

Evaluación de la Viabilidad de la Población y del Hábitat del Jaguar del Norte

Marzo 2011



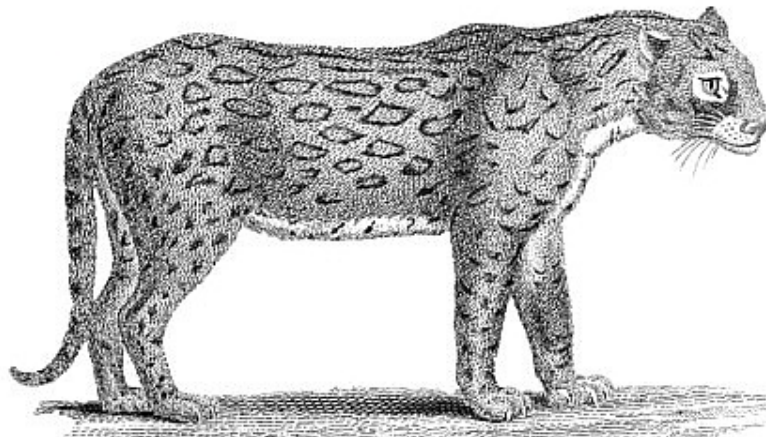
Reporte
Final
del Taller



Jaguar del Norte (*Panthera onca*) Taller de Evaluación de Población y Hábitat

Marzo, 1 – 4, 2011
The Rex Ranch
Amado, Arizona, Estados Unidos de América

REPORTE FINAL DEL TALLER



Organización del Taller:

Equipo de Recuperación del Jaguar del Norte,
Servicio de Pesca y Fauna Silvestre de los Estados Unidos de América

Taller Diseñado y Facilitado por:

IUCN / SSC Grupo Especialista en Conservación y Cría

Apoyo al Taller:

Servicio de Pesca y Fauna Silvestre de los Estados Unidos de América
Proyecto Jaguar del Norte



Fotografías cortesía de Erin Fernandez, Servicio de Pesca y Fauna Silvestre de los Estados Unidos de América y Carlos López-González, Universidad de Querétaro

Una contribución de IUCN/SSC Grupo Especialista de Conservación y Cría, en colaboración con el Servicio de Pesca y Fauna Silvestre de Estados Unidos de América.

Fernandez, E., H. Quigley, C. López González, E. Sanderson, K. Fisher, P. Beier, T. Johnson, L. Carrillo and P. Miller (eds.) 2011. *Taller de Evaluación de Población y Hábitat del Jaguar del Norte (Panthera onca): Reporte Final*. IUCN/SSC Grupo Especialista de Conservación y Cría, Apple Valley, MN.

Traducido por: *Luis Carrillo, CBSG - Oficina Regional México*

La UICN promueve reuniones, talleres y otros foros para la consideración y el análisis de temas relacionados a conservación y piensa que los reportes generados en esas reuniones son más útiles cuando son distribuidos. Las opiniones y recomendaciones expresadas en este reporte reflejan los temas discutidos e ideas expresadas por los participantes en el taller y no necesariamente reflejan las políticas formales de UICN, sus Comisiones, su Secretariado o sus miembros.

© Copyright CBSG 2011

Copias adicionales del *Taller de Evaluación de Población y Hábitat del Jaguar del Norte (Panthera onca): Reporte Final* pueden ser ordenadas a través de IUCN/SSC Grupo Especialista de Conservación y Cría, 12101 Johnny Cake Ridge Road, Apple Valley, MN 55124, USA www.cbsg.org.

Consejo de Conservación de CBSG

Estos generosos contribuyentes hacen posible el trabajo de CBSG



\$50,000 y más

Chicago Zoological Society
-Chairman Sponsor

\$20,000 y más

Minnesota Zoological Garden
-Office Sponsor
Omaha's Henry Doorly Zoo
Saint Louis Zoo
Toronto Zoo
Zoological Society of London

\$15,000 y más

Columbus Zoo & Aquarium - The WILDS
Disney's Animal Kingdom
SeaWorld Parks & Entertainment
Wildlife Conservation Society
World Association of Zoos and Aquariums (WAZA)

\$10,000 y más

San Diego Zoo Global

\$5,000 y más

Al Ain Wildlife Park & Resort
British and Irish Association of Zoos and Aquariums (BIAZA)
Chester Zoo
Cleveland Metroparks Zoo
Evenson Design Group
Linda Malek
Point Defiance Zoo & Aquarium
Sedgwick County Zoo
Toledo Zoo

\$2,000 y más

Allwetterzoo Münster
Auckland Zoological Park
Bristol Zoo Gardens
Copenhagen Zoo
Dallas Zoo
Dickerson Park Zoo
Gladys Porter Zoo
Hong Kong Zoological & Botanical Gardens
Japanese Association of Zoos & Aquariums (JAZA)
Marwell Wildlife
Milwaukee County Zoo
North Carolina Zoological Park
Paignton Zoo
Phoenix Zoo
Royal Zoological Society of Antwerp
Schönbrunner Tiergarten – Zoo Vienna
Taronga Conservation Society Australia
Twycross Zoo
Union of German Zoo Directors (VDZ)

Wassenaar Wildlife Breeding Centre
Wilhelma Zoo
Zoo & Aquarium Association
Zoo Zürich
Zoologischer Garten Köln

\$1,000 y más

Aalborg Zoo
Akron Zoological Park
Audubon Zoo
Central Zoo Authority, India
Colchester Zoo
Conservatoire pour la Protection des Primates
Cotswold Wildlife Park
Detroit Zoological Society
Everland Zoological Gardens
Fort Wayne Children's Zoo
Fota Wildlife Park
Givskud Zoo
International Animal Exchange, Inc.
Kansas City Zoo
Laurie Bingaman Lackey
Los Angeles Zoo
Nordens Ark
Ocean Park Conservation Foundation
Palm Beach Zoo at Dreher Park
Parco Natura Viva – Garda Zoological Park
Perth Zoo
Philadelphia Zoo
Pittsburgh Zoo & PPG Aquarium
Prudence P. Perry
Ringling Bros., Barnum & Bailey
Rotterdam Zoo
Royal Zoological Society of Scotland – Edinburgh Zoo
Saitama Children's Zoo
San Antonio Zoo
Seoul Zoo
Swedish Association of Zoological Parks & Aquaria (SAZA)
Taipei Zoo
The Living Desert
Thrigby Hall Wildlife Gardens
Woodland Park Zoo
Zoo Frankfurt
Zoo Madrid – Parques Reunidos
Zoological Society of Wales – Welsh Mountain Zoo
Zoologischer Garten Rostock
Zoos South Australia

\$500 y más

Banham Zoo
Brandywine Zoo
Cincinnati Zoo & Botanical Garden
Edward & Marie Plotka
Friends of the Rosamond Gifford Zoo

GaiaPark – Kerkrade Zoo
Jacksonville Zoo & Gardens
Katey & Mike Pelican
Knuthenborg Park & Safari
Lisbon Zoo
Little Rock Zoo
Odense Zoo
Oregon Zoo
Ouwehands Dierenpark
Riverbanks Zoo & Garden
Wellington Zoo
Wildlife World Zoo & Aquarium
Zoo de la Palmyre

\$250 y más

Alice Springs Desert Park
Apenheul Primate Park
Arizona-Sonora Desert Museum
Bramble Park Zoo
David Traylor Zoo of Emporia
Ed Asper
International Centre for Birds of Prey
Lee Richardson Zoo
Lincoln Park Zoo
Mark Barone
Mohawk Fine Papers
Racine Zoological Gardens
Roger Williams Park Zoo
Rolling Hills Wildlife Adventure
Sacramento Zoo
Tautphaus Park Zoo
Tokyo Zoological Park Society

\$100 y más

African Safari – France
Chahinkapa Zoo
Darmstadt Zoo
Elaine Douglass
Lion Country Safari
Miami Metrozoo
Safari de Peaugres
Steinhart Aquarium
Steven J. Olson
Touroparc – France

\$50 y más

Alameda Park Zoo
Vicki Scheunemann
Stiftung Foundation for Tropical Nature & Species Conservation

\$25 y más

JE Schwolow

Marzo 31, 2011

Jaguar del Norte (*Panthera onca*) Taller de Evaluación de Población y Hábitat

Marzo, 1 – 4, 2011

Amado, Arizona, Estados Unidos de América

Contenido

I	Resumen Ejecutivo.....	3
II	Reporte del Grupo de Trabajo: Análisis de Viabilidad de Población y Hábitat.....	11
III	Reporte del Grupo de Trabajo: Interacción Humano – Jaguar.....	29
IV	Reporte del Grupo de Trabajo: Manejo del Hábitat del Jaguar.....	43
V	Apéndices	
	A. Mapeo Digital en Apoyo a la Planeación de Recuperación del Jaguar del Norte .	55
	B. Lista de Participantes del Taller.....	77
	C. Respuesta de los Participantes del Taller a las Preguntas de la Introducción.....	79
	D. Análisis de Viabilidad Poblacional y Modelos de Simulación.....	83

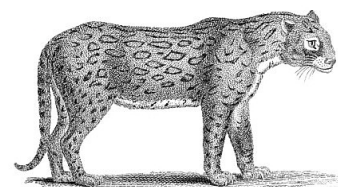


Jaguar del Norte (*Panthera onca*) Taller de Evaluación de Población y Hábitat

Marzo, 1 – 4, 2011
Amado, Arizona, Estados Unidos de América



I Resumen Ejecutivo



Jaguar del Norte (*Panthera onca*) Taller de Evaluación de Población y Hábitat

Resumen Ejecutivo

Introducción

El jaguar (*Panthera onca*) fue inicialmente listado en el Acta de Conservación de Especies Amenazadas de 1969, y en 1997 fue subsecuentemente designado como especie amenazada fuera de los Estados Unidos de América bajo el Acta de Especies Amenazadas de 1973 (ESA). Esta protección fue extendida a los jaguares dentro de los Estados Unidos de América en 1997. La Región Suroeste del Servicio de Fauna Silvestre y Pesca de los Estados Unidos de América (Servicio) tiene el liderazgo para la recuperación de esta especie para los propósitos de conformidad de la ESA. El jaguar fue integrado al Plan de Recuperación de la Felinos Listados de Texas y Arizona (*con énfasis en el Ocelote*) (Servicio de Fauna Silvestre y Pesca de Estados Unidos de América, 1990), pero solamente solo fueron presentadas información general y recomendaciones para evaluar el estatus del jaguar en USA y México, y proteger y manejar hábitat ocupado y potencial en USA. No se presentaron criterios específicos de recuperación o acciones para el jaguar. Como tal, el Servicio está desarrollando actualmente un plan de recuperación para el jaguar con énfasis en la especie en la porción norte de su rango. Para iniciar e informar de estos esfuerzos el Servicio se interesó en llevar a cabo un par de talleres, un Taller de Análisis de Viabilidad Poblacional (PVA) donde información detallada en dinámica poblacional y opciones de manejo son evaluadas utilizando herramientas de simulación computarizada, y un taller de Análisis de la Viabilidad de la Población y Hábitat (PHVA) para el jaguar del norte, con miembros del Equipo Binacional de Recuperación del Jaguar dirigido por el Servicio en donde se discutieron los resultados del PVA y sus implicaciones en el contexto de la planeación de recuperación de la especie.

Las metas específicas del Análisis de Viabilidad Poblacional y del Análisis de la Viabilidad de la Población y Hábitat incluyeron:

- Conducir un PVA con el Sub-Grupo Técnico del Equipo de Recuperación del Jaguar y resumir y utilizar los resultados de este para su uso en el PHVA.
- Conducir un PHVA con los Sub-Grupos Técnico y de Implementación del Equipo de Recuperación del Jaguar.
- Reunir tanta información como sea posible acerca de jaguares y conservación de jaguares en la porción norte de su rango.
- Identificar el rango de retos para la recuperación exitosa de jaguares en la porción norte del rango de la especie (oeste y noroeste de México hacia el suroeste de los Estados Unidos de América).
- Listar metas a largo plazo y acciones a corto plazo que colectivamente faciliten la recuperación del jaguar en la porción norte de su rango.

El Grupo Especialista de Conservación y Cría (CBSG), parte de la Comisión de Supervivencia de Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN, fue invitado para proveer su experiencia en la metodología del PVA y para el diseño y facilitación de talleres PHVA.

Proceso del Taller

Los procesos de los talleres PVA y PHVA de CBSG proveen un ambiente objetivo, conocimiento experto y facilitación neutral que apoyan compartir información entre instituciones y grupos de interesados, fomenta el acuerdo en los problemas e información y permite a los partes interesadas a hacer

recomendaciones prácticas de manejo para la especie y el hábitat bajo consideración. Este enfoque ha sido muy exitoso en desenterrar e integrar información no publicada que frecuentemente es de gran valor para el proceso de toma de decisiones. Este enfoque de taller interactivo y participativo apoya y promueve conservación efectiva al fomentar la creación de planes de manejo de la especie y el apoyo político y social de gente local necesaria para implementar estos planes. Además, la simulación de modelos del PVA es una herramienta importante en este proceso y provee una plataforma para probar suposiciones, calidad de datos y escenarios alternos de manejo.

En anticipación al Taller PHVA, CBSG lideró una reunión de PVA en Enero, 2011 para empezar con el proceso de desarrollar en consenso una serie de datos en la biología y ecología del jaguar, así como una serie de modelos de simulación de la dinámica población del jaguar. Durante esta reunión preliminar, biólogos y especialistas en SIG de la Wildlife Conservation Society (WCS) empezaron a construir una base de datos detallada de avistamientos históricos de jaguares y registros de eventos que fueron usados en conjunto para herramientas de modelaje de hábitat para proveer estimados iniciales de asociaciones de hábitat del jaguar y valores de idoneidad de hábitat regional. A partir de este modelo simple de hábitat, se pudieron proponer estimados de capacidad del jaguar para varias subunidades de hábitat extendiéndose desde el centro-oeste de México al sureste de Arizona y el extremo suroeste de Nuevo Mexico. Estos análisis proveyeron datos valiosos y resultados que pasaron a ser el foco central del taller de Marzo.

El taller PHVA comenzó el 1 de Marzo del 2011 en el Rex Ranch cerca de Amado, Arizona con aproximadamente 35 participantes, incluyendo miembros de ambos subgrupos del Equipo de Recuperación del Jaguar, así como algunos representantes del Servicio. Los participantes fueron escogidos para representar una amplia gama de partes interesadas en el tema y considerados como valiosos para el proceso de planeación de recuperación de la especie. Después de la ceremonia de apertura realizada por los Co-líderes del Equipo de Recuperación Howard Quigley y Carlos López González, los se les pidió a los participantes que identificaran los problemas que ellos pensaban son más cruciales para el éxito de recuperación del jaguar en la parte norte de su rango. Algunos participantes realizaron una serie de presentaciones en tópicos que abarcaron desde el sistema regulatorio a planeación de recuperación hasta el estado de poblaciones de jaguar y su conservación en el norte de México y suroeste de Estados Unidos de América. Eric Sanderson y Kim Fisher de WCS resumieron su trabajo de modelamiento de hábitat y un resumen del PVA fue presentado por Philip Miller de CBSG. Después Luis Carrillo de CBSG- Oficina Regional de México, introdujo al grupo al proceso general del taller y lideró la discusión de donde se generaron tres grupos de trabajo que llevarían a cabo actividades en paralelo por el resto del taller: análisis de viabilidad de la población del jaguar, interacción humano – jaguar y manejo del hábitat del jaguar. Todos los participantes del taller fueron invitados a escoger un grupo al que unirse. A través de este proceso de auto-selección, se les dio oportunidad a los participantes de contribuir con su información y perspectiva de la manera más efectiva posible.

En la tarde del primer día del taller, los grupos de trabajo comenzaron a mover a través de una serie de tareas estructuradas que fueron establecidas por el facilitador. Primero se le pidió a cada grupo que ampliaran los problemas relevantes identificados anteriormente, que identificaran nuevos retos de importancia a su tópico específico y que luego los priorizaran de acuerdo a criterios acordados. Los grupos se llevaron posteriormente a una plenaria y cada uno de ellos compartió su información y le fue permitido realizar comentarios y puntos de vista con sus compañeros. Este proceso de sesiones de grupos de trabajo seguidos por una discusión en plenaria continuó a lo largo del taller.

Una vez que fueron identificados los problemas, los participantes empezaron a ensamblar información pertinente a sus problemas priorizados de manera de identificar fuentes específicas de datos, suposiciones presumidas y vacíos de información obvios. Este elemento del proceso mejora de gran manera la identificación de prioridades de manejo y/o investigación para la especie en el contexto más amplio de recuperación.

Cada grupo de trabajo propuso entonces metas diseñadas para atacar los problemas priorizados que fueron identificados previamente. Seguido a este proceso, las metas priorizadas fueron llevadas a sesión plenaria donde fueron presentadas y discutidas. A todos los participantes del taller se les solicitó entonces dar su impresión general de la importancia de las metas basados en la importancia de su realización para la recuperación exitosa del jaguar en la porción norte de su rango. Esto fue realizado al darle a cada participante un juego de calcomanías de colores y pedirles que las distribuyeran entre las metas que les parecieran más importantes de lograr. Ya que esas metas están directamente relacionadas a los problemas identificados previamente, el diseño del taller facilita la resolución de las necesidades de las partes interesadas de una manera clara y estructurada.

Con las metas en mano, cada grupo de trabajo empezó entonces la tarea de identificar acciones específicas para poder lograr las metas. Estas acciones tienen incluidos detalles importantes tales como los individuos responsables del avance de la acción, una línea de tiempo para terminar las acciones, colaboradores importantes y obstáculos específicos a superar si la acción se completa. Con este nivel de detalle, esos actores y agencias responsables de la recuperación de la especie tienen un juego valioso de recomendaciones exhaustivas para guiar el éxito de la gestión a futuro.

Resultados del Taller

Modelaje de Hábitat y Análisis de Viabilidad Poblacional

Expertos de la WCS guiaron el desarrollo de una base de datos de observaciones relevantes de jaguar desde tiempos históricos hasta el presente, así como una base de datos para un sistema de información geográfica (SIG) de datos espaciales apropiados para el mapeo del rango del jaguar y considerando preguntas para su conservación y recuperación. Usando estos datos, fue creado un modelo de hábitat relativamente simple para jaguares que viven desde el oeste de México al suroeste de USA que fue basado en una modificación de un modelo existente para jaguares en Arizona. Los participantes del taller desarrollaron un sistema de subunidades espacialmente explícito dentro de la definición del Equipo de Recuperación de una unidad de análisis que cruza la frontera de México/USA (esta unidad de análisis puede ser considerada una “Unidad de Recuperación”, como se describe en la Guía de Planeación de Recuperación del Servicio, para propósitos de planeaciones de recuperación bajo la ESA).

Esas subunidades corresponden a las sub-poblaciones descritas en la serie de modelos de metapoblación desarrollados por el grupo de trabajo. Se utilizó la mejor información disponible de biología y ecología del jaguar para proporcionar parámetros estimados para una serie de modelos de simulación usando el programa de PVA *VORTEX*. Cada simulación incluyó estimados de demografía específica de una unidad de sub-población dada, que van desde Jalisco en el oeste de México al sur de Arizona y Nuevo México en USA. Se permitió que los individuos se dispersaran entre unidades de sub-población, ofreciendo así la oportunidad de estudiar las dinámicas de la metapoblación, incluyendo las condiciones necesarias para el establecimiento de poblaciones de jaguar al norte y al sur de poblaciones reproductivas en Jalisco y Sonora.

Modelaje de Hábitat y Análisis de Viabilidad Poblacional

Expertos de la WCS guiaron el desarrollo de una base de datos de observaciones relevantes de jaguar desde tiempos históricos hasta el presente, así como una base de datos para un sistema de información geográfica (SIG) de datos espaciales apropiados para el mapeo del rango del jaguar y considerando preguntas para su conservación y recuperación. Usando estos datos, fue creado un modelo de hábitat relativamente simple para jaguares que viven desde el oeste de México al suroeste de USA que fue basado en una modificación de un modelo existente para jaguares en Arizona. Los participantes del taller desarrollaron un sistema de subunidades espacialmente explícito dentro de la definición del Equipo de Recuperación de una unidad de análisis que cruza la frontera de México/USA (esta unidad de análisis

puede ser considerada una “Unidad de Recuperación”, como se describe en la Guía de Planeación de Recuperación del Servicio, para propósitos de planeaciones de recuperación bajo la ESA).

Esas subunidades corresponden a las sub-poblaciones descritas en la serie de modelos de metapoblación desarrollados por el grupo de trabajo. Se utilizó la mejor información disponible de biología y ecología del jaguar para proporcionar parámetros estimados para una serie de modelos de simulación usando el programa de PVA *VORTEX*. Cada simulación incluyó estimados de demografía específica de una unidad de sub-población dada, que van desde Jalisco en el oeste de México al sur de Arizona y Nuevo México en USA. Se permitió que los individuos se dispersaran entre unidades de sub-población, ofreciendo así la oportunidad de estudiar las dinámicas de la metapoblación, incluyendo las condiciones necesarias para el establecimiento de poblaciones de jaguar al norte y al sur de poblaciones reproductivas en Jalisco y Sonora.

Interacción Humano – Jaguar

Los participantes del grupo de trabajo reconocieron la divergencia considerable de opiniones y perspectivas entre los diferentes involucrados en esta región con respecto a la percepción, protección y conservación del jaguar. En un nivel general, los involucrados no están de acuerdo en metas para localizar recursos, o en los métodos para priorizarlos. Más directamente, los participantes identificaron la asociación algunas veces dificultosa de jaguares y ganado en el norte de México. La depredación de ganado promueve actitudes negativas hacia los jaguares que significativamente amenazan la viabilidad de estrategias de manejo que se enfocan en crear condiciones favorables para la expansión de la población de jaguar. A nivel internacional, se reconoce que la cooperación entre Estados Unidos de América y México en abordar temas de conflicto del jaguar y la planeación de conservación es pobre, llevando a un progreso lento en el establecimiento de actividades de manejo de poblaciones de fauna silvestre.

Para atacar estas preocupaciones, los participantes del grupo de trabajo recomendaron la expansión de fondos necesarios para promover las actividades conservacionistas más efectivas a ambos lados de la frontera. Con mayor capacidad financiera, sería posible coordinar reuniones entre agencias de gobierno, ONGs, dueños de tierra y académicos en cada región para promover el intercambio de información, perspectivas y filosofía que proveerá una base más segura para planeación de conservación futura. Además, se debe adoptar un proceso para la integración de documentos de planeación de recuperación mexicanos y norteamericanos de manera que ambas partes sepan dónde están las prioridades internacionales y qué debe hacerse para atacarlas. Esto debe también incluir otras estrategias y planes con traducción de todos los documentos al español y al inglés.

El grupo también recomendó que la cacería de jaguares deberá ser reducida en un 50% en los próximos años, con similares reducciones en las tasas de depredación de ganado por parte de los jaguares. Un componente crítico de este plan involucrará programas de compensación más efectivos para aquellos ganaderos que pierdan ganado por depredación por parte de jaguares. El desarrollo de programas de educación ambiental exhaustivos para habitantes locales, en combinación con programas designados para crear incentivos económicos para la conservación del jaguar, son vistos como elementos vitales de estrategias a largo plazo para elevar la conciencia y actitudes positivas hacia la especie en todo el norte de México.

Manejo del Hábitat del Jaguar

Los participantes del grupo de trabajo reconocieron que hay una ausencia general de manejo efectivo del hábitat del jaguar en campo, mayormente por la incertidumbre que tienen los expertos en los detalles de uso del hábitat por el jaguar y los factores influenciando sus dinámicas de dispersión. Un foco importante de estudio aquí podría involucrar cómo la dinámica de las presas del jaguar determina el uso del hábitat por el jaguar, y el grado al cual la competencia entre el jaguar y otros depredadores como los pumas influencia el uso del hábitat del jaguar. Además, hay una falta de información acerca de los efectos que

las actividades humanas, incluyendo actividades ilegales y de aplicación de la ley, tienen sobre los jaguares, el uso del hábitat del jaguar y la dinámica y dispersión de la población.

Además de recomendaciones dirigidas al mejoramiento de la participación de los dueños de tierra en la conservación del jaguar a través de la derivación de incentivos, el grupo de trabajo desarrolló una serie de propuestas de programas de investigación enfocados al incremento de nuestro entendimiento del uso del hábitat del jaguar y las maneras como las actividades mediadas por humanos amenazan esos procesos naturales. Se designarán estudios específicos para entender la competencia por las presas entre jaguar y puma y a entender cómo la dinámica de la población de presas influencia procesos asociados a la población de jaguar. Otros estudios se enfocaran en el entender cómo la disponibilidad de agua y la estructura de la vegetación determinan la distribución y abundancia del jaguar de acuerdo a las predicciones usadas por el modelo de hábitat simple desarrollado por el grupo de trabajo de PVA. Finalmente, se propusieron estudios para entender las necesidades de hábitat/corredores para jaguares machos y hembras, y para determinar tendencias latitudinales en el uso del hábitat a través de la porción norte del rango de la especie.

La totalidad de las metas desarrolladas por cada grupo de trabajo pueden encontrarse en el reporte de cada uno de los grupos de trabajo dentro de este documento. El proceso de priorización plenaria discutido anteriormente develó los siguientes cinco enunciados como los que tienen mayor prioridad en el amplio programa de conservación en la porción norte del rango de la especie:

1. Desarrollar Fuentes seguras de financiamiento que puedan ser usadas en ambos lados de la frontera en áreas focales que generarían el mayor valor de conservación.
2. Fortalecer la conservación del hábitat para los jaguares.
3. Continuar el análisis de uso de hábitat por los jaguares para iniciar estudios más rigurosos de uso de hábitat en la porción norte del rango del jaguar.
 - a. Identificar necesidades de hábitat (parámetros)
 - b. Entender necesidades de hábitat
4. Continuar y expandir los sitios de estudio para obtener estimados más rigurosos de edades y tasas vitales específicas a cada región, incluyendo variaciones año con año en esas tasas (mortalidad, fecundidad, etc.).
 - a. Tasas de cacería/depredación
 - b. Tasas y distancia de dispersión específicas para género
5. Mejorar la comunicación y colaboración entre los actores involucrados.

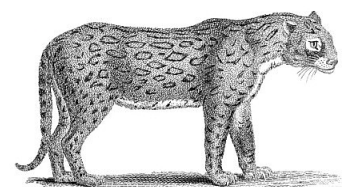
Al combinar el uso de análisis científico riguroso de los datos biológicos existentes y la discusión estructurada de las necesidades de los diversos ámbitos de los involucrados este taller PHVA es una herramienta útil para iniciar los esfuerzos de planeación de recuperación en el centro-oeste y noroeste de México y suroeste de los Estados Unidos de América. Aquellos involucrados en su organización e implementación esperan que sirva como modelo para otros esfuerzos de planeación en otras porciones de su rango y para otras especies que habitan la misma área geográfica.

Jaguar del Norte (*Panthera onca*) Taller de Evaluación de Población y Hábitat

Marzo, 1 – 4, 2011
Amado, Arizona, Estados Unidos de América



II Reporte del Grupo de Trabajo: Análisis de Viabilidad Poblacional del Jaguar del Norte



Reporte del Grupo de Trabajo : Análisis de Viabilidad Poblacional del Jaguar del Norte

Participantes del Grupo de Trabajo:

Paul Beier, Northern Arizona University
Erin Fernandez, US Fish and Wildlife Service
Kim Fisher, Wildlife Conservation Society
Carlos López-González, Universidad de Querétaro
Phil Miller, Conservation Breeding Specialist Group
Howard Quigley, Panthera
Becky Raboy, Conservation Breeding Specialist Group
Eric Sanderson, Wildlife Conservation Society

Temas de Preocupación

1. Tenemos duda acerca de los límites de las sub-unidades del mapa actual.
2. No sabemos cómo llamar al área focal una vez que esté delineada para los propósitos de este taller; ¿una unidad de recuperación o de manejo?
3. Tenemos dudas si las medidas de idoneidad del hábitat son tan exactas como sea posible o no usando la información disponible.
4. No tenemos suficientes datos para justificar estimados de densidad de hábitat y sub-unidades y demografía poblacional.
5. No tenemos un entendimiento completo de parámetros demográficos y ecológicos del jaguar que nos permita desarrollar un PVA más certero y significativo
6. No entendemos cómo el cambio climático puede afectar los parámetros ecológicos y demográficos de importancia para nuestro PVA.

Parámetros Base de Ingreso para los Modelos de Simulación de Viabilidad Poblacional

El análisis de viabilidad poblacional (PVA) puede ser una herramienta extremadamente útil para investigar dinámicas de demografía actuales y futuras de poblaciones de jaguar en la porción norte del rango de la especie. La necesidad para y las consecuencias de estrategias de manejo alternativo pueden ser modelados para sugerir qué prácticas pueden ser las más efectivas para manejar las poblaciones del jaguar del norte. *VORTEX*, un programa de simulación escrita para el PVA, fue usado acá como un vehículo para estudiar la interacción de un número de historia de vida y parámetros de población, y para probar los efectos de escenarios de manejo seleccionados.

El paquete de *VORTEX* es una simulación de los efectos de un número de diferentes fuerzas tanto naturales como mediadas por el hombre – algunas por definición, actuando impredeciblemente de año en año – en la salud e integridad de las poblaciones silvestres. *VORTEX* modela las dinámicas poblacionales como eventos secuenciales discretos (p.ej. nacimientos, muerte, relación de sexo entre crías, catástrofes, etc.) que suceden de acuerdo a probabilidades definidas. Las probabilidades de los eventos son modelados como variables constantes o al azar que siguen distribuciones específicas. El paquete simula una población al recrear una serie de eventos esenciales que describe ciclos de vida típicos de organismos reproductivos.

Las metodologías PVA como el sistema *VORTEX* no pretenden dar “respuestas” absolutas y exactas para las que el futuro traerá para una especie o población de fauna silvestre. Esta limitación nace simplemente de dos hechos fundamentales acerca del mundo natural: su inherente imprevisibilidad es su comportamiento detallado; y nosotros nunca entenderemos completamente su mecanismo preciso. Consecuentemente, muchos investigadores tienen precaución acerca del uso exclusivo de los resultados de un PVA de manera de promover acciones de manejo específicas para especies amenazadas (p. ej. Ludwig 1999; Beissinger and McCullough 2002; Reed et al. 2002; Ellner et al. 2002; Lotts et al. 2004). En vez de esto, el verdadero valor de un análisis de este tipo descansa en el ensamblaje y análisis críticos de la información disponible de la especie y su ecología, y en la habilidad de comparar las medidas cuantitativas del desarrollo de la población que emergen de un grupo de simulaciones, con cada simulación representando un escenario específico y sus suposiciones inherentes acerca de los datos disponibles y un método propuesto de manejo de población y/o paisaje. La interpretación de este tipo de resultados depende fuertemente de nuestro conocimiento de la biología del jaguar, las condiciones ambientales afectando a la especie y posibles cambios futuros en estas condiciones.

El sistema *VORTEX* para conducir análisis de viabilidad poblacional es una herramienta flexible y accesible que puede ser adaptada para una amplia variedad de tipos de especies e historias de vida como la situación lo amerite. El programa ha sido usado alrededor del mundo tanto en aplicaciones de enseñanza e investigación y es un método confiable para asistir en la definición de metodologías prácticas de manejo de fauna silvestre. Para una explicación más detallada de *VORTEX* y su uso en análisis de viabilidad poblacional refiérase al Apéndice I, Lacy (2000) y Miller y Lacy (2003).

Período de tiempo para todas las simulaciones: Ya que la ecología reproductiva del jaguar es descrita fácilmente en una base anual, hemos escogido el período de tiempo para nuestras simulaciones de un año.

Estructura de la Metapoblación: Para todos los análisis presentados acá, identificamos un total de seis sub-poblaciones que colectivamente abarca la Unidad de Análisis de la Población del Jaguar del Norte. Note que los límites actuales de la Unidad de Recuperación solo incluyen cinco sub-poblaciones tal como se muestra en la Figura 1; mientras que la región al norte de la I-10 no se considera como parte de la Unidad de Recuperación, esta ha sido incluida en nuestros análisis demográficos.

Las características de dispersión, definida en *VORTEX* como la probabilidad de que un individuo se mueva de una sub-población X a una sub-población Y en un año dado, son un factor clave para guiar las dinámicas metapoblacionales. En general, asumimos que la dispersión de jaguares está fuertemente parcializada hacia los machos, teniendo el 90% en promedio de los animales que se dispersan cada año como machos en nuestros modelos. Además, asignamos capacidad de dispersión solamente a aquellos individuos que tuvieran entre dos y tres años de edad, esto es, aquellos individuos que dejan su rango natal y está en búsqueda de establecer nuevos territorios. También asumimos que la dispersión no es solo densidad dependiente y que no tiene costo (definido como aumento en el riesgo de mortalidad) para dispersión.

Los participantes del grupo de trabajo abordaron el problema de si la unidad de análisis es oficialmente designada como Unidad de Recuperación o Unidad de Manejo. Una *Unidad de Recuperación* es oficialmente definida como “Una Sub-unidad de la especie listada que está geográficamente o de otra manera identificable y es esencial para recuperar toda la especie”, mientras que una *Unidad de Manejo* es definida como “Una Sub-unidad que no es necesariamente esencial para la recuperación de toda la especie”. La guía del Servicio de Fauna Silvestre y Pesca de los Estados Unidos de América recomienda que “cuando haya duda, designe como una unidad de manejo”

¿Puede la Unidad de Análisis de la Población del Jaguar del Norte ser considerada como una Unidad de Recuperación?

- Si, en eso es identificable, principalmente en relación a la presencia de hábitat xérico
- Si, esta es esencial para la recuperación de la especie. (Aunque este enunciado depende del lenguaje en el término “recuperación”). La intención es recuperar al jaguar a través de todos sus características ecológicas únicas.

Basados en la información presentada arriba, el grupo recomendó la designación oficial del área como Unidad de Recuperación y redactó el siguiente enunciado:



Figura 1. Mapa final de la designación de sub-poblaciones y los límites de la Unidad de Conservación de Jaguar (JCU) que emergieron de la discusión durante el taller de Planeación de Recuperación del Jaguar del Norte en Marzo, 2011

Justificación para Identificar la Unidad de Recuperación como la Unidad de Análisis Actual

Las unidades de recuperación son sub-unidades de las especies listadas que son geográficamente o de otra forma identificable y esencial para la recuperación de la especie. Las unidades de recuperación son individualmente necesarias para conservar la robustez genética, demografía, estados de historia de vida importantes o alguna otra característica necesaria para la sostenibilidad de la especie a largo plazo. Establecer unidades de recuperación es una herramienta útil para especies que ocurren en rangos amplios con poblaciones múltiples, con varias presiones ecológicas o diferentes amenazas en diferentes partes de su rango.

La Unidad de Recuperación del Noroeste es una unidad de recuperación lógica porque: 1) engloba el rango conocido actual de la especie putativa (*Panthera onca arizonensis*); 2) tiene condiciones ecológicas distintas que no ocurre en ninguna otra parte del rango de la especie (Sanderson et al., 2002); 3) las poblaciones periféricas como estas son fuentes genéticas importantes; y 4) las poblaciones periféricas pueden ser benéficas para la protección de procesos evolutivos y de sistemas ambientales que son probables de generar diversidad evolucionaria futura (Lesica and Allendorf 1995). Esto puede ser de particular importancia considerando las amenazas potenciales del cambio climático global.

Las características de dispersión definida en *VORTEX* como la probabilidad de que un individuo se mueva de una sub-población X a una sub-población Y en un año dado, son un factor clave en conducir la dinámica de la metapoblación. En general asumimos que la dispersión en jaguares está fuertemente parcializada a los machos, con 90% de los animales que se dispersan cada año identificados como machos en promedio, en nuestros modelos. Además, asignamos capacidad de dispersión solamente a aquellos individuos que tienen dos o tres años de edad, esto es aquellos individuos que dejan su rango natal y buscando establecer nuevos territorios. También asumimos que la dispersión no es dependiente de la densidad, y no tiene costo (definido como riesgo de mortalidad incrementado) para dispersarse.

Dentro de México, no existen barreras físicas que limiten la dispersión del jaguar. En contraste, las barreras que separan México y el suroeste de los Estados Unidos de América – para nuestros propósitos, Arizona y Nuevo México - actúa como un obstáculo potencialmente significativo a los movimientos de jaguares a lo largo de segmentos de toda su extensión. El muro/barreras está hecho de dos tipos distintos de estructuras:

- Barreras peatonales: ubicadas en áreas que reciben mucho tráfico peatonal y son monitoreadas cercanamente por el personal de la Patrulla Fronteriza de los Estados Unidos de América. Esta cerca tiende a ser una estructura substancial vertical, muchas veces de un alto considerable y puede actuar como una barrera importante para los movimientos de jaguares.
- Barrera vehicular: colocadas en lugares que son más difíciles monitorear y que reciben menos tráfico peatonal. La cerca vehicular puede prohibir el paso de carros y camiones, pero puede potencialmente ser permeable para movimiento animal en la ausencia de perturbación a través de la presencia humana.

En áreas que no pueden ser monitoreadas y dónde el tráfico vehicular es imposible, como las montañas y especialmente en terreno escarpado, no hay cerca a lo largo de la frontera. Estas áreas sin cerca pueden actuar como un tipo de embudo para incrementar la densidad de personas intentan cruzar la frontera; el mismo fenómeno puede actuar para incrementar la densidad de poblaciones de jaguar a lo largo de la frontera. Mientras que esto puede incrementar las interacciones humano – jaguar, con la posibilidad de disminuir la dispersión de jaguares a lo largo de la frontera, el grupo de trabajo concluyó que esto no

sería un disuasivo significativo si los animales pudieran simplemente cruzar la frontera en un momento o lugar que ofrezca un menor contacto con humanos.

El corredor de la autopista I-10 fue visto por los participantes del grupo de trabajo como la barrera más significativa para la dispersión hacia el norte de jaguares. En la ausencia de estructuras específicas designadas para facilitar movimientos a través de la autopista, la densidad de tráfico vehicular se piensa ser suficientemente alto para disuadir a la mayoría de los jaguares para cruzar.

En conjunto, esta información nos permitirá asignar una tasa relativa de dispersión hacia poblaciones aledañas que conforman la metapoblación, asumiendo que la dispersión entre sub-poblaciones vecinas en México se le asignó una tasa anual de 1.0:

Sinaloa → Norte de Sinaloa:	1.0
Norte de Sinaloa → Sonora:	1.0
Sonora → Norte de Sonora	1.0
Norte de Sonora → Sur de I-10	0.8
Sur de I-10 → Norte de I-10	0.5

Bajo esta suposición, una tasa asignada de dispersión dentro de México de 2.0% llevaron a una tasa a través de la cerca fronteriza de 1.6% y una tasa a través del corredor de la I-10 de 1-0%. Asumimos que la dispersión es simétrica, esto es las tasas de dispersión sureñas son iguales a aquellas descritas por los movimientos en el norte.

Finalmente, a menos que sea especificado, asumimos que las tasas demográficas son equivalentes a través de las sub-poblaciones.

Sistema reproductivo: Se conoce que los jaguares tienen un sistema polígono de reproducción, donde un solo macho puede reproducirse con múltiples hembras en un año dado. Esto es simulado en *VORTEX* por permitir que machos adultos ser tomados múltiples veces como parejas de el grupo de hembras disponibles.

Edad de la primera reproducción: *VORTEX* considera la edad de la primera reproducción como la edad en la cual la primera camada nace, no simplemente la llegada a la madurez sexual. Asumimos que las hembras de jaguar pueden reproducirse a los tres años de edad, mientras que los machos pueden reproducirse a los cuatro años. Los machos tienen su tamaño adulto a los cuatro años y defienden territorio y pueden ser reproductores. Sin embargo, es beneficioso para los machos volverse reproductivos tan pronto como sea posible para ayudar a establecer un territorio. Los machos pueden ser capaces de reproducirse a los dos años, pero tres años puede ser un mejor estimado que cuatro si siguen el patrón de otros grandes felinos. Por otra parte, a un macho le puede tomar un año el establecerse en un territorio nuevo. Este no es un parámetro particularmente sensible, ya que la presencia de unos pocos machos asegurará un nivel exitoso de reproducción entre todas las hembras. No conocemos ninguna hembra de 3 años de edad que se haya reproducido en la JCU de Sonora; aún sin esta observación, mantenemos que los tres años es el mejor estimado para este parámetro.

Máxima edad de reproducción: En su forma más simple, *VORTEX* asume que los animales pueden reproducirse (a una tasa normal) a través de toda su vida adulta. La hembra, con crías, silvestre conocida de mayor edad fue una observada en Sonora y se estimó que tenía trece años de edad basándose en datos de dentición. Mientras esta fue la edad fijada como edad máxima de reproducción, las tasas de mortalidad relacionadas con la edad pueden ser fijadas de manera que la probabilidad de alcanzar esta edad es muy pequeña.

Camadas por año: Asumimos que una hembra adulta producirá solo una camada por año.

Número máximo de crías por camada: Asumimos que pueden nacer hasta cuatro cachorros en una camada. Este estimado se deriva de datos de animales en cautiverio y asumimos que esto puede suceder también en la naturaleza.

Relación de sexo de la camada: Sin datos que apoyen lo contrario, asumimos que en una población, los individuos nacidos no se desvían de una relación de sexo de 50:50.

% de Hembras Adultas Reproductivas: Esto describe la proporción promedio de hembras que se reproducen en un año. Los leones producen una camada cada dos años, y esto también se piensa que es igual para los jaguares. Esto se traduce en una probabilidad de reproducción anual de 50% para cada hembra adulta.

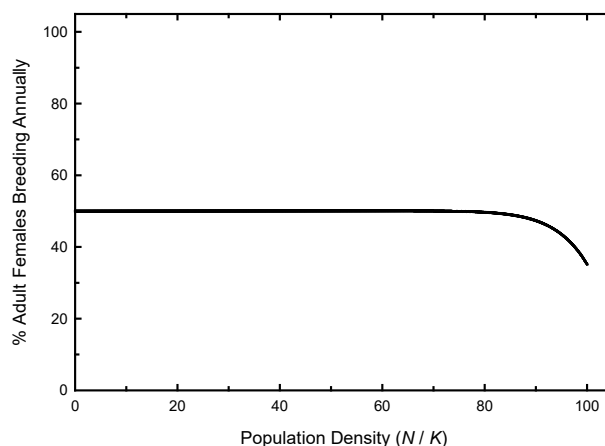
Reproducción dependiente de la densidad: *VORTEX* puede modelar dependencia de la densidad con una ecuación que especifica la proporción de hembras adultas que se reproducen como función del tamaño poblacional total. Además para incluir una reducción más típica en la reproducción de poblaciones con alta densidad, el usuario puede modelar un efecto Allee: una disminución en la proporción de hembras que se aparean en poblaciones de densidad baja debido a, por ejemplo, la dificultad en conseguir compañeros que están ampliamente dispersos en el paisaje.

La ecuación que *VORTEX* usa para modelar la dependencia de densidad es:

$$P(N) = \left(P(0) - \left[(P(0) - P(K)) \left(\frac{N}{K} \right)^B \right] \right) \frac{N}{N + A}$$

en donde $P(N)$ es el porcentaje de hembras que se reproducen cuando el tamaño poblacional es N , $P(K)$ es el porcentaje que se reproduce cuando la población está a la capacidad de carga y $P(0)$ es el porcentaje reproduciéndose cuando la población es cercana a cero (en la ausencia de cualquier efecto Allee). El exponente B puede ser cualquier número positivo y determina la forma de la curva relacionada al porcentaje reproduciéndose al tamaño poblacional, mientras que la población se hace más grande. Si $B = 1$, el porcentaje reproduciéndose cambia linealmente con el tamaño poblacional. Si $B = 2$, $P(N)$ es una función cuadrática de N . El parámetro A define la magnitud del efecto Allee.

Asumimos que hay una frecuencia reducida de reproducción exitosa mientras que la población de jaguar se acerca a la densidad máxima de equilibrio de largo plazo (esto es capacidad de carga). Si el 50% de las hembras adultas producen exitosamente una camada a densidades óptimas, asumimos que solo el 35% de las hembras adultas son exitosas cuando la población está a su capacidad de carga. Esta reducción en la reproducción ocurre solamente a altas densidades; esto se refleja en un parámetro tipo pendiente, B , en la ecuación densidad dependiente es igual a 16. Finalmente, los efectos Allee se asumen estar ausentes para esta especie. Tomados juntos, estos datos resulta en una función de la forma mostrada abajo, con el % de hembras reproductoras mostradas como una función de la densidad de la población.



Variación ambiental (EV) en el % de Reproducción: La variación ambiental anual en el éxito reproductor de las hembras es modelado en *VORTEX* al especificar una desviación estándar (SD) para la proporción de de hembras adultas que exitosamente producen crías en un año dado. En la ausencia de datos específicos para este parámetro, asumimos que la variación es igual a 10%, por tanto produciendo una distribución completa de tasas de hembras reproductivas de 20% - 80% (media±3SD). Se piensa que esto es razonable para una variabilidad en el éxito reproductivo para esta especie.

Distribución del Tamaño de la Camada: La tabla siguiente muestra la probabilidad de una hembra reproductiva de producir una camada de tamaño específico. Estos valores están basados en el juicio de los expertos en la ausencia de datos de campo específicos para la especie en la porción norte de su rango.

Número de crías	Probabilidad (%)
1	45
2	45
3	5
4	5

La única excepción a esta especificación es la sub-población del Norte de Sonora, donde la muy baja abundancia poblacional observada recientemente por López – González y otros, sugiere algún factor demográfico que limita el crecimiento poblacional. Faltan datos específicos que explican esta observación; el juicio de los expertos fue usado para sugerir que un tamaño de camada reducida es un factor primario. Por lo tanto asumimos que en el Norte de Sonora, el 85% de hembras adultas producen solo una cría por año y 15% producen dos crías.

Monopolización de Reproducción: En muchas especies, algunos machos adultos pueden ser socialmente restringidos de reproducirse a pesar de ser fisiológicamente capaces. Esto puede ser modelado en *VORTEX* especificando una porción del lote total de machos adultos que pueden ser considerados “disponibles” para reproducirse cada año. Asumimos que cada macho de 3 años de edad tiene oportunidad de reproducirse, aún machos vagando sin territorio. Por ello asumimos que el 100% de los machos adultos tienen oportunidad de reproducirse en un año dado.

Tasas de Mortalidad: *VORTEX* define mortalidad como la tasa anual de muerte a edad específica desde el año x a $x + 1$; en el lenguaje de un análisis de tabla de vida, esto es equivalente a $q(x)$. Asumimos que nuestro modelo, que intenta reflejar la población actual de Sonora, incluirá los efectos de cacería humana en las tasas de mortalidad específicas para cada edad.

Existen muy pocos datos cuantitativos de tendencias de tamaño poblacional para cada una de las sub-poblaciones analizadas acá. La mejor información proviene de Sonora, donde hay evidencia para sugerir que la población en la región estudiada por Carlos López – González probablemente está pasando por una pequeña declinación en la abundancia en el período de observación de la pasada o como mucho permaneciendo estable en números (ni creciendo ni disminuyendo). Es por ello que hay que volver a calcular un esquema de mortalidad específica por edad que cuando se incluyen los parámetros reproductivos discutidos arriba, llevarán a una trayectoria en la abundancia poblacional dentro de *VORTEX* que recrea la trayectoria observada en el período de la simulación. Este esquema se proporciona abajo.

Edad (años)	Tasa de Mortalidad (%) (SD)	
	Hembra	Macho
0 – 1	25 (6)	25 (6)
1 – 2	20 (4)	20 (7)
2 – 3	25 (5)	35 (9)
3 – 5	10 (3)	25 (5)
5 – 7	15.5 (3)	25 (5)
7 – 10	21 (3)	25 (5)
10+	26.5 (3)	25 (3)

Catástrofes: Catástrofes son eventos ambientales singulares que están fuera de los BOUNDS de la variación ambiental normal que afecta la reproducción y/o la sobrevivencia. Las catástrofes naturales pueden ser tornados, inundaciones, sequías, enfermedad o eventos similares. Estos eventos son modelados en *VORTEX* al asignar una probabilidad anual de ocurrencia y un par de factores de severidad que describen su impacto en la mortalidad (en todas las clases de edad y sexo) y la proporción de hembras exitosamente reproduciéndose en un año dado. Estos factores van desde 0.0 (efecto máximo o absoluto) a 1.0 (sin efecto), y su más básica implementación en *VORTEX*, son impuestos durante el año de la catástrofe, después del cual las tasas demográficas vuelven a sus valores base.

No hay consenso en la importancia de incluir sequía como un evento en estos modelos, pero hay una sugerencia para ser incluida como modificador de la mortalidad. Esto puede surgir del hecho que la depredación de ganado es más frecuente durante períodos de sequía, lo cual puede llevar a mayores tasas de cacería de jaguar por rancheros. Se ha incluido un “marcador” en el modelo para este evento, pero aun no ha sido activado.

Tamaño Inicial de la Población: Existen relativamente pocos datos acerca de la abundancia actual de jaguares en la región estudiada acá. Basados en los estimados del muestreo derivado de los recientes esfuerzos de las autoridades del gobierno mexicano y estudios recientes realizados por López-González en Sonora y por Núñez en Sinaloa, derivamos estimados de abundancia poblacional actual para cada una de las regiones en consideración. Estos se muestran en la tabla siguiente. Note que la sub-población del Norte de Sonora está compuesta solamente por machos ya que los esfuerzos de investigaciones actuales han sido infructuosos en observar alguna hembra en el área.

Capacidad de carga: ¿Cuán saturada está esta población? – ¿hay alguna oportunidad de crecer para la población a un tamaño más grande? Si la cacería es un factor en nuestro esquema de mortalidad, asumimos que la población aumentará si la presión de cacería estuviera sosegada. Estimados de la capacidad de carga de cada sub-población fueron derivados usando el enfoque de modelamiento de hábitat descrito por Eric Sanderson y Kim Fisher (vea el Apéndice A para una descripción más detallada de este enfoque). Las capas de datos incluyendo vegetación, rugosidad del terreno, distancia al agua y exclusión de áreas urbanas, rural y de agricultura fueron usados para producir un modelo simple de hábitat siguiendo una modificación del método de Hatten et al. (2005) desarrollado en concierto con el

Equipo de Recuperación. Estas variables continuas de hábitat fueron combinadas en categorías discretas y después la distribución de eventos a través de las categorías fue examinada para determinar qué categorías eran determinantes para el jaguar. Después combinamos las capas de acuerdo a esta ecuación:

Modelo de Hábitat Potencial del Jaguar =

$$\begin{aligned}
 & ([3-60\% \text{ cobertura vegetal}] + [\text{intermedia, moderada y alta rugosidad}]) (0-2) * \\
 & \quad [A \text{ menos de } 10\text{km del agua}] (0-1) * \\
 & \quad \quad [HII \geq 30] (0-1) * \\
 & \quad [Peso \text{ del tipo de hábitat potencial}] (0.1-2.5)
 \end{aligned}$$

El método de Hatten et al. (2005) fue modificado para incluir el peso de acuerdo al tipo de hábitat potencial para representar la opinión de los expertos de la idoneidad de diferentes tipos de hábitat en términos de presa y cobertura. Este peso representa el más amplio rango de tipos de hábitat que existen en el área de estudio. El mapa resultante (Figura 2) presenta la idoneidad con códigos de color, con colores oscuros indicando valores de idoneidad y los colores más claros indicando menos idoneidad.

Finalmente, el mapa de idoneidad del jaguar fue re-escalado RESCALED para representar capacidad de carga para jaguares al colocar siete estimados de densidad conocidas de jaguares adultos de áreas de estudio existentes calculando la idoneidad promedio en esas áreas de estudio, y después creando una regresión entre los valores de idoneidad del hábitat y los estimados de densidad, forzando el eje y de la regresión a través de cero. De esto, capacidades de carga potenciales de jaguares adultos para cada uno de las unidades de análisis, fueron calculadas sub-unidades correspondiendo a la estructura de modelo de metapoblación presentado anteriormente. Es importante notar que Vortex requiere valores de capacidad de carga para ser expresado en términos de tamaño total de la población inmediatamente antes que se realice la reproducción, esto es, todos aquellos individuos de un año y mayores. Por ello, estos estimados de K basados en adultos fueron convertidos a la capacidad de carga total para todos los individuos de al menos un año de edad para usarse en el modelo Vortex. Análisis de la distribución de edad estable en los modelos bases (no mostrados acá) indicaron que los adultos típicamente comprende aproximadamente el 60% de la población simulada del jaguar. Finalmente estimados de K fueron entonces calculados al dividir los estimados derivados del modelo de hábitat por 0.60.

Sub-población	Tamaño inicial de la población	K _{Adultos}	K _{Total}
Sinaloa	350	1410	2350
Norte de Sinaloa	100	1198	1997
Sonora	300	1670	2783
Norte de Sonora	12*	135	225
Sur de la I-10	0	27	45
Norte de la I-10	0	74	123

* Solamente machos

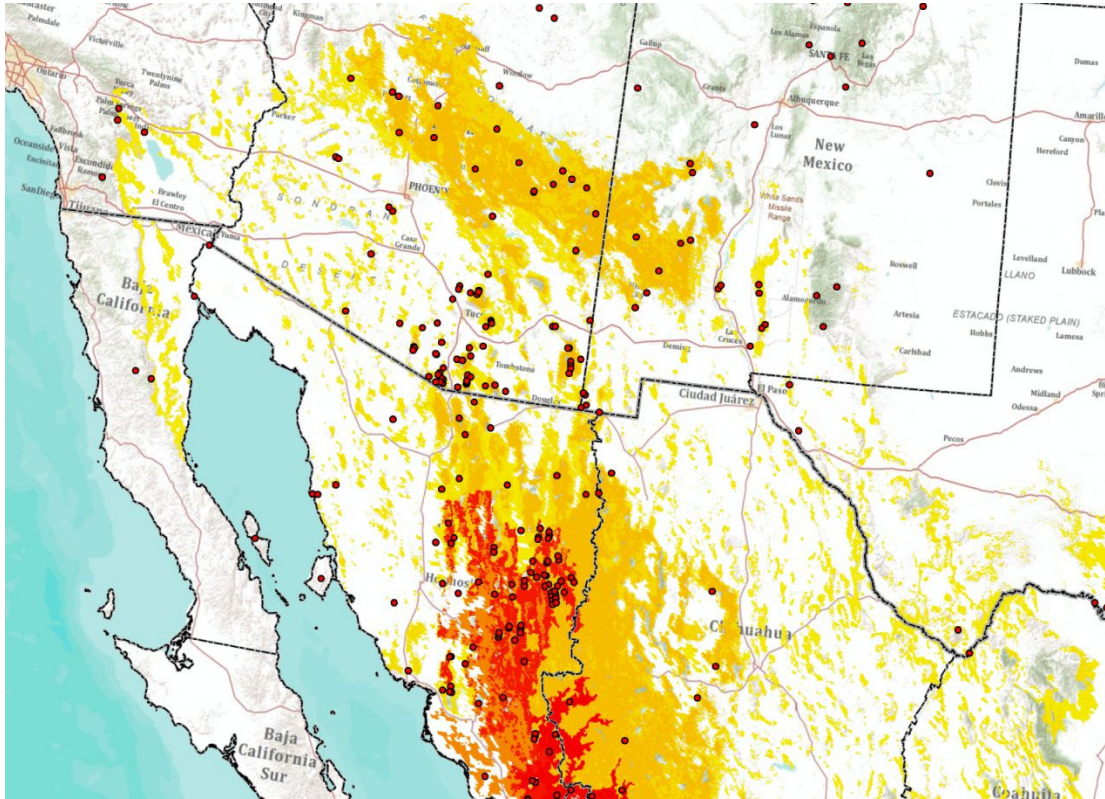


Figura 2. Presentación gráfica del análisis de IDONEIDAD de hábitat para las poblaciones del jaguar del norte, basado en el modelo de Hatten et al. (2005). Los colores claros representan IDONEIDAD de hábitat más bajo, mientras que el rojo indica mayor IDONEIDAD. Vea el texto acompañante para más información en la estructura y ASSUMPTIONS.

Repeticiones y Años de Proyección: Todas las proyecciones de las poblaciones (escenarios) fueron simulados 500 veces, con cada proyección extendiéndose por 100 años. Todas las simulaciones fueron conducidas usando la versión 9.99b de *VORTEX* (Mayo, 2010).

Resultados de los Modelos de Simulación

Los escenarios de metapoblación presentados abajo se enfocan en dos grupos variantes de parámetros de ingreso:

- Tasas de dispersión entre sub-poblaciones (mientras que se mantienen las tasas relativas a lo largo de la metapoblación). Tasas de referencia de dispersión anual – aquellas entre poblaciones dentro de México – fueron fijadas en 0.25%, 0.5, 0.75%, o 1.0%. Las tasas de dispersión a lo largo de la cerca en frontera internacional y a lo largo del corredor de la autopista interestatal I-10 fueron ajustadas con base en la información descrita en la sub-sección anterior en los valores de ingreso del modelo.
- Tasas de mortalidad basal de machos y hembras para crear tasas anticipadas de crecimiento estocástico para la sub-población de Sonora (y por extensión para otras sub-poblaciones) de aproximadamente $r_s = 0.000$ o 0.005 . Estas modificaciones representan suposiciones subyacentes en relación a la robustez demográfica intrínseca de una población dada definida por la oportunidad de crecimiento de la sub-población en el tiempo.

Un resumen de los resultados seleccionados de estos modelos se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Tasas de crecimiento estocástico de las sub-poblaciones simuladas comprendiendo la Unidad de Análisis de la Población del Jaguar del Norte. La primera fila da una referencia de las tasas de dispersión entre sub-poblaciones de jaguar en México, con tasas de dispersión a través del cerco en la frontera internacional y a través de la autopista I-10 reducido de acuerdo a las reglas especificadas en el texto. Para cada tasa de dispersión se dan resultados para juegos alternativos de esquemas de mortalidad que se espera que produzcan tasas de crecimiento de 0.000 o 0.005 en el tiempo fijado de la simulación. Las tasas de crecimiento positivas indican que la población crece, mientras que las tasas de crecimiento negativa indican que la población disminuye. Vea el texto acompañante para información adicional en las suposiciones y construcción del modelo.

Sub-población	Tasa de Dispersión Anual									
	Tasa de Crecimiento Anticipada de la Sub-población									
	0.00		0.25		0.50		0.75		1.00	
	0.000	0.005	0.000	0.005	0.000	0.005	0.000	0.005	0.000	0.005
Sinaloa	0.004	0.008	0.004	0.009	0.004	0.008	0.003	0.009	0.003	0.008
N. Sinaloa	-0.013	-0.007	0.010	0.016	0.013	0.018	0.014	0.019	0.014	0.019
Sonora	0.004	0.009	0.002	0.006	0.000	0.005	-0.001	0.005	-0.001	0.004
N. Sonora	—	—	0.009	0.012	0.010	0.015	0.011	0.017	0.013	0.018
Sur I-10	—	—	0.033	0.035	0.026	0.029	0.023	0.028	0.023	0.029
Norte I-10	—	—	0.050	0.071	0.033	0.055	0.040	0.045	0.034	0.034

El análisis de estos resultados lleva a las siguientes observaciones:

- La población de Sinaloa, con el tamaño inicial de población mayor y en el extreme sureño de la Unidad de Análisis, es capaz de sostener los niveles de crecimiento poblacional anticipados de los esquemas de mortalidad.
- En la ausencia de contacto con otras sub-poblaciones, la población del Norte de Sinaloa muestra una tasa de crecimiento negativo de más del 2%. Esto es muy probablemente el resultado de una acumulación de depresión por consanguinidad actuando en esta relativamente pequeña – y en este caso, demográficamente aislada – población. Esta conclusión tentativa se fortalece después de observar que los mayores aumentos de la disminución de la población sucede en los últimos 20 años de la simulación cuando los impactos deletéreos de la consanguinidad empieza a acumularse más rápidamente (los resultados no se muestran acá). Este efecto desaparece bajo aun

el más bajo nivel de conectividad demográfica con sus vecinos (Sinaloa y Sonora) donde individuos no relacionados se mueven para reproducirse con animales residentes.

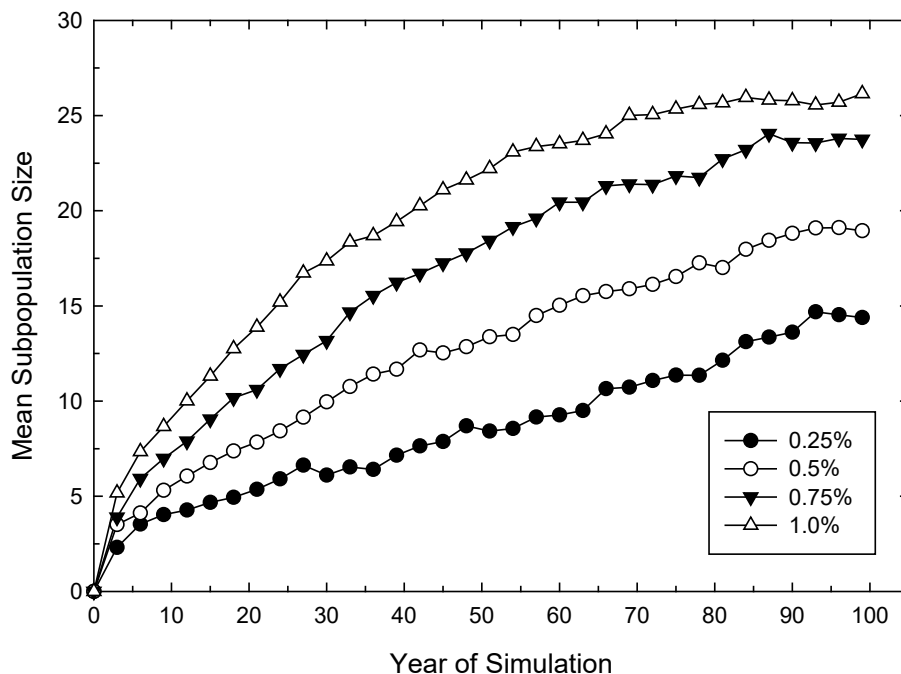
- La población de Sonora, situada en la región central de la metapoblación y teniendo uno de los mayores tamaños poblacionales iniciales, también muestra una buena oportunidad para el crecimiento en la ausencia de dispersión. Sin embargo cuando empieza la dispersión, ésta sub-población muestra una tasa negativa de crecimiento a largo plazo bajo bajos niveles de robustez demográfica (tasa de crecimiento anticipada = 0.000) y una tasa de crecimiento reducida pero positiva bajo altos niveles de robustez. Demográficamente esta sub-población actúa como una fuente de animales a sub-poblaciones vecinas que son incapaces de proveer un número igual de animales para reemplazar aquellos que se han movido fuera de Sonora. Esto es un ejemplo claro de las dinámicas de los tipos de complejo “fuente-sumidero” que caracteriza el comportamiento de las metapoblaciones.
- Mientras que las tasas de dispersión aumentan a través de la metapoblación esas sub-poblaciones que iniciaron la simulación bien sea vacía (Sur, Norte I-10) o conformada solamente por machos (Norte de Sonora) empieza por mostrar niveles significativos de crecimiento poblacional potencial. Bajo los niveles más bajos de dispersión, las sub-poblaciones de Estados Unidos de América muestran mayores tasas de crecimiento que reflejan el hecho que el tamaño inicial de la población es cero. Mientras la tasa de dispersión incrementa, las tasas de crecimiento de estas sub-poblaciones disminuye a lo que posiblemente sea un valor de equilibrio.
- Bajo ambas condiciones de robustez demográfica (tasa de crecimiento anticipado de la sub-población), se espera que la metapoblación incremente en tamaño con un riesgo insignificante de la extinción de la metapoblación. Sin embargo, la sub-población al sur de del corredor de la I-10 tiene menos del 50% de oportunidad de persistencia sobre el curso de la simulación, y la sub-población al norte del corredor de la I-10 tiene menos del 1% de la probabilidad de persistencia.

La última observación de arriba nos llevó a un estudio más profundo de los resultados de la sub-población inmediatamente al norte del cerco del borde internacional, la sub-población Sur de la I-10. La Tabla 2 y la Figura 3 nos muestran esto, mientras que la probabilidad de establecer una población de jaguares al sur de la I-10 incrementa marcadamente mientras que la habilidad de dispersión incrementa, la población resultante permanece más bien pequeña con solo un pequeño número de hembras adultas en el área en cualquier punto del tiempo. Indudablemente existe algo de reproducción en esta simulación de sub-población una vez que esta esté establecida, pero no está clara la contribución relativa de la reproducción local a la estabilidad de la población general. Además, se requiere un análisis más detallado de los resultados del modelo de simulación para darnos una mayor penetración en este complejo dinámico.

Tabla 2. Resultados de las simulaciones para la sub-población Sur de la I-10 de la Unidad de Análisis de la Población del Jaguar del Norte bajo la suposición de robustez demográfica baja (tasa de crecimiento anticipado de la sub-población = 0.000). Pr (Éxito) es la probabilidad del establecimiento exitoso de la sub-población después de 100 años; N es el tamaño total de la sub-población; y N_f es el número de hembras adultas después de 100 años. Vea el texto acompañante para información adicional en las suposiciones y construcción del modelo.

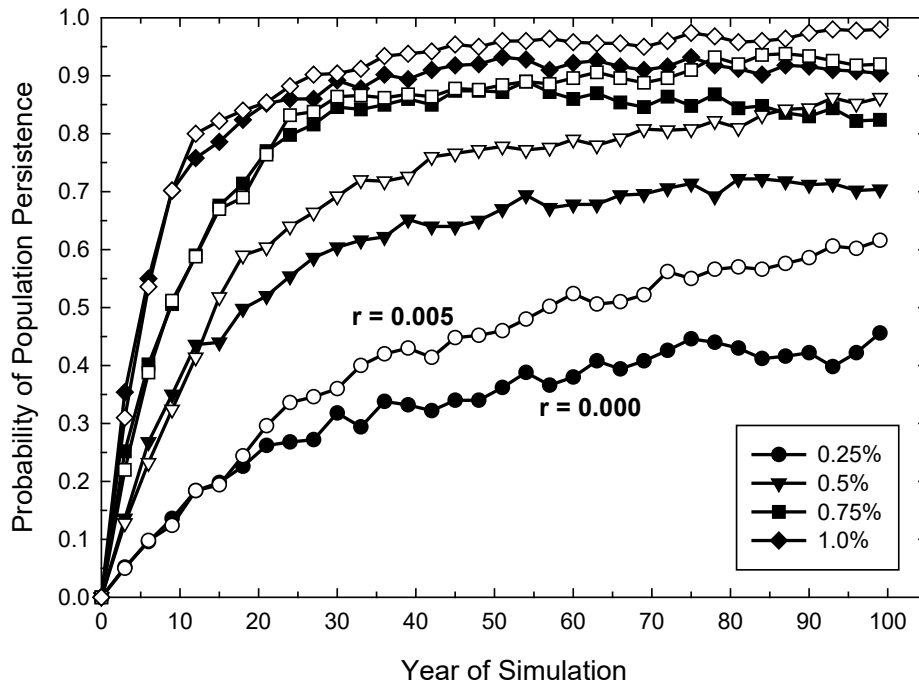
	Tasa de Dispersión Anual			
	0.25	0.50	0.75	1.0
Pr(Éxito)	0.464	0.694	0.810	0.910
N	14.07	19.42	23.92	26.29
N_f	4.69	6.25	7.42	8.13

Figura 3. Proyecciones a 100 años de la media de abundancia para la Sub-población Sur de la I-10 como parte de Unidad de Análisis de la Población del Jaguar del Norte, bajo niveles alternativos de tasas de dispersión de referencia entre las unidades de sub-población. La tasa de crecimiento anticipada para la sub-población (robustez demográfica es $r_s = 0.000$). Vea el texto para información acompañante en las suposiciones y construcción del modelo.



Quisimos explorar las contribuciones relativas hechas por la conectividad entre sub-poblaciones (dispersión) y robustez demográfica de la sub-población para los prospectos para el establecimiento exitoso de una población de jaguares en los Estados Unidos de América, al sur de la frontera de la I-10. Esto se muestra en la Figura 4. Como se muestra en la tabla 2, la probabilidad de establecimiento de una población es bastante alto cuando la tasa de dispersión de referencia a través de la metapoblación excede 0.5%. A tasas de dispersión bajas, vemos que un aumento en la robustez demográfica de la sub-población de $r_s = 0.000$ a $r_s = 0.005$ lleva a un incremento medible pero más bien pequeño en la probabilidad del establecimiento de la sub-población al sur de la barrera de la I-10 (compare el plano con círculos negros con aquel con círculos blancos). En contraste, un incremento en la tasa de dispersión de referencia de 0.0025 a 0.005 lleva a un incremento sustancial en la probabilidad de establecimiento de una sub-población (compare el plano con círculos negros con el de los triángulos negros invertidos). Parece entonces que nuestro modelo es considerablemente más sensible a cambios en la dinámica de dispersión que lo que es a la dinámica demográfica subyacente – al menos las condiciones simuladas aquí y a relativamente bajos niveles de conectividad de sub-poblaciones. Esto lleva a la hipótesis de que al facilitar la dispersión hacia el norte de jaguares desde el norte de Sonora, quizás a través de métodos designados para incrementar la permeabilidad de la cerca en la frontera al movimiento de jaguares, lo cual puede llevar a un mayor chance de establecimiento de una sub-población en Estados Unidos de América de lo que puede ser esperado con la significativa atención prestada a las características del hábitat al norte de la frontera. Esta hipótesis está abierta a discusión, tanto como están las suposiciones detalladas construidas dentro de los modelos de los cuales se derivan.

Figura 4. Probabilidad de establecimiento de una población de jaguar al norte de la frontera internacional y al sur de la barrera de la I-10, como una función del incremento de las capacidades de dispersión a través de la metapoblación (símbolos negros) y bajo suposiciones alternativas de robustez demográfica en cada sub-población (símbolos negros vs blancos). Vea el texto acompañante para información adicional acerca de suposiciones y construcción del modelo.



En conclusión, nuestros modelos sugieren que las poblaciones de jaguar en la extensión sur de la Unidad de Análisis de la Población del Jaguar del Norte – esto es, aquellas en Sinaloa y sur/centro de Sonora – son de tamaño suficiente para permanecer demográficamente viables siempre que actúe un cierto nivel de dispersión para reducir los efectos deletéreos potenciales que la depresión por entrecruzamiento puede llevar a poblaciones pequeñas y relativamente aisladas. Más allá, esta viabilidad es críticamente dependiente de al menos oportunidades mínimas de crecimiento poblacional de sub-poblaciones claves en la ausencia de dispersión de manera que estas áreas pueden actuar como fuente demográfica de poblaciones de individuos en dispersión. La fuerza con la cual una población fuente puede suministrar individuos para el establecimiento de una población de jaguar en los Estados Unidos de América es crucial para las regiones vecinas, es críticamente dependiente de sus capacidades intrínsecas para el crecimiento, así mismo una función de las amenazas impuestas sobre ella por las actividades humanas locales. El establecimiento de una población de jaguar en los Estados Unidos de América es críticamente dependiente de (i) una población fuente, demográficamente robusta en Sonora, facilitando la dispersión de individuos tanto al norte como al sur; (ii) la habilidad del hábitat en el norte de Sonora para mantener jaguares en el largo plazo y de proveer corredores claves de dispersión hacia la frontera internacional; y (iii) una frontera permeable entre el norte de Sonora y la región de Arizona y Nuevo México sur del corredor de la autopista I-10.

Metas y Acciones

Problema 1. No tenemos certeza acerca de los límites de la subunidad en el mapa actual.

(Una vez que aceptamos nuevos límites para el propósito del PVA – reinterpretemos la frase que define este problema para que fuera “no hay certeza de la distribución norte del jaguar” de manera de poder desarrollar metas a más largo plazo)

Meta 1.

Conducir muestreos de jaguares en (a) el área conectora del norte de Sonora, (b) área conectora del norte de Sinaloa, (c) sur de Arizona, (d) Nuevo México y (e) Sierra Madre Oriental – región de Texas. Los muestreos deben usar métodos consistentes en cada área; muestrear cerca de 3 años para reflejar la variación año con año y para poder ser repetido a intervalos regulares.

Problema 2. No tenemos certeza acerca si las medidas de idoneidad del hábitat son tan certeras como sea posible dada la información disponible.

Meta 1.

Continuar análisis y publicación que se está realizando del uso del hábitat por los jaguares nortños e iniciar estudios más rigurosos del uso del hábitat a través del rango del jaguar del norte.

Problema 3. No tenemos suficientes datos para justificar estimados específicos de hábitat y subunidad de densidad y demografía de la población.

Meta 1.

Continuar y expandir los estudios para obtener estimados más rigurosos específicos de edad y género y tasas vitales específicas a la región, incluyendo variaciones año con año.

- Obtener un mayor entendimiento de la extensión con que las pérdidas por cacería y depredación son compensatorias con otros tipos de mortalidad.
- Obtener estimados de tasas y distancias de dispersión

Problema 4. Tenemos un entendimiento insuficiente de los parámetros demográficos y ecológicos del jaguar que nos permitan desarrollar un PVA más certero y útil.

Meta 1.

- Obtener estimados, específicos de edad y género, de tasas de dispersión y distancia de viajes.
- Obtener información certera de los ciclos de sequía.
- Obtener un mayor entendimiento de la extensión con que las pérdidas por cacería y depredación son compensatorias con otros tipos de mortalidad.

Problema 5. No entendemos cómo el cambio climático puede afectar los parámetros demográficos y ecológicos de importancia para nuestro PVA.

Meta 1.

Obtener información de cómo el cambio climático afecta la ecología y demografía del jaguar nortño.

Problema 6. Cerca fronteriza. (NOTA este no fue parte de nuestra lista original de problemas)

Meta 1.

- Tener un mejor entendimiento del impacto de la infraestructura de seguridad y operaciones fronterizas sobre los movimientos del jaguar.
- Tener un mejor entendimiento del impacto de las autopistas sobre los movimientos del jaguar.

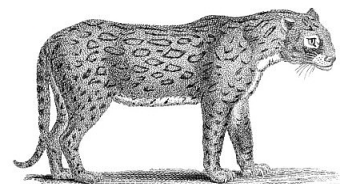
Jaguar del Norte (*Panthera onca*) Taller de Evaluación de Población y Hábitat

Marzo, 1 – 4, 2011

Amado, Arizona, Estados Unidos de América



III Reporte del Grupo de Trabajo: Interacción Humano – Jaguar



Reporte del Grupo de Trabajo: Interacción Humano – Jaguar

Participantes del Grupo de Trabajo:

Larry Allen, Malpai Borderlands Group
 David Bergman, USDA-APHIS-Wildlife Services
 Gerardo Carreón, Naturalia, A.C.
 Ivonne Cassaigne, UMA Sonora Assoc. para la conservación del jaguar en la Sierra Alta de Sonora
 Carlos Robles Elías, El Aribabi Conservation Ranch
 Rick Gerhart, Coronado National Forest
 Robert Guntow, Customs and Border Protection – U.S. Border Patrol
 Karen Howe, Tohono O’odham Nation
 Terry B. Johnson, Arizona Game and Fish Department
 Walter Lane, Altar Valley Conservation Alliance
 Rogelio Manriquez, CONANP-Priority Species
 Scott Richardson, USFWS-AESO
 Ma. Cristina Meléndez Torres, CEDES

Temas de Preocupación

Las siguientes categorías de temas de importancia para la conservación del jaguar en la parte norte del rango de la especie se citan abajo en orden de prioridad, definido acá como la probabilidad de que el problema principal contribuirá a un riesgo incrementado de la extinción de la especie en la porción norte de su rango. El número listado en cada categoría corresponde al número de votos que el problema recibió en el proceso de priorización por parte del grupo.

1. **Coordinación/Cooperación (Los partes interesadas no están de acuerdo en las metas o métodos o priorización de estos para la asignación de recursos) – [28]**
 - Acciones y prioridades diferentes entre los gobiernos. Diferentes actitudes entre investigadores y oficiales de gobierno.
 - Mecanismos de conservación, voluntario vs regulatorio, voluntario vs prescriptivo. Local vs. altos niveles de control.
 - Deseo de una comunidad local de moldear su propio futuro.
 - Implementación de estrategias más difíciles que escribir planes. Hacer que sirvan en el terreno.
 - Conflictos interdepartamentales entre los niveles de gobierno. Problemas tribales.
 - Problemas en la frontera: Cercas fronterizas ~ barreras peatonales y vehiculares. Tráfico de la Patrulla Fronteriza y tráfico de contrabandistas de drogas, tráfico de migrantes ilegales.
 - Disponibilidad de Recursos: Tenemos dinero para gastar pero no se puede gastar en México. ¿Cómo se distribuye el dinero? ¿Cómo se hace disponible?
 - Asuntos Legales: Aplicación de las leyes ~nadie ha sido juzgado por matar un jaguar en México. Decisiones de la corte.

2. **Conflicto con Ganado (Las pérdidas de ganado por parte de jaguares lleva a matanza de jaguares) – [24]**

- Asuntos económicos. Los jaguares matan vacas. No puedes perder todo si eres un ranchero. La depredación de ganado conlleva a matanza de jaguares.
- No hay programas de compensación para los rancheros que pierden ganado.
- Competencia por hábitat; no hay más lugar para criar ganado. No hay otras opciones.
- Falta de buenas prácticas de manejo de ganadería; especialmente no mantener partos en ciertas temporadas
- Sobreexplotación de los recursos por parte de los rancheros.

3. **Conflicto de Valores/Diferencias Culturales (Existen conflictos de valores; conservación de jaguar vs eliminación de jaguar; impactado por valores educativos y culturales) – [22]**

- ¿Qué priorizamos? ¿Qué es lo más importante? Diferentes valores llevan a diferentes opiniones acerca de cómo proceder.
- Conflicto entre valorar el ganado como opuesto al jaguar. La cultura mexicana no tiene conciencia acerca de la importancia del jaguar y su conservación.
- Si los maestros en la escuela dicen no maten los jaguares, los niños dicen que su padre en casa dice que maten los jaguares.
- Si vas con los rancheros y les dices “que necesitan hacer”, hay que también hacerles saber por qué esto es importante. Y se necesita tomar seriamente sus necesidades e intereses.
- ¿Por qué las diferencias en los valores son un problema? No hay respeto de un lado con el otro. Cuando hay valores altamente dispares (no importa qué tipo de valores) se tiende a descontar los valores del otro y tienes conflictos y polarización más que trabajar en conjunto en qué hacer.
- Para hacer conservación debe haber colaboración y cooperación, y cuando los valores son muy diferentes, no hay cooperación ni colaboración. Necesitas juntar a la gente, solventar las diferencias como punto de inicio.
- La Educación Ambiental no es efectiva; las actitudes negativas acerca del jaguar y la falta de interés en la conservación de la fauna silvestre es un hecho. En Sonora existe aislamiento de las personas, estos viven en áreas rurales sin chance a recibir educación ambiental. Las personas en la ciudad están aisladas porque no entienden qué se necesita en las áreas rurales.
- Matanza de jaguares: se mata jaguares por cruzar las tierras, por verlos, por deporte. La mayoría de las personas que matan jaguares no están cazando. Todas las matanzas de jaguares son ilegales. Cacería y matanza de jaguares debido a la amenaza percibida o como un competidor directo.

4. **Competencia por Presas (Los humanos reducen las presas naturales; la competencia causa conflictos con el Ganado y matanza ilegal lo cual reduce la competencia) Específico al rango sur – [4]**

- Los cazadores quieren matar las mismas presas que los jaguares cazan ~ causando, a diferencia de los jaguares, una disminución de las presas disponibles. Las caerías de venado son muy costosas. Aún aquellos que usan las presas como alimento, no como trofeos, son afectados. También si los cazadores reducen las presas, entonces los jaguares matan vacas aun cuando prefieren matar venados.

Ensamble y Análisis de la Información

Problema 1. Coordinación / Cooperación entre los Partes interesadas

Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
No existen fondos de mitigación en México	Los recursos no son usados en áreas donde más se necesitan	Formas como se van a usar los fondos de mitigación en los Estados de Unidos de América	Principalmente un tema fronterizo	
Mayor nivel de actividad en la frontera, con aumento de cercas, caminos e iluminación	Las actividades en la frontera reducirán el movimiento de jaguares	Hay poco conocimiento acerca de las rutas de movimiento de los jaguares		
La coordinación entre Estados Unidos de América/México es pobre debido a la complejidad de los temas partes interesadas	Si no cambiamos las relaciones la recuperación del jaguar se verá afectada; al mejorar la coordinación mejorará la recuperación			
Las decisiones de la corte no son negociables	Esto no se puede predecir			
Diecisiete países diferentes han empezado a trabajar en la conservación del jaguar y han hecho progresos significativos en los últimos 15 años, pero USA no está dentro de ellos				
Los esfuerzos de conservación previamente mencionados han sido muy poco financiados				
Por los últimos 10 años organizaciones no lucrativas e instituciones académicas han				

sido líderes en esfuerzos de conservación, no los gobiernos				
Hay una transición de de una menor presencia y liderazgo del gobierno para convertirse en grandes protagonistas en la conservación del jaguar	Esto va a ser un proceso lento		USA y México	
	El gobierno puede ayudar a unificar la información, esfuerzos y programas		USA y México	
	Si el gobierno no escoge ser líder en colaboración puede causar daño más que beneficio a la conservación del jaguar			
Solo unas pocas UMAs consideran al jaguar como una especie importante para la conservación				

Problema 2. Conflicto entre ganaderos y jaguares llevan a la cacería de los mismos

Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
Más de 20 jaguares han sido matado en los últimos 5 años	Se han matado más jaguares de los que sabemos		Sub-población de Sinaloa (Sinaloa, Nayarit, Jalisco JCU)	
	Continuará la cacería de jaguares			
Más de 6 jaguares han sido matado en los últimos 5 años	Vea arriba		Sub-población de Sonora	
Una encuesta reciente mostró que el 61% de la gente de Sonora	Esta actitud negativa no cambiará		Sub-población de Sonora	

mataría un jaguar que mate a una vaca				
Hay un amplio programa de compensación en México	Si el programa de compensación funciona, se reducirá la caería de jaguar		Trabaja de forma diferente en las diferentes áreas	
El manejo del ganado no es bueno	La mala práctica de manejo de becerros aumenta el riesgo de depredación		Ampliamente distribuido en México	
La tierra es sobre-pastoreada y la fauna silvestre desplazada por la ganadería	La ganadería reduce las presas del jaguar e incrementa los conflictos		Ampliamente distribuido en México	
Los dueños de tierra quieren usarla productivamente	Tanto la ganadería como la agricultura incrementa el conflicto			

Problema 3a. Valores culturales en conflicto

Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
La mayoría de las personas no reconoce al jaguar como una especie nativa	Si la gente no sabe que existen, no se inclinarán a protegerlos	El número de personas que están conscientes de los jaguares en esta área, y cómo pueden ser contactados	USA y México	
Algunas comunidades locales reciben educación ambiental		Necesidad de explicar los programas de educación y asegurarse que se implementen	Cuatro comunidades en Sonora, Nuevo México y Arizona. Guía estatal de educación	Naturalia, AZGFD

Problema 3b. Diferentes valores sociales de los jaguares

Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
ONGs y agencias gubernamentales proveen pagos para acciones de conservación del jaguar	Si este programa se expande hacia otros ranchos, podríamos incrementar el valor del jaguar para el público en general		Trece ranchos en Sonora	Naturalia

Algunos segmentos de la sociedad no le da valor económico al jaguar	Nadie puede dar valor económico específico al jaguar		USA y México	
---	--	--	--------------	--

Problema 5. Competencia por la presa

Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
Las personas utilizan las mismas presas que los jaguares	Las presas de los jaguares son limitadas	No conocemos las densidades poblacionales de las presas en el hábitat del jaguar	México	

Metas y Acciones

Problema 1. Coordinación / Cooperación entre las partes interesadas

Meta 1.

Expandir las fuentes de financiamiento que pueda ser usado en cualquiera de los dos lados de la frontera donde generen la mayor conservación

Acción: Escribir una descripción del proyecto de planeación de conservación y llevarlo a la reunión trilateral en Mayo del 2011

Responsables: Erin Fernández (proyecto); Rogelio Manríquez, Terry Johnson (llevarlo)

Costo: Bajo costo

Obstáculos: Poco tiempo

Acción: Crear un comité enfocado solamente a recaudar fondos. 2011; 1^{er} año: 5 millones de dólares cada año por los próximos 5 años

Responsables: Naturalia, Panthera, USFWS, CONANP, CEDES

Costo: Bajo costo

Obstáculos: Otras tareas que deben terminarse primero por parte de cada organización

Acción: Institucionalizar el programa por acuerdo entre USFWS y SEMARNAT (CONANP) para obtener algunos fondos y cómo gastarlos en el programa de conservación de jaguar.

Responsables: Howard Quigley y Carlos López

Línea de Tiempo: Mayo, 2011 (después de la reunión trilateral)

Costo: Bajo costo

Acción: Organizar una reunión con PROFEPA y SEMARNAT para proponer tomar el dinero de mitigación en las áreas impactadas en la actualidad.

Responsables: Cristina Meléndez, CEDES, con participación de: PROFEPA, SEMARNAT, SAGARPA, CONANP, Sub-comité de Jaguar, Consejo Estatal de Vida Silvestre

Línea de Tiempo: Diciembre, 2011

Costo: Bajo costo

Obstáculos: Colaboración de las partes

Acción: Organizar una reunión con SCT, SAGARPA para asegurarse que los proyectos de desarrollo e infraestructura así como los cambios de uso de suelo consideren a expertos de conservación de jaguar en el proyecto

Responsables: Cristina Meléndez, CEDES; Rogelio Manríquez, CONANP, Rodrigo Núñez

Línea de Tiempo: Diciembre, 2011

Costo: Bajo costo

Obstáculos: Colaboración entre las partes

Meta 2.

Coordinar reuniones entre agencias de gobierno, ONGs, dueños de tierra y académicos en cada región.

Acción: Convocar a una reunión con todos los organismos anteriores con los siguientes objetivos:

I) Identificar el tipo de entrenamiento o educación necesaria a niveles locales.

II) Trabajar en propuestas para la implementación de las leyes.

III) Identificar valores comunes entre las partes (el uso de la tierra y valores de conservación deben ser reconocidos)

Responsables: Rodrigo Núñez (Jalisco y Nayarit); CEDES (Sonora); Carlos López/ autoridades estatales (Sinaloa); AGFD, NMDGF (Arizona y Nuevo México)

Línea de Tiempo: Abril - Noviembre 2011 y una vez cada dos años

Costo: Costo medio

Obstáculos: Fondos y colaboración entre los partes interesadas

Meta 3.

Asegurarse que hay un proceso para la integración del PACE y RP, de manera que ambas partes sepan las prioridades y qué hacer. Esto también debe incluir otras estrategias y planes con traducción de todos los documentos a inglés y español.

Acción: Integrar, analizar y resumir todos los planes de conservación del jaguar y enviarlos a Erin Fernández para que sean integrados como sea necesario para el Plan de Recuperación del Jaguar.

Responsables: Rogelio Manríquez (CONANP)

Línea de Tiempo: Junio, 2011

Costo: Bajo costo

Meta 4.

Desarrollar programas de educación y entrenamiento continuos para personas involucradas en temas de conservación a nivel local.

Acción: Identificar qué tipo de entrenamiento y dónde es necesario. En los talleres anteriores identificar esas necesidades (ver Meta 2, Problema 1)

Costo: Costo medio

Meta 5.

México: Reforzar y trabajar junto con otras agencias (p.ej. caminos y puentes)

Acción: En la reunión trilateral, en la mesa de cumplimiento de leyes, presentar una propuesta de reuniones de entrenamiento.

Responsable: Rogelio Manríquez (CONANP)

Línea de Tiempo: Discusión inicial (Mayo, 2011 y 2012)

Costo: Bajo costo

Acción: Entrenar autoridades locales en leyes ambientales y tratados ecológicos. Encontrar apoyo de abogados ambientales.

Responsables: CEDES, SEMADES y SEMANAT. AGFD, NMDGF y USFWS. Rodrigo y Cristina

Línea de Tiempo: Diciembre, 2012

Costo: Costo medio

Obstáculos: Fondos para cubrir el bufete de abogados

Meta 6.

Revisión de los logros a los 5 años

Problema 2: Conflicto con Ganadería

Meta 1.

Reducir la matanza de jaguares al menos al 50% de la tasa actual

Acción: Compensar eficientemente la pérdida de ganado. Reunión con el Seguro contra Depredadores, Confederación Nacional Ganadera, para trabajar con los problemas identificados (otros tipos de verificaciones ya que no hay suficientes recursos humanos, pago solamente por un animal y no necesariamente el 10% del inventario, etc).

Responsables: Rogelio Manríquez (CONANP)

Costo: Bajo costo

Acción: Crear un rancho para un grupo de ganaderos que críen vacas para reemplazar las pérdidas por depredación de ganado (autosostenible y administrado por una organización no lucrativa)

Responsables: Ivonne Cassaigne

Línea de Tiempo: Diciembre, 2013

Costo: Alto costo

Obstáculos: Fondos

Acción: Cumplimiento de las leyes [reunión previa con autoridades locales y dueños de tierras (ver Meta 2, Problema 1)]

Costo: Costo medio

Meta 2.

Disminuir la depredación de ganado por parte de jaguares en un 50% de la tasa actual.

Acción: Escribir un plan de manejo de ganado entre investigadores y los ganaderos y trabajar un proyecto piloto.

Responsables: Gerardo Carreón (Juan Carlos Bravo), Ivonne Cassaigne (Sonora); Rodrigo Núñez (Jalisco)

Costo: Alto costo

Obstáculos: Ganaderos que no quieren intentarlo, fondos para cubrir pérdidas inesperadas.

Meta 3.

Revisión de los logros a los 5 años

Problema 3: Conflicto con Valores Culturales**Meta 1.**

Encontrar cosas en común entre varios grupos culturales

Acción: Ver Problema 1, Metal 2

Meta 2.

Incrementar la educación ambiental en los siguientes niveles: escuelas, comunidades y ciudades en el rango del jaguar

Acción: Entrenar a los entrenadores, proveer materiales (empezando en el 2012). CONANP ya está produciendo materiales tales como volantes y otros, solo se necesita aumentar el número. CONANP está trabajando en la áreas naturales protegidas (especial necesidad en la Cuenca del Yaqui, actualmente trabajando en Álamos y Ajos Bavispe). Involucrar a la SEP. Incluir TV y radio. Naturalia ya está trabajando en Sahuaripa, Bacanora, Arivechi, Bacatete. En Jalisco y Nayarit ya se está trabajando en El Tuito y Marismas Nacionales. CEDES y Naturalia incrementarán sus actividades en el resto de los lugares con necesidad dependiendo de los fondos

Responsables: Rogelio Manríquez (CONANP), Gerardo Carreón

Línea de Tiempo: Inicio del 2012

Costo: Mediano costo

Obstáculos: Fondos

Meta 3.

Revisión de los logros a los 5 años

Problema 4: Conflictos con Valores Económicos**Meta 1.**

Promover alternativas económicas por la presencia del jaguar

Acción: Ayudar a los dueños de tierras a obtener fondos del gobierno. Incrementar los esfuerzos actuales de Naturalia hacia más ganaderos, (incrementar el 30% de la ayuda actual, cada año, si los fondos están disponibles, por los próximos 5 años).

Responsables: Gerardo Carreón

Línea de Tiempo: Empezando en el 2012

Costo: Costo medio

Obstáculos: Fondos

Acción: Presentar una propuesta de pagos continuos (no limitados a una sola aplicación) por parte de CONAFOR y otras entidades, primero al Subcomité del Jaguar y después a CONAFOR. CONANP sugerirá a CONAFOR, utilizando los nuevos mapas, la unidad de recuperación.

Responsables: Cristina (CEDES); Rogelio Manríquez (CONANP)

Línea de Tiempo: Diciembre, 2012

Costo: Costo medio

Acción: Presentar una propuesta de “Pago por ocupación” (con verificación de los individuos en el área por parte del Gobierno o una ONG), primero al Subcomité del Jaguar y luego pedirles que lo lleven a los diferentes niveles del gobierno (federal, estatal y municipal y SAGARPA, CONAFOR, SEMARNAT, CEDES)

Responsables: Rodrigo Núñez

Línea de Tiempo: Diciembre, 2012

Costo: Bajo costo

Acción: Facilitar el ecoturismo. Identificar quién está realizando esta actividad en la actualidad en la unidad de recuperación y dar entrenamiento y apoyo técnico. Resaltar y reforzar el orgullo comunitario por el jaguar.

Responsables: Rodrigo Núñez

Línea de Tiempo: Empezar en el 2011

Costo: Mediano costo

Acción: Incrementar en un 10% el número de ganaderos en el programa de incentivos que Naturalia tiene por fotografías de felinos silvestres. Naturalia está trabajando en un programa con 13 ganaderos en donde se les paga cada mes por cada fotografía nueva de felinos en sus cámaras (también provistas por Naturalia). La acción, dependiendo de los fondos, sería la de incrementar el número de ganaderos en este programa en un 10% cada año.

Responsables: Gerardo Carreón (Juan Carlos Bravo)

Línea de Tiempo: Iniciando el 2012

Costo: Costo medio

Obstáculos: Fondos

Meta 2.

Cambiar la mentalidad de manera que tanto el uso de tierra como los valores de conservación sean reconocidos.

Acción: Reuniones previas (vea Meta 2, Problema 1)

Meta 3.

Revisión de los logros a los 5 años

Problema 5: Sobreuso de Presas

Meta 1.

Incrementar o mantener la base de presas a niveles sostenibles

Acción: Educación ambiental hacia cazadores de subsistencia (reducir cacería de hembras). Promover y entrenar personas en cómo obtener fondos (Procodes y Progan, PET, SEDESOL)

Responsables: Rodrigo Núñez

Línea de Tiempo: Inicio en 2012

Costo: Costo medio

Acción: Identificar el impacto de la caza de subsistencia en las especies presa del jaguar. (Investigación a ser realizada en la Supermeta 4)

Costo: Alto costo

Meta 2.

Revisión de los logros a los 5 años

Problema 6: Actividades Humanas

Meta 1.

Disminuir o regular las actividades humanas en el hábitat del jaguar

Acción: Pasar la voz y diseminar información acerca de carreteras y minas. Buscar consejos de grupos en leyes ambientales par alas autoridades de gobiernos locales y ONGs.

Línea de Tiempo: Empezando en Abril, 2011.

Costo: Alto costo

Super Metas

Meta 1.

Identificar problemas que impiden la conservación

Acción: Incrementar la participación de todos los partes interesadas (ver Problema 1, Meta 2)

Acción: Incorporar más áreas de para la conservación del jaguar (ANP, niveles local y federal, UMAs con jaguar), certificar las áreas, áreas privadas para la conservación (áreas de conservación estatales).

Costo: Alto costo

Meta 2.

Continuar y expandir los estudios (tasas de dispersión, uso de hábitat)

Acción: Apoyar proyectos de investigación en conservación del jaguar por parte de autoridades locales (ej. CEDES), asociaciones, académicos and NGO's .

Acción: Hacer cumplir la operación, administración e infraestructura de las áreas protegidas en los diferentes estados.

Responsables: Carlos, Octavio, Rodrigo, Rogelio, Cristina (CEDES), Erin, David

Costo: Alto costo

Obstáculos generales para cumplir las Super Metas:

Fondos

Cooperación esperada por cada una de las partes (desacuerdos entre las partes)

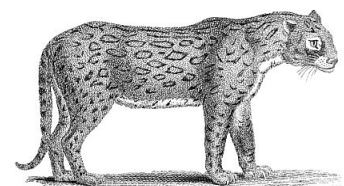
Lugares inseguros para trabajar

Jaguar del Norte (*Panthera onca*) Taller de Evaluación de Población y Hábitat

Marzo, 1 – 4, 2011
Amado, Arizona, Estados Unidos de América



IV Reporte del Grupo de Trabajo: Manejo del Hábitat del Jaguar



Reporte del Grupo de Trabajo: Manejo del Hábitat del Jaguar

Participantes del Grupo de Trabajo:

Valer Austin, Cuenca Los Ojos, A.C.

Eberardo Sánchez, Camero, CEDES

Lizardo Cruz, CONANP-Especies Prioritarias

Keith Hughes, BLM-Tucson Field Office

Eduardo López, BIDA

Rodrigo Núñez, UNAM/Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala

Octavio Rosas, COLPOS, SLP México

Jim Stuart, New Mexico Department of Game and Fish

Bill Van Pelt, Arizona Game and Fish Department

Recorder: Juliette Gutierrez, USFWS-Buenos Aires National Wildlife Refuge

Temas de Preocupación

The following issues are presented in order of priority as determined by the working group.

Los siguientes temas se presentan en orden de prioridad tal como fue determinado por el grupo de trabajo.

1. Entendimiento del Manejo de Hábitat

- Hay una falta de manejo de hábitat a gran escala.
- No tenemos adecuada información de las necesidades de hábitat del jaguar.
 - Existe una falta de información para saber si las necesidades de uso de hábitat/corredores son iguales para machos y hembras
 - Hay necesidad de un mayor entendimiento de la relación entre las presas con las poblaciones de jaguar y sus movimientos.
 - Se necesita más información para determinar si la competencia con los pumas por las presas es un impedimento para el éxito y movimientos del jaguar.
 - Se necesita más información para determinar las necesidades de vegetación/agua para el uso y movimientos del jaguar.

2. Entendimiento de Movimientos y Corredores

- Hay falta de información para conocer si los jaguares usan de manera diferente el hábitat /corredores en el norte y en el sur. ¿Será el agua más importante en el norte que en el sur y habrá cambiado históricamente? ¿Cuáles son las presas?
- No tenemos conocimiento de cuáles son las barreras para el movimiento de los jaguares
 - Los cambios del uso de tierra pueden impactar el movimiento; p.ej. construir una carretera de 4 carriles que va a lo largo de un corredor

3. Desarrollo de Prescripciones para un Hábitat Óptimo

- Se necesitan prescripciones del hábitat de manera de proveer ideas de uso de tierra y estándares para condiciones óptimas del hábitat para las entidades de manejo de hábitat tanto privadas como las gubernamentales. Se necesita entender las necesidades antes de que podamos dar consejos acerca de los mismos. Se necesita determinar los parámetros/características que definen la especificidad de hábitat y corredores; p.ej. % recomendado de cobertura vegetal.

4. Impactos Humano al Uso del Hábitat por el Jaguar

- Hay falta de información acerca del impacto de problemas fronterizos que incluyen seguridad e inmigración/contrabando en las poblaciones y movimientos del jaguar. Influencia de la actividad humana en el hábitat del jaguar (Puede ser parte del Grupo de Trabajo Interacción Humano - Jaguar)

5. Política y Desafíos de Planificación

- Las políticas y planeación del manejo de las tierras públicas, p.ej. pastoreo, deforestación, no tienden a tener un enfoque conservacionista.
 - Diferencia política entre condados pero para los mismos corredores
- La cacería ilegal es un problema. Existe una falta de vigilancia/seguimiento/ramificaciones legales y en relación a control de depredadores, cacería, trampeo, envenenamiento, etc. a pesar de las regulaciones establecidas. (Puede ser parte del grupo de trabajo de interacción humano-jaguar)

6. Cooperación y Coordinación

- Se necesita cooperación, coordinación, compartir información y consistencia de hábitat entre agencias, grupos conservacionistas, investigadores, ganaderos, dueños de tierra de diferente tenencia de la misma y a través de fronteras internacionales para proveer para el manejo a una escala mayor.

7. Financiamiento

- El financiamiento para la fauna silvestre no se ha convertido en una prioridad lo suficientemente importante para ser compartida a través de fronteras internacionales.

8. Participación y Educación de los Dueños de Tierra

- Se necesita crear interés para la participación de los dueños de tierra. Determinar qué incentivos pueden proporcionarse para atraer esa acción.
- Los dueños de tierra no tienden a tomar un rol activo en la conservación del jaguar.
 - Hay una falta de educación de los dueños de tierra acerca de la importancia del jaguar y su rol en el ecosistema. (Puede ser parte del grupo de trabajo de interacción humano - jaguar)

9. Cambio climático

- Se necesita más información acerca de los impactos que el cambio climático tundra en las poblaciones de jaguar.

Ensamble y Análisis de Información

1. Entendimiento del Manejo de Hábitat

Problema	Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
Existe una falta de información para saber si las necesidades de uso de hábitat/corredores son iguales para machos y	En USA solo hay 3 hembras de jaguar documentadas	El uso de hábitat y dispersión de machos y hembras es diferente. La disponibilidad de recursos	Tamaño de muestra pequeño con determinación de factor limitante	Campeche y Jalisco han mostrado que tienen una relación hembra a macho de 2:1. USA tiene un	"Sex Matters" publicación en México. Boydston y López. Conde et al.

hembras		además de las necesidades de los cachorros son un problema.		uso muy limitado por parte de hembras.	
Hay necesidad de un mayor entendimiento de la relación entre las presas con las poblaciones de jaguar y sus movimientos.	Se han identificado 86 presas dentro del rango del jaguar	Son oportunistas pero prefieren mamíferos medianos y grandes	Preferencia de presa y dieta por estación	En el NE de Sonora optan por mamíferos de mediana talla. Jalisco tiene una mayor diversidad de presas.	Núñez et al. 2000, Rosas-Rosas et al. 2008, López-González et al. 2002, Seymour 1989
Se necesita más información para determinar si la competencia con los pumas por las presas es un obstáculo para el éxito y movimientos del jaguar.	Jaguares y Pumas se superponen en dieta como los ungulados	Hay alguna competencia por presas, lo que puede limitarse las oportunidades de comida para el jaguar	Hasta que punto compiten por las presas	Basado en los datos disponibles, esto ocurre en el NE de Sonora y Jalisco	Núñez et al. 2000, Rosas-Rosas et al. 2008
Se necesita más información para determinar las necesidades de vegetación/agua para el uso y movimientos del jaguar.	Hay información disponible regional localizada para Arizona, AZ, Sonora y Sinaloa	El agua determina la distribución de presas. Los jaguares van donde se pueden encontrar las presas.	Necesitamos más información acerca de patrones de movimiento de las presas que llevan a los jaguares a un lugar. Cuáles son los rasgos y características de la vegetación en hábitat y corredores. Estacionalidad.	A lo largo de todo el rango. Basado en los datos disponibles, esto es en Arizona y NE de Sonora	Rosas-Rosas et al. 2010, Hatten et al. 2005

2. Entendimiento de Movimientos y Corredores

Problema	Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
Hay falta de información para conocer si	En el NE de Sonora el jaguar usa	En el sur los jaguares usan corredores	Patrones de movimientos de dispersión.	A través del área de recuperación	Rosas-Rosas et al. 2006

los jaguares usan de manera diferente el hábitat /corredores en el norte y en el sur.	corredores riparios.	riparios pero se mueven a terreno más quebrado hacia el norte en su rango.	Uso de hábitat y corredores en el resto del rango.	del jaguar norteño	
No tenemos el conocimiento de qué está creando fragmentación en el hábitat, p.ej. caminos	Hay un incremento constante en el desarrollo de carreteras, urbanización, minas, cercado, iluminación y otra infraestructura	Eso impacta el hábitat y movimientos del jaguar	Dónde y a qué extensión están siendo impactados los jaguares. Datos de movimiento serían de ayuda.	En todo el rango. Más específicamente en el centro y sur de Sonora	Maffei et al. 2004, Estadísticas del Medio Ambiente en México, 2010

4. Impactos Humano al Uso del Hábitat por el Jaguar

Problema	Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
Hay falta de información acerca del impacto de problemas fronterizos que incluyen seguridad e inmigración/contrabando en las poblaciones y movimientos del jaguar.	En los últimos 10 años ha incrementado el tráfico pero también se ha movido a terreno más escarpado que también puede ser corredor de jaguar	Impacta al hábitat y movimientos del jaguar	Necesitamos estadísticas de la extensión de las actividades y el impacto que tiene sobre el hábitat. ¿Hay áreas permeables de cerco dentro del hábitat?	Sur de Arizona y Nuevo México, Norte de México	INEGI 2010

5. Política y Desafíos de Planificación

Problema	Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
Las políticas y planeación del manejo de las tierras públicas, p.ej. pastoreo, deforestación, no tienden a tener un	La conservación de especies es solo un componente del uso múltiple de	Las tierras públicas actualmente pueden no estar manejadas para promover	Conociendo cómo el manejo actual de las tierras públicas pueden	USA y México	

enfoque conservacionista.	tierras públicas. Los mandatos múltiples pueden estar en conflictos con la conservación del hábitat del jaguar	la conservación de los jaguares	afectar al jaguar y jaguar y su hábitat		
La cacería ilegal es un problema. Existe una falta de vigilancia/seguimiento/ramificaciones legales y en relación a control de depredadores, cacería, trampeo, envenenamiento, etc. a pesar de las regulaciones establecidas.	Desde el 2000 al presente han habido aproximadamente 20 jaguares cazados a pesar de las regulaciones	Las pequeñas poblaciones (esto es, cerca de 100 individuos) no pueden sostener este nivel de extracción. Esto es un bajo estimado de la extracción actual.	¿Cuál es la tasa de cacería a través del rango norteño? ¿Cuál es el efecto de esa tasa en la población del jaguar?	A través del rango en México	

6. Cooperación y Coordinación

Problema	Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
Se necesita cooperación, coordinación, compartir información y consistencia de hábitat entre agencias, grupos conservacionistas, investigadores, ganaderos, dueños de tierra de diferente tenencia de la tierra y a través de fronteras internacionales para proveer para el manejo a una escala mayor.	Hay una falta de comunicación o coordinación en el hábitat del jaguar debido a metas y objetivos determinados por los mandatos de las agencias.	La falta de coordinación impide a gran escala el manejo del hábitat del jaguar necesario para su recuperación	No hay plan de conservación en el estado de Sonora. El plan nacional es general para el rango pero no para manejo. Todavía está en borrador una evaluación de conservación para Arizona, Nueva México y México.	En toda el área de recuperación	Johnson et al. 2011

7. Financiamiento

Problema	Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
El financiamiento para la fauna silvestre no se ha convertido en una prioridad lo suficientemente importante para ser compartida a través de fronteras internacionales	Se necesitan fondos suficientes para estudios a gran escala acerca del hábitat y movimientos tal como telemetría, collares satelitales, etc.	No es una prioridad porque no hay incentive económico para proteger los jaguares, tal como lo hay para especies de cacería. No hay incentivos. También hay competencia por los fondos entre organizaciones conservacionistas.	¿Dónde está el dinero?	Estados Unidos de América y México	Valdez et al. 2006, CONABIO 2008

8. Participación y Educación de Dueños de Tierras

Problema	Hechos	Suposiciones	Vacíos de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
Se necesita crear interés para la participación de los dueños de tierra. Determinar qué incentivos pueden proporcionarse para atraer esa acción.	Hay un programa de compensación en USA por parte del grupo Malpai, pero solo ha sido usado una vez. El espacio que esa compensación cubre era muy pequeño. En México se empezó un programa de compensación en el 2010. La gente no está satisfecha por que no reciben la compensación completa. (solo 40%-	Los programas actuales no ofrecen suficientes incentivos para cubrir las necesidades del jaguar o de los propietarios de tierras, así que proveer hábitat no es una prioridad	¿Cómo puede ser mejorado el programa el programa para atraer una mayor participación? Necesitamos determinar valores/pérdidas.	Principalmente México pero en todo el rango	Se necesita crear interés para la participación de los dueños de tierra. Determinar qué incentivos pueden proporcionarse para atraer esa acción.

	60%) del valor de los animales. Hay un programa de incentivos en Sonora, México en la UMA Área de Manejo de Jaguar desde el 2003 que ha sido exitoso.				
Los dueños de tierra no tienden a tomar un rol activo en la conservación del jaguar.	Hay razones culturales y económicas para no hacer del jaguar y su hábitat una prioridad.	Se necesita combinar la cultura y la conservación. Mostrar que el mejoramiento de hábitat para una especie puede beneficiar a otra. Simplificación del proceso de incentivo con atractivo para que los propietarios tomen parte.	Carecemos de un enfoque para trabajar de manera convincente con propietarios para trabajar en el manejo a una escala mayor. Necesitamos determinar con qué estarían cómodos los propietarios.	Estados Unidos de América y México	Los dueños de tierra no tienden a tomar un rol activo en la conservación del jaguar.

9. Cambio Climático

Problema	Hechos	Suposiciones	Vacios de Información	Especificidad Regional	Bibliografía
Se necesita mayor información de qué impacto tendrá el cambio climático sobre las poblaciones del jaguar.	El jaguar tiene una gran tolerancia a la variabilidad de hábitat	El cambio climático cambiará el hábitat del jaguar	¿Cuál será el impacto sobre el jaguar? ¿El movimiento del agua jugará un papel?	Estado Unidos de América y México	

Metas y Acciones

Problema 1. Hay falta de conservación del hábitat del jaguar

Sub-Problema 1. Se necesita crear interés para la participación de los propietarios de tierras. Determinar cuáles incentivos pueden proveerse para atraer esa acción.

Meta 1.

Mayor conservación de hábitat implementado en el terreno

Sub-Meta 1.

Mejorar los programas de incentivos para los propietarios de tierras

Acción: Identificar personas claves en CONAFOR, SEMARNAT, CONANP, SAGARPA, y participantes locales en zonas de talleres para ayudar a ideas para incentivos de conservación.

Acción: Compilar una lista de posibles incentivos y programas que pueden proveerse a los ganaderos interesados en tomar parte en servicios ambientales.

Acción: Conducir un taller trabajando con ONGs para dueños de tierras, asociaciones ganaderas, autoridades municipales, asociaciones agrícolas, asociaciones privadas y ejidales, distritos de conservación para discutir temas sobre conservación de vida silvestre y necesidades de todos los partes interesadas. Un componente del taller involucrará educación y explicaciones sobre ecología, la biología básica de los ecosistemas, valores de corredores y manejo a gran escala usando al jaguar como especie focal. El taller proveerá un foro para entrevistar dueños de tierras y para formular opciones tanto para incentivos proactivos y reactivos a través de mitigación, compensación monetaria, etc. que hará la conservación del jaguar más atractiva para los dueños de tierras.

Responsables: Octavio Rosas – Rosas.

Línea de Tiempo: Se realizarán talleres piloto en Sahuaripa y Nacori Chico, Sonora antes del 31 de Diciembre, 2011. Se llevarán a cabo talleres en Ciudad Obregón, Álamos y dos poblaciones en Sinaloa y Nayarit

Obstáculos: Financiamiento, seguridad para las personas, línea de tiempo para proveer incentivos y disponibilidad de participantes para los talleres.

Problema 2. Hay falta de información de las necesidades del hábitat óptimo del jaguar

Sub-Problema 1. Se necesita más información para determinar si hay competencia de presas entre jaguar y puma.

Meta 1.

Entender necesidades de hábitat del jaguar para implementación

Sub-Meta 1.

Entender la competencia de presas entre puma y jaguar

Acción: Conducir un estudio de hábitos de comida de jaguar / puma. Los sitios de estudio serán en áreas donde existan poblaciones reproductivas conocidas de jaguar y los estudios deberán ser hechos a lo largo del gradiente del rango norte. Desarrollar una metodología estandarizada para estudios de muestreos estacionales que incluyan cámara trampa, muestreos de huellas, colecta de heces y análisis. Estos estudios nos informarán acerca de la distribución de los dos predadores así como identificar sobreposición de preferencia de presas.

Responsables: Octavio Rosas – Rosas.

Línea de Tiempo: Los estudios iniciarán el 1 de Octubre de 2011 y concluirá el 30 de Septiembre de 2016.

Obstáculos: Financiamiento, seguridad para personas, temas de logística tales como viaje y lejanía y cambios en prioridades políticas.

Sub-Problema 2. Se necesita más información para determinar si hay competencia de presas entre jaguares y pumas.

Sub-Meta 2.

Entender la relación entre tendencias de poblaciones de presa y poblaciones de jaguar y hábitat.

Acción: En conjunto con estudio de hábitos alimenticios, se implementará otro estudio de abundancia y tendencias de ungulados en las mismas áreas de estudio. Desarrollar una metodología de muestreo estandarizado tales como muestreos aéreos, conteo de pellets, muestreo de huellas o cámara trampa. El propósito es cuantificar presas disponibles para el jaguar para determinar qué dinámica de presas se necesita para sostener poblaciones estables de jaguar. Esto servirá como datos base para la implementación de futuros manejos de hábitat en otras áreas.

- Frecuencia de muestreos en cada sitio será determinado en la metodología.
- La metodología también incluirá la colecta de datos de precipitación y temperatura.
- Información complementaria de muestreos de poblaciones de ungulados será proporcionada por los Departamentos de Caza y Pesca de Nuevo México y Arizona.

Responsables: Eberardo Sánchez Camero en Sonora y Lizardo Cruz en Sinaloa y Nayarit.

Línea de Tiempo: Los estudios iniciarán el 1 de Octubre de 2011 y concluirá el 30 de Septiembre de 2016.

Obstáculos: Financiamiento, seguridad para personas, temas de logística tales como viaje y lejanía y cambios en prioridades políticas.

Sub-Problema 3. Se necesita más información para determinar las necesidades de agua / vegetación es necesaria para el uso y movimiento del jaguar.

Sub-Meta 3.

Entender la estructura vegetal y agua necesaria para movimientos y hábitat exitosos del jaguar.

Acción: Caracterizar la vegetación donde se encuentra el jaguar y sus presas dentro de las áreas de estudios mencionadas anteriormente. Compilar información básica existente acerca de estructura de vegetación, identificar tipos de vegetación anual o perenne, proximidad a fuentes de agua disponibles, efectos del pastoreo, número de vacas por región, clima y precipitación mensual. El Refugio Nacional de Fauna Buenos Aires en Arizona proveerá mapas de vegetación.

Responsables: CEDES y Eberardo Sánchez Camero hará un análisis comparando datos entre la información de agua y vegetación mencionada antes contra los datos de jaguar.

Línea de Tiempo: Los estudios iniciarán el 1 de Octubre de 2011.

Obstáculos: Poco tiempo, fondos.

Sub-Problema 4. Hay una falta de información para conocer si las necesidades de hábitat / corredores son las mismas para machos que para hembras. También hay una falta de de información en diferencias latitudinales en uso de hábitat entre jaguares.

Sub-meta 4.

Entender las necesidades de hábitat/corredores de machos y hembras de jaguares y determinar tendencias latitudinales en uso de hábitat a lo largo de la porción norte del rango de la especie.

Acción: Desarrollare una metodología estandarizada para muestreos lo cual incluirán radio collares y telemetría para rastrear los movimientos de jaguares a través de la porción norte del rango de la especie. Se muestrearán sitios en el norte y sur. Este estudio nos informará de los usos de hábitat a través de las diferentes regiones de la Unidad de Recuperación.

Responsables:

Línea de Tiempo: Los estudios comenzarán el 2 de Octubre de 2012 y terminarán el 30 Septiembre de 2017.

Obstáculos: Fondos. El costo de los radio collares puede impedir la extensión y duración de los muestreos. Otros obstáculos pueden ser seguridad y logística.

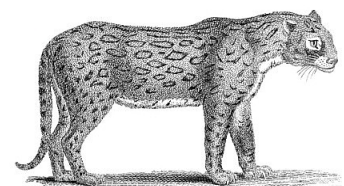
Jaguar del Norte (*Panthera onca*) Taller de Evaluación de Población y Hábitat

Marzo, 1 – 4, 2011

Amado, Arizona, Estados Unidos de América



V Apéndices



Apéndice A: Mapeo Digital en Apoyo al Plan de Recuperación del Jaguar del Norte¹

Eric W. Sanderson* y Kim Fisher
Global Conservation Programs
Wildlife Conservation Society
2300 Southern Blvd
Bronx NY 10460 USA

Información de contacto de Eric Sanderson*

Teléfono: 718-220-6825

Correo electrónico: esanderson@wcs.org

Resumen

Todos los objetivos y resultados, como se describen abajo, fueron terminados a tiempo, incluyendo el desarrollo de una base de datos de observaciones relevantes de jaguares desde tiempos históricos hasta el presente, una base de datos de sistema de información geográfica (GIS) de información espacial apropiada para el mapeo del rango del jaguar y considerando preguntas sobre su conservación y recuperación, y un modelo simple de hábitat basado en una modificación del modelo de Hatten et al. 2005 para Arizona. También trabajamos con el grupo para desarrollar un modelo espacial explícito de subunidades dentro de las definiciones del grupo de una unidad de análisis que cruza la frontera entre México y Estados Unidos del Norte; estas subunidades corresponden a las unidades descritas en el modelo metapoblación de jaguar que fueron también desarrolladas por el grupo de trabajo. Encuentre acompañando a este reporte un paquete de datos que consiste en un DVD el cual contiene archivos GIS y una base de datos de Microsoft Access.

Objetivos y Resultados del Proyecto

El objetivo general de este proyecto es el asistir al Servicio de Caza y Pesca de Estados Unidos de América (USFWS por su nombre en inglés) en aspectos del mapeo digital del plan de recuperación del jaguar del norte. A través de un acuerdo cooperativo modificado, la Wildlife Conservation Society (WCS) acuerda:

1. Circular un cuestionario previo al Taller de Análisis de Viabilidad Poblacional (PVA) del Jaguar del Norte para obtener la retroalimentación necesaria de los miembros del equipo y recopilar información de la literatura científica existente o usar datos disponibles de la encuesta Delphi aplicada por USFWS.
2. Trabajar con el Equipo para desarrollar las siguientes capas de datos espaciales georeferenciados (llamados en lo adelante capas GIS) en una base de datos personalizados de sistema de información geográfico (GIS) con una documentación apropiada de metadatos FGDC. Se tomará información adicional de fuentes de literatura referenciada en los recientes resúmenes de avistamientos de jaguares relevantes para la población nortea de la especie y contenida en un formato de base de datos de relación cruzada (p.ej. Microsoft Access)

¹ Reporte final bajo el acuerdo F11AC00036 (y modificación #0001) entre el Servicio de Pesca y Fauna Silvestre de los Estados Unidos de América y la Wildlife Conservation Society

- a) Avistamientos recientes de jaguares, desarrollados de fuentes existentes y de los miembros del equipo de recuperación.
 - b) Avistamientos históricos de jaguares, desarrollados de fuentes existentes y de los miembros del equipo de recuperación.
 - c) Extensión espacial del rango del jaguar recientemente ocupado como ha sido sintetizado por el equipo de recuperación.
 - d) La extensión espacial de poblaciones autosostenibles recientes de jaguares como ha sintetizado por los miembros del equipo de recuperación, incluyendo e incorporando datos adicionales identificados por el equipo de recuperación t USFWS entre los talleres PVA y PHVA de tal manera que toda el área de estudio, determinada por el Equipo, está cubierta.
 - e) Un mapa base de topografía, cursos de agua, cobertura, lugares poblados, caminos, unidades administrativas, las cercas para peatones de la frontera, cercas vehiculares de la frontera y otras fuentes de datos disponibles al público que representan variables en apoyo al análisis de la viabilidad de la población y hábitat. Se espera que haya alguna variación en la calidad/resolución de los datos a través de la frontera internacional y entre estados. El equipo de recuperación determinará los parámetros de las variables antes mencionadas.
 - f) Modelos simples de hábitat (desarrollados en los talleres basados en consultas y combinaciones pesadas de capas geográficas) usando información de prestaciones y la variable parámetros determinados por el equipo de recuperación. Además, se preparó un modelo de hábitat basados en bases de datos uniformes transfronterizos usando una modificación del método de Hatten et al. 2005.
3. Presentar un borrador de mapas GIS en el taller PVA de Enero, 2011 para retroalimentación por parte del Equipo.
 4. Presentar mapas GIS revisados en el taller PHVA de Marzo, 2011 para retroalimentación por parte del Equipo.
 5. Enviar mapas GIS finales al Arizona Ecological Services Office del USFWS para Abril 30, 2011. Todo el trabajo de GIS será hecho utilizando el paquete ESRI's ArcGIS. Los mapas GIS serán presentados como archivos y/o como base de datos georeferenciada personales.

Objetivo 1: Colección de Datos de los Miembros del Equipo de Recuperación

WCS digitalizó los resultados Delphi de los miembros del equipo y preparó mapas que fueron presentados en el taller PVA mostrando al equipo los resultados individuales y como estos se sobreponen. El equipo de recuperación entonces trabajó a través de muchas versiones de una unidad de “análisis” del jaguar durante el curso de dos talleres y en el período intermedio de los mismos, que WCS digitalizó y revisó de acuerdo a las instrucciones del equipo, incluyendo un sistema de subunidades. La versión final de la unidad de análisis con subdivisiones se proporciona en el paquete de datos y se corresponde con las subunidades del modelo de metapoblación desarrollado por el Grupo Especialista de Conservación y Cría (CBSG) bajo un acuerdo independiente y reportado en otra parte. También trabajamos con el equipo de

recuperación para desarrollar mapas para una propuesta acerca de monitoreo a lo largo de la frontera de Estados Unidos del Norte.

Objetivo 2: Desarrollo de Mapas Digitales para Apoyar al Equipo de Recuperación

Objetivos 2a/2b: Base de datos de eventos de jaguar

Para Estados Unidos del Norte y los estados del norte de México, compilamos una base de datos de observaciones de jaguar usando un sistema de registro / evento. Un evento se refiere a la experiencia de observación de un jaguar por parte de una persona. Los eventos suceden en un lugar determinado, en un tiempo determinado y varían en tipo. Los tipos de eventos incluyen mortalidades (cuando una persona mata a un jaguar), observaciones (cuando una persona observa a un jaguar), observaciones de excrementos o de signos atribuidos a un jaguar o sin observación (cuando una persona calificada busca un jaguar pero no ve ninguno). Los eventos resultan en una memoria a favor del observador (es) y puede también llevar a una evidencia física (como un cráneo, piel o fotografía). Los eventos también son comúnmente anotados convirtiéndose en un registro. Un registro es un reporte escrito, gráfico o verbal de un evento con un jaguar. Los registros escritos se suceden en periódicos, libros, revistas científicas, e idealmente pueden ser citados y son de dominio público. Los registros gráficos incluyen fotografías, dibujos o cualquier otra representación de jaguar creada por el humano (como una figurilla de jaguar). Los registros verbales son cuentas del evento, bien sea por alguien con experiencia de primera mano o alguien que haya oído la historia de alguien más.

La presencia de jaguares en el área de estudio ha generado con el tiempo literatura rica y entrelazada que rastrea hacia atrás hasta los primeros registros escritos de Coronado en 1540. Referencias culturales y registros fósiles también son parte de la historia del jaguar en la región, y algunos de esos registros se alargan hasta el Pleistoceno, hace más de 10,000 años atrás. Cada documento en la literatura comprende una historia. Una “historia” es definida como un descubrimiento, colección y análisis de información acerca de eventos pasados. La historiografía es el estudio de la historia y metodología de la disciplina de la historia. Aunque la mayoría de los escritores acerca de jaguares en la región de estudio no se identificarían así mismos como historiadores, de hecho ellos han estado practicando historia-descubrimiento, colectando y analizando información acerca de eventos pasados, en este caso, eventos relacionados con jaguares.

Muchos de estos historiadores de jaguares han estado escribiendo no solo para propósitos de señalar un descubrimiento sino también para hacer un argumento acerca de la presencia del jaguar en esta región, y especialmente dentro de los Estados Unidos de América. Estos argumentos son críticos para las consideraciones del equipo de recuperación de USFWS. Aunque hay una considerable variación en énfasis, parece que hubiera dos teorías compitiendo acerca de la presencia histórica del jaguar en los Estados Unidos de América:

“La Teoría del Jaguar Errante” – Esta teoría propone que los jaguares nunca han sido parte de la fauna de los Estados Unidos de América, pero más bien representan a jaguares dispersándose fuera de México, siguiendo una cadena de islas hacia Arizona y Nuevo México. Los escritores apuntan el desproporcionado número de machos observados en vez de hembras, inferencias acerca de la calidad de hábitat y el relativamente hablando poco número de observaciones en el tiempo. Algunos escritores también discuten algunos eventos como no representativos poblaciones naturales de jaguares, sino el resultado de jaguares introducidos por personas para propósitos de cacería.

“La Teoría del Jaguar Abandonado” – Esta teoría sugiere que los jaguares fueron parte de la fauna de los Estados Unidos de América pero fueron expulsados gracias a un programa concertado de cacería, debido a intereses ganaderos, y a un programa de control por parte del gobierno especialmente en el siglo XX. Irónicamente algunos de los eventos mejores documentados en los Estados Unidos de América son mortalidades ocasionadas por cazadores del gobierno.

Para complicar aún más la interpretación de estas dos teorías varios escritores usan restricciones en la documentación de sus historias. Algunos escritores arbitrariamente escogen extensiones espaciales (p.ej. el sureste de USA o Arizona), otros escogen arbitrariamente extensiones temporales (p.ej. observaciones solo desde 1900). En parte estas alternativas están dirigidas por consideraciones prácticas acerca de qué tanto material incluir y qué puede ser legiblemente resumido en una página, sin embargo al hacer estos resúmenes de eventos, los escritores con o sin intención pueden ensombrecer los registros para apoyar su teoría particular. Esta observación no tiene intención de impugnar a los escritores, pero por supuesto uno de los roles de los expertos es el de interpretar las observaciones y a ayudar a los novatos o la persona con menos tiempo a llegar a una conclusión, sin embargo para el propósito del equipo de recuperación del jaguar, parece importante abrir estos tesoros históricos y ponerlos disponibles a todos, en la palabras de todos los escritores, para que el equipo se base en ellos para sus discusiones.

En este punto, en apoyo al equipo de recuperación, la WCS creó una base de datos relacional de eventos de jaguares en Microsoft Access, sintetizando tantos datos como pudimos prácticamente manejar durante el período de la subvención. Esta base de datos incluyó el paquete de datos. Mientras que las conversaciones del equipo de recuperación variaron sobre una amplia geografía en México y en los Estados Unidos de América, nosotros no unimos nuestras investigaciones con ningunas definiciones a priori del período histórico de tiempo o extensión geográfica (más allá de un límite sureño, eventualmente determinado por el equipo para incluir el estado de Sinaloa en México. Nosotros continuamos esta línea hacia el este a través de México aproximadamente a la latitud 107 N). Dentro de esta base de datos compilamos los registros, incluyendo los textos exactos de las descripciones de fecha y lugar. Rastreamos también citas entre historias (descritos como “referencias” en las estructuras de la base de datos relacionales). Si una referencia cita otra, documentamos esa cita y luego seguimos esa referencia hasta su fuente. De esta manera buscando en la medida de lo posible, dentro de una cantidad de esfuerzo para documentar los registros “originales” tan cercano como sea posible del evento, sin filtrar o interpretar.

Para este reporte, la base de datos incluye 1,045 registros describiendo 430 eventos distintos compilados de 52 referencias (que citan otras 255 referencias). Estas 52 referencias se ponen a disposición en el Apéndice I. Note que un evento está definido por una combinación única de lugar, tiempo y tipo de evento; en algunos casos eventos múltiples pueden referirse al mismo jaguar (p.ej. Macho B fue observado muchas veces en un período de varios años; cada observación se catalogó como un evento individual). Sin embargo en general, la mayoría de los eventos están desperdigados lo suficiente en el tiempo y espacio, por lo que es poco posible que el mismo jaguar sea contado dos veces. Note que algunos individuos y organizaciones que suministraron registros para la base de datos pidieron que estos no fueran enviados a USFWS, por lo cual estos registros fueron excluidos de la base de datos suministrada. Aunque la base de datos representa una investigación extensiva de estos registros de jaguares, no puede ser descrita como exhaustiva. Una mayor investigación muy probablemente descubriría eventos adicionales y ciertamente registros adicionales.

La base de datos está estructurada alrededor de tres tablas principales dentro de una base de datos en Microsoft Access. La tabla de datos enlista todos los distintos eventos, como se describe arriba, la tabla de registros incluye los datos de registros individuales, incluyendo las descripciones textuales completas, y los eventos x los registros muestran cuál registro pertenece a cuál evento. A cada evento se le da un número único de identificación (ID de Evento) y cada registro tiene también una identificación numérica

única (ID de Registro); a los eventos también se les asigna nombres textuales, los cuales para una fácil referencia comprende el nombre del observador, año del evento y nombre del lugar (p.ej. Harris 1939 Ramanote Canyon AZ). Se construyó un formato el cual organiza los datos por evento, para que de esta manera el usuario pueda leer fácilmente todos los registros asociados a cada evento. Estos datos fueron también utilizados para generar impresiones de planos con eventos y registros para los talleres PVA y PHVA con el equipo de recuperación. Los eventos también están codificados por década, tipo de evento, estado, qué fue observado (jaguar o alguna otra cosa) y tipo de evidencia. Sub-tablas proveen estos detalles dentro de la base de datos de Access.

También produjimos archivos SIG de los eventos con clave de IDEvento. Localizando puntos es espacios representando eventos es difícil e inexacto por que la gran mayoría de los eventos no incluyen coordenadas geográficas exactas. La mayoría de las localidades de los eventos están descritas de acuerdo a nombres de lugares (p.ej. Montañas Chiricagua, cerca de Kimble, Texas). Ubicamos puntos en los centros de características geográficas hasta el punto de que pudimos determinar usando las capas de datos descritas abajo, las bases de mapas de ESRI (que estén disponibles a través del programa ArcGIS), y Google Earth y Google Maps.

Cartográficamente sentimos que es mejor mostrar la ambigüedad de la ubicación al marcar cada punto con un círculo rojo basado en el diámetro del área de moradía de un jaguar macho. Exploramos al tratar de mapear los polígonos para rangos montañosos (basado en el análisis de los datos de rugosidad del terreno), pero no fuimos capaces de perseguir resolver este problema lo suficiente para implementarlo a través de todos los conjuntos de datos.

Una inequívoca conclusión que emerge del estudio de los eventos de jaguares a través del tiempo es que la distribución del jaguar en los Estados Unidos de América ha cambiado dramáticamente con el tiempo. Dependiendo del período histórico que uno considere está la referencia apropiada para considerar la posibilidad de recuperación del jaguar en los Estados Unidos de América, independientemente de cuál teoría uno adopte, uno va a obtener un mapa dramáticamente diferente de las tierras afectadas. Estos resultados fueron presentados al equipo de recuperación en el taller PHVA de Marzo 2011. A su vez estas decisiones contextualizan como la conservación del jaguar en todo su rango es definida (para un tratamiento previo de esta pregunta vea Sanderson et al. 2002). Entender el contexto ecológico del rango de una especie se considera ahora esencial para los procesos de planeación de conservación (Redford et al. 2011; IUCN/SSC 2008).

Objetivo 2c. Síntesis del rango del jaguar

El equipo de recuperación no completó una síntesis del rango del jaguar durante el termino de este convenio, excepto en los términos de la unidad de análisis descrito en el Objetivo 1. Las preguntas acerca de qué rango planear a través depende de preguntas de qué periodo de tiempo es una referencia apropiada para los esfuerzos de planeación de USFWS. Las preguntas relacionadas con cuál rango planear depende de las preguntas de qué período de tiempo es una referencia apropiada para los esfuerzos de planeación de USFWS.

Este punto fue tocado en la reunión del PHVA en Marzo de 2011. Si y cuando el equipo de recuperación y USFWS tomen una decisión acerca de este punto, los datos desarrollados a través de este acuerdo pueden ser usados para hacer mapas indicando al equipo de recuperación el mejor estimado/juicio del rango del jaguar.

Objetivo 2d. Síntesis de poblaciones autosostenibles

Como se describió en el Objetivo 1, creamos una capa GIS describiendo el análisis de unidades y subunidades, que después sometido al análisis de viabilidad poblacional por el equipo de CBSG.

Objetivo 2e. Desarrollo de capas LAYERS de datos para el mapeo de hábitat

Bajamos, sintetizamos y desarrollamos una gran base de datos GIS para apoyar los esfuerzos del equipo de recuperación. Todos los datos fueron proyectados a un sistema geográfico coordinado común, documentado con FGDC metadatos, simbolizados y usado para generar mapas para los talleres PVA y PHVA. También digitalizamos mapas provistos por USFWS describiendo la extensión del muro fronterizo, compilando tan completo como la versión posible del muro como los datos fueron provistos. Todos estos datos se incluyen en el paquete de datos y están enlistados abajo.

Objetivo	Tema	Base de datos	Fuente	Notas	Usado en análisis de hábitat (2f)	Archivo/directorios
2e	Jaguar	Grupo de Trabajo Gatos Fronterizos puntos de ocurrencia y polígonos de unidades de conservación	Kurt Menke (kurt@birdseyeviewgis.com)	Después esfuerzos de reconciliación de datos, se decide no usarlo.		\bordercats
		Range-wide priority setting for jaguar	Wildlife Conservation Society; Sanderson et al. 2002; Zeller et al. 2007	Datos de 2006 basados en la revisión de set de datos de 1999		\RWPS
2e	Político	Estados y condados de USA	US Census (http://www.census.gov/geo/www/cob/st2000.html and http://www.census.gov/geo/www/cob/co2000.html)	Los bordes fueron editados para equipararse con los municipios /estados mexicanos (de los datos de ESRI). Elegí editar los bordes de USA en vez de los mexicanos por que los bordes de USA están generalizados (http://www.census.gov/geo/www/cob/scale.html) y los bordes mexicanos se asemejan más al Rio Grande.		\uscensus

		Estados y municipios mexicanos	Paquete de datos de ESRI con ArcGIS. 2006.			\esri
		Frontera USA-México (línea)	Derivado del censo de USA y datos ESRI	Todos los otros datos relacionados con la frontera (incluyendo los segmentos de muro) basados en esta línea.		\uscensus
2e	Áreas protegidas	Áreas Protegidas 1.1 - AZ, CA, NM, TX	http://app.databasin.org/app/pages/galleryPage.jsp?id=4b2e6723283241bd84c42a649d2ec073#tabId=datasetsTab&sortField=createDate&ascending=false	PADUS 1.1 (CBI edition). solamente US.		\PAs\CBI
		Áreas Protegidas terrestres CEC 2008	http://www.cec.org/Page.asp?PageID=122&ContentID=1327&SiteNodeID=499&BL_ExpandID=			\PAs\CEC_NA_PA_GEO_07_08
		Áreas Protegidas WDPA 2010 - MX	http://www.wdpa.org/AnnualRelease.aspx	Solamente México.		\WDPA2010
		Administración GAP	http://fws-nmcfwru.nmsu.edu/swregap/Stewardship/Default.htm	No hay datos para CA, TX, o estados mexicanos.		\GAP\stewardship
2e	Elevación	ASTER DEM (30m)	https://wist.echo.nasa.gov/wist-bin/api/ims.cgi?mode=MAINSRCH&JS=1 "ASTER GDEM es un producto de METI y NASA."	ASTERcat2.	X	\DEM\v2
2e	Hidrografía	NHD (USGS) hidrografía - AZ, CA, NM, TX	ftp://nhdftp.usgs.gov/DataSets/Staged/States/FileGDB/HighResolution	Solo del lado de USA.		\usgs\NHD
		HydroSHEDS	http://gisdata.usgs.gov/wesite/HydroSHEDS/viewer.php	Frontera	X	\usgs\hydroSHEDS
		INEGI ríos y lagos	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/hidrologia/InfoEscala.aspx	Solo México		\INEGI
2e	Ecoregiones	Ecoregiones WWF	http://www.worldwildlife.org/science/data/item6373.html		X	\ecoregions\wwf

		Ecoregiones TNC	http://conserveonline.org/workspaces/ecoregional.shapefile/			\ecoregions\tn	
		Brown y Lowe 1980 Comunidades Bióticas del Suroeste	Servicio Forestal de USA Reporte Técnico General RM-78	No cubre toda el área de interés.		\landcover\Brown_and_Lowe_TNC	
2e	Cobertura	Cobertura GAP	http://earth.gis.usu.edu/wgap/landcover.html	Nohay datos para CA, TX, y estados mexicanos.		\GAP\landcover	
		Cobertura vegetal VCF (MODIS)	https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/products/modis_products_table/vegetation_conversion_continuous_fields/yearly_l3_global_500m/mod44b	Transfronterizo; correlación mejor observada de cobertura con observaciones.	X	\VCF\trecove	
		Cobertura GLC2000 (EC Comisión Conjunta GEM)	http://bioval.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/products.php				\landcover\GEM
		Cobertura y densidad de vegetación de INEGI	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/uso_suelo/inf_e1m.aspx				\INEGI
2e	Hábitat	Designaciones de Hábitat Críticos de USFWS	http://criticalhabitat.fws.gov/			\fws	
		Bloques de conexión de corredores de especies múltiples forestales	http://corridordesign.org/linkages/arizona	Específico para corredores de AZ			\corridordesign.org
2e	Presa	Distribución de especies SWReGAP: venado cola blanca, pecarí, wapiti, coatí	http://fws-nmcfwru.nmsu.edu/swregap/	Participantes del taller: no es útil.		\GAP	
2e	Humano	Índice de Influencia Humana de WCS	http://sedac.ciesin.columbia.edu/wildareas/	Influencia humana – puntaje no normalizado	X	\WCS	
		Densidad poblacional	CIESIN Gridded Población del Mundo http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw				\population_density

Objetivo 2f. Desarrollo de mapas simples de hábitat para el jaguar del norte

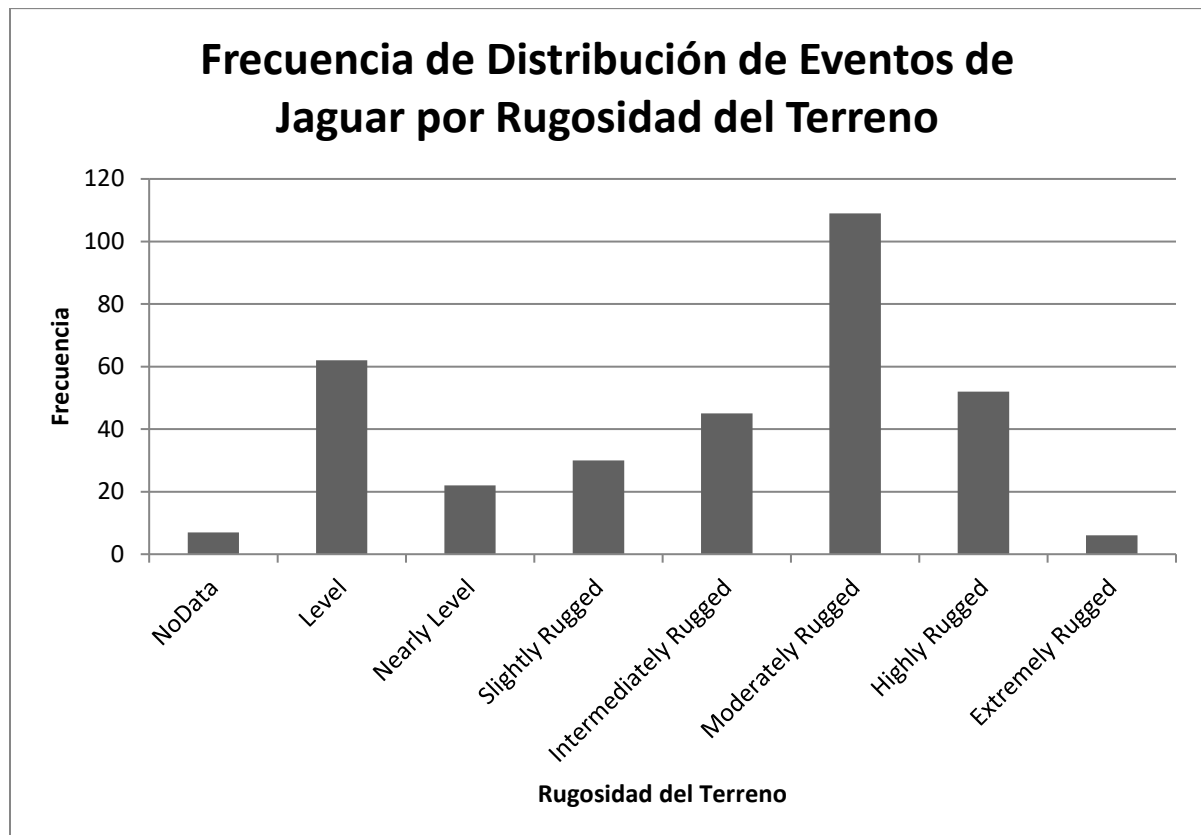
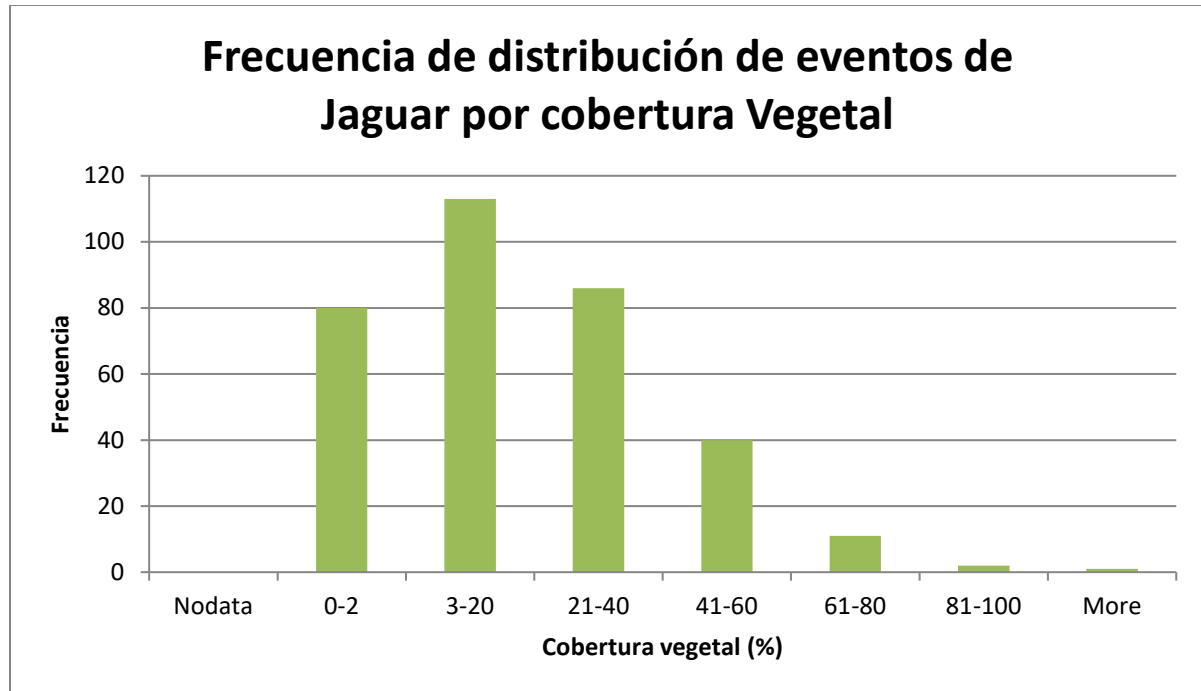
Usamos un subconjunto de capas de datos descritas en el objetivo 2e para producir muchas iteraciones de un mapa simple de hábitat después de una modificación del método de Hatten et al. 2005 desarrollado en concierto con el equipo de recuperación. Reemplazamos las capas de Hatten et al. 2005 para Arizona con capas que consistentemente mapearon áreas a través del área de estudio como se describe más abajo.

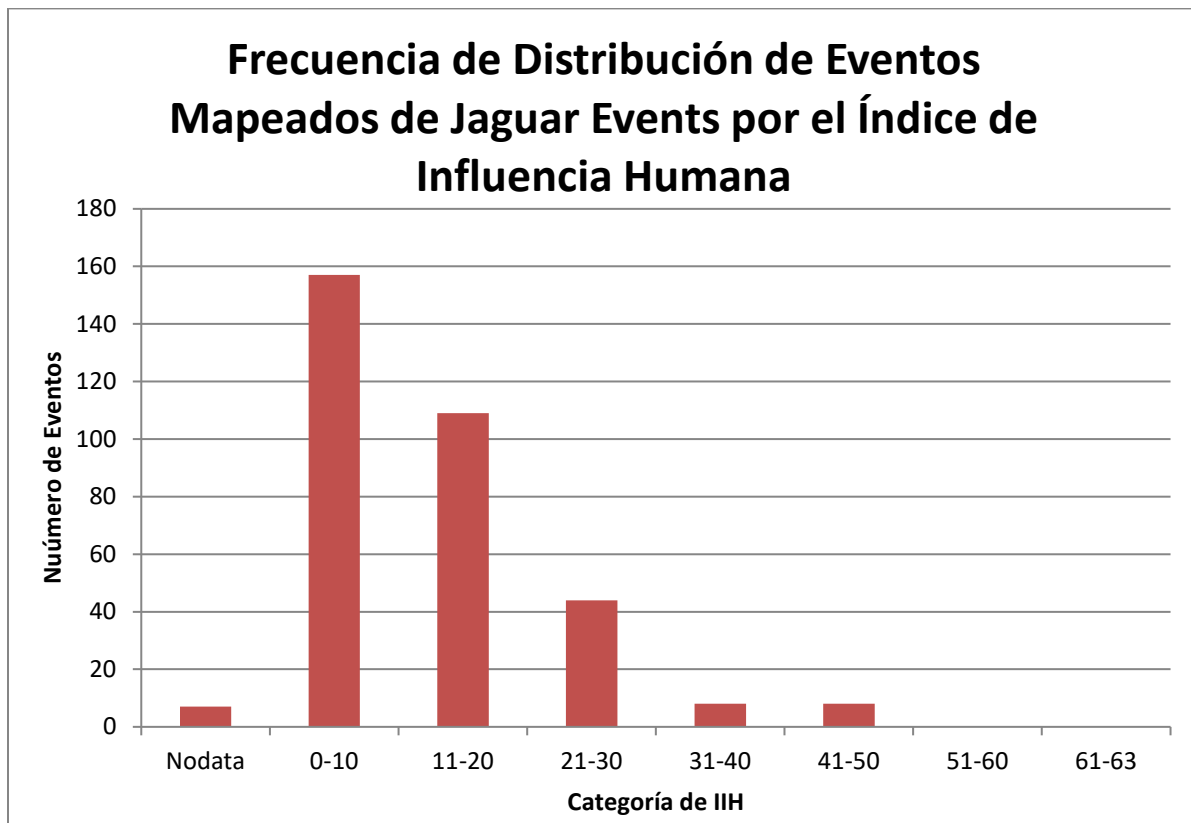
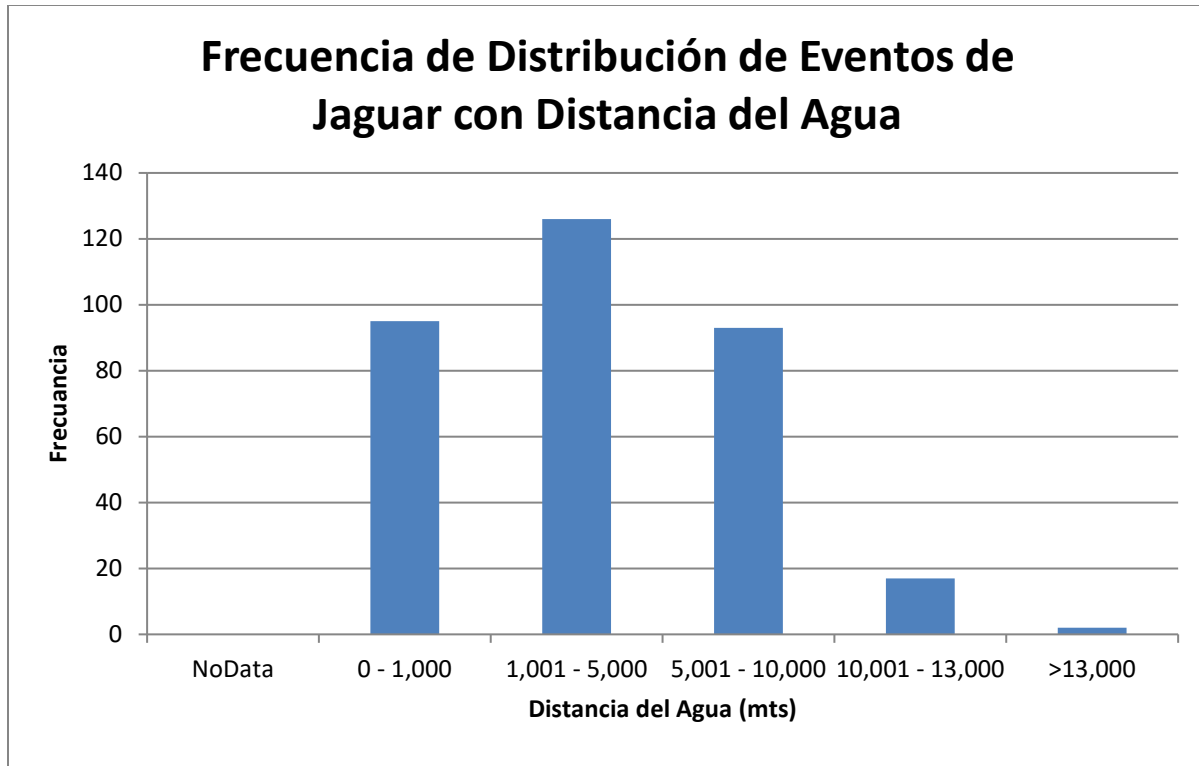
Variables de Hábitat	Hatten et al. 2005	Modelo de Hábitat de WCS
Vegetación	Arizona GAP (Halvorson and Kunzmann 2000)	Cobertura vegetal MODIS (datos de campo) – ver arriba en cobertura vegetal
Rugosidad del terreno	USGS DEM	ASTER DEM – ver arriba en elevación
Distancia al Agua	Agua y manantiales perennes e intermitentes de Arizona	Derivado de HydroSHEDS – ver arriba en hidrografía
Exclusión de Ciudades, Áreas de Desarrollo Rural y Agrícolas	Datos de Planeación del Estado de AZ	Huella Humana – ver arriba en humano

Cada variable de hábitat es una variable continua. Siguiendo a Hatten et al. 2005 nosotros combinamos estas variables continuas en categorías discretas y luego examinamos la distribución de eventos a través de categorías para determinar qué categoría dejar. Luego combinamos las capas de acuerdo a la siguiente ecuación:

Cada variable de hábitat es una variable continua. Siguiendo a Hatten et al. 2005 combinamos estas variables continuas en categorías discretas y luego examinaron la distribución de los eventos mapeados de jaguares (n = 333) a través de variables de hábitat para determinar la categorización de las variables y la selección de categorías para incluir en el modelo. El análisis incluyó áreas fuera de la unidad de análisis. Ya que la extensión de cada dato capa de variable de hábitat no abarca todos los eventos mapeados, el número total de eventos para cada análisis de frecuencia de distribución es ligeramente diferente. Los eventos excluidos fueron en todos los casos marginales dada la definición geográfica de la unidad de análisis, estas pequeñas diferencias no deben afectar los resultados generales.

La frecuencia de distribuciones de eventos de jaguar a través de estas variables se muestran abajo. Las categorías incluidas en el modelo son indicadas con una banda de bloques de puntos en cada histograma.





Presentamos y discutimos estas frecuencias de distribución con el equipo de recuperación. Usando el SIG, reclasificamos cada capa en un mapa binario como sigue:

Variable	1	0
Cobertura vegetal	3-60% cobertura vegetal	< 3% or > 60% cobertura vegetal
Rugosidad	intermedia, moderada y alta rugosidad	A nivel, cerca del nivel y extremadamente rugoso
Distancia del Agua	<10 km del agua	> 10 km del agua
Influencia humana	IIH < 30	IIH >= 30

De estas discusiones desarrollamos el siguiente modelo de hábitat potencial:

Modelo de Hábitat Potencial para Jaguar (rango de valores desde 0 – 5.0) =

$$\begin{aligned}
 & ([3-60\% \text{ cobertura vegetal}] + [\text{rugosidad intermedia, moderada y alta}]) \text{ (0-2)} \\
 & \quad * \\
 & \quad [a \text{ 10km del agua}] \text{ (0-1)} \\
 & \quad * \\
 & \quad [HII \geq 30] \text{ (0-1)} \\
 & \quad * \\
 & [\text{peso del tipo de hábitat potencial}] \text{ (0.1-2.5)}
 \end{aligned}$$

Note que la cobertura vegetal y la variable de rugosidad están incluidas aditivamente reflejando la incertidumbre del equipo de recuperación acerca de la apropiada categorización para estas variables. Aunque se piensa que los jaguares usan principalmente áreas con cobertura vegetal moderada dentro del área de estudio, ellos pueden potencialmente usar áreas de mayor o menor cobertura, como es indicado por el análisis; la cobertura vegetal no es un requerido biológicamente per se.

Generalmente el jaguar se encuentra en áreas de intermedia a moderada rugosidad, pero puede encontrarse en áreas de mayor o menor rugosidad. No es claro si la preferencia por la rugosidad topográfica es en respuesta a la presión humana, la distribución de presas o algún otro aspecto de la ecología del jaguar. Incluyendo variables como estas con relaciones dudosas a la biología de la especie, significa que áreas clasificadas como 0 para estas variables pueden todavía ser incluidas en el modelo.

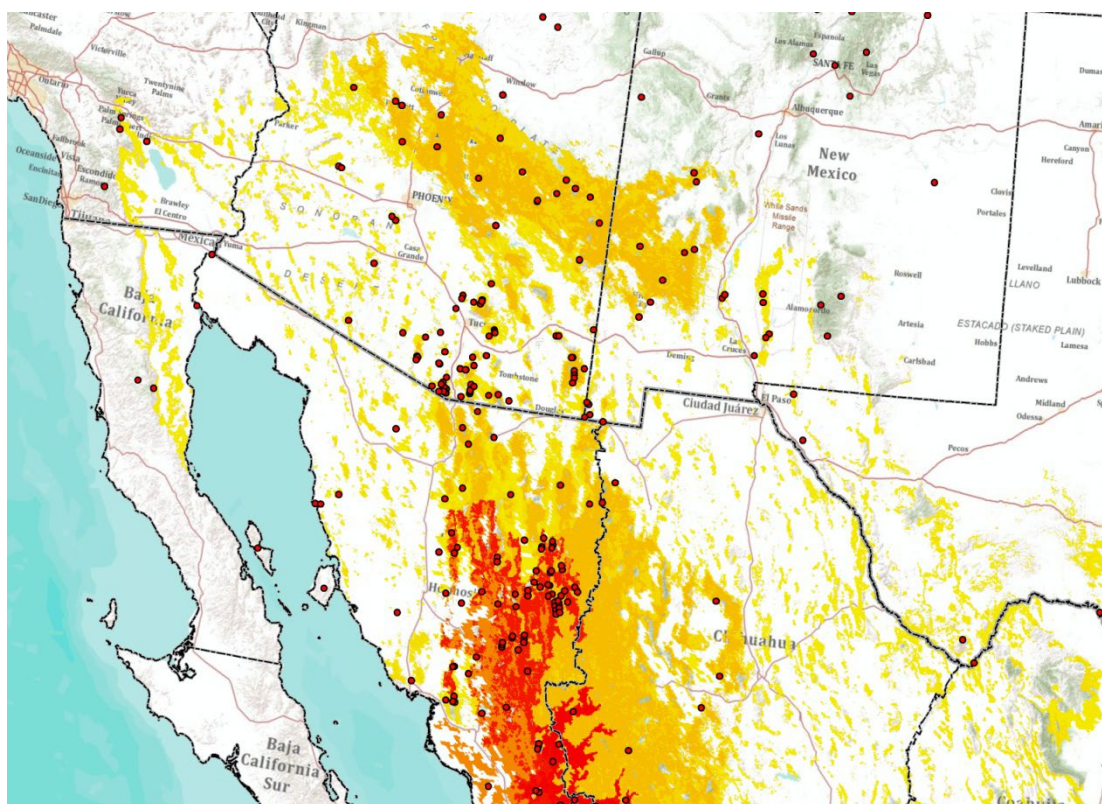
En contraste, otras variables, como la distancia al agua e influencia humana, fueron consideradas esenciales para los jaguares y por consecuencia para el modelo; por lo tanto fueron incluidos multiplicativamente. Áreas de más de 10 kms. desde el agua y con un puntaje de influencia humana fueron excluidas del modelo al asignarle a esas áreas cero. Se piensa que los jaguares necesitan fuentes de agua fresca para beber y evaden áreas con mucha presión humana (aunque se han visto excepciones para ambos patrones).

También pesamos el modelo de acuerdo al tipo potencial de hábitat para representar la opinión del equipo de la idoneidad de diferentes tipos de hábitat en términos de presa y cobertura. Los tipos potencial de hábitat fueron definidos por las ecoregiones que sobreponen la unidad de análisis. El equipo de recuperación examinó la densidad de jaguares observados en algunas de estas ecoregiones y abundancia relativa basada en su experiencia en otros para aconsejar en la generación de esos valores. En general estos valores reflejan valores en aumento de hábitat en la parte sur de de la unidad de análisis relativa a

las ecoregiones en la parte norte de la unidad y abundancia relacionada con tipos de bosques tropicales, hábitat arbustivo y de pastizales.

Tipo de hábitat potencial	Peso relativo
Bosque seco de Jalisco	2.5
Bosque seco de Sinaloa	2
Manglares del norte del pacífico Mesoamericano	1.5
Bosque seco subtropical de transición de Sonora-Sinaloa ("matorral espinoso")	1
Bosque de pino-encino del cinturón volcánico mexicano	0.25
Bosques de pino-encino de la Sierra Madre Occidental	0.25
Bosques de las Montañas de Arizona	0.25
Desierto Chihuahuahueño	0.1
Desierto Sonorense	0.1

El mapa resultante resulta como este, el color rojo oscuro indica mayores valores de idoneidad, y los colores más claros indican menor idoneidad.



Finalmente reajustará el mapa de idoneidad para representar la capacidad de carga para jaguares al colocar siete estimados de densidad conocidos de jaguares en las áreas de estudio, calculando el promedio

de idoneidad en esas áreas de estudio y luego creando una regresión entre la puntuación de idoneidad del hábitat y las densidades estimadas.

Resumimos como siguen las densidades de siete estudios y comparándolos con promedios correspondientes de idoneidad de hábitat dentro de las áreas de estudio:

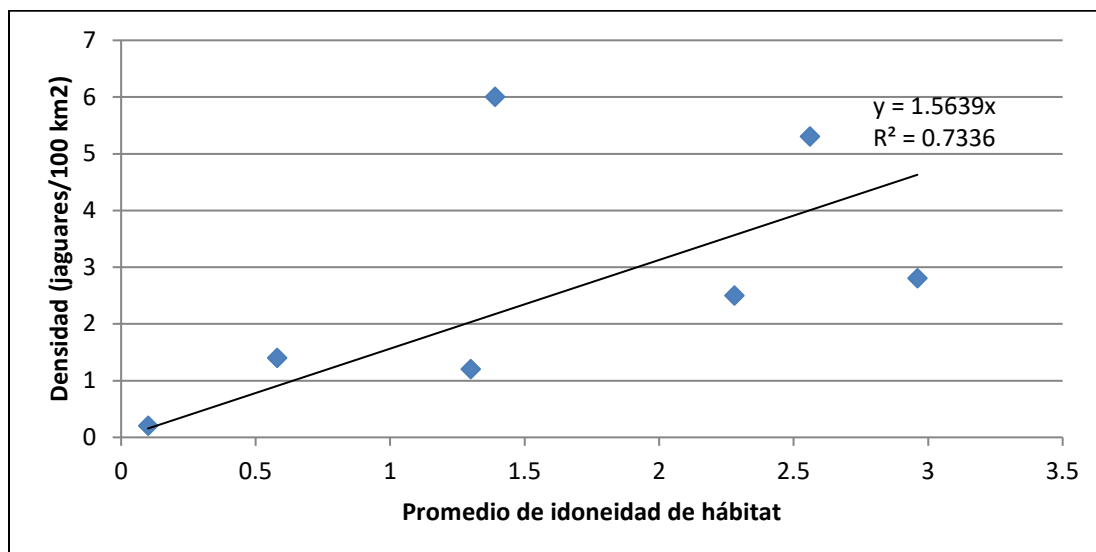
Estudio	Promedio de idoneidad de hábitat	Densidad (jaguares/100 km ²)	Fuente
Jalisco-Sinaloa I	3.0	2.8	Núñez-Pérez 2011
Jalisco-Sinaloa II	1.4	6.0	R. Núñez (com. pers.)
Jalisco-Sinaloa III	2.6	5.3	R. Núñez (com. pers.)
Jalisco-Sinaloa IV	2.3	2.5	Coronel-Arellano et al. En prensa
Sonora I	0.6	1.4	Gutiérrez-González et al. En prensa
Sonora II	1.3	1.2	López-González and Moreno Arzate 2011; López González et al. En prensa
Arizona I	0.1	0.2	McCain y Childs 2008

El equipo de recuperación proveyeron estimados de densidad para los primeros seis estudios en México, el estimado de McCain y Childs se basa en área de estudio reportada y el número de jaguares individuales vistos durante ese estudio.

La ecuación de regresión indica que para cualquier célula de hábitat, la relación de la densidad potencial con la idoneidad del hábitat es

$$\text{Densidad potencial} = 1.56 * \text{Puntaje de Idoneidad del Hábitat}$$

Note que el modelo es calculado para forzar el eje y de la regresión hasta cero, ya que la idoneidad de hábitat cero debe ser asociada con potencialmente ningún jaguar. La ecuación de regresión no fue analizada para significancia o linealidad, pero en general mayores densidades están asociadas con mayores valores de idoneidad, aunque hay variabilidad considerable. Claramente sería deseable tener mayores medidas de densidad para establecer esta relación con mayor certeza.



Forzamos el eje y de la regresión hasta cero. Desde esto, calculamos capacidades de carga potenciales para jaguar para cada uno de los análisis de unidades y sub-unidades, correspondiendo a los modelos de metapoblación desarrollados por Phil Miller. Estas capacidades de carga pueden ser mayores si las áreas donde los estudios de densidad fueron conducidos no estaban a las capacidades de carga. En cualquier caso estos estimados deben ser usados cuidadosamente ya que incluyen incertidumbres asociadas a con el modelo de idoneidad del hábitat y variación en densidad con respecto al modelo de hábitat. Hay más detalles están disponibles en el modelo de viabilidad poblacional del reporte de CBSG.

De esta ecuación de regresión estimamos las capacidades de carga potencial del jaguar para cada uno de las unidades de análisis sub-unidades, correspondientes al modelo de metapoblación desarrollado por el Dr. Phillip Miller de CBSG. Ya que las densidades fueron basadas en el número de animales adultos, la capacidad de carga potencial debe ser también considerada para animales adultos (de ambos sexos). Sin embargo las capacidades de carga prevista pueden ser mayores si las áreas en donde fueron conducidos los estudios de densidad no estaban a la capacidad de carga. En cualquier caso estos estimados deben ser usados con cautela ya que ellos incluyen incertidumbres asociadas con el modelo de idoneidad de hábitat y variación en densidad con respecto al modelo de hábitat. Puede encontrar mayores detalles en el reporte del modelo de viabilidad población de CBSG.

Sub-unidad poblacional	Número estimado de jaguares potenciales (esto es, capacidad de carga)
Sub-población Sinaloa - MEX	1410
Área conectora del norte de Sinaloa - MEX	1198
Sub-población Sonora - MEX	1670
Área conectora del norte de Sonora - MEX	135
Sur de la autopista I-10 - USA	27
Norte de la autopista* I-10 - USA	74
Total	4513

*Nota: Esta subunidad ha sido eliminada de la definición actual de Unidad de Recuperación de Jaguar del Norte, pero permanece como una entidad en el análisis de viabilidad poblacional presentado más adelante en este reporte.

En resumen, las siguientes capas de datos/conjunto de datos fueron generadas durante el curso de este proyecto.

Objetivo	Dataset	Fuente	Notas	Usado en análisis de hábitat(2f)	Archivos/directorios
1	Áreas y líneas de monitoreo RFP	Discusiones del equipo de recuperación	Revisado para asegurar que no hubiera superposición con la nación Tohono O'odham	X	\\RecoveryTeam\monitoring.mdb

1	Polígonos del rango de opinión de expertos para pre-1973, 1973-1997, post-1997 y recuperación	Digitalizado y organizado de las respuestas del cuestionario Delphi			\\delphi\jaguars_delp hi.mdb
1/2c/2d	Subunidades poblacionales para el análisis de base de datos de eventos de Jaguar	Discusiones del equipo de recuperación		X	\\RecoveryTeam\pop n_subunits\pop_sub units8.shp
2a/2b		Vea el texto. Vea el Apéndice 1 para fuentes.	Localidades ploteadas contra ESRI BaseMap y datos Google Earth, con tanta precisión como la descripción de la localidad lo permita. Solamente fueron mapeados puntos relacionados a nombres de lugares distintos	X	Attributes: \\jaguar-records\jaguar.obser vations.latest.mdb Locations: \\jaguar-records\events_25fe b2011.shp
2a/2b	Área de moradía de jaguares	Derivado de eventos de jaguar	Amortiguador de puntos de evento de jaguar ~áreas de 120 km2s, luego cortado a la tierra. No fue usado en el análisis; con la intención de cartográficamente compensar por la ambigüedad de locaciones.		\\jaguar-records\events_25fe b2011_buffer_clip.sh p
2c	Unidades de Conservación de Jaguares (UCJs)	Discusiones del equipo de recuperación; basado en subunidades poblacionales		X	\\RecoveryTeam\rJCU _3.shp
2e	Segmentos de la cerca de la frontera USA-MEX	Mapas escaneados de diferentes fuentes de la Patrulla Fronteriza, via Erin Fernandez , USFWS	Revisiones continuas del Department of Homeland Security (DHS)		\\borderpatrol\US_M X_borderfence.mdb Preliminary DHS revisions: \\borderpatrol\FWS_ BorderFence.mdb

2e	Índice de Rugosidad del Terreno (TRI)	http://www.blm.gov/nstc/ecosysmod/surfland.html	Usado en el AML escrito por Jacek Blaszczynski 06/1999 en 1k ASTER DEM para igualar el método de Hatten et al. (2005) descrito en Riley et al. (1999). Otros candidatos para rugosidad: SARI, Posición de Rugosidad del Terreno (máximo), Rugosidad	X	\DEM\ruggedness
2f	Idoneidad del rango de hábitat del jaguar del norte	Ver texto		X	\PHVA\habitat_latest\habitat8
2f	Densidad predicha del rango del jaguar del norte	Ver texto	Idoneidad de la relación de densidad derivada de la pendiente de regresión de los valores de idoneidad del hábitat en siete densidades estimadas dentro de las unidades de análisis	X	\density_studies\latest_density\denshab8aea

Objetivo 3. Presentación en el taller PVA

El Dr. Eric Sanderson y Kim Fisher de WCS asistieron y presentaron en el taller PVA en Enero del 2011.

Objetivo 4: Presentación en el taller PHVA

El Dr. Eric Sanderson y Kim Fisher de WCS asistieron y presentaron en el taller PHVA en Marzo del 2011.

Objetivo 5: Reporte Final y Paquete de Datos

Este reporte y el paquete de datos anexo concluyen con esta actividad. Cualquier pregunta puede ser dirigida al Dr. Eric Sanderson usando la información de contacto al principio de este reporte.

Referencias

Brown, D. E. 1983. On the status of the jaguar in the Southwest. *The Southwestern Naturalist* 28:459–460.

Coronel-Arellano, H. Nalleli E. Lara-Díaz, Claudia N. Moreno-Arzate y Carlos A. López-González. *In press*. Density of jaguar (*Panthera onca*) in the Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Western North American Naturalist*.

- Gutiérrez-González, Carmina E., Gómez-Ramírez, Miguel Á. y López-González, Carlos A. *In press*. Jaguar (*Panthera onca*) density in arid lands of North America using an open population model. *Oryx*.
- Hatten, J.R., Averill-Murray, A., and van Pelt, W.E. 2005. A spatial model of potential jaguar habitat in Arizona. *Journal of Wildlife Management* 69(3): 1024-1033.
- IUCN/SSC. 2008. Strategic Planning for Species Conservation: A Handbook. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission. 104pp.
- López González, C. A. y E. Moreno Arzate. 2011. Densidad de jaguar y abundancia de sus presas en Rosario de Tesopaco, Sonora. Reporte preparado para la CONANP-UNAM. 8 pp.
- López González, C. A., E. Moreno Arzate, y G. Carreón Arroyo. *In press*. Densidad de jaguar y abundancia de sus presas en Rosario de Tesopaco, Sonora. In: Censo Nacional del Jaguar y sus presas: Sitios y perspectivas de conservación a diversas escalas. Cuauhtémoc Chávez, Heliot Zarza, y Gerardo Ceballos (Eds). Universidad Nacional Autonoma de Mexico-TELCEL.
- McCain, E.B. and 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):1-10.
- Núñez-Pérez, R. 2011. Estimating jaguar population density using camera-traps: a comparison with radio-telemetry estimates. *Journal of Zoology* TBD: 1-7 (published on-line May 13, 2011). DOI: 10.1111/j.1469-7998.2011.00812.x
- Rabinowitz, A. R. 1999. The present status of jaguars (*Panthera onca*) in the southwestern United States. *The Southwestern Naturalist* 44:96–100.
- Redford, K., G. Amato, J. Baille, P. Beldomenico, E.L. Bennett, N. Clum, R. Cook, G. Fonseca, S. Hedges, S. Launay, S. Lieberman, G. M. Mace, A. Murayama, A. Putnam, J.G. Robinson, H. Rosenbaum, E.W. Sanderson, S.N. Stuart, P. Thomas, and J. Thorbjarnarson. 2011. What does it mean to successfully conserve a (vertebrate) species? *Bioscience* 61(6): 39-48.
- Riley, S. J., S. D. DeGloria, and R. Elliot. 1999. A Terrain Ruggedness Index That Quantifies Topographic Heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences* 5:23-27.
- Sanderson, E.W., Redford, K.H., Chetkiewicz, C-L.B., Medellín, R.A., Rabinowitz, A.R., Robinson, J.G., and Taber, A.B. 2002. Planning to save a species: the jaguar as model. *Conservation Biology* 16(1): 58-72.
- Zeller, K. 2007. Updated jaguars in the new millennium dataset. Wildlife Conservation Society, Bronx, NY / Panthera Foundation, New York.

Apéndice 1

Referencias de registro de eventos de jaguar del norte con número de registros

- Anon 1911. A Jaguar in Texas. *Field and Stream* (January 7, 1911) [1 record]
- Arizona Game and Fish Department. 2009. Arizona Game and Fish collars first wild jaguar in United States | Arizona Wildlife News. Retrieved February 26, 2011, from <http://www.azgfd.net/wildlife/conservation-news/arizona-game-and-fish-collars-first-wild-jaguar> [1 record]
- Arizona Game and Fish Department. 2010. Timeline of Macho B events. Retrieved February 21, 2011, from http://www.azgfd.gov/w_c/jaguar/TimeLine.shtml. [1 record]
- Armstrong, D. M., J. K. Jones Jr, and E. C. Birney. 1972. Mammals from the Mexican state of Sinaloa. III. Carnivora and Artiodactyla. *Journal of Mammalogy* 53:48–61. [4 records]
- Audubon, J. J., and J. Bachman. 1854. *The viviparous quadrupeds of North America*. V.G. Audubon, New York. [10 records]
- Bailey, V. 1905. Biological survey of Texas: Life zones, with characteristic species of mammals, birds, reptiles and plants. *North American Fauna* 25:1-222. [11 records]
- Bailey, V. 1931. *Mammals of New Mexico*. United States Department of Agriculture, Bureau of Biological Survey, Washington D.C. [15 records]
- Baird, S. 1857. Part I. General report upon the zoology of the several Pacific Railroad Routes. A.O.P. Nicholson, Printer, Washington D.C. [2 records]
- Baird, S. 1859. Mammals of the boundary. Page 62. Report on the U.S. Mexican Boundary Survey, under order of Lieut. Col. W.H. Emory, Washington, D.C. [9 records]
- Bangs, S. F. 1899. The land mammals of peninsular Florida and the coast region of Georgia. Pages 157-235 in *Proceedings of the Boston Society of Natural History*. Boston Society of Natural History, Boston, MA. [1 record]
- Barber, C. 1902. Notes on little-known New Mexican mammals and species apparently not recorded from the territory. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 15:191-193. [2 records]
- Bordercats Working Group Database. 2007. Curated by Kurt Menke, Bird's Eye GIS. [186 records]
- Brickell, J., J. Lawson, J. B. Grimes. 1737. *The natural history of North Carolina*. Publisher, Dublin. [4 records]
- Brown, D. E. 1983. On the status of the jaguar in the Southwest. *The Southwestern Naturalist* 28:459–460. [10 records]
- Brown, D. E., and C. López-González. 2001. *Borderland Jaguars: Tigres de la Frontera*. Second printing. University of Utah Press. [251 records]
- Burt, W. H. 1938. Faunal relationships and geographic distribution of mammals in Sonora, Mexico. Museum of Zoology, University of Michigan, Ann Arbor, MI. [13 records]
- Cahalane, V. H. 1939. Mammals of the Chiricahua Mountains, Cochise County, Arizona. *Journal of Mammalogy* 20:418–440. [4 records]
- Cory, C. B. 1896. *Hunting and fishing in Florida: including a key to the water birds known to occur in the State*. Estes & Lauriat. [1 record]

- Daggett, P. M., and D. R. Henning. 1974. The jaguar in North America. *American Antiquity* 39:465–469. [28 records]
- Dinets, V., and P. Polechla. 2004. Black jaguar in northern Mexico. Retrieved February 26, 2011, from <http://dinets.travel.ru/blackjaguar.htm>. [2 records]
- Ditto, L. 1996. Letter (November 27, 1996) [7 records]
- Elias, C.R. 2011. Pers. comm. [1 record]
- Findley, J. S., A. Harris, D. Wilson, and C. Jones. 1975. The natural history of New Mexican mammals. University of New Mexico Press, Albuquerque, NM. [8 records]
- Girmendonk, A. L. 1994. Ocelot, Jaguar and Jaguarundi sighting reports: Arizona and Sonora, Mexico. Technical Report, Arizona Game and Fish Department, Phoenix, AZ. [82 records]
- Gray, J. 1857. Notice of a new species of jaguar from Mazatlan, living in the gardens of the Zoological Society. *Proceedings of the Zoological Society of London*:278. [1 record]
- Halloran, A. 1946. The carnivores of the San Andres Mountains, New Mexico. *Journal of Mammalogy* 27:154-161. [3 records]
- Harlan, R. 1825. Fauna americana: being a description of the mammiferous animals inhabiting North America. A. Finley, New York?. [1 record]
- Hill, J. 1942. Notes on mammals of northeastern New Mexico. *Journal of Mammalogy* 23:75-82. [2 records]
- Hock, R. 1955. Southwestern exotic felids. *American Midland Naturalist* 53:324-328. [30 records]
- Lange, K. I. 1960. The jaguar in Arizona. *Transactions of the Kansas Academy of Science* (1903) 63:96–101. [57 records]
- Leopold, A. 1949. *A Sand County Almanac*. Oxford University Press, New York. [1 record]
- McCain, E. B., and 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. [10 records]
- Merriam, C. 1919. Is the jaguar entitled to a place in the California fauna? *Journal of Mammalogy* 1:38-40. [7 records]
- Moore, R. 2009. The Nature Report: jaguars in Tamaulipas. Action 4 News. July 1, 2009. Retrieved February 21, 2011, from http://www.valleycentral.com/news/news_story.aspx?id=319685. [1 record]
- Navarro-Serment, C. J., C. A. López-González, and J. Gallo-Reynoso. 2005. Occurrence of Jaguar (*Panthera onca*) in Sinaloa, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 50:102-106. [39 records]
- New Mexico Department of Game and Fish. 2010. Reports of Jaguar (*Panthera onca*) in New Mexico, with Evaluations of their Reliability. Santa Fe, New Mexico. [29 records]
- Nowak, R. M. 1975. A possible occurrence of the jaguar in Louisiana. *Southwestern Naturalist* 17:430-432. [7 records]
- Pavlik, S. 2003. Rohonas and spotted lions: the historical and cultural occurrence of the jaguar, *Panthera onca*, among the native tribes of the American Southwest. *Wicazo Sa Review* 18:157-175. [51 records]
- Rabinowitz, A. R. 1999. The present status of jaguars (*Panthera onca*) in the southwestern United States. *The Southwestern Naturalist* 44:96–100. [1 record]
- Roemer, F. 1849. Texas [or Travels in Texas]. Bonn, Germany. [2 records]

- Rosas-Rosas, O. C. 2006. Ecological status and conservation of jaguars (*Panthera onca*) in northeastern Sonora, Mexico. New Mexico State University, Las Cruces, NM. [5 records]
- Rundel, P. W., G. M. Rizzardini, and F. M. Jaksic. 1998. Landscape disturbance and biodiversity in Mediterranean-type ecosystems. Springer, New York. [3 records]
- Sage, R. B. 1846. Scenes in the Rocky Mountains: and in Oregon, California, New Mexico, Texas, and the Grand Prairies : or, Notes by the way, during an excursion of three years, with a description of the countries passed through, including their geography. Carey & Hart, Philadelphia, PA. [1 record]
- Sanderson, E. W., K. H. Redford, Chetkiewicz, Cheryl-Lesley B., Medellin, Rodrigo A., Rabinowitz, Alan R., Robinson, John G., and Taber, Andrew B. 2002. Planning to save a species: the jaguar as a model. *Conservation Biology* 16:58-72. [9 records]
- Schufeldt, R. 1929. The mountain lion, ocelots, lynxes and their kin. *American Forestry* 27:629-636, 659. [9 records]
- Seton, E. T. 1920. The jaguar in Colorado. *Journal of Mammalogy* 1:241. [1 record]
- Seton, E. T. 1929. Lives of game animals. Doubleday & Company, Inc., Garden City, NY. [43 records]
- Strong, W. D. 1926. Indian records of California carnivores. *Journal of Mammalogy* 7:59-60. [3 records]
- U.S. Department of Interior Office of Inspector General. 2010. Investigative report: Macho B. Page 9. Department of Interior, Washington, D.C. [1 record]
- U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Services. 1997. Endangered and threatened wildlife and plants; final rule to extend endangered status for the jaguar in the United States. *Federal Register*, Washington D.C. [63 records]
- Villordo-Galván, J. A., O. C. Rosas-Rosas, F. Clemente-Sánchez, J. F. Martínez-Montoya, L. A. Tarango-Arámbula, G. Mendoza-Martínez, M. D. Sánchez-Hermosillo, and L. C. Bender. 2010. The Jaguar (*Panthera onca*) in San Luis Potosí, Mexico. *The Southwestern Naturalist* [6 records]
- Whipple, A., T. Ewand, and W. Turner. 1856. Report upon the Indian tribes. Ex. Doc 91, U.S. Congress 33, 3d session, U.S. Congress, Washington D.C. [1 record]
- Young, S. 1953 (February 11, 1953) Letter [1 record]
- Zeller, K. 2007. Updated jaguars in the new millennium dataset. Wildlife Conservation Society, Bronx, NY / Panthera Foundation, New York. [21 records]

Apéndice B: Listado de Participantes del Taller

Nombre	Afiliación	Correo Electrónico	Teléfono
Larry Allen	Malpai Borderlands Group	Larryallen350@cableone.net	505-898-3424
Valer Austin	Cuenca Los Ojos, A.C.	Cuancalosojos.org (website) vaustin@elcoronadoranch.net	
Paul Beier	Northern Arizona University	Paul.beier@nau.edu	928-523-9341
David Bergman	USDA-APHIS-Wildlife Services	David.l.bergman@aphis.usda.gov	602-870-2081
Eberardo Sánchez Camero	CEDES	ebano_02@hotmail.com	
Gerardo Carreón	Naturalia, A.C.	Conservación@naturalia.org.mx	52-662-262-1170
Luis Carrillo	IUCN/CBSG Mexico	Le.carrillo@hotmail.com	52-751-391-9001
Ivonne Cassaigne	UMA Sonora Assoc. para la conservación del jaguar en la Sierra Alta de Sonora	icassaigne@yahoo.com	52-662-215-5631
Lizardo Cruz	CONANP-Priority Species	jacruz@conanp.gob.mx	52 – 555-449-7071
Carlos Robles Elías	El Aribabi Conservation Ranch	elaribabi@telcel.blackberry.net ooshat@prodigy.net.mx	52-1-632-318-5180
Mima Falk	USFWS-Regional Office, Region 2	Mima_falk@fws.gov	520-670-6105 x225
Erin Fernandez	USFWS-AZ Ecological Services Office (AESO)	Erin_fernandez@fws.gov	520-670-6150 x238
Kim Fisher	Wildlife Conservation Society	kfisher@wcs.org	718-741-8206
Rick Gerhart	Coronado National Forest	rgerhart@fs.fed.us	520-388-8374
Robert Gumtow	Customs and Border Protection-Border Patrol	Robert.gumtow@dhs.gov	520-748-3211
Juliette Gutierrez	USFWS-Buenos Aires National Wildlife Refuge	Juliette_gutierrez@fws.gov	520-823-4251
Karen Howe	Tohono O'odham Nation	Karen.howe@tonation-nsn.gov	520-383-1513
Keith Hughes	BLM-Tucson Field Office	khughes@blm.gov	520-258-7239
Terry B. Johnson	AZ Game and Fish Department	teebeej@azgfd.gov	623-236-7707
Walter Lane	Altar Valley Conservation Alliance	wlane@headquarterswest.com	520-792-2652
Carlos López González	University of Querétaro	Cats4mex@aol.com	52-1-442-138-0437
Eduardo López	BIDA	edugomezl@gmail.com	52-662-215-5631
Rogelio Manriquez	CONANP-Priority Species	Rogelio.manriquez@conanp.gob.mx	52-555-449-7013
Phil Miller	IUCN/CBSG U.S.	pmiller@cbsg.org	952-997-9802
Rodrigo Núñez	UNAM/Chamela Cuixmala Biosphere	Proyectojaguar@gmail.com	52-443-340-6432

Name	Affiliation	Email	Phone
Howard Quigley	Panthera	hquigley@panthera.org	406-624-6808
Becky Raboy	IUCN/CBSG U.S.	Raboyb@si.edu	
Scott Richardson	USFWS-AESO		520-670-6150 x242
Octavio Rosas	COLPOS, SLP Mexico	octaviorr@colpos.mx	52-496-963-0448
Eric Sanderson	Wildlife Conservation Society	esanderson@wcs.org	718-220-6825
Steve Spangle	USFWS-AESO	Steve_spangle@fws.gov	602-242-0210
Jim Stuart	NM Department of Game and Fish	James.stuart@state.nm.us	505-476-8107
Ma. Cristina Meléndez Torres	CEDES	mcmelendez@cedes.gob.mx mcmelendez2002@yahoo.com.mx	52-662-250-6768
Bill Van Pelt	AZ Game and Fish Department	bvanpelt@azgfd.gov	623-236-7573

Apéndice C: Respuestas de los Participantes del Taller a las Preguntas de la Introducción

I. ¿Cuál es su meta personal para este taller? ¿Qué quisiera ver cumplido?

- Conocer más acerca de la conservación del jaguar y determinar cómo la BLM puede contribuir a su recuperación.
- Aprender lo más posible a cerca del jaguar y su hábitat.
- Establecer un consenso acerca de las unidades de recuperación y acciones.
- Tener un mayor entendimiento del jaguar y sus amenazas y desarrollar metas y objetivos razonables para manejar los jaguares.
- Desarrollar un enfoque que pueda ser la base de un plan de recuperación para USA y asimilar información disponible de los jaguares norteros.
- Involucrarse en el plan de recuperación y asegurarse que no afecte adversamente a la región fronteriza.
- Colaborar para desarrollar un plan de recuperación realizable del jaguar para el norte de México y sur de USA.
- Dar ideas para la conservación del jaguar que funcionen de una manera sostenible en conjunto con actividades de ganadería. Al mismo tiempo, exponer a los ganaderos los problemas de depredación y necesidades de los rancheros. Me gustaría ver cómo que el grupo de implementación considere las necesidades y sugerencias de los ganaderos y ayudar a implementar acciones reales para la conservación.
- Me gustaría ver al jaguar vivo para futuras generaciones.
- Contribuir a la conservación de especies en riesgo, particularmente el jaguar. Identificar las metas principales y actividades para los próximos años y los temas de colaboración en general.
- Contribuir a la conservación del jaguar.
- Hacer una recopilación de observaciones y datos de hábitat disponibles al equipo de manera que se puedan tomar las mejores decisiones basadas en ciencia utilizando la información disponible. Me gustaría que todo el mundo sintiera que todo lo necesario para proceder está disponible.
- Me gustaría ver el hábitat del jaguar protegido y los corredores identificados para los dueños de tierra.
- Mi meta personal es aprender de las experiencias de los expertos acerca de la conservación y dar algunas ideas que puedan ser útiles.
- Como representante oficial de aduanas y protección de frontera, mi meta es balancearla seguridad nacional con la recuperación y conservación de todas las especies T&E.
- Conocer las propuestas del gobierno de USA para la conservación del jaguar y su distribución norte.
- Mayor entendimiento de la historia de vida del jaguar y sus implicaciones para la planeación de conservación.
- Progresar hacia la conservación ecológicamente significativo del jaguar que reconozca totalmente la contribución con que las diversas partes del rango puedan aportar.

II. ¿Qué, desde su punto de vista, es el reto principal para la recuperación exitosa del jaguar en la parte norte de su rango histórico en los próximos 25 años?

- Crecimiento de la población humana y problemas fronterizos.
- Alternativas a las técnicas actuales de ganadería y remoción del cerco fronterizo.
- Variedad de desafíos de diferentes fuentes y tratando de abordar diferentes puntos de vista.
- Necesidad de enfocarse en México y dares cuenta que la cerca fronteriza ha esencialmente eliminado a USA como unidad de recuperación.
- Desarrollo humano incluyendo la cerca y el manejo fronterizo.
- Cercas fronterizas, tráfico de humanos y drogas y desarrollo urbano.
- Explicar a todos los partes interesadas la importancia (ecológica y económica) de conservar al jaguar.
- Eliminar o disminuir la cacería de jaguares y conservar su hábitat y corredores.
- Educación.
- Conectividad, educación e involucramiento de dueños de tierras.
- Fragmentación de hábitat, cooperación internacional, migración ilegal y control de predadores en México.
- Definición de rango histórico, rango actual, unidades poblacionales, etc. La caracterización de hábitat es difícil debido a la falta de precisión geográfica. Los resultados del equipo variarán ampliamente dependiendo de la escogencia de datos.
- Incremento de actividades humanas que impactan al jaguar tales como carreteras, expansión de la agricultura, pérdida de hábitat y cobertura vegetal.
- Aceptar que estamos compartiendo el mismo problema. Estamos perdiendo parte del hábitat pero también necesitamos cubrir otras necesidades.
- Desde el punto de vista del cumplimiento de la ley en la frontera, debemos tener control de las áreas apartadas donde los jaguares pueden florecer. Nuestros esfuerzos han movido el tráfico ilegal hacia las montañas. Una vez que el tráfico haya cesado, la interacción humano-jaguar en las montañas será reducido.
- Hay muchas oportunidades de éxito si México y USA pudieran cooperar.
- Incremento de tolerancia de humanos en México. Incremento de la permeabilidad del paisaje que permita a los jaguares hembra expandirse hacia áreas adecuadas.
- Fragmentación y pérdida del hábitat con los consecuentes impactos sobre las poblaciones del jaguar y de presas.

III. ¿Con qué quiere contribuir en este taller?

- Información en manejo de tierras BLM, proyectos, etc.
- Experiencia en campo con las especies
- Experiencia con las relaciones culturales que el jaguar ha tenido con los grupos indígenas a través de su rango y cómo tiene lazos con el hábitat
- Trabajar con los pies sobre la tierra
- Información desde la perspectiva de Nuevo México
- Conocimiento de las necesidades de los ranchos y paisajes.
- Identificar corredores efectivos para jaguares entre México y USA y aplicar la ciencia para estimar la presencia/ausencia de jaguares.
- Sugerencias e ideas de un grupo de ganaderos interesados en la conservación del jaguar paralelo a actividades ganaderas.
- Educación en México
- Actividades cooperativas entre México y USA
- Entendimiento de factores de hábitat y preocupaciones de ganaderos.
- Proveer datos que permitan al equipo tomar decisiones del rango/hábitat
- Mi conocimiento de nuestra área a lo largo de la frontera y mi conocimiento de los animales que usan las Fuentes de agua y las montañas. También conocimiento de los tratados en nuestro lado del borde como la expansión de la Ruta 2 de una autopista de 2 carriles a una de 4 carriles.
- Resumir los esfuerzos que se han venido realizando en nuestras diferentes posiciones. Sin temas controversiales sino más bien constructivos.
- Cualquier cosa que se requiera de mí. Estoy acá para asistir tanto como me sea posible.
- Mi experiencia de trabajo en el monitoreo y conservación de Sonora.
- Algunas preguntas profundas y pensamiento enfocado
- Tanto conocimiento y perspectiva histórica como sea posible.

Apéndice D: Análisis de Viabilidad de Población y Modelos de Simulación

Phil Miller, Bob Lacy
Conservation Breeding Specialist Group (IUCN / SSC)

Introducción

Cientos de especies y poblaciones animales y plantas alrededor del mundo están amenazados de extinción dentro de las próximas décadas. Para la gran mayoría de estos grupos de organismos, esta amenaza es el resultado directo de actividades humanas. Los tipos particulares de actividad y las maneras en las que impactan las poblaciones de fauna Silvestre son muchas veces complejas tanto en la causa como la consecuencia; y como resultado las técnicas que debemos usar para analizar sus efectos que muchas veces parecen ser complejos también. Pero científicos en el campo de la biología de la conservación han desarrollado herramientas extremadamente exitosas para este propósito que han mejorado dramáticamente nuestra habilidad para conservar la biodiversidad del planeta.

Los biólogos de conservación involucrados en la planeación de recuperación de una especie amenazada dada, usualmente tratan de desarrollar un entendimiento detallado del proceso que pone a la especie en riesgo, e identificará después los métodos más efectivos para reducir ese riesgo a través de manejo activo de la especie misma y/o el hábitat donde vive. En orden de diseñar tal programa, tenemos que engancharnos en algún tipo de proceso predictivo: debemos reunir información en las características detalladas de las estrategias de manejos alternas propuestas y de alguna manera predecir como las especies amenazadas responderán en el futuro. Una estrategia que es predecible para reducir el riesgo de la mayor manera – y normalmente lo hace con la menor cantidad de recursos financieros y/o sociológicos es escogida como una característica central en el plan de recuperación.

Pero ¿cómo predice uno el futuro? Es realísticamente posible realizar tal hazaña en nuestro mundo de pasos acelerados de increíblemente rápido y muchas veces de impredecible crecimiento cultural, tecnológico y biológico? ¿Cómo son esas predicciones mejor usadas en la conservación de fauna silvestre? Las respuestas a estas preguntas emergen del entendimiento de qué ha estado siendo llamada “industria bandera” de biología de la conservación: Análisis de Viabilidad Poblacional o PVA. Y la mayoría de los métodos para conducir PVA son meramente extensiones de herramientas que nosotros usamos en nuestra vida diaria.

Las Bases del PVA

Para apreciar la ciencia y aplicación del PVA a la conservación de la fauna silvestre, debemos primero aprender un poco acerca de biología de poblaciones. Los biólogos usualmente describen el rendimiento de una población al describir su demografía, o simplemente la representación numérica de las tasas de nacimiento y muerte en un grupo de animales o plantas de un año al siguiente. Hablando de manera simple, si la tasa de nacimiento excede a la tasa de muerte, se espera que una población crezca en tamaño con el tiempo. Si lo contrario es verdad, nuestra población disminuirá. La tasa general de crecimiento poblacional es por lo tanto un buen descriptor de su seguridad relativa: crecimiento positivo de la población sugiere algún nivel de salud demográfica, mientras que crecimiento negativo indica que algún proceso externo está interfiriendo con la función normal de la población y empujándola a un estable inestable.

Esta imagen relativamente simple es sin embargo mucho más compleja debido a un hecho inescapable: las tasas demográficas de la población fluctúan impredeciblemente en el tiempo. Así que si observamos que el 50% de nuestra población total de hembras adultas producen crías en un año dado, es casi seguro que más o menos que el 50% de nuestras hembras adultas se reproduzcan al año siguiente. Y lo mismo puede ser dicho para la mayoría de las otras tasas demográficas: supervivencia de los cachorros y adultos, el número de crías nacidas y la relación de sexos de las crías casi siempre variará de un año a otro en una manera que usualmente desafía una predicción precisa. Estas tasas variables conspiran para hacer que la tasa de crecimiento poblacional también cambie impredeciblemente de un año a otro. Cuando las poblaciones de fauna silvestre son muy grandes – si consideramos por ejemplo las manadas de ñu en las sabanas de África que parecen interminables – esta fluctuación anual al azar en el crecimiento poblacional tiene poco o ninguna consecuencia por la salud y estabilidad futura de la población. Sin embargo, estudios prácticos y teóricos de crecimiento poblacional nos han enseñado que poblaciones que ya tienen un pequeño tamaño, muchas veces definido en términos de decenas a algunos cientos de individuos, son afectados por estas fluctuaciones a un grado mucho mayor – y el impacto a largo plazo de estas fluctuaciones es siempre negativo. Por ello, una población de fauna silvestre que ha sido reducida en número se convertirá en una aún más pequeña a través de este simple principio de la biología de la fauna silvestre. Además, nuestro entendimiento de este proceso provee un fondo importante para consideraciones del impacto de las actividades humanas que pueden, en la superficie, parecer relativamente benignas para poblaciones de fauna silvestre más grandes y estables. Este círculo vicioso, acuñó el término de “vórtice de extinción” a mediados de los años 80, es el principio fundamental subyacente de nuestro entendimiento de las dinámicas de extinción de poblaciones de fauna silvestre.

Una vez que los biólogos de campo hayan ido al campo y colectado datos de la demografía de una población y usen esos datos para calcular su tasa de crecimiento actual (y cómo esta tasa puede cambiar con el tiempo), tendremos ahora a nuestra disposición una fuente extremadamente valiosas de información que puede ser usada para predecir tasas *futuras* de crecimiento o disminución poblacional bajo condiciones que pueden no ser tan favorables para la población de fauna silvestre de nuestro interés. Por ejemplo, considere una población de primates viviendo en una sección sin perturbar de la selva Amazónica que ahora está abierto al desarrollo de interés forestal. Si este desarrollo avanza como está planeado, ¿cuál será el impacto de esta actividad en los propios animales y los árboles que les brindan alimento y comida? ¿Y cuáles tipos de estrategias alternativas de desarrollo podrán reducir el riesgo de que la población de primates reduzca y se extinga? Para tratar de contestar estas preguntas necesitamos dos juegos de información adicional: 1) una descripción exhaustiva del plan propuesto de desarrollo forestal (cómo ocurrirá, dónde va a ser más intenso, por cuánto tiempo, etc.) y 2) un entendimiento detallado de cómo las actividades propuestas impactarán la demografía de la población de primates (qué animales serán más afectados, que tan fuertemente serán afectados, los animales morirán más rápidamente o simplemente fallaran en reproducirse, etc.). Con esta información en mano, tenemos un componente vital para empezar nuestro PVA.

Después, necesitamos una herramienta predictiva – si se quiere un tipo de bola de cristal que nos ayude a mirar en el futuro. Después de estudios intensivos de un poco más de tres décadas, los biólogos de conservación se han establecido en el uso de modelos de simulación computacional como su herramienta preferida de PVA. En general, los modelos son simplemente representaciones simplificadas de un sistema real. Usamos modelos en todos los aspectos de nuestras vidas; por ejemplo los mapas de carreteras son de hecho relativamente simples (y con suerte muy precisos) representaciones de segunda dimensión de paisajes complejos en tercera dimensión que usamos todos los días para ayudarnos a ir donde queremos. Además para hacer predicciones acerca del futuro, los modelos son muy útiles para nosotros en: (1) extraer tendencias importantes de procesos complejos, (2) permitir comparaciones entre diferentes tipos de sistemas y (3) facilitar el análisis de procesos actuando en el sistema.

Recientes avances en tecnología de computadoras nos han permitido crear modelos muy complejos de los

procesos demográficos que definen el crecimiento poblacional de la fauna silvestre. Pero en su centro, estos modelos intentan replicar funciones biológicas simples compartidas por la mayoría de las especies de fauna silvestre: los individuos nacen, algunas crecen hasta la adultez, la mayoría de los aquellos que sobreviven se reproducen con individuos del sexo opuesto y después paren una o más crías y después mueren por una amplia variedad de causas. Cada especie puede tener su propio grupo especial de circunstancias – las tortugas marinas pueden vivir hasta 150 años y poner 600 huevos en un simple evento, mientras que los chimpancés pueden parir a solo una cría cada 4 o 5 años hasta la edad de 45 años – pero la biología es la misma. Estos elementos esenciales de la biología de la especie pueden ser incorporadas a un programa de computadora y cuando son combinadas con las reglas básicas de vida y las características generales del hábitat circundando esta población, se crea un modelo que puede proyectar el comportamiento demográfico de nuestra población real por un período especificado de tiempo en el futuro. Lo que es más, estos modelos pueden explícitamente incorporar fluctuaciones al azar en las tasas de nacimiento y muerte discutidas anteriormente. Como resultado, los modelos pueden ser mucho más realísticos en su tratamiento de las fuerzas que influyen la dinámica de la población y en particular cómo las actividades humanas pueden interactuar con estas fuerzas intrínsecas para poner de otro modo en riesgo las poblaciones relativamente estables de fauna silvestre.

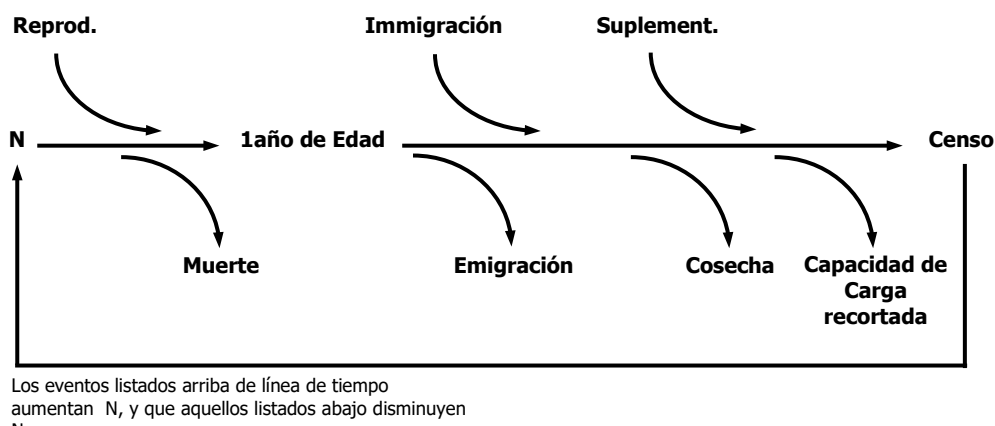
Existen muchos paquetes diferentes para el propósito de conducir un PVA. Quizás el paquete más ampliamente distribuido es *VORTEX*, desarrollado por el Grupo Especialista en Conservación y Cría (CBSG) de la UICN para ser usado tanto en ambientes educativos como en aplicados. *VORTEX* ha sido usado por CBSG y otros biólogos conservacionistas por más de 15 años y ha probado ser una herramienta muy útil para ayudar a tomar mejores decisiones en el campo del manejo de poblaciones de fauna silvestre.

El Modelo de Análisis de Viabilidad Poblacional de *VORTEX*

For the analyses presented here, the *VORTEX* computer software (Lacy 1993a) for population viability analysis was used. *VORTEX* models demographic stochasticity (the randomness of reproduction and deaths among individuals in a population), environmental variation in the annual birth and death rates, the impacts of sporadic catastrophes, and the effects of inbreeding in small populations. *VORTEX* also allows analysis of the effects of losses or gains in habitat, harvest or supplementation of populations, and movement of individuals among local populations.

Density dependence in mortality is modeled by specifying a carrying capacity of the habitat. When the population size exceeds the carrying capacity, additional mortality is imposed across all age classes to bring the population back down to the carrying capacity. The carrying capacity can be specified to change linearly over time, to model losses or gains in the amount or quality of habitat. Density dependence in reproduction is modeled by specifying the proportion of adult females breeding each year as a function of the population size.

Línea de Tiempo del Modelo de Simulación VORTEX



VORTEX modela la pérdida de variación genética en poblaciones, simulando la transmisión de alelos de los padres a la cría en locus genético hipotético. Al comienzo de la simulación, a cada animal se le asignan dos alelos únicos en el locus. Durante la simulación, *VORTEX* supervisa cuántos de los alelos originales permanecen dentro de la población, y la heterocigoidad media y diversidad genética (o "heterocigoidad prevista") relativa a los niveles iniciales. *VORTEX* también monitorea los coeficientes de endogamia de cada animal, y puede reducir la supervivencia juvenil de animales endogámicos para modelar los efectos de la depresión de la endogamia.

VORTEX es un modelo con base individual. Es decir, *VORTEX* crea una representación de cada animal en su memoria y sigue su destino cada año en el transcurso de su vida. *VORTEX* registra sexo, edad, y familia de cada animal. Los eventos demográficos (nacimiento, determinación de sexo, acoplamiento, dispersión, y muerte) son modelados determinándose para cada animal en cada año de la simulación si cualquiera de los eventos ocurra. (vea la figura arriba.) Los eventos ocurren según las probabilidades de edad y sexo especificadas. Es por ello que la estocasticidad demográfica es una consecuencia de la incertidumbre en relación a si cada evento demográfico sucede para cualquier animal.

VORTEX requiere muchos de datos específicos de la población. Por ejemplo, el usuario debe especificar la cantidad de variación anual, en cada tasa demográfica, debida a fluctuaciones en el ambiente. Además debe ser especificada la frecuencia de cada tipo de catástrofe (sequía, inundación, enfermedad epidémica) y los efectos de las catástrofes en la supervivencia y la reproducción. Los índices de la migración (dispersión) entre poblaciones locales deben ser especificados. Ya que *VORTEX* requiere la especificación de muchos parámetros biológicos, no es necesariamente un buen modelo para examinar la dinámica poblacional que resultaría de una historia de vida generalizada. Se aplica más provechosamente al análisis de una población específica en un ambiente específico.

Está disponible mayor información acerca de *VORTEX* en Lacy (2000) y Miller y Lacy (2003).

Enfrentándose a la Incertidumbre

Es importante reconocer que la incertidumbre con respecto a los parámetros biológicos de una población y de su consiguiente destino ocurre en varios niveles y por razones independientes. La incertidumbre

puede ocurrir porque los parámetros nunca han sido medidos en la población. La incertidumbre puede ocurrir porque los limitados datos de campo han llevado a estimaciones con error de muestreo potencialmente grandes. La incertidumbre puede ocurrir porque estudios independientes han generado estimaciones discordantes. La incertidumbre puede ocurrir porque las condiciones ambientales o el estado de la población han cambiando con el tiempo, y los estudios de campo se realizaron durante períodos que pueden no ser representativos de promedios e a largo plazo. La incertidumbre puede ocurrir porque el ambiente cambiará en el futuro, de modo que las mediciones hechas en el pasado, pueden no ser adecuadas para predecir condiciones futuras.

Es necesario realizar pruebas de sensibilidad para determinar el grado a el cual la incertidumbre en los parámetros de la entrada da lugar a incertidumbre con respecto al destino futuro de la población. Si los valores de parámetro plausibles alternos dan lugar a predicciones divergentes para la población, entonces es importante intentar resolver la incertidumbre con mejores datos. La sensibilidad de la dinámica de la población a ciertos parámetros también indica que esos parámetros describen los factores que podrían ser determinantes críticos de la viabilidad de la población. Tales factores son por lo tanto buenos candidatos a las acciones eficientes de manejo diseñadas para asegurar la persistencia de la población.

Las tipos de incertidumbre mencionadas arriba deben ser distinguidas de muchas más fuentes de incertidumbre acerca del futuro de la población. Incluso si se conocen con precisión las tasas demográficas medias a largo plazo, la variación en el tiempo causada por condiciones ambientales fluctuantes causará incertidumbre en el destino de la población en el futuro. Dicha variación ambiental debe incorporarse en el modelo usado para determinar la dinámica de la población, y generará una gama de resultados posibles (quizás representado como media y desviación estándar) del modelo. Además, la mayoría de los procesos biológicos son intrínsecamente estocásticos, teniendo un componente del azar. La naturaleza estocástica o probabilística de la supervivencia, la determinación de sexo, la transmisión de genes, la consecución de pareja, la reproducción, y otros procesos imposibilitan la determinación exacta del estado futuro de una población. Dicha estocasticidad demográfica se debe también incorporar en un modelo de la población, porque tal variabilidad aumenta nuestra incertidumbre sobre el futuro y puede también cambiar el resultado previsto o resultado medio en relación con el que resultaría si no había tal variación. Finalmente, existe la "incertidumbre" que representa las acciones o las intervenciones alternativas que se pudieron buscar como estrategias de manejo. La eficacia probable de tales opciones de manejo puede ser explorada probando escenarios alternativos en el modelo de la dinámica de la población, en la misma manera que la prueba de sensibilidad es usada para explorar los efectos de parámetros biológicos inciertos.

Resultados

Los resultados reportados para cada escenario incluyen:

R determinística – La tasa de crecimiento determinística de la población, una proyección de la tasa media de crecimiento de la población esperada de las tasas promedio de natalidad y mortalidad. No se consideran en el cálculo, los efectos la cosecha, de la endogamia, y de la dependencia de densidad. Cuando $r = 0$, se espera una población sin crecimiento; $r > 0$ indica un crecimiento a largo plazo de la población. El valor de r es aproximadamente la tasa de crecimiento o disminución por año.

La tasa de crecimiento determinística es el crecimiento promedio esperado de la población si la población es tan grande que no es afectada por procesos estocásticos, al azar. La tasa de crecimiento determinística predecirá correctamente el crecimiento futuro de la población si: la población está actualmente en una distribución estable de la edad; las tasas de natalidad y mortalidad son constantes en tiempo y espacio (es decir, no sólo las probabilidades permanecen constantes, sino que el número

real de nacimientos y muertes cada año emparejan los valores previstos); no hay depresión por entrecruzamiento; no hay limitación de pareja que evita que algunas hembras se reproduzcan; y no hay dependencia de densidad en las tasas de nacimiento o mortalidad, tales como efectos Allee “capacidad de carga” del hábitat limitando el crecimiento de la población. Ya que algunas o todas estas suposiciones generalmente se violan, el crecimiento promedio de la población de poblaciones reales (y las simuladas estocásticamente) será generalmente menos que la tasa de crecimiento determinística.

R estocástica – La tasa media del crecimiento o disminución estocástica de la población demostrada por las poblaciones simuladas, promediadas a través de los años y las iteraciones, para todas aquellas poblaciones simuladas que no están extintas. Esta tasa de crecimiento de la población se calcula cada año de la simulación, antes de cualquier recorte del tamaño de la población debido a que la población excede la capacidad de carga. Generalmente, la r estocástica será menor que la r determinística predicha de tasa índices de natalidad y mortalidad. La r estocástica de las simulaciones será cercana del r determinística si el crecimiento de la población es constante y robusto. La r estocástica será notablemente menor que la r determinística si la población es sometida a grandes fluctuaciones debido a la variación ambiental, a catástrofes, o a las inestabilidades genéticas y demográficas inherentes en pequeñas poblaciones.

P(E) -- la probabilidad de la extinción de la población, determinada por la proporción de, por ejemplo, 500 iteraciones dentro de un escenario dado que se extinguido en las simulaciones. La "extinción" se define en el modelo *VORTEX* como la carencia de cualquier sexo.

N -- tamaño medio de la población, promediado a través de esas poblaciones simuladas que no están extintas.

SD(N) – la variación a través de las poblaciones simuladas (expresadas como la desviación de estándar) en el tamaño de la población en cada intervalo de tiempo. Desviaciones estándar mayores que cerca del tamaño medio de N indica a menudo tamaños de la población altamente inestables, con algunas poblaciones simuladas muy cerca de la extinción. Cuando $SD(N)$ es grande con relación a N y especialmente cuando $SD(N)$ aumenta a lo largo de los años de la simulación, entonces la población es vulnerable a las grandes fluctuaciones al azar y puede extinguirse incluso si la tasa de crecimiento medio de la población es positiva. $SD(N)$ sería y a menudo disminuye en relación a N cuando la población está creciendo constantemente hacia la capacidad de carga o disminuyendo rápidamente (y determinísticamente) hacia la extinción. $SD(N)$ también disminuirá considerablemente cuando el tamaño de la población se acerca y es limitado por la capacidad de carga.

H -- la diversidad de genes o el heterocigocidad prevista de las poblaciones restante, expresado como porcentaje de la diversidad inicial de genes de la población. El estado físico de los individuos declina generalmente de manera proporcional a la diversidad genética (Lacy 1993b), una disminución del 10% en la diversidad genética típicamente causa en mamíferos cautivos una disminución de cerca de 15% en la supervivencia (Ralls et al. 1988). Los impactos de la endogamia en poblaciones silvestres son menos conocidos, pero pueden ser más severos que aquellos observados en las poblaciones cautivas (Jiménez et al. 1994). Se espera que la respuesta adaptativa a la selección natural también sea proporcional a la diversidad genética. Los programas de conservación a largo plazo a menudo fijan una meta de conservar el 90% de diversidad genética inicial (Soulé et al. 1986). La reducción hasta del 75% de la diversidad genética sería equivalente a una generación de consanguinidad por reproducción entre hermanos completos o padre – cría.

Fortalezas y Limitaciones del Enfoque PVA

Cuando se considera la aplicabilidad del PVA a un tema específico, es de vital importancia entender esas tareas para la cual el PVA fue hecho así como entender que la técnica no está bien diseñada para enviarla. Con este entendimiento mejorado vendrá un público más informado que está mejor preparado para críticamente evaluar los resultados del PVA y cómo son aplicados a las medidas prácticas de conservación propuestas para una especie o población.

La dinámica de extinción de una población es generalmente muy complicada, con numerosos procesos que impactan la dinámica en formas complejas e interactivas. Más allá, hemos desarrollado las maneras de apreciar las maneras en las que las tasas demográficas fluctúan impredeciblemente en las poblaciones de fauna silvestre, y los datos necesarios para proveer estimados de esas tasas y su variabilidad anual son muchas veces inciertas, esto es, sujeto a sesgo observacional o simple falta de estudios detallados sobre períodos de tiempo relativamente largos. Como resultado, los modelos mentales elegantes o las ecuaciones matemáticas detalladas de aún el más talentoso biólogo de la conservación son inadecuadas para capturar los detallados matices factores interactuantes que determina la FATE de una población de fauna silvestre amenazada por actividades humanas. En contraste, los modelos de simulación pueden incluir tantos factores que influyen la dinámica de la población como el modelador y el usuario final deseen ingresar. Interacciones detalladas entre procesos también pueden ser modelados si la naturaleza de esas interacciones pueden ser especificadas. Se pueden simular fácilmente eventos probabilísticos con programas de computadora, proveyendo resultados que dan tanto los resultados de la media esperada y el rango de distribución de los resultados posibles.

Los modelos PVA han también sido mostrados para estimular discusiones significativos entre biólogos de campo en el tema de biología de especies, métodos de análisis y colecta de datos y las suposiciones que la base del análisis de estos datos en preparación para su uso en la construcción de modelos. Al hacer los modelos y sus datos subyacentes, algoritmos y suposiciones explícitos para todos los que aprenden de ellos, estas discusiones se convierten en componentes críticos en el proceso social de obtener un entendimiento compartido del estado actual de especies amenazadas y la justificación biológica para identificar una estrategia de manejo particular como la más efectiva para la conservación de especies. Este beneficio adicional es más fácilmente reconocido cuando el PVA es usado en un taller interactivo como el taller de Evaluación de la Viabilidad de Población y Hábitat (PHVA) diseñado e implementado por CBSG.

Quizás la mayor fortaleza de el enfoque de PVA para la toma de decisiones de conservación está relacionada con mucho de sus detractores ven como su mayor debilidad. Ya que la incertidumbre inherente que ahora se conoce que existe en la demografía a largo plazo de poblaciones de fauna silvestre (particularmente aquellas que son de pequeño tamaño) y debido a que las dificultades en obtener estimados precisos de tasas demográficas a través de períodos extendidos de tiempo colectando datos en el campo, predicciones precisas de futuros rendimiento de una población de fauna silvestre amenazada son efectivamente imposible de hacer. Hasta el practicante más respetado de PVA debe honestamente admitir que un predicción precisa del número de gorilas de montaña que vagaran en las laderas de la selva de los Volcanes de Virunga en África en el año 2075, o el número de osos polares que nadarán las aguas del Círculo Ártico que se están calentando cundo nuestros nietos sean mayores, está más allá de su alcance. Pero este tipo de dificultad, reconocida a través de diversos campos de estudio de la climatología al juego no es nada nuevo: de hecho el ganador del Premio Nobel Niels Bohr dijo una vez “La predicción es muy difícil, especialmente cuando es acerca del futuro”. En vez de lamentar este inevitable capricho del mundo físico como una falla fatal en la práctica del PVA, debemos aceptarlo y en vez usar nuestra nublada bola de cristal para otro propósito: hacer **relativas**, más que **absolutas** predicciones de la viabilidad de las poblaciones de la fauna silvestre en la presencia de la presión humana.

El proceso de generar predicciones relativas usando el enfoque del PVA muchas veces es referida como análisis de sensibilidad. De esta manera, podemos hacer predicciones mucho más robustas acerca de la respuesta relativa de una población simulada de fauna silvestre para alternas perturbaciones a su demografía. Por ejemplo, un usuario de PVA puede no ser capaz de hacer predicciones precisas acerca de cómo muchos individuos de una especie dada puede persistir en 50 años en la presencia de presión de caza intensa por parte de los humanos, pero ese usuario puede hablar con considerablemente más confianza acerca de los méritos relativos de una estrategia de cacería enfocada a los machos comparado al mucho más severo impacto demográfico típicamente impuesto por una estrategia de cacería que prefiere a las hembras. Este tipo de enfoque comparativo fue usado efectivamente en un PVA para poblaciones altamente amenazadas de canguros arborícolas (*Dendrolagus* sp.) que viven en Papúa Nueva Guinea, donde son cazadas hembras adultas preferencialmente sobre los machos. Modelos comparativos mostrando los fuertes impactos de tal estrategia de cacería fueron parte de un importante proceso de planeación de conservación que llevó en pocas semanas, después de un taller participativo incluyendo a cazadores locales (Bonaccorso et al., 1998), a la firma de una moratoria de cacería a largo plazo para la especie más críticamente amenazada en el país, el Tenkile o canguro de árbol de Scott (*Dendrolagus scottae*).

Los modelos PVA son necesariamente incompletos. Podemos modelar solamente aquellos factores que entendemos y para los cuales podemos especificar los parámetros. Por ello, es importante darse cuenta que los modelos muchas veces subestiman las amenazas que enfrenta la población o los riesgos totales que estas amenazas de manera colectiva imponen sobre la población de interés. Para atacar esta limitación, los biólogos de conservación deben tratar de enrolar un grupo diverso de expertos con conocimiento que abarca muchos campos diferentes en un intento por ampliar nuestro entendimiento de las consecuencias de la interacción entre la fauna silvestre y los humanos.

Más aún, los modelos son usados para predecir los efectos a largo plazo de los procesos actuando presentemente en la población. Muchos aspectos de la situación pueden cambiar radicalmente dentro del lapso de tiempo que es modelado. Por ello, es importante reevaluar los datos y los resultados del modelo periódicamente, realizando los cambios necesarios a los programas de conservación [para más detalles vea Lacy y Miller (2002), Nyhus et al. (2002) y Westley y Miller (2003)].

Finalmente, también es importante entender que el modelo PVA por sí mismo no define las metas de la planeación de conservación para una especie dada. Las metas, en términos de crecimiento poblacional, probabilidad de persistencia, número de poblaciones existente, diversidad genética u otra medida de desempeño de la población deben ser definidas por las autoridades de manejo antes que puedan ser usados los resultados del modelamiento poblacional.

Lecturas Adicionales

Beissinger, S. and D. McCullough (eds.). 2002. *Population Viability Analysis*. University of Chicago Press, Chicago.

Bonaccorso, F., P. Clark, P.S. Miller and O. Byers. 1999. Conservation Assessment and Management Plan for the Tree Kangaroos of Papua New Guinea and Population and Habitat Viability Assessment for Matschie's Tree Kangaroo (*Dendrolagus matschei*): Final Report. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN.

Gilpin, M.E., and M.E. Soulé. 1986. Minimum viable populations: processes of species extinction. Pages 19 – 34 in: Soulé, M.E. (ed.). *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.

- Jiménez, J.A., K.A. Hughes, G. Alaks, L. Graham, and R.C. Lacy. 1994. An experimental study of inbreeding depression in a natural habitat. *Science* 266:271-273.
- Lacy, R.C. 1993. Impacts of inbreeding in natural and captive populations of vertebrates: implications for conservation. *Perspectives in Biology and Medicine* 36:480-496.
- Lacy, R.C. 2000. Structure of the *VORTEX* simulation model for population viability analysis. *Ecological Bulletins* 48:191-203.
- Lacy, R.C., and P.S. Miller. 2002. Incorporating human activities and economics into PVA. Pages 490 – 510 in: Beissinger, S. and D. McCullough (eds.), *Population Viability Analysis*. University of Chicago Press, Chicago.
- Miller, P.S., and R.C. Lacy. 2005. *VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9 User's Manual*. IUCN SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN.
- Morris, W.F., and D.F. Doak. 2002. *Quantitative Conservation Biology: Theory and Practice of Population Viability Analysis*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Nyhus, P.J., F.R. Westley, R.C. Lacy, and P.S. Miller. 2002. A role for natural resource social science in biodiversity risk assessment. *Society and Natural Resources* 15:923-932.
- Ralls, K., J.D. Ballou, and A. Templeton. 1988. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. *Conservation Biology* 2:185-193.
- Reed, J.M., L.S. Mills, J.B. Dunning Jr., E.S. Menges, K.S. McKelvey, R. Frye, S.R. Beissinger, M.-C. Anstett, and P.S. Miller. 2002. Emerging issues in population viability analysis. *Conservation Biology* 16:7-19.
- Soulé, M., M. Gilpin, W. Conway, and T. Foose. 1986. The millennium ark: How long a voyage, how many staterooms, how many passengers? *Zoo Biology* 5:101-113.
- Westley, F.W., and P.S. Miller (eds.). 2003. *Experiments in Consilience: Integrating Social and Scientific Responses to Save Endangered Species*. Island Press, Washington, DC.

Secuencia del flujo de programa

- (1) La simiente para el número aleatorio generador es inicializado con el número de segundos transcurridos desde el comienzo del siglo XX.
- (2) Se solicita al usuario por un nombre de archive de salida, duración de la simulación, número de iteraciones, la talla por debajo de la cual la población se considera extinta, y un gran número de parámetros poblacionales.
- (3) El tamaño máximo poblacional permitido (necesario para prevenir el desbordamiento de memoria) es calculado como:

$$K_{m \text{ ax}} = (K + 3s)(1 + L)$$

en donde K es la máxima capacidad de carga (se puede especificar cambio a la capacidad de carga durante la simulación, así que el máximo de la capacidad de carga puede ser mayor que la capacidad de carga inicial), s es la variación ambiental anual en la capacidad de carga expresado como desviación estándar, y L es el tamaño máximo de la camada.

- (4) Se asigna memoria para las matrices de datos. Si hay insuficiente memoria disponible para las matrices de datos entonces N_{max} es ajustada hacia abajo al tamaño al que se pueda acomodar dentro de la memoria disponible y se da un mensaje de aviso. En este caso es posible que el análisis puede que se tenga que terminar por que la población simulada excede N_{max} . Ya que N_{max} es a menudo varias veces mayor que el tamaño máximo de una población en una simulación, una advertencia de que se ha ajustado hacia abajo debido a la limitación de memoria a menudo no obstaculizará el análisis.
- (5) La tasa de crecimiento determinística de la población es calculada de la media de las tasas de nacimiento y muertes que han sido ingresadas. The deterministic growth rate of the population is calculated from mean birth and death rates that have been entered. Algoritmos resultan de los análisis de cohortes de tabla de vida. (Ricklefs, 1979). También son calculados el tiempo de generación y la distribución de edad estable esperada. Los cálculos de tablas de vida asumen tasas constantes de nacimiento y muerte sin limitante por la capacidad de carga, sin limitación de parejas, sin pérdida de estado físico debido a depresión por entrecruzamiento y que la población tiene una distribución estable de edad. Los efectos de las catástrofes son incorporados en los análisis de tablas de vida utilizando las tasas de nacimiento y muerte que son promedios ponderados de los valores en los años con y sin catástrofes, ponderados por la probabilidad de ocurrencia o no de una catástrofe.
- (6) Simulación iterativa de la población procede vía pasos 7 al 26.
- (7) La población inicial se le asigna una estructura de edad y sexo. El usuario puede especificar la estructura exacta de edad-sexo de la población inicial, o pueden especificar un tamaño inicial de la población y requerir que la población sea distribuida de acuerdo a la distribución estable de edad calculada de la tabla de vida. Individuos en la población inicial se asume que no está relacionada. Por ello, el entrecruzamiento puede ocurrir solo en la segunda o posteriores generaciones.
- (8) Se asignan a cada individuo al inicio de la simulación y a cada individuo suplementado a la población durante la simulación, dos alelos únicos en un hipotético locus genético neutro. Por consiguiente *VORTEX* usa un modelo de variación genética de alelos infinitos. El destino subsecuente de variación genética es rastreado al reportar el número de alelos neutros restantes cada año, la heterocigosidad esperada o diversidad de genes y la heterocigosidad observada. La heterocigosidad esperada, derivada del equilibrio de Hardy-Weinberg, es dada por

$$H_e = 1 - \sum (p_i^2)$$

en donde p_i es la frecuencia del alelo i en la población. La heterocigosidad observada es simplemente la porción de los individuos en la población simulada que son heterocigotos. Ya que la suposición inicial de dos alelos únicos por fundador, la población inicial tiene una heterocigosidad observada de 1.0 en el locus hipotético y solamente animales consanguíneos puede convertirse en homocigotos. La pérdida proporcional de heterocigosidad a través de deriva genética al azar es independiente de la heterocigosidad inicial y las frecuencias de alelos de una población (Crow and Kimura 1970), así la heterocigosidad esperada remanente en una población simulada es una medida útil de decadencia genética para comparar entre escenarios y poblaciones. La media de heterocigosidad observada reportada por *VORTEX* es la media de coeficiente de entrecruzamiento de la población.

- (9) Para cada uno de los 10 alelos en cinco locus no neutro que son usados para modelar la depresión por entrecruzamiento, a cada fundador se le asigna un alelo letal único con una probabilidad igual a 0.1 x el número medio de alelos letales por individuo.
- (10) Los años son reiterados vía pasos 11 al 25.
- (11) Las probabilidades de hembras produciendo cada tamaño de población posible son ajustadas para dar cuenta de la dependencia de la densidad para la reproducción (si hay alguna)
- (12) Las tasas de nacimiento y supervivencia para el año son ajustadas para modelar cualquier catástrofe determinada para ocurrir en ese año.
- (13) Los machos reproductores se seleccionan para el año. Un macho de edad reproductiva es colocado en el grupo de reproductores potenciales para ese año si un número al azar dibujado para ese macho es menor que la proporción de machos adultos especificados para estar reproduciéndose. Los machos reproductores son seleccionados independientemente cada año; no hay tenencia a largo plazo de machos reproductores ni vínculos de pareja a largo plazo.
- (14) Se determina el parentesco genético de cada cría nueva con cualquier otro animal viviente. El parentesco entre el animal nuevo A , y otro animal existente, B , es

$$f_{AB} = 0.5(f_{MB} + f_{PB})$$

En donde f_{ij} es el parentesco entre animales i y j , M es la madre de A , y P es el padre de A . El coeficiente de entrecruzamiento de cada animal es igual al parentesco entre sus padres, $F = f_{MP}$, y el parentesco de un animal consigo mismo es $f_A = 0.5(1 + F)$. (Vea Ballou, 1983 para una descripción detallada de este método para calcular coeficientes de entrecruzamiento).

- (15) La supervivencia de cada individuo está determinada al comparar un número al azar con la probabilidad de supervivencia para ese animal. En la ausencia de depresión por entrecruzamiento, la probabilidad de supervivencia es dada por la tasa de supervivencia específica de edad y sexo para ese año. Si un individuo recién nacido es homocigoto para un alelo letal, este es eliminado. De manera contraria, la probabilidad de supervivencia para individuos en su primer año es multiplicada por

$$e^{-b(1-P)} [L e t h] \#FI$$

en donde b es el número de equivalentes letales por genoma haploide, y $\Pr[Letales]$ es la proporción de este efecto de entrecruzamiento debido a alelos letales.

- (16) La edad de cada animal se incrementa en 1.
- (17) Si se está modelando más de una población, ocurre estocásticamente migración entre poblaciones con probabilidades especificadas.
- (18) Si existe cosecha en ese año, el número de individuos cosechados de cada edad y sexo son escogidos al azar para aquellos que estén disponibles y son removidos. Si el número a ser removido no existe para una clase de sexo-edad, *VORTEX* continua pero reporta que la cosecha fue incompleta.
- (19) Los animales muertos se remueven de la memoria de la computadora para hacer espacio para generaciones futuras.
- (20) Si se suplementa a la población en un año particular, se crean nuevos individuos de la clase de edad especificada. Se asume que cada inmigrante es genéticamente no relacionado al resto de individuos de la población, y lleva el número de alelos letales que fue especificado para la población inicial.
- (21) La tasa de crecimiento de la población es calculada como la relación del tamaño de la población en el año actual al del año previo.
- (22) Si el tamaño poblacional (N) excede la capacidad de carga (K) para ese año, se impone mortalidad adicional a través de todas las clases de sexo y edad. La probabilidad de cada animal de morir durante este truncamiento de la capacidad de carga es establecido a $(N - K)/N$, de manera que el tamaño de la población esperada después de la mortalidad adicional es K .
- (23) El resumen estadístico del tamaño poblacional y la variación genética son TALLIED y reportado.
- (24) El tamaño final de la población y la variación genética son determinadas por la simulación.
- (25) El resumen estadístico del tamaño poblacional, variación genética, probabilidad de extinción y tasa media de crecimiento poblacional son calculados a través de iteraciones y resultados.