientes, y el background o zonas fuera de las coberturas tenía valor de cero, de tal forma que el programa reconozca las zonas sin considerar en la predicción. Para crear los sub-modelos, se filtraron las transiciones menores a 600 píxeles. Esto se hizo teniendo en cuenta las recomendaciones de Eastman (2009), quien dice que pueden ser consideradas como errores de los mapas, además por el corto tiempo de cambio y las condiciones naturales del ambiente que no permitían algunos cambios. Todos los sub-modelos fueron agrupados en una categoría denominada *disturbio* por estar asociadas a efectos de las actividades humanas, y para la rápida evaluación del Multi Layer Perceptor. El Multi Layer Perceptor crea modelos empíricos o sub-modelos de cada una de las transiciones.

Alcanzaron una tasa de precisión cercana al 80%. Los sub-modelos fueron utilizados por las cadenas de Markov para modelar estas transiciones al año 2024. Se eligieron como variables explicativas, es decir variables probablemente asociadas al disturbio de las coberturas vegetales, a aquellas con un valor de Cramer de 0.15 o mayor, según Eastman (2009). Las variables utilizadas fueron; altitud, pendiente, distancias a poblaciones humanas y rurales del 2000, y la agricultura, junto con la probabilidad de cambio de cada pixel de ser afectadas por los asentamientos humanos, todas recomendadas por el mismo autor. La última variable se obtuvo transformando la variable de cambio de todas las coberturas a asentamientos humanos con una prueba de probabilidad evidente incluida en el módulo LCM.

Modelos de distribución de las especies

Para estimar la distribución potencial de *Panthera onca* en dos años 2000 y 2024, se utilizó la versión 3.1 de MaxEnt (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>). Este método estima la distribución de probabilidad de máxima entropía, (es decir la más cercana a la uniformidad), sujeta a la condición de que el valor esperado de cada variable ambiental según esta distribución coincide con su media empírica (Phillips et al. 2006). MaxEnt permite hacer predicciones en condiciones diferentes (climáticas, geográficas etc.), proyectando los valores de los datos del estado inicial, en este caso las condiciones en las que ocurre el jaguar en el año 2000 sobre el nuevo contexto, clima y uso de suelo del año 2024 en Guerrero.

Se mantuvieron los parámetros establecidos por el programa sugeridos por Phillips et al. (2006), excepto el porcentaje utilizado para la evaluación del modelo el cual se modificó al 25% de los puntos y se utilizó la prueba de Jackknife para estimar la importancia de las variables.

Fueron considerados como predicciones robustas y precisas, los valores de ABC de los puntos de prueba que fueran mayores a 0.85 (Marmion et al. 2009). El formato de salida seleccionado fue logístico, cada celda presenta valores de idoneidad de 0 a 1, los valores cercanos a 1 representan mayor probabilidad de que esté presente la especie (Phillips y Dudík 2008).

Los mapas fueron reclasificados y transformados a una imagen binaria, utilizando como umbral de corte el valor máximo del 10% de los datos entrenamiento con los valores bajos (Pearson et al. 2007), es decir que la especie ocurre en valores mayores o iguales a este porcentaje. Después de esta reclasificación, en los modelos quedaron píxeles aislados, los cuales no representaban un área significativa para el jaguar, por lo que se aplicó un filtro con la finalidad de que la clase predominante absorbiera estos píxeles. Finalmente, en ambos años se sobrepuso las coberturas vegetales correspondientes (de los años 2000 y 2024), para así poder estimar el porcentaje de éstas en las áreas potenciales del jaguar y ver si existían cambios significativos durante los 24 años.

Persistencia

Se utilizó la predicción del año 2024, para determinar e identificar si existe persistencia y/o vulnerabilidad en el hábitat idóneo del año 2000. La vulnerabilidad la asociamos al aumento de la fragmentación y/o pérdida de hábitat. Para esto se midió el área

total del hábitat idóneo y el número de parches del año 2000, utilizando el módulo de AREA de Idrisi Taiga, para compararlo con el área y número de parches 2024. La significancia de las diferencias en la pérdida del hábitat idóneo y su fragmentación se evaluó a través de una prueba de X^2 cuadrada.

Riesgo Antropogénico

Se realizó una evaluación del riesgo antropogénico de hábitat potencial de *Panthera onca* del año 2000. Se clasificó el hábitat según tres criterios: alto, medio y bajo (Tabla. 3.). La clasificación de estos niveles se realizó considerando el criterio de Thorn et al. (2009), quien propone que 10 km son una estimación conservadora de la distancia que puede caminar una persona desde puntos de acceso humanos para la extracción de recursos naturales, por lo tanto más allá de esta distancia se considera como riesgo bajo. Modificamos la distancia del punto de acceso de carreteras rurales, debido a que varias de estas vías en las montañas del estado se encuentran abandonadas (Botello com. pers.), por lo que en una distancia mayor a 5 km el riesgo es bajo.

Tabla 3. Criterios para la clasificación del hábitat del jaguar en el 2000. (Modificada de Thorn et al. 2009).

Medida	Bajo	Medio	Alto
Distancia a carreteras	>10 km	>5 km	Adyacente
Distancia a carreteras rurales	> 5 km	>2.5 km	Adyacente
Distancia a poblados < 5000 habitantes	>10 km	>5 km	Adyacente

El primer paso para realizar esta reclasificación fue obtener mapas de distancia de la información digital del año 2000 de carreteras federales, rurales y poblados mayores a 5000 habitantes del estado de Guerrero (disponibles en www.conabio.gob.mx), utilizando el modulo de DISTANCE de Idrisi Taiga. Luego se reclasificó cada mapa de distancia para obtener intervalos que correspondieran a los criterios (Tabla 3). Para cada punto de acceso se obtuvo como resultado un raster como el que se muestra en la figura 7, en los que el color negro señala un alto riesgo, el gris oscuro un riesgo medio y el gris claro es bajo riesgo.

a.



b.



c.

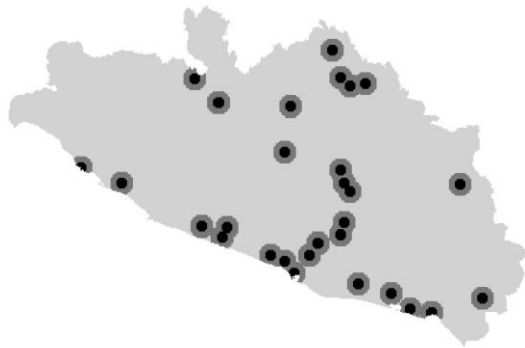


Figura 7. Mapas reclasificados según los criterios: Bajo (gris claro), medio (gris oscuro) y alto (negro); a.) Carreteras federales, b.) Carreteras rurales y c.) Poblados mayores a 5000 habitantes.

Se separó cada criterio, y se unieron los riesgos bajos, medios y altos de cada uno de los puntos de acceso. Cada sumatoria de los riesgos fue combinada y reclasificada, para obtener un mapa de riesgo de actividad antropogénica para el estado de Guerrero, como lo muestra la figura 8. Finalmente, este mapa se combinó con el área potencial de distribución del año 2000 y obtener un panorama de riesgo de actividad humana del hábitat potencial de *P. onca*. Todo este proceso se trabajó con los diferentes módulos del programa Idrisi Taiga.

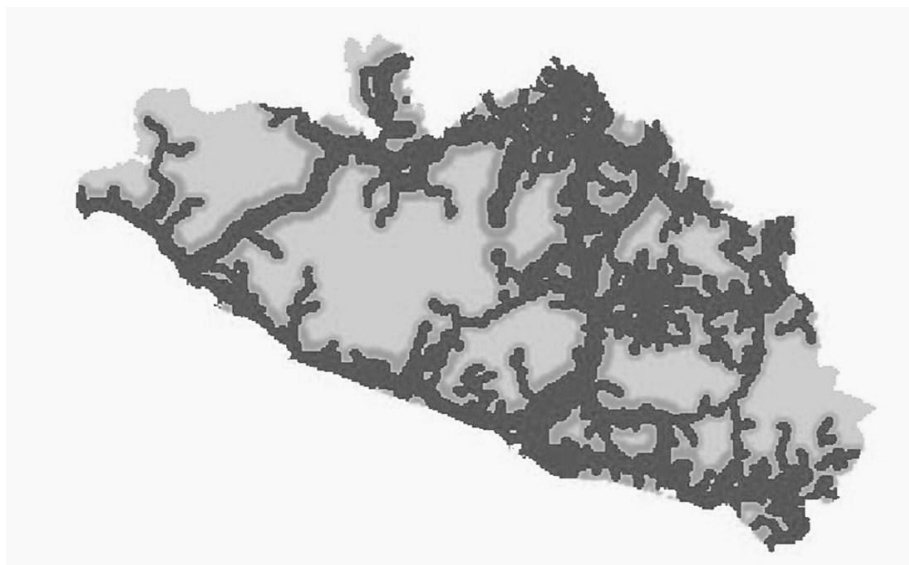


Figura 8. Mapa de riesgo antropogénico en el estado de Guerrero. Bajo (gris claro), medio (gris oscuro) y alto (negro).

Áreas para la conservación de *Panthera onca*

Después de realizar la clasificación del hábitat idóneo del año 2000 con la cual se evaluaron los diferentes riesgos de amenaza del hábitat potencial del jaguar, se identificaron las zonas catalogadas con un criterio BAJO de amenaza que tuvieran más de 900 km² de extensión mínima para conservar una población viable de jaguar, considerando que una población de al menos 50 jaguares, puede mantenerse genéticamente estable durante los próximos 100 años (Rodríguez-Soto 2010). Además, considerando que las zonas de bajo riesgo presentan buena cobertura vegetal y baja actividad humana lo que es necesario para la presencia del jaguar. Finalmente, se combinó esta zona con los mapas digitales de los vertebrados (mamíferos, anfibios y reptiles) de la lista roja de la UICN (2009). No se consideró al grupo de las aves ya que no se tuvo acceso a los mapas de Birdlife International.

RESULTADOS

Colecta de registros

Se obtuvieron 39 registros de jaguar ubicados en Guerrero (Tabla 4.) colectados entre los años de 1990 y 2008. El 77% de los registros, fueron proporcionados por la SEMAREN, el 10% hace parte de una salida de campo realizada por la Universidad Autónoma de Guerrero, otro 10% fue utilizado en el modelo de Rodríguez-Soto (2010), y el 3% restante se obtuvo de la base de datos de Global Biodiversity Information Facility (GBIF: <http://www.gbif.org/>).

Tabla 4. Fuente y número de registros referenciados geográficamente para el desarrollo de las predicciones de hábitat potencial del jaguar en Guerrero.

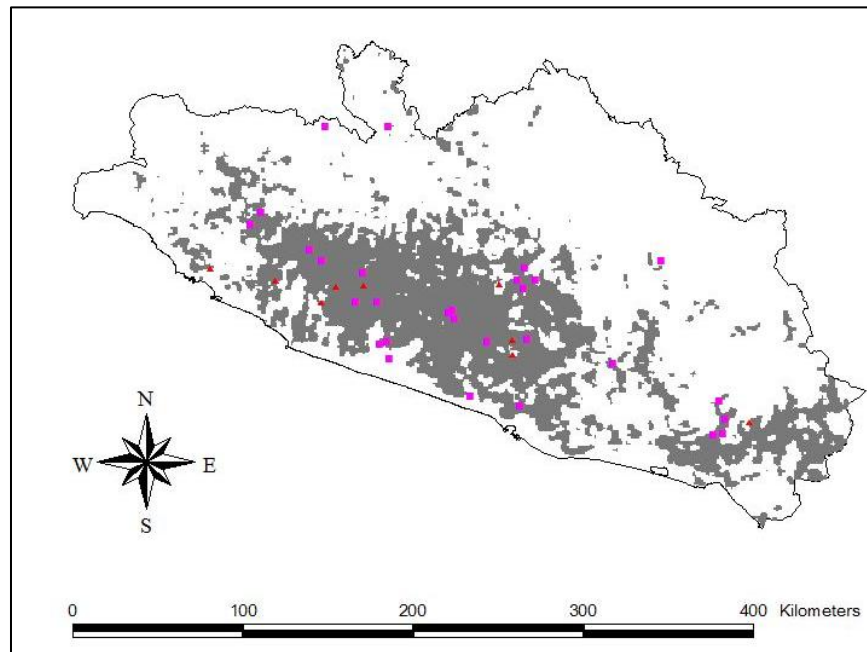
Fuente	Cantidad	Porcentaje
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	30	77%
Universidad Autónoma de Guerrero	4	10%
Rodríguez-Soto <i>et al.</i> (en prep)	4	10%
Global Biodiversity Information Facility	1	3%

Hábitat potencial del jaguar en Guerrero

MaxEnt estima que 18,361 km² del estado son hábitat potencial para el jaguar, es decir el 29% (Figura 9a). El hábitat de *P. onca* en Guerrero se caracteriza por ser más húmedo en comparación al resto del estado. Incluye principalmente a las regiones

biogeográficas de la Sierra Madre del Sur y la Costa del Pacífico. Presenta bajos porcentajes de agricultura y pastizal, una variación estacional de la temperatura baja a mediana (16° y 25°), con la precipitación máxima de 620 mm, y pendientes mayores a los 10°. Durante los meses de septiembre y octubre, elige lugares con altas precipitaciones. Aunque el bosque mesófilo es una cobertura importante para la presencia de la especie (Tabla 5.), no se puede describir el porcentaje de esta, ya que el valor de umbral de corte utilizado no permite interpretar la curva de respuesta. Las coberturas dominantes en el hábitat del jaguar son selva caducifolia y subcaducifolia y el bosque de coníferas y latifoliadas, con un 35% y 34% respectivamente. El valor de área bajo la curva de los datos de prueba ($ABC = 0.874$) del hábitat potencial de *P. onca*, demuestra el alto éxito predictivo del modelo.

a.



b.

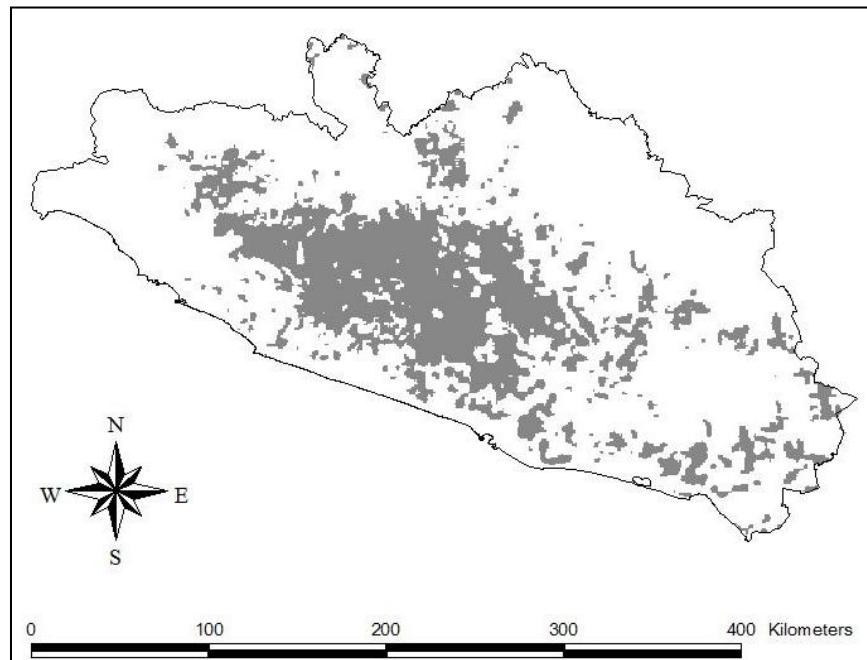


Figura 9. Hábitat idóneo de *P. onca* (en negro), en el año a: 2000 y b: 2024 en el estado de Guerrero, México. a. Triángulos: puntos usados para probar el modelo y los cuadrados son los puntos de entrenamiento.

Tabla 5. Variables que contribuyen con el 80% al desarrollo del modelo, e intervalo de condiciones en las que ocurre *Panthera onca* en Guerrero.

Variables	Peso de importancia	Intervalos de preferencia
Agricultura	18.5	0% a 34%
Estacionalidad la temperatura	14.3	18° a 25°
Pastizal	11.3	0% a 47%
Bosque mesofilo	9.7	*
Precipitación máxima anual	8.6	200 mm a 630 mm
% Precipitación de Septiembre	8.1	21% a 31%
Pendiente	6.9	> 10 °
% Precipitación de Octubre	5.3	9% a 12%

Persistencia

El hábitat idóneo de la predicción de hábitat potencial para el año 2024 se reduce en un 3% de su área total. Por lo que para este año, el 26% (16,240 Km²) del estado será hábitat potencial para *P. onca*, probablemente por el aumento del 9.2% de las zonas de actividad humana del 2024 (Tabla 6), resultado de la predicción del uso de suelo. Ésta diferencia no fue estadísticamente significativa ($X^2_{g,l=1} = 23.9$, $P < 0.001$). El número de parches del hábitat del año 2000 fue de 153, cifra que aumenta en el 2024 a 183 parches. Este incremento no presenta diferencias estadísticamente significativas ($X^2_{g,l=1} = 2.67$, $P=0.19$), aunque se debe resaltar que la zona que presenta fragmentación notoria en el 2024 es hacia el sur este del estado, hábitat que conecta a las poblaciones de Guerrero con las de Oaxaca (Figura 9b y 10).

Se propone al hábitat del jaguar como persistente en el futuro, lo que es muy importante para la propuesta que se hace en este trabajo, aunque se hace énfasis en las zonas con aumento de fragmentación.

Tabla 6. Porcentaje de coberturas vegetales presentes en los hábitats idóneos de los años 2000 y 2024, y el cambio en las coberturas entre estos dos años. *Pérdida de la cobertura vegetal.

Cobertura vegetal				Porcentaje		Cambio del 2000 al 2024
				Año 2000	Año 2024	
Selva	baja	caducifolia	y	35.3	32.4	-2.9*
		subcaducifolia				
Bosque de		latifoliadas		8.4	12.2	3.8
Agricultura				2	2.9	0.9
Pastizales				6.5	5.4	-1.1*
Bosque Mesófilo de Montaña				8	9	1
Bosque de coníferas				5.8	6.8	1
Bosque de coníferas y latifoliadas				34	31.3	-2.7*

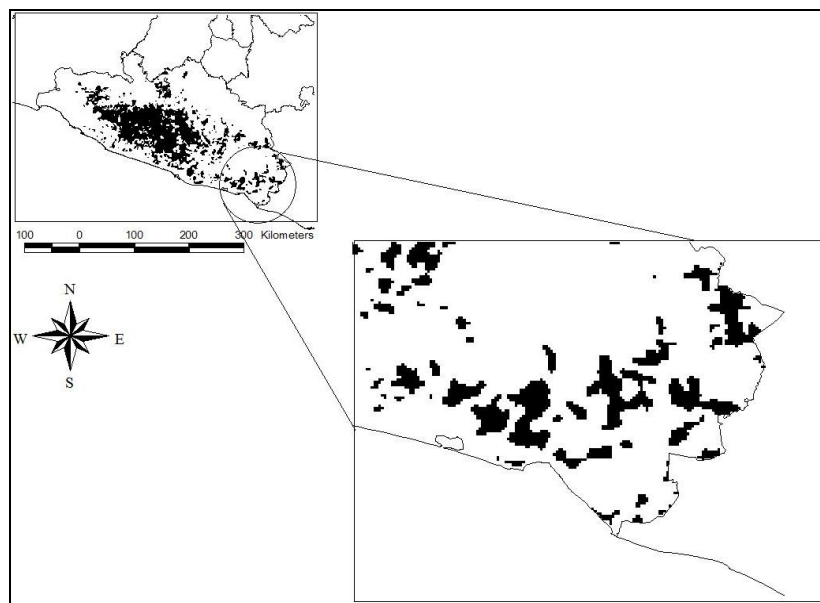


Figura 10. Ampliación sobre la zona de mayor fragmentación en la predicción de hábitat en el año 2024.

Riesgo Antropogénico

Se identificó el 45.75% del hábitat de *Panthera onca* como área con un riesgo bajo de amenaza y el 33.60% presenta un riesgo alto. El hábitat con el menor riesgo de amenaza humana se ubica principalmente hacia la Sierra Madre sur del estado. El hábitat idóneo presente hacia el centro-oeste del estado ($16^{\circ} 41'$ y $17^{\circ} 24'$ N y $99^{\circ} 58'$ y $99^{\circ} 24'$ O) y hacia el sur este ($16^{\circ} 31'$ y $16^{\circ} 59'$ N y $99^{\circ} 4'$ y $98^{\circ} 5'$ O), son las áreas con un mayor riesgo de amenaza humana (Figura. 11). Son atravesadas por las dos carreteras federales del estado, que comunican a las principales poblaciones que humanas, Chilpancingo-Acapulco-Zihuatanejo. Hacia el centro del estado, existe una porción de hábitat idóneo que a pesar de presentar un bajo riesgo de amenaza, se ubica entre varias carreteras rurales y la carretera federal Chilpancingo-Acapulco-Zihuatanejo.

El hábitat del sur-este, identificado anteriormente como un importante conector para las poblaciones de jaguar más sureñas del país, también se considera en alto riesgo de actividad humana, por lo que esta zona es altamente vulnerable.

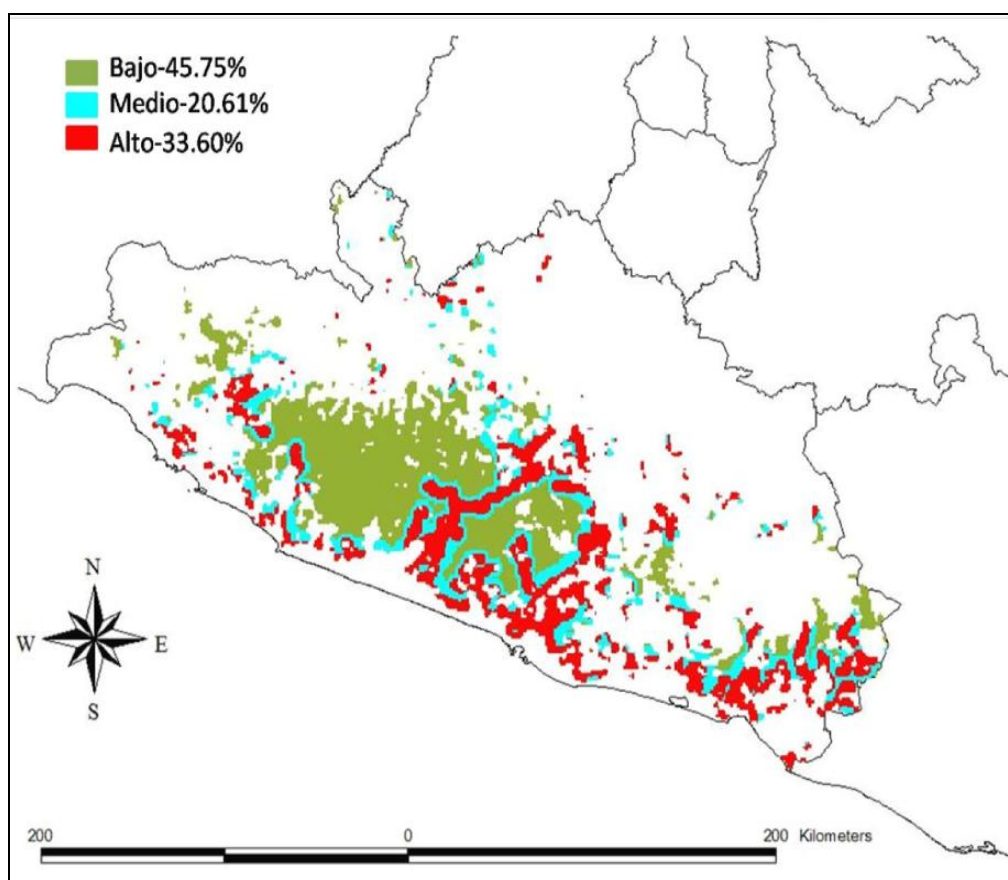


Figura 11. Clasificación del hábitat idóneo de *Panthera onca* en Guerrero, según tres criterios de amenaza humana.

Área para la conservación de *Panthera onca*

Considerando la extensión mínima reportada por Rodríguez-Soto et al. (en revisión) junto con el criterio de riesgo antropogénico bajo, se identificó el área del centro del estado en los municipios de Tecpan Galeana, Petatlán, Coyuca de Benítez, Ajuchitlán del

Progreso, San Miguel de Totolapan, General Heliodoro y Atoyac Álvarez, como área prioritaria para la conservación de *P. onca* (Figura 12), la cual tiene una extensión de 7,900 km². Potencialmente, esta zona puede proteger alrededor de 237 especies vertebrados (mamíferos, reptiles y anfibios) que se encuentran bajo algún riesgo de extinción, según la UICN.

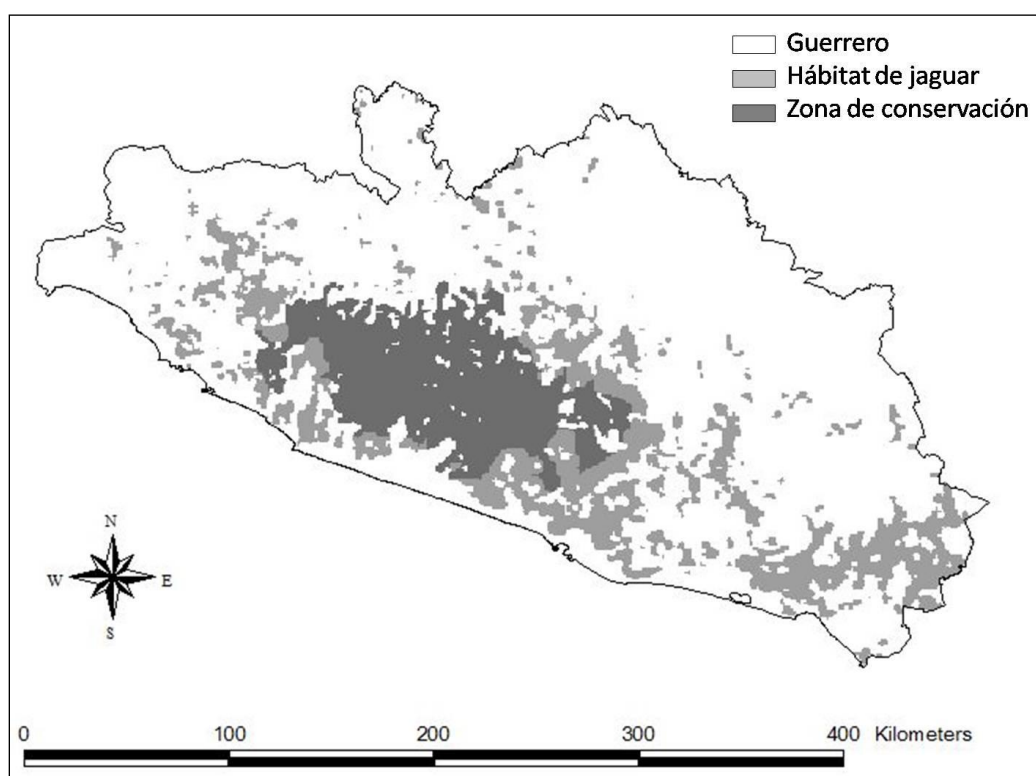


Figura 12. Área prioritaria para la conservación de *Panthera onca*.

DISCUSIONES

Colecta de registros

Para que las predicciones de hábitat idóneo de *P. onca* fueran representaciones cercanas a las condiciones actuales de esta especie se utilizaron sólo registros con fechas posteriores a 1990, debido a que el aumento de la tasa de deforestación en México se agudizó durante los años 90 (FAO 2001). No se utilizaron los registros de las publicaciones de (Nelson y Goldman 1933) y (Davis y Lukens Jr. 1958). Estos dos registros son los únicos trabajos realizados en Guerrero sobre jaguar que han sido publicados. Tampoco se utilizaron los puntos del trabajo de Jiménez-Maldonado y López-González (2006), ya que se desconoce el tipo de fuente y fecha de colecta de cada registro.

Aunque Guerrero ha demostrado un fuerte vínculo cultural con el jaguar el bajo porcentaje de publicaciones, resalta principalmente la falta de investigaciones sobre el estado de las poblaciones, distribución, patrón de actividad, tasas de cacería etc. Por lo que los resultados de este trabajo, además de proponer áreas para la conservación de jaguar, guiarán investigaciones futuras sobre zonas en las que potencialmente se encuentra esta especie, reduciendo costos, tiempo y esfuerzo de los investigadores.

Hábitat potencial del jaguar en Guerrero

La presencia de agricultura es una barrera para la distribución de *Panthera onca* a lo largo de su distribución, debido a que generan tanto una disminución en el hábitat, como aumento de la fragmentación lo cual modifica aspectos importantes de la biología de este felino (Sunquist y Sunquist 2001, Chaves y Ceballos 2006). El pastizal en bajos porcentajes también ha sido reportado como una de las coberturas en las que se han encontrado evidencias de jaguar, utilizado por la especie para desplazarse (Brown y López-González 2001). Al sobreponer las coberturas vegetales del estado sobre lo que se consideró como hábitat potencial, se observó que la presencia de estas dos coberturas vegetales es muy baja. Las condiciones climáticas del hábitat, representan un ambiente más húmedo que el resto del estado, tienen incidencia indirecta en la vegetación y principales presas del jaguar, por lo que es un hábitat con mayor disponibilidad de recursos alimenticios (Stabach et al. 2009). Se ha estimado que en México la biomasa de los ungulados, grupo que reúne a dos de las principales presas del jaguar en México, aumenta en zonas con precipitaciones que van desde los 500 mm a 1000 mm que permiten alta productividad primaria (Mandujano y Naranjo 2010), por lo que en esta zona de Guerrero podría haber mayor disponibilidad de las principales presas del jaguar. Además, la distribución y abundancia de las presas son factores ecológicos importantes para la organización social del jaguar (Cavalcanti y Gese 2009). Asimismo, las áreas con vegetación densa y pendientes pronunciadas son lugares menos perturbados que provee refugio a este felino (Monroy-Vilchis et al. 2009).

Las coberturas dominantes fueron selva baja caducifolia y subcaducifolia, y el bosque de coníferas y latifoliadas, condiciones que han sido reportadas entre los tipos de

vegetación donde podemos encontrar a este felino (Ortega-Huerta y Medley 1999, Núñez et al. 2002, Valdez et al. 2002, Monroy-Vilchis et al. 2007, Monroy-Vilchis et al. 2009). Sin embargo, se ha considerado la presencia del jaguar en coberturas de bosque de coníferas y latifoliadas como atípico, aunque recientemente se ha reportado hábitat idóneo de *P. onca* en estas coberturas (Rodríguez-Soto et al. en revisión) al igual que registros del felino (Monroy-Vilchis et al. 2007). La presencia del felino en condiciones templadas ha sido asociada a un deterioro del hábitat tropical, lo que conduce a que la especie se distribuya en zonas menos perturbadas (Monroy-Vilchis 2009). Debido a los recientes hallazgos de esta especie en zonas templadas, puede que estas coberturas no sean atípicas sino poco estudiadas. Según, Sanderson et al. (2002) a lo largo del continente se desconoce el estado de las poblaciones de *P. onca* en zonas de montaña, como Guerrero. Por lo que es importante realizar trabajos de abundancia y densidad del jaguar y sus presas en el área que hemos identificado.

El hábitat idóneo también se caracteriza por presentar varios ríos perenes (CONABIO 2000). Estos pueden ser utilizados por los jaguares como rutas para viajar fácilmente a través de la densa vegetación, como en la Reserva de Chamela-Cuixmala, Jalisco, además son muy importantes en las épocas de sequía ya que son abrevaderos utilizados por las presas del jaguar (Núñez et al. 2002).

El hábitat potencial del jaguar se centra principalmente en dos de las ecoregiones del estado, las cuales no fueron consideradas a nivel internacional como unidades de conservación del jaguar (Sanderson et al. 2002) a pesar de representar una gran extensión de hábitat para *P. onca*, pero recientemente si fueron catalogadas a nivel nacional como

Zonas Prioritarias para la conservación de Jaguar (Rodríguez-Soto et al. en revisión), en las que recomiendan realizar estudios a una escala estatal como lo que se hizo en este trabajo. En el estado de Guerrero estas ecoregiones se caracterizan por presentar una densidad población humana baja y una gran extensión de territorio representativo de la biodiversidad del país. La presencia de jaguar en esta zona puede ser considerada como indicadora de un ecosistema integro (Miller y Rabinowitz 2002), en la que si se protege el hábitat del jaguar, esta zona o este estado podrá seguir representado gran parte de la biodiversidad de México en el futuro.

El hábitat idóneo que se encuentra hacia la costa chica del estado de Guerrero con una extensión de 2,518 km², debido a su forma alargada y ubicación se propone como importante conector de poblaciones de jaguar del estado de Guerrero y Oaxaca.

Persistencia

El objetivo fundamental de este trabajo fue proponer áreas que permitan la persistencia del jaguar en Guerrero, ya que la identificación de áreas por sí misma no implica protección de la biodiversidad (Araujo et al. 2004). Este proceso se enfocó a la vulnerabilidad; es decir, el potencial que existe de que los rasgos de la biodiversidad se pierdan. Cabe resaltar que la persistencia depende, tanto de la escala espacial, como de la temporal. Por lo que se debe prestar atención a la manera en que las áreas son afectadas por procesos externos, y tener en cuenta que los factores que amenazan la persistencia pueden cambiar a través del tiempo (Margules y Sakar 2009). Debido a esto y a que no se conocía

el estado de las poblaciones de este felino y sus procesos biológicos, se decidió evaluar la persistencia del hábitat idóneo en un escenario climático y de uso de suelo futuro. Este método ha sido muy poco aplicado pero considerado como fundamental para la definir prioridades en las áreas de protección que se propongan (Araujo et al. 2002).

Guerrero puede ser considerado como una persistente fuente de hábitat para el jaguar. En Guerrero se encuentren grandes extensiones de hábitat para este animal, lo cual puede estar asociado a la histórica presencia de uno de los grupos armados más antiguos del país, los cuales no han permitido el crecimiento urbano y por lo tanto expansión de la frontera agrícola. En la cordillera central de los Andes Colombianos, encontraron que en la Montaña de San Lucas la presencia de diferentes grupos subversivos había generado inestabilidad en el uso de la tierra y dificultad para el asentamiento de grupos humanos, lo cual fue efectivo para conservar varias zonas de la montaña pero donde tampoco se habían implementado planes de manejo adecuados, ya el conflicto no ha permitido el acceso de especialistas. Además, el uso de la violencia como estrategia para “conservar” una zona no garantiza que en ausencia de esta los pobladores respeten la biodiversidad (Dávalos 2001). Estas circunstancias pueden estar presentándose en Guerrero, pero de igual forma no se han aplicado estrategias de concientización de la importancia de las selvas y bosques, del mismo modo una evaluación sistemática de la biodiversidad presente en el estado. Por lo que es evidente que las zonas de conflicto armado no son propicias a largo plazo para la ordenación forestal o conservación (Dávalos 2001).

Riesgo Antropogénico

El hábitat que se encuentra a los 16° 41' y 17°24' N y 99° 58' y 99°24' O del estado, identificado anteriormente como un importante conector para las poblaciones de jaguar más sureñas del país, es la zona más vulnerable. Aunque son parches que por su tamaño no soportarían residentes de jaguar, son de gran importancia para que el animal pueda descansar o alimentarse, y pueden aumentar la habilidad de los individuos para desplazarse (Rabinowitz y Zeller 2010). Es necesario identificar si en esta zona existen conflictos entre el jaguar y los seres humanos, para así desarrollar planes que eviten la depredación del ganado junto con actividades que minimicen la ampliación de la frontera agrícola (Hoogesteijn et al. 2002).

Proponemos realizar un análisis de riesgo antropogénico como el que se ejecuto en este trabajo, al realizar modelos de calidad de hábitat para poder conocer el riesgo que generan las actividades humanas, las cuales han incrementado las tasas de extinción de las especies (Purvis et al. 2000). También, se propone aplicar este método antes de designar áreas para la conservación, ya que permite además de identificar la vulnerabilidad del hábitat, reconocer zonas potencialmente con menor actividad humana (nivel bajo), áreas de amortiguamiento (nivel medio) y tener en cuenta barreras humanas que dividen el paisaje (nivel alto), en este caso las carreteras federales del estado. Los riesgo bajo y medio pueden ser utilizados como criterios para elegir zonas de conservación, ya que permiten minimizar el conflicto humano con las especies silvestres (Thorn et al. 2009).

Áreas para la conservación del jaguar

Loyola et al. (2008) creen muy importante crear reservas extensas, en lugares que alberguen a carnívoros de talla promedio grande como el jaguar, ya que la fragmentación del bosque eleva la sensibilidad a la presión de la cacería a poblaciones de este tipo de vertebrados. Un cuerpo de talla grande demanda rangos de acción mayores, lo que empuja a los individuos a aumentar el contacto con los humanos en ambientes fragmentados (Cordillo et al. 2005). En este trabajo se propone una zona de más de 900 km² (Figura 12), principalmente sobre la Sierra Madre del Sur, que por su extensión permitiría mantener poblaciones de jaguar a largo plazo (Rodríguez-Soto 2010). Esta ecoregión ha sido catalogada clave para la conservación de especies endémicas y en peligro de extinción por lo que debe según Loyola et al. (2009) debe ser considerada en estrategias para la conservación de los vertebrados del neotrópico.

Las áreas para proteger al jaguar, han demostrado ser una iniciativa clave para salvar poblaciones de este felino que en conjunto pueden ser utilizadas como red de reservas para la conservación de poblaciones de jaguar (Weber y Rabinowitz 1996). Además, la conservación de este tipo de carnívoros es importante para preservar la estructura y funcionalidad de las comunidades naturales. Esta área natural puede ayudar potencialmente a la conservación de alrededor de 240 especies de vertebrados (mamíferos, reptiles y anfibios) que se encuentran en la lista roja de especies amenazadas de la UICN. Aunque, actualmente se propone que la designación de áreas naturales se realice a través del uso de subrogados de la diversidad (Margules y Preseey 2000), el área que se propone, es fundamentada por la presencia de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) “Sierra Madre

del Sur de Guerrero”. Esta RTP, es una región de alto endemismo y riqueza en todos los grupos de vertebrados y presencia de especies de distribución restringida. Es una cuenca de captación de agua muy importante para la zona urbana costera y la cuenca del Balsas. Debido a su integridad biológica y continuidad en vegetación natural ha sido considerada como corredor biológico de importancia pero que carece de áreas bajo algún tipo de manejo adecuado (Arriaga et al. 2000). Se propone a la zona identificada en este trabajo como área natural para la protección del jaguar, y como soporte para la conservación de la biodiversidad del estado y como una de las reservas de los corredores del jaguar en Latinoamérica (Rabinowitz y Zeller 2010).

CONCLUSIONES

El hábitat del jaguar en Guerrero se caracteriza por ser más húmedo en comparación al resto del estado, potencialmente es un área menos perturbada con mayor disponibilidad de recursos alimenticios. Es importante realizar trabajos de abundancia y densidad del jaguar y sus presas en el área que hemos identificado.

Guerrero presenta grandes extensiones de hábitat para el jaguar, con baja actividad humana. El hábitat del sureste del estado es un importante conector con las poblaciones de *P. onca* del sur, en el que hay que generar planes para disminuir la apertura de la frontera agrícola.

La zona de conservación del jaguar es persistente en el futuro, y puede proteger tanto a las poblaciones de *P. onca* como especies endémicas y en peligro de extinción.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que al utilizar los modelos de distribución de las especies como herramientas para proponer áreas de conservación, realizar los análisis de persistencia y de impacto antropogénico como los utilizados en este trabajo. Ya que permiten considerar potenciales conflictos entre los seres humanos y la(s) especie(s) de interés, para desarrollar y/o fortalecer las estrategias de conservación.

En las áreas identificadas, es importante desarrollar trabajos de densidad y abundancia que permitan conocer el estado de las poblaciones de jaguar en Guerrero.

En las áreas señaladas con alto riesgo para *Panthera onca*, determinar el o los conflictos que generan esta vulnerabilidad para así generar planes que disminuyan este riesgo.

En este trabajo aunque no se encontraron diferencias significativas en la pérdida y fragmentación de hábitat idóneo de *Panthera onca*, recomendamos que al utilizar estos los modelos de distribución con propósitos de conservación como los de esta investigación, se realice un análisis de persistencia preferiblemente en un tiempo mayor a 20 años

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, R. P., y E. Martínez-Meyer. 2004. Modeling species' geographic distributions for conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation* **116**:167-179.
- Andrén, H. 1997. Habitat Fragmentation and Changes in Biodiversity. *Ecological Bulletins* **46**:171-181.
- Aranda, M. 1996. Distribución y abundancia del jaguar *Panthera onca* (Carnivora; Felidae) en el estado de Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*:45-52.
- Araújo, M. B., M. Cabezas, W. Thuiller, y L. Hannah. 2004. Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Global Change Biology* **10**:1618-1626.
- Araújo, M. B., D. Nogués-Bravo, A. F. Diniz-Filho, A. M. Haywood, P. J. Valdes, y C. Rahbeck. 2008. Quaternary climate changes explain diversity among reptiles and amphibians. *Ecography* **31**:8-15.
- Araújo, M. B., P. H. Williams, y R. Fuller. 2002. Dynamics of extinction and the selection of nature reserves. *Proceedings of the Royal Society London – Biological Series* **269**:1971-1980.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez, y E. Loa. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, D. F.

- Benito de Pando, B., y J. Peñas de Giles. 2007. Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. *GeoFocus* 7:100-119.
- Bezaury-Creel, J., y D. Gutiérrez. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. CONABIO, México.
- Boitani, L., I. Sinibaldi, F. Corsi, A. De Biase, I. Carranza, M. Ravagali, G. Reggiani, C. Rondinini, y P. Trapanese. 2008. Distribution of medium- to large-sized African mammals based on habitat suitability models. *Biodiversity Conservation* 17:605–621.
- Brown, D. E., y C. A. López-González. 2001. Borderland jaguars = Tigres de la Frontera. The University of Utah Press. , Utah.
- Cardillo, M., G. M. Mace, K. E. Jones, J. Bielby, O. R. P. Bininda-Emonds, W. Sechrest, C. D. L. Orme, y A. Purvis. 2005. Multiple Causes of High Extinction Risk in Large Mammal Species. Page 7 *Science express*.
- Caso, A., Lopez-Gonzalez, C., Payan, E., Eizirik, E., de Oliveira, T., Leite-Pitman, R., Kelly, M. y Valderrama, C. 2008. *Panthera onca*. En: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. Consultado de la página web: www.iucnredlist.org el día 06 de Agosto de 2009.
- Cavalcanti, S. M. C., y E. M. Gese. 2009. Spatial ecology and social interactions of jaguars (*Panthera onca*) in the Southern Pantanal, Brazil. *Journal of Mammalogy* 90:935-945.

- CONABIO. 2004. "Mapa base del estado de Guerrero" Escala de impresión 1: 1 550000. México.
- CONACULTA-INAH. 2006. El pueblo el Jaguar. Consejo Nacional para la Cultura y las Arte y el Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- CONAP. 2009. Área Naturales Protegidas de México. En línea: <http://www.conanp.gob.mx/sig/>. Consultado el 14 de Febrero 2009.
- CONAPO. 2004. Carpeta informativa. 11 de julio Día Mundial de la Población, México.
- CONAPO. 2009. México en cifras: Indicadores demográficos básicos 1990-2030. En línea: http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=125&Itemid=193, consultado Julio 09 2009.
- Chávez, C., y G. Ceballos. 2006. Memorias del primer simposio. El jaguar mexicano en le siglo XXI: Situación actual y manejo. CONABIO-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
- Dávalos, L. M. 2001. The San Lucas mountain range in Colombia: how much conservation is owed to the violence? *Biodiversity and Conservation* **10**:69–78.
- Davis, W. B., y P. W. Lukens Jr. 1958. Mammals of the Mexican State of Guerrero, exclusive of Chiroptera and Rodentia. *Journal of Mammalogy* **39**:347-367.
- Eastman, J. R. 2009. IDRISI Guide to GIS and Image Processing. Accessed in IDRISI Taiga. Clark University, Worcester, MA.

- Eizirk, E., J. Kim, M. Menotti-Raymond, J. Crashaw, S. O'Brien, y W. Johnson. 2001. Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca* Mammalia, Felidae). . *Molecular Ecology* **10**:65-79.
- Elith, J., C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudik, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Hueffmann, J. R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. G. Lohmann, B. A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. M. Overton, A. T. Peterson, S. J. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R. E. Schapire, J. Soberon, S. Williams, M. S. Wisz, y N. E. Zimmermann. 2006. Novel methods improve prediction of species of species' distributions from occurrence data. *Ecography* **29**:129-151.
- Fahrig, L. 1997. Relative Effects of Habitat Loss and Fragmentation on Population Extinction. *The Journal of Wildlife Management* **61**:603-610.
- Ferrier, S. 2002. Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: where to from here? . *Systematic Biology* **51**:331-363.
- Graham, C. H., C. Moritz, y S. E. Williams. 2006. Habitat history improves prediction of biodiversity in rainforest fauna. *PNAS* **103**:632-636.
- Guisan, A., y N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* **135**:147-186.
- Hernandez, P. A., C. H. Graham, L. Master, M. Albert, and D. L. Albert. 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* **29**:773-785.

- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones, y A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surface for global land areas. *International Journal of Climatology* **25**:1965-1978.
- Hoogesteijn, R., E. O. Boede, y E. Mondolfi. 2002. Observaciones de la depredación de bovinos por jaguares en Venezuela y los programas gubernamentales de control. Paginas 183-198 *in* R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw Jr, A. R. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber, compiladores. *Jaguar en el nuevo milenio*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Jiménez-Maldonado, R., y C. López-González. 2006. Distribución y estado de conservación del jaguar (*Panthera onca*) en la costa Grande de Guerrero. Paginas 58-66 *in* C. (IUCN/SSC), editor. 2° Simposio EL JAGUAR MEXICANO EN EL SIGLO XXI: Taller de Análisis de la Viabilidad de Poblaciones y del Hábitat. Libro de Resumen. CBSG México, Puebla, México.
- Koleff, P., y J. Soberón. 2009. Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies. Paginas 323-364 *Capital Natural de México vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México.
- López-Gonzalez, C. A., y D. E. Brown. 2002. Distribución y estado de conservación actuales del jaguar en el noroeste de México. Paginas 379-392. *En* R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. Redford, J. G. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber, compiladores. *El jaguar en el nuevo milenio*. Fondo de Cultura Económica, México.

- Loyola, R. D., G. de Oliveira, J. A. F. Diniz-Filho, y M. Lewinsohn. 2008. Conservation of Neotropical carnivores under different prioritization scenarios: mapping species traits to minimize conservation conflicts. *Diversity and Distributions* **14**:949–960.
- Loyola, R. D., U. Kubota, G. A. B. da Fonseca, y M. Lewinsohn. 2009. Key Neotropical ecoregions for conservation of terrestrial vertebrates. *Biodiversity Conservation* **18**:2017–2031.
- Lozier, J. D., P. Aniello, y M. J. Hickerson. 2009. Predicting the distribution of Sasquatch in western North America: anything goes with ecological niche modelling. *Journal of Biogeography* **36**:1623–1627.
- Maffei, L., E. Cuéllar, y A. Noss. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *Journal of Zoology* **262**:295–304.
- Mandujano, S., y E. J. Naranjo. 2010. Ungulate biomass across a rainfall gradient: a comparison of data from Neotropical and Palaeotropical forests and local analyses in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* **26**:13–23.
- Margules, C. R., y L. Preseey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* **405**:243–253.
- Margules, C., y S. Sarkar. 2009. *Planeación Sistemática de la Conservación*. **Traducción:** V. Sánchez-Cordero & F. Figueroa. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 304 pp. México, D.F.

- Marmion, M., M. Luoto, R. K. Heikkinen, y W. Thuiller. 2009a. The performance of the state-of-the-art modelling techniques depends on geographic distribution of species. *Ecological Modelling* **220**:3512-3520.
- Marmion, M., M. Parviainen, M. Luoto, R. K. Heikkinen, y W. Thuiller. 2009. Evaluation of consensus methods in predictive species distribution modelling. *Diversity and Distribution* **15**:59-69.
- McCain, E. B., y J. L. Childs. 2008. Evidence of resident jaguars (*Panthera onca*) in the southwestern United States and the implications for conservation. *Journal of Mammalogy* **89**:1-10.
- Miller, B. W., y A. R. Rabinowitz. 2002. ¿Por qué conservar al jaguar? .En R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, J. P. Crashaw Jr., A. R. Rabinowitz, K. Redford, J. G. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber, compiladores. El jaguar en el nuevo milenio. Fondo de Cultura Económica, México.
- Monroy-Vilchis, O., C. Rodríguez-Soto, M. Zarco-González, y V. Urios. 2007. Distribución, uso de hábitat y patrones de actividad del puma y jaguar en Estado de México.in G. Ceballos, C. Chávez, R. List, and H. Zarza, editores. Conservación y Manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas. Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Monroy-Vilchis, O., C. Rodríguez-Soto, M. Zarco-González, y V. Urios. 2009. Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in central Mexico. *Animal Conservation* **59**:145-157.

- Nelson, E. W., y E. A. Goldman. 1933. Revision of the jaguars. *Journal of Mammalogy*: 221-240.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* **4**:355-364
- Núñez, R., B. Miller, y F. Lyndzey. 2002. Ecología del jaguar en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala. Pages 107-126 *in* R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crashaw Jr., A. R. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber, compliladores. El jaguar en el nuevo milenio. Fondo de Cultura Económica, México.
- Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wiramanayake, N. D. Burgess, G. V. V. Powell, E. C. Underwood, J. A. D'amico, I. Itoua, H. E. Strand, J. C. Morrison, C. J. Loucks, T. E. Allnutt, T. H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W. W. Wettengel, P. Hedaq, y K. R. Kassem. 2001. Terrestrial ecoregions of the word: a new map of life on earth. *Bioscience* **51**: 933-938.
- Organization for Food and Agriculture of the United Nations (FAO). 2001. Global Forest Resources Assessment. ISSN 0258-6150, FAO Forestry Paper 140. Consultado en la página web: <http://www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp>, el día 24 abril 2009.
- Ortega-Huerta, M. A., y K. Medley. 1999. Landscape analysis of jaguar (*Panthera onca*) habitat using sighting records in the Sierra de Tamaulipas, Mexico. *Environmental Conservation* **26**:257–269.

- Ortega-Huerta, M. A., y A. T. Peterson. 2004. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern Mexico. *Diversity and Distribution* **10**:39-54.
- Pearson, R. G., C. J. Raxworthy, M. Nakamura, y T. A. Peterson. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* **34**:102-117.
- Peterson, A. T., M. Papes, y D. A. Kluza. 2003. Predicting the portential invasive distribution of four alien plant species in North America. *Weed Science* **51**:863-868.
- Peterson, T. A. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modelling. *The Condor* **103**:599-605.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson, y R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* **190**:231-259.
- Phillips, S. J., y M. Dudik. 2009. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* **31**:161-175.
- Portal de Datos de GBIF, www.gbif.net. 25-10-2008. *Panthera onca*. Colección de Mamíferos del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, México (MZFC, UNAM).
- Purvis, A., J. L. Gittleman, G. Cowlishaw, y G. M. Mace. 2000. Predicting extinction risk in declining species. *Procedings of Royal Society of London* **267**:1947-1952.
- Quintanar-Hinojosa, B. México Desconocido. No. 272 Octubre 1999 año XXIII.

- Rabinowitz, A. R. 1999. The Present Status of Jaguars (*Panthera Onca*) in the Southwestern United States. Southwestern Association of Naturalists **44**:96-100.
- Rabinowitz, A. R., y K. A. Zeller. 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. Biological Conservation **143**:939–945.
- Ramírez-Pulido, J., A. Martínez, y G. Urbano. 1977. Mamíferos de la Costa Grande de Guerrero, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México **48**:243-292.
- Rodríguez-Soto, C. 2010. Distribución potencial del jaguar (*Panthera onca*) en México: Identificación de zonas prioritarias para su conservación. Universidad Autonoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México.
- Rodríguez-Soto, C., O. Monroy-Vilchis, A. Falcucci, L. Maiorano, L. Boitani, J. C. Faller, M. Á. Briones, R. Núñez, O. Rosas-Rosas, y G. Ceballos. en revisión. Predicting potential distribution of the jaguar in Mexico: identification of priority areas for conservation. Diversity and Distribution.
- Rosas-Rosas, O., y J. H. López-Soto. 2002. Distribución y estado de conservación del jaguar en Nuevo León, México. Paginas 379-392. En R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw Jr., A. R. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber, compiladores. El jaguar en el nuevo milenio. Fondo de Cultura Económica, México.

- Sanderson, E. W., K. H. Redford, C. Chetkiewicz, R. Medellin, A. R. Rabinowitz, J. G. Robinson, y A. Taber. 2002. Planning to Save a Species: the Jaguar as a Model. *Conservation Biology* **16**:58-72.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs, y C. R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology* **5**:18-32.
- Schaller, G. B., y P. G. Crawshaw. 1980. Movement patterns of jaguars. *Biotropica* **12**:161-168.
- Segurado, P., y M. B. Araujo. 2004. An evaluation of methods for modeling species distributions. *Journal of Biogeography* **31**:1555-1568.
- SEMAREN. 2009. Programa estatal de vida silvestre. En línea: <http://www.guerrero.gob.mx/?P=programasgobierno&prg=9&org=>, consultado el 30 de Mayo del 2009.
- SEMAREN. 2007. Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guerrero (POET). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Guerrero, México.
- SEMARNAT. 2002. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2002, Protección ambiental, especies nativas de México, Flora y Fauna Silvestre categorías de riesgo y especificación por su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la Federación
- Seymour, K. L. 1989. *Panthera onca*. . *Mammalian Species* **340**:1-9.

- SiPaz. Servicio Internacional para la paz. 2010. Guerrero en Datos. Consultado de la página web: http://www.sipaz.org/gfini_esp.htm el día 5 marzo de 2009.
- Stabach, J. A., L. Nadine, y O. William. 2009. Modeling habitat suitability for Grey Crowned-cranes (*Balearica regulorum gibbericeps*) throughout Uganda. *International Journal of Biodiversity and Conservation* **1**:177-186.
- Sunquist, M., y F. Sunquist. 2001. Changing landscapes: consequences for carnivores. *En* Gittleman J. L, S. M. Funk, D. W. Macdonald, y R. K. Wayne, editores. *Carnivore Conservation*. Cambridge University.
- Sunquist, M., y F. Sunquist. 2002. *Wild Cats of the World* The University of Chicago press.
- Swank, W. G., y J. G. Teer. 1989. Status of the jaguar-1987. *Oryx* **23**:14-21.
- Tewes, M. E., y D. J. P. Schmidly. 1987. The neotropical felids: jaguar, ocelot, margay, and jaguarondi. Paginas 697-711. *En* M. Novak, J. A. Baker, M. E. Obbard, y B. Malloch, editores. *Wild furbearer management and conservation in North America*. Ontario Ministry of Natural Resources, Toronto, Canada.
- Thorn, J. S., V. Nijman, D. Smith, y K. A. Nekaris. 2009. Ecological niche modelling as a technique for assessing threats and setting conservation priorities for Asian slow lorises (Primates: *Nycticebus*). *Diversity and Distribution* **15**:289-298.
- UICN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <http://www.iucnredlist.org>.

UNEP-WCMC. (2005) *ANEP-WCMC Species database. CITES-listed species*.

<http://www.cites.org> consultado el 12 Enero 2009.

Valdez, R. A., Martínez-Mendoza, y O. Rosas-Rosas. 2002. Componentes históricos y actuales del hábitat del jaguar en el noreste de Sonora, México. *En* R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw Jr., A. R. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber, compiladores. El jaguar en el nuevo milenio. Fondo de Cultura Económica, México.

Velázquez, M. A., J. F. Mas, G. Díaz, y R. Mayorga. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. . *Gaceta ecológica* **62**:21-37.

Weber, W., y A. R. Rabinowitz. 1996. A Global Perspective on Large Carnivore Conservation. *Conservation Biology* **10**:1046-1054.

Wisz, M. S., R. J. Hijmans, A. T. Peterson, A. Graham, A. Guisan, y N. P. S. D. W. Group. 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions* **14**:763–773.

Apéndice

Lista de especies amenazadas presentes en el área para la conservación del jaguar en Guerrero, junto con las siglas en inglés de su criterio de amenaza: Preocupación menor (LC); Casi amenazado (NT); Vulnerable: (VU); En peligro (EN); En peligro crítico (CR).

Clase	Orden	Especie	Categoría UICN
Mamíferos	Carnivora	<i>Canis latrans</i>	LC
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	LC
		<i>Leopardus wiedii</i>	LC
		<i>Panthera onca</i>	NT
		<i>Puma concolor</i>	LC
		<i>Puma yagouaroundi</i>	LC
		<i>Conepatus leuconotus</i>	LC
		<i>Mephitis macroura</i>	LC
		<i>Spilogale pygmaea</i>	VU
		<i>Eira barbara</i>	LC
		<i>Lontra longicaudis</i>	DD
		<i>Mustela frenata</i>	LC
		<i>Bassariscus astutus</i>	LC
		<i>Bassariscus sumichrasti</i>	LC
		<i>Nasua narica</i>	DD
		<i>Potos flavus</i>	LC
		<i>Procyon lotor</i>	LC
	Artiodactyla	<i>Odocoileus virginianus</i>	LC
		<i>Pecari tajacu</i>	LC
	Chiroptera	<i>Balantiopteryx plicata</i>	LC
		<i>Diclidurus albus</i>	LC

<i>Saccopteryx bilineata</i>	LC
<i>Cynomops mexicanus</i>	LC
	LC
<i>Eumops underwoodi</i>	LC
<i>Molossus molossus</i>	LC
<i>Molossus pretiosus</i>	LC
<i>Molossus rufus</i>	LC
<i>Molossus sinaloae</i>	LC
<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	LC
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	LC
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	LC
<i>Nyctinomops macrotis</i>	LC
<i>Promops centralis</i>	LC
<i>Tadarida brasiliensis</i>	LC
<i>Mormoops megalophylla</i>	LC
<i>Pteronotus davyi</i>	LC
<i>Pteronotus parnellii</i>	LC
<i>Pteronotus personatus</i>	LC
<i>Natalus lanatus</i>	LC
<i>Natalus mexicanus</i>	LC
<i>Noctilio leporinus</i>	LC
<i>Anoura geoffroyi</i>	LC
<i>Artibeus aztecus</i>	LC
<i>Artibeus hirsutus</i>	LC
<i>Artibeus jamaicensis</i>	LC
<i>Artibeus lituratus</i>	LC
<i>Artibeus phaeotis</i>	LC

<i>Artibeus toltecus</i>	LC
<i>Chiroderma salvini</i>	LC
<i>Choeroniscus godmani</i>	LC
<i>Choeronycteris mexicana</i>	NT
<i>Desmodus rotundus</i>	LC
<i>Enchisthenes hartii</i>	LC
<i>Glossophaga commissarisi</i>	LC
<i>Glossophaga leachii</i>	LC
<i>Glossophaga morenoi</i>	LC
<i>Glossophaga soricina</i>	LC
<i>Glyphonycteris sylvestris</i>	LC
<i>Hylonycteris underwoodi</i>	LC
<i>Leptonycteris nivalis</i>	EN
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	VU
<i>Macrotus waterhousii</i>	LC
<i>Micronycteris microtis</i>	LC
<i>Musonycteris harrisoni</i>	VU
<i>Sturnira lilium</i>	LC
<i>Sturnira ludovici</i>	LC
<i>Uroderma magnirostrum</i>	LC
<i>Antrozous pallidus</i>	LC
<i>Eptesicus furinalis</i>	LC
<i>Eptesicus fuscus</i>	LC
<i>Idionycteris phyllotis</i>	LC
<i>Lasiurus blossevillii</i>	LC
<i>Lasiurus ega</i>	LC
<i>Lasiurus intermedius</i>	LC

Rodentia	<i>Myotis californicus</i>	LC
	<i>Myotis fortidens</i>	LC
	<i>Myotis thysanodes</i>	LC
	<i>Pipistrellus hesperus</i>	LC
	<i>Rhogeessa gracilis</i>	LC
	<i>Rhogeessa parvula</i>	LC
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	LC
	<i>Chironectes minimus</i>	LC
	<i>Didelphis virginiana</i>	LC
	<i>Tlacuatzin canescens</i>	LC
	<i>Cryptotis goldmani</i>	LC
	<i>Megasorex gigas</i>	LC
	<i>Sorex ixtlanensis</i>	DD
	<i>Sorex mediopua</i>	LC
	<i>Sorex veraecrucis</i>	LC
	<i>Sorex veraepacis</i>	LC
	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	LC
	<i>Sylvilagus insonus</i>	EN
	<i>Tamandua mexicana</i>	LC
	<i>Baiomys musculus</i>	LC
	<i>Handleyomys alfaroi</i>	LC
	<i>Handleyomys melanotis</i>	LC
	<i>Hodomys alleni</i>	LC
	<i>Megadontomys thomasi</i>	EN
	<i>Neotoma mexicana</i>	LC
	<i>Nyctomys sumichrasti</i>	LC
	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	LC

Reptiles	Squamata	<i>Oryzomys couesi</i>	LC
		<i>Osgoodomys banderanus</i>	LC
		<i>Ototylomys phyllotis</i>	LC
		<i>Peromyscus beatae</i>	LC
		<i>Peromyscus gratus</i>	LC
		<i>Peromyscus megalops</i>	LC
		<i>Reithrodontomys bakeri</i>	EN
		<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	LC
		<i>Reithrodontomys megalotis</i>	LC
		<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	LC
		<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	LC
		<i>Sigmodon alleni</i>	VU
		<i>Sigmodon mascotensis</i>	LC
		<i>Tylomys nudicaudus</i>	LC
		<i>Orthogeomys grandis</i>	LC
		<i>Liomys irroratus</i>	LC
		<i>Liomys pictus</i>	LC
		<i>Mus musculus</i>	LC
		<i>Abronia martindelcampoi</i>	EN
		<i>Anolis adleri</i>	LC
		<i>Anolis dunni</i>	LC
		<i>Anolis gadovi</i>	LC
		<i>Anolis liogaster</i>	LC
		<i>Anolis microlepidotus</i>	LC
		<i>Anolis nebulosus</i>	LC
		<i>Anolis omiltemanus</i>	LC
		<i>Aspidoscelis costatus</i>	LC

<i>Aspidoscelis guttata</i>	LC
<i>Bipes tridactylus</i>	LC
<i>Cerrophidion barbouri</i>	EN
<i>Coniophanes piceivittis</i>	LC
<i>Conophis vittatus</i>	LC
<i>Conopsis megalodon</i>	LC
<i>Crotalus intermedius</i>	LC
<i>Crotalus ravus</i>	LC
<i>Drymarchon melanurus</i>	LC
<i>Eumeces brevirostris</i>	LC
<i>Eumeces ochoterenae</i>	LC
<i>Geophis omiltemanus</i>	LC
<i>Heloderma horridum</i>	LC
<i>Leptodeira maculata</i>	LC
<i>Leptophis diplotropis</i>	LC
<i>Manolepis putnami</i>	LC
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	LC
<i>Mesaspis gadovii</i>	LC
<i>Micrurus browni</i>	LC
<i>Micrurus distans</i>	LC
<i>Micrurus laticollaris</i>	LC
<i>Ophryacus undulatus</i>	VU
<i>Phyllodactylus delcampoi</i>	LC
<i>Phyllodactylus lanei</i>	LC
<i>Pseudoficimia frontalis</i>	LC
<i>Pseudoleptodeira latifasciata</i>	LC
<i>Rhadinaea hesperia</i>	LC

<i>Rhadinaea omiltemana</i>	DD
<i>Rhadinaea taeniata</i>	LC
<i>Rhadinophanes monticola</i>	LC
<i>Salvadora intermedia</i>	LC
<i>Salvadora lemniscata</i>	LC
<i>Salvadora mexicana</i>	LC
<i>Sceloporus adleri</i>	LC
<i>Sceloporus formosus</i>	LC
<i>Sceloporus grammicus</i>	LC
<i>Sceloporus horridus</i>	LC
<i>Sceloporus melanorhinus</i>	LC
<i>Sceloporus mucronatus</i>	LC
<i>Sceloporus ochoterenae</i>	LC
<i>Sceloporus siniferus</i>	LC
<i>Sceloporus stejnegeri</i>	LC
<i>Sceloporus utiformis</i>	LC
<i>Stenorrhina freminvillei</i>	LC
<i>Storeria storerioides</i>	LC
<i>Tantilla calamarina</i>	LC
<i>Tantilla coronadoi</i>	LC
<i>Thamnophis chrysocephalus</i>	LC
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	LC
<i>Thamnophis godmani</i>	LC
<i>Thamnophis valida</i>	LC
<i>Trimorphodon tau</i>	LC
<i>Tropidodipsas annulifera</i>	LC
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	LC

Anfibios	Caudata	<i>Pituophis deppei</i>	LC
		<i>Bolitoglossa hermosa</i>	NT
		<i>Pseudoeurycea ahuitzotl</i>	CR
		<i>Pseudoeurycea bellii</i>	VU
		<i>Pseudoeurycea mixcoatl</i>	DD
		<i>Pseudoeurycea tenchalli</i>	EN
		<i>Pseudoeurycea teotepec</i>	EN
		<i>Pseudoeurycea tlahcuiloh</i>	CR
		<i>Thorius grandis</i>	EN
		<i>Thorius infernalis</i>	CR
		<i>Thorius omiltemi</i>	EN
		<i>Incilius cycladen</i>	VU
		<i>Incilius gemmifer</i>	EN
		<i>Incilius marmoreus</i>	LC
		<i>Rhinella marina</i>	LC
	Anura	<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	LC
		<i>Craugastor augusti</i>	LC
		<i>Craugastor guerreroensis</i>	CR
		<i>Craugastor mexicanus</i>	LC
		<i>Craugastor omiltemanus</i>	EN
		<i>Craugastor rugulosus</i>	LC
		<i>Craugastor uno</i>	EN
		<i>Eleutherodactylus dixonii</i>	CR
		<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	LC
		<i>Eleutherodactylus pipilans</i>	LC
		<i>Charadrahyla trux</i>	CR

	<i>Dendropsophus sartori</i>	LC
	<i>Diaglena spatulata</i>	LC
	<i>Exerodonta juanitae</i>	VU
	<i>Exerodonta melanomma</i>	VU
	<i>Exerodonta pinorum</i>	VU
	<i>Exerodonta sumichrasti</i>	LC
	<i>Hyla arboricola</i>	DD
	<i>Hyla arenicolor</i>	LC
	<i>Pachymedusa dacnicolor</i>	LC
	<i>Plectrohyla bistincta</i>	LC
	<i>Plectrohyla hazelae</i>	CR
	<i>Plectrohyla mykter</i>	EN
	<i>Plectrohyla thorectes</i>	CR
	<i>Ptychohyla erythromma</i>	EN
	<i>Ptychohyla leonhardschultzei</i>	EN
	<i>Scinax staufferi</i>	LC
	<i>Smilisca baudinii</i>	LC
	<i>Tlalocohyla smithii</i>	LC
	<i>Leptodactylus fragilis</i>	LC
	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	LC
	<i>Gastrophryne usta</i>	LC
	<i>Hypopachus variolosus</i>	LC
	<i>Lithobates berlandieri</i>	LC
	<i>Lithobates forreri</i>	LC
	<i>Lithobates omiltemanus</i>	CR
	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	LC