

Informe final* del Proyecto LE005
Ecología poblacional y conservación de *Tapirus bairdii* en la Sierra Mixe, Oaxaca*

Responsable: M en C. Francisco Javier Botello López
Institución: Conservación Biológica y Desarrollo Social A.C.
Dirección: Aguayo # 3 Desp. A, Del Carmen Coyoacán, México 04100, Ciudad de México
Correo electrónico: fjbl@ibunam2.ibiologia.unam.mx
Teléfono/Fax: Conmutador: (0052-55) 5622-82-22, ext.:47846
Fecha de inicio: Noviembre 15, 2013.
Fecha de término: Mayo 3, 2019.
Principales resultados: Base de datos, cartografía, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Botello F., J. Sánchez, A. Romero y V. Sánchez-Cordero, 2017. Ecología poblacional y conservación de *Tapirus bairdii* en la Sierra Mixe, Oaxaca. Conservación Biológica y Desarrollo Social A.C., Instituto de Biología, UNAM. **Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. LE005.** Ciudad de México.

Resumen:

El tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), es la especie de mamífero de afinidad neotropical más grande de la actualidad. Tiene un papel ecológico sumamente importante en los bosques tropicales debido a los procesos de herbivoría, depredación y dispersión de semillas. Sin embargo debido a la pérdida de hábitat y la presión por cacería, se considera que la especie se encuentra en peligro de extinción, y su distribución reconocida se encuentra fragmentada desde el sur de Oaxaca, en México, hasta el norte de Colombia. Recientemente, hemos documentado varios individuos en la Sierra Mixe, Oaxaca. Las evidencias sugieren la existencia de una población reproductiva que se encuentra fuera de la distribución reconocida (y potencial publicada) de la especie. El presente proyecto busca realizar análisis de la distribución y abundancia poblacional a nivel local (en la localidad de Totontepec Villa de Morelos) y regional (Sierra Mixe) con la intención final de realizar un plan de conservación a escalas local, regional y estatal, privilegiando en todo momento la participación activa de los pobladores locales en la generación de la información y la elaboración del plan de conservación en un esquema de gobernanza.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Convenio Núm. FB1705/LE005/13

CUARTO INFORME SEMESTRAL

Ecología poblacional y conservación de *Tapirus bairdii* en la sierra Mixe, Oaxaca.

Institución

Conservación Biológica y Desarrollo Social, A. C.

Responsable de proyecto

Dr. Francisco Javier Botello López

Cargo 1

Presidente mesa directiva

Departamento de monitoreo biológico y planeación de conservación

Conservación Biológica y Desarrollo Social, A. C.

Domicilio Fiscal: Calle Nueve No. 52 Int. 4, Col. Espartaco, Coyoacán, C. P. 04870, México D. F.

Oficinas Distrito Federal: Aguayo No. 3, Despacho A. Col. Del Carmen, Coyoacán, C. P. 04100, México, D. F. Tel: (55) 84214802. Correo electrónico:

franciscobotello@conbiodes.com, fjbl@ibiologia.unam.mx

Teléfono y domicilio particular: 5526853666, Calle Nueve No. 52-4 Colonia Espartaco, Coyoacán, México D.F.

Cargo 2.

Responsable Colección de Fotocolectas Biológicas

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica

Departamento de Zoología

Instituto de Biología, UNAM

Circuito Exterior, Edificio Nuevo, Módulo C

Apdo. Postal 70-153, Coyoacán

México D.F. (04510), México.

Tel. Instituto Biología: conmutador: (52-55) 5622-8222, ext.:47846

Investigador en Colaboración

Dr. Víctor Sánchez-Cordero

Director del Instituto de Biología

Investigador Titular C de T.C.

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica

Departamento de Zoología

Instituto de Biología, UNAM

Circuito Exterior, Edificio Nuevo, Módulo C

Apdo. Postal 70-153, Coyoacán

México D.F. (04510), México.

Tel. Instituto Biología: conmutador: (52-55) 5622-8222, ext.:29065

Correo electrónico: victor@ibiologia.unam.mx

Grupo taxonómico

Reino: Animalia

Philo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Perissodactyla

Familia: Tapiridae

Género: *Tapirus*

Especie: *Tapirus bairdii*

Región geográfica

Sierra Mixe, Sierra Norte, Oaxaca, México.

Duración del proyecto

24 Meses

Resumen

El tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), es la especie de mamífero de afinidad neotropical más grande de la actualidad. Tiene un papel ecológico sumamente importante en los bosques tropicales debido a los procesos de herbivoría, depredación y dispersión de semillas. Sin embargo debido a la pérdida de hábitat y la presión por cacería, se considera que la especie se encuentra en peligro de extinción, y su distribución reconocida se encuentra fragmentada desde el sur de Oaxaca, en México, hasta el norte de Colombia.

Recientemente, hemos documentado varios individuos en la Sierra Mixe, Oaxaca. Las evidencias sugieren la existencia de una población reproductiva que se encuentra fuera de la distribución reconocida (y potencial publicada) de la especie. El presente proyecto busca realizar análisis de la distribución y abundancia poblacional a nivel local (en la localidad de Totontepec Villa de Morelos) y regional (Sierra Mixe) con la intención final de realizar un plan de conservación y conectividad en localidades de la Sierra Mixe, privilegiando en todo momento la participación activa de los pobladores locales en la generación de la información y la elaboración del plan de conservación en un esquema de gobernanza.

Palabras Clave: Distribución, abundancia poblacional, Sierra Norte, Sierra Mixe, conservación, manejo, monitoreo participativo.

Objetivos

General

Determinar la distribución y abundancia poblacional de *Tapirus bairdii* en la Sierra Mixe, Sierra Norte de Oaxaca.

Particulares

a) Primer año

- 1.- Fomentar el establecimiento de un comité de monitoreo participativo en la localidad de Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca.
- 2.- Realizar un análisis de la abundancia poblacional de *Tapirus bairdii* y especies simpátricas en la localidad de Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca (nueva población documentada por el proponente).
- 3.- Realizar un análisis sobre sitios de probable distribución de *Tapirus bairdii* en la Sierra Mixe.

b) Segundo año

- 1.- Incorporación del núcleo agrario de Totontepec a algún esquema de incentivos para la conservación.
- 2.- Extender el monitoreo participativo a localidades identificadas durante el primer año en la Sierra Mixe, formando una red de monitoreo participativo en la región.
- 3.- Realizar un análisis regional de conectividad estructural que fomente conectividad funcional y conservación de *Tapirus bairdii* y especies simpátricas.
- 4.- Elaborar y publicar un plan de conservación y conectividad para *Tapirus bairdii* y especies simpátricas en la Sierra Mixe.

Antecedentes

El tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), es la especie de mamífero de afinidad neotropical más grande de la actualidad, con un peso que se encuentra comprendido entre los 150 y los 300 kg (March y Naranjo, 2005; SEMARNAT, 2009). Habita principalmente en humedales y bosques entre los 0 y 2000 msnm, siendo más común encontrarlo por debajo de los 600 msnm.

Tiene un papel ecológico sumamente importante en los bosques tropicales debido a los procesos de herbivoría, depredación y dispersión de semillas (Fragoso y Huffman, 2000; Fragoso, *et al.*, 2003; March y Naranjo, 2005; SEMARNAT, 2009). Sin embargo debido a la pérdida de hábitat y la presión por cacería (Brooks, *et al.*, 1997), se considera que la especie se encuentra en peligro de extinción y su distribución actual se encuentra fragmentada desde el sur de Oaxaca, en México, hasta el norte de Colombia (Norton y Ashley, 2004; March y Naranjo, 2005; SEMARNAT, 2009).

En el estado de Oaxaca los registros son muy escasos y aislados (Lira-Torres, *et al.*, 2005). El programa de acción para la conservación de la especie (SEMARNAT, 2009) reconoce su distribución histórica, con registros anteriores a 1994 en los estados de Oaxaca y Veracruz, hasta los 95°54' de longitud oeste (SEMARNAT, 2009; figura 1), lo que coincide con la distribución potencial para la especie, publicada por la CONABIO (Ceballos, *et al.*, 2006; figura 2). La distribución actual reconocida en Oaxaca se encuentra limitada a la región de los Chimalapas con límite en el paralelo 94°50' de longitud oeste (Castellanos, *et al.*, 2008; SEMARNAT, 2009; ver figura 1), aunque en trabajo de campo realizado durante 2003, Lira-Torres, *et al.* (2005), registraron a la especie por medio de identificación de rastros, en Santiago Jamiltepec en los 97° 50', a 377.4 km al noreste de la distribución actual mencionada anteriormente, lo que alerta de alguna manera sobre regiones que podrían estar manteniendo poblaciones aisladas (SEMARNAT, 2009; Figura 1).



Figura 1. Distribución actualmente reconocida de la especie (SEMARNAT, 2009).

En noviembre y diciembre de 2012, Botello, *et al.*, (2014), realizaron los primeros registros de esta especie fuera de la distribución actual e histórica en Oaxaca (Figura 2), demostrando que se trata de una población reproductiva (Figura 3). Los registros de al menos tres individuos (un macho, una hembra y una cría) fueron realizados en la localidad de Totontepec Villa de Morelos, en la Sierra Mixe perteneciente a la región conocida como Sierra Norte de Oaxaca, región en la que nunca antes se había documentado la distribución de esta especie.

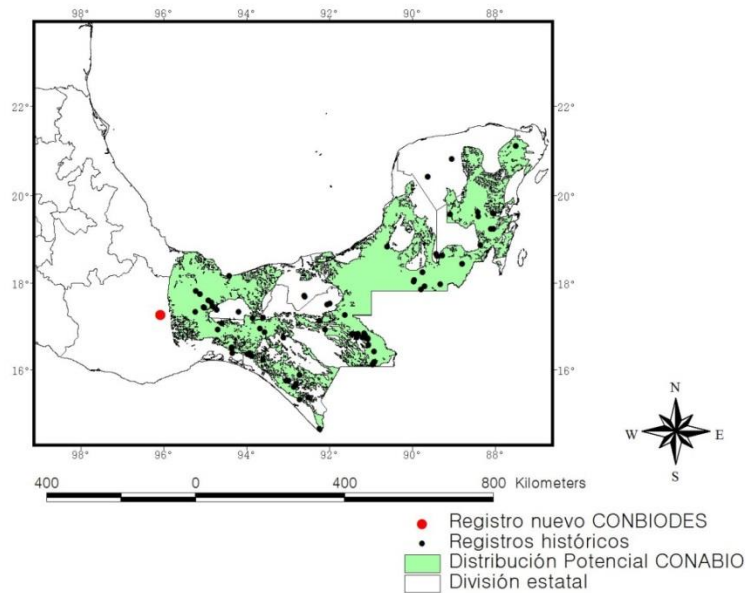


Figura 2. Distribución potencial en verde y registros históricos en negro (Ceballos, *et al.*, 2006-CONABIO). El punto rojo es el registro reciente realizado por Botello, *et al.* (2014).



Figura 3. Dos individuos de *Tapirus bairdii* en Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca (Botello, *et al.*, 2014).

Tomando en consideración la importancia de la identificación de una nueva población reproductiva, criterios y objetivos del programa de recuperación de la especie (SEMARNAT, 2009), este proyecto busca realizar análisis de la distribución y abundancia poblacional *Tapirus bairdii* y otras especies coincidentes con su distribución, a nivel local (en Totontepec Villa de Morelos, Mixe) y regional (Sierra Mixe) con la intención final de realizar un plan de conservación y

conectividad en localidades de la Sierra Mixe, privilegiando en todo momento la participación activa de los pobladores locales en la generación de la información y la elaboración del plan de conservación en un esquema de gobernanza.

Técnicas y métodos

El uso de fototruampas para realizar inventarios y estudios ecológicos en mamíferos se ha incrementado notablemente (Carthew y Slater, 1991; Séquin, et al., 2003; Wallace, et al., 2003; Srbek-Araujo y García, 2005; Botello, *et al.*, 2006a). Las fototruampas constituyen herramientas útiles para detectar e identificar especies, monitorear abundancias absolutas y relativas y para estudiar patrones de actividad (Savidge y Seibert, 1988; Griffiths y Van Schaik, 1993; Aranda, *et al.*, 2012). Las fototruampas son ideales para detectar especies crípticas y raras que son difíciles de capturar con técnicas tradicionales y pueden ser particularmente importantes, en el estudio de especies amenazadas, vulnerables y en peligro de extinción, en las cuales su captura o colecta están restringidas o inclusive prohibidas (Sánchez-Cordero, *et al.*, 2005; ver SEMARNAT, 2010).

Adicionalmente la existencia de una colección científica que incluye las imágenes obtenidas mediante fototruampeo (Botello, *et al.*, 2006b; Botello, *et al.*, 2007), asegura la disponibilidad de los registros contenidos en un acervo científico.

Otra de las ventajas de las fototruampas es que se ha demostrado que son sumamente útiles para utilizarlas en monitoreo participativo. CONBIODES ha llevado a cabo un proyecto de monitoreo participativo en la Cañada Oaxaqueña durante los últimos cuatro años. La red de monitoreo actualmente cuenta con la participación de integrantes de 19 localidades y durante el tiempo que ha funcionado ha incrementado notablemente el arraigo y se han estandarizado los métodos para que la información generada pueda ser utilizada para fines de investigación básica (Botello, *et al.*, en prensa), difusión y acciones de manejo (Villaseñor y Botello, en preparación); así como para el fortalecimiento de instituciones relacionadas con el manejo de los recursos naturales (Danielsen, *et al.*, 2005). Adicionalmente el reciente registro del tapir en la Sierra Norte (Botello, *et al.*, 2014) ha demostrado que el éxito de la metodología aplicada al monitoreo participativo en la cañada oaxaqueña puede ser extendida a otras regiones.

a) Métodos del primer año

1. Establecimiento de un comité de monitoreo participativo en la localidad de Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca.

Mediante una reunión de trabajo con las autoridades de Totontepec Villa de Morelos, se seleccionaron a seis personas para establecer un comité de monitoreo participativo. El comité tuvo la responsabilidad a nivel local de acompañar la investigación durante los dos años de duración del proyecto. Con el fin de que fuera el responsable del monitoreo a nivel regional, el comité fue capacitado para la utilización de las fototruampas, GPS y computadoras. De esta manera, se logró

la obtención y organización de información del monitoreo participativo y repercutir directamente en el interés por la conservación, de acuerdo con Botello, *et al.* (2013).

2. Colocación de las estaciones de monitoreo

Una vez capacitado el comité de monitoreo, se realizó la primera salida de campo para la colocación de las ocho estaciones de monitoreo. El diseño de muestreo fue aleatorio, dentro de una rejilla que cubrió el área de uso común del núcleo agrario de Totontepec Villa de Morelos con una cuadrícula de (30 segundos) ($\cong 1 \text{ km}^2$ promedio de ámbito hogareño de *T. bairdii*) (Foerster y Vaughan, 2002; Foster y Harmsen, 2012). Se seleccionaron los cuadros con vegetación natural remanente y se determinó en colaboración con el comité de monitoreo en cuales ha sido vista la especie o sus rastros. Se realizó una salida de prospección a todos los sitios seleccionados para confirmar la presencia de rastros de *T. bairdii* y con base en los resultados se seleccionaron aleatoriamente 8 de ellos para colocar las estaciones de monitoreo. Por lo anterior se tiene un diseño de muestreo con ocho estaciones de monitoreo que cubren una extensión de 8 km^2 , representativos del área de la rejilla calculada en 24 km^2 .

En cada estación de monitoreo se colocó una fototrampa LtlAcorn (Fig. 1) y se revisó durante el primer año mediante tres salidas de campo, en las cuales se fortalecieron los conocimientos adquiridos por el comité de monitoreo participativo en el taller, se obtuvo y organizó la información biológica (Botello, *et al.*, 2013). Estas salidas de campo se realizaron durante 3-5 días continuos cada dos meses, debido a las condiciones agrestes del clima y topografía accidentada del lugar, y el comité de monitoreo siempre estuvo acompañado por los dos técnicos de CONBIODES, A. C., y el responsable técnico del proyecto (9 personas).

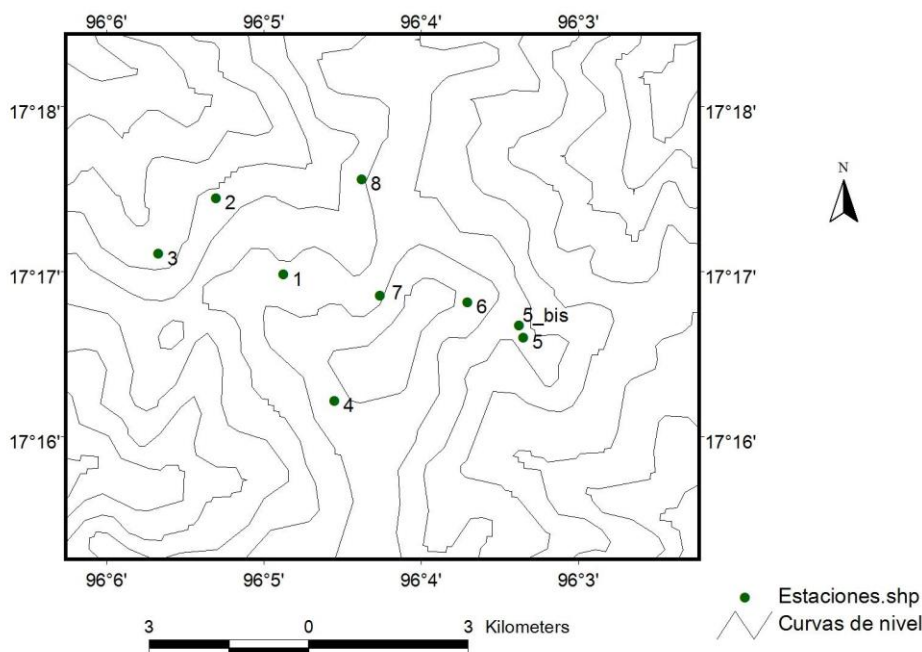


Figura 1. Localización de las estaciones de monitoreo durante el primer año

Análisis de resultados del primer año

Las cámaras se programaron para tomar una fotografía por cada evento, entendiendo como evento cada vez que el sensor de la fototrampa detecta un movimiento. Todas las fotografías que contuvieron algún registro biológico se catalogaron y se montaron como ficha digital de fotocolecta, asignando un número de catálogo único y organizando los metadatos en una base de datos de acuerdo al protocolo Darwin Core (Botello, *et al.*, 2010).

Los registros se identificaron como “registros independientes” cuando correspondieron a uno o más individuos diferenciables en un periodo de 24 hrs; en caso de que hubieran múltiples fotos de la misma especie en el periodo de tiempo mencionado y que no se pudieron identificar distintos individuos se contaron como un solo registro independiente.

Estos registros sirvieron para obtener: a) riqueza observada, b) curva de acumulación de especies y un estimador de riqueza Jackknife de primer orden (González-Oreja, *et al.*, 2010), c) frecuencia de captura y abundancia relativa con los supuestos que esto implica: número de registros independientes de la especie i /total de registros independientes \times (constante), c) tasa de captura (número de registros independientes/esfuerzo de muestreo (Aranda, *et al.*, 2012; Botello, *et al.*, 2008).

Estos índices se analizaron por estación y por grupo de estaciones, mediante un análisis de correspondencia múltiple (ACM; Hair, *et al.*, 1999), de la riqueza y tasa de captura por especie con variables ambientales, topográficas y antrópicas, como el estado de la vegetación, elevación, pendiente, distancia a caminos, distancia a poblados, entre otras. Con esto se pudo definir las principales variables que afectan la distribución de las especies registradas (Cuadras, 2012).

Recopilación de información en cinco localidades aledañas a Totontepec Villa de Morelos

Después de cada salida de campo en Totontepec Villa de Morelos, se realizaron salidas de campo durante tres días más a otras cinco localidades de la Sierra Mixe. Durante el primer semestre se visitaron San Miguel Quetzaltepec, Santa María Ocoatepec y Santiago Tepitongo. En el segundo semestre: Santiago Zacatepec y San Juan Metaltepec. Las visitas tuvieron la finalidad de evaluar la posible presencia de la especie en las localidades.

Se realizaron entrevistas con las autoridades comunales y en aquellos sitios donde la presencia de la especie fue reconocida por las autoridades y que accedieron a realizar una visita de campo, se verificó la información obtenida en la entrevista, mediante la identificación de rastros en San Miguel Quetzaltepec, Santiago Tepitongo y San Juan Metaltepec, mientras que en Santa María Ocoatepec y Santiago Zacatepec se esperó el aval de la autoridad Comunal para la verificación de presencia de Tapir en campo.

Modelación de distribución del tapir en la Sierra Mixe

Con base en la estimación de la riqueza observada, la curva de acumulación de especies y el estimador no paramétrico de riqueza de Jackknife 1 (González-Oreja, *et al.*, 2010), la frecuencia de captura y abundancia relativa; además de los resultados de las entrevistas y la verificación en campo, se utilizó MAXENT (Phillips, *et al.*, 2004) para modelar la distribución del tapir en la Sierra Mixe (Fig. 2). Esta modelación sirvió para replicar el esfuerzo durante el segundo año, en las localidades identificadas con probabilidad de que la población de tapir pudiera ser monitoreada.

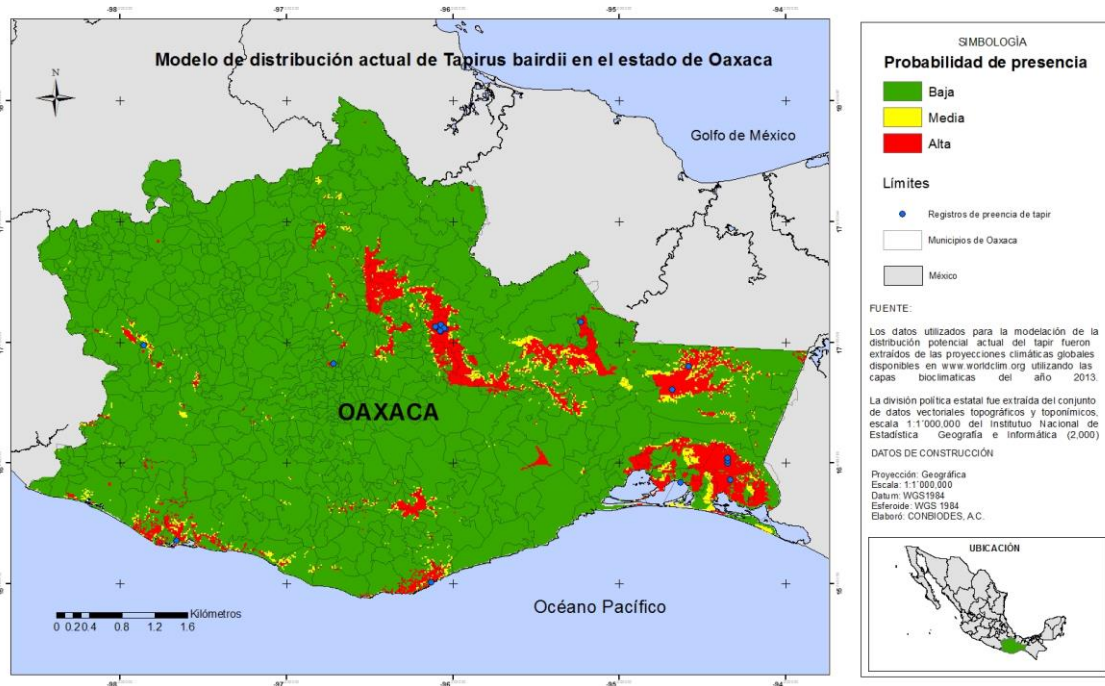


Figura 2. Mapa de distribución del tapir (*Tapirus bairdii*) en Zona Mixe

b. Métodos del segundo año:

1. Búsqueda de incentivos para la localidad de Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca

Puesto que *T. bairdii* es una especie considerada como prioritaria por distintas dependencias y organizaciones dedicadas a la conservación de la biodiversidad, con la información obtenida durante el primer año se realizaron presentaciones ante diversas entidades como CONAFOR y CONANP para buscar la incorporación de Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca, a algún esquema de incentivos para la conservación, buscando que la firma del convenio de apoyo se realice durante el primer cuatrimestre del año.

2. Fortalecimiento del esfuerzo de muestreo

Utilizando el mapa de distribución de *T. bairdii* realizado durante el primer año de este proyecto y aprovechando la comunicación establecida con las diferentes autoridades comunales, se establecieron estaciones de monitoreo en cinco localidades más (Fig. 4), siguiendo la misma metodología que la utilizada durante el primer año para la localidad de Totontepec Villa de Morelos, en la que como primer paso se realizará una reunión de trabajo con las autoridades de al menos

cinco localidades identificadas con presencia de la especie y se seleccionarán seis personas que conformen un nuevo comité de monitoreo.

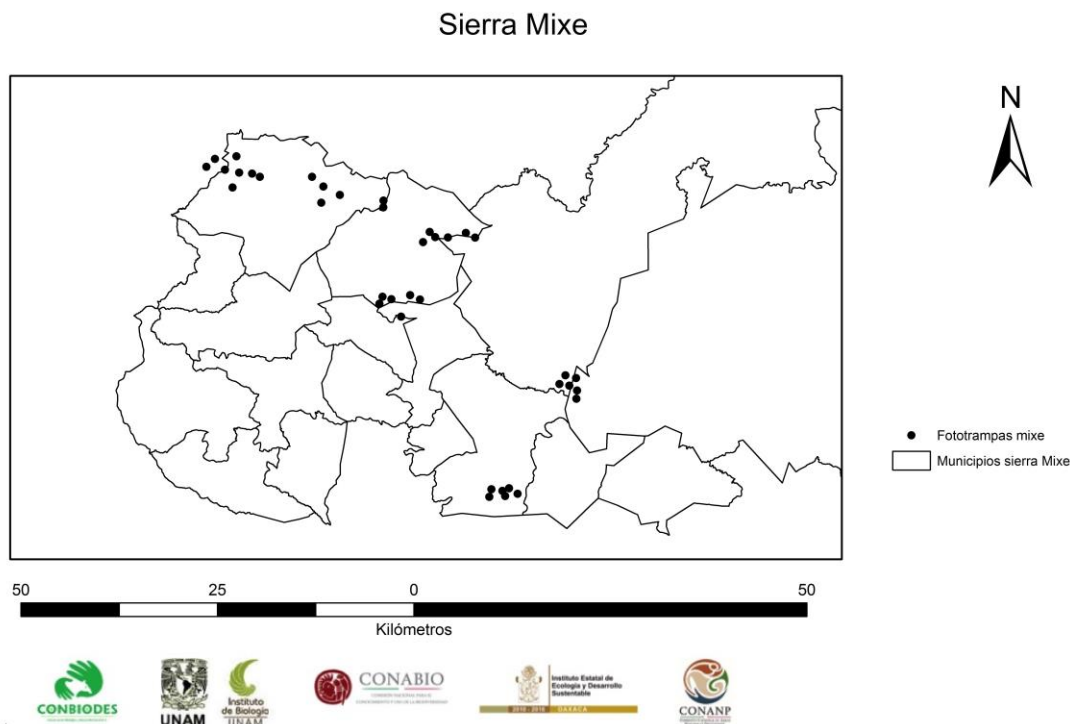


Figura 4. Estaciones de monitoreo durante el segundo año

3. Capacitación de los nuevos comités de monitoreo y salidas al campo

Los nuevos comités (y el ya establecido en Totontepec) fueron los responsables a nivel local de acompañar la investigación en todo momento, se les capacitó mediante un taller sobre el uso de fototampas, GPS y computadora para la obtención y organización de información de monitoreo participativo (Botello, *et al.*, 2013).

Una vez capacitados los comités de monitoreo, se realizó la primera salida de campo para colocar ocho estaciones de monitoreo. El diseño de muestreo fue aleatorio, dentro de una rejilla que cubrió el área de uso común del núcleo agrario de Totontepec Villa de Morelos, con una cuadrícula de (30 segundos) ($\cong 1 \text{ km}^2$ promedio de ámbito hogareño de *T. bairdii*) (Foerster y Vaughan, 2002; Foster y Harmsen, 2012).

Se seleccionaron los cuadros con vegetación natural remanente, y se determinó en colaboración con cada comité de monitoreo en cuales cuadros ha sido vista la especie o sus rastros. Se realizó una salida de prospección a todos los sitios seleccionados para confirmar la presencia de rastros de *T. bairdii*, y con base en los resultados se seleccionaron aleatoriamente 6 de ellos por localidad (30 más en

total para la Sierra Mixe), en donde se colocaron las estaciones de monitoreo. En el caso de que el número de cuadros en donde se encontraron rastros fuera elevado, las estaciones de monitoreo se cambiaron de sitio durante el tiempo de duración del proyecto para que los resultados sean representativos del total de la rejilla.

En cada estación de monitoreo se colocó una fototrampa LtlAcorn y cada estación se revisó durante el primer año mediante cuatro salidas de campo, en las salidas se fortalecieron los conocimientos adquiridos por el comité de monitoreo participativo en el taller de capacitación que les fue impartido, con esto se logró la obtención y organización de la información biológica. Estas salidas de campo se realizaron durante 3 días continuos, cada dos meses y el comité de monitoreo siempre estuvo acompañado por los tres técnicos de CONBIODES, A. C. La red de comités participativos se conformó en total por 36 participantes (9 personas en cada localidad y 3 técnicos de CONBIODES).

Análisis de información

Las cámaras se programaron para tomar una fotografía por cada evento, entendiendo como evento cada vez que el sensor de la fototrampa detectó un movimiento. Todas las fotografías que contuvieron algún registro biológico se catalogaron y se montaron como ficha digital de fotocolecta, asignando un número de catálogo único y organizando los metadatos en una base de datos de acuerdo al protocolo Darwin Core (Botello, *et al.*, 2010).

Los registros se identificaron como “registros independientes” cuando correspondieron a uno o más individuos diferenciables en un periodo de 24 hrs; en el caso de múltiples fotos de la misma especie en el periodo de tiempo mencionado y que no se pudieron identificar distintos individuos se contó como un solo registro independiente.

Estos registros sirvieron para obtener a) riqueza de especies, b) frecuencia de captura (y abundancia relativa con los supuestos que esto implica), c) tasa de captura y d) curva de acumulación de especies (Aranda, *et al.*, 2012; Botello, *et al.*, 2008). Los resultados anteriores se obtuvieron por estación de monitoreo, por localidad y por el total de localidades, es decir a nivel regional. Posteriormente se realizó un análisis de correspondencia de la riqueza y tasa de captura por especie contra variables como estado de la vegetación, distancia a caminos, distancia a poblados (Quinn y Keough 2002; Zar, 1999).

Análisis de conectividad estructural y propuesta de zonas prioritarias de conectividad funcional para *T. bairdii*

Finalmente se realizó un análisis de conectividad estructural considerando los resultados anteriores en un escenario regional, proponiendo zonas prioritarias que fomenten la conectividad funcional para mantener poblaciones de *T. bairdii* y especies simpátricas en la Sierra Mixe. Para realizar los análisis geográficos se

trabajó con ArcGis 10, la distribución identificada y potencial de las especies (algoritmo que se definió dependiendo de la cantidad de datos obtenidos) y un novedoso sistema de priorización ConsNet v.2 (Ciarleglio, *et al.*, 2009).

Resultados del cuarto informe semestral

Se obtuvieron 1941 fichas digitales de fotocolecta, adicionales a las entregadas durante el primer, segundo y tercer semestre, con sus respectivos metadatos, que se incluyen en una base de datos de Excel y que fueron organizados de acuerdo al protocolo Darwin Core. Además, se sistematizaron 1942 registros, con un esfuerzo de muestreo de 8640 días-trampa, teniendo en cuenta que cada día es un ciclo de 24 horas.

Riqueza de especies

Con un esfuerzo total de muestreo de 8640 días-trampa se lograron registrar 35 especies. La riqueza observada fue constituida por dos clases, la primera de ellas fue MAMMALIA con 6 órdenes; 13 familias; 16 géneros y 20 especies; la segunda clase fue AVES con 6 órdenes; 11 familias; 15 géneros y 15 especies (Tabla 1). Las especies de mamíferos fueron identificadas de acuerdo a la guía de Wilson y Reeder (2005), mientras que las aves se identificaron de acuerdo a la guía de campo Aves de México (Peterson y Chalif, 2008).

De las 35 especies registradas mediante fototrampeo, en la legislación mexicana (SEMARNAT, 2010) se encuentran cuatro clasificadas como amenazadas (11.42%): *Crax rubra*, *Dendrortyx macroura*, *Geotrygon albifacies* y *Penelope purpurascens*. También, se encuentran seis especies (17.14%), en peligro de extinción: *Tapirus bairdii*, *Panthera onca*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Eira barbara* y *Cyanolyca nana* (Tabla 1), lo que demuestra que las áreas monitoreadas presentan altos valores de biodiversidad, así como especies en peligro de extinción, amenazadas y sujetas a protección especial.

Pudo observarse la simpatricidad del tapir con otros ungulados: *Mazama temama*, *Odocoileus virginianus* y *Pecari tajacu*, y con 5 especies más, en peligro de extinción (Tabla 1).

Tabla 1. Especies registradas en el periodo de muestreo en la sierra Mixe

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Clasificación en la NOM-059-SEMARNAT-2010
MAMMALIA	Carnivora	Procyonidae	Nasua	<i>Nasua narica</i>	-
			Leopardus	<i>Leopardus wiedii</i>	Peligro de extinción
		Felidae		<i>Lepopardus pardalis</i>	Peligro de extinción
			Puma	<i>Puma concolor</i>	-
			Panthera	<i>Puma yagouroundi</i>	-
				<i>Panthera onca</i>	Peligro de extinción
		Canidae	Urocyon	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	-
		Mephitidae	Conepatus	<i>Conepatus leuconotus</i>	-
		Mustelidae	Eira	<i>Eira barbara</i>	Peligro de extinción
		Cingulata	Dasypodidae	Dasypus	<i>Dasypus novemcinctus</i>
	Didelphis			<i>Didelphis virginiana</i>	-
	Didelphimorphia	Didelphidae		<i>Didelphis marsupialis</i>	-
				<i>Mazama temama</i>	-
	Artiodactyla	Cervidae		<i>Odocoileus virginianus</i>	-
				<i>Pecari tajacu</i>	-
	Perissodactyla	Tayassuidae		<i>Pecari tajacu</i>	-
			Tapiridae	Tapirus	<i>Tapirus bairdii</i>
	Rodentia	Sciuridae		<i>Sciurus deppei</i>	-
				<i>Sciurus aureogaster</i>	-
Columbiformes	Cuniculidae		<i>Cuniculus paca</i>	-	
		Dasyproctidae	Dasyprocta	<i>Dasyprocta mexicana</i>	-
Accipitriformes	Columbidae	Geotrygon	<i>Geotrygon albifacies</i>	Amenazada	
		Patagioenas	<i>Patagioenas fasciata</i>	-	
Accipitriformes	Accipitridae		<i>Buteogallus urubitinga</i>	Sujeta a protección especial	
AVES	Galliformes	Cracidae	Crax	<i>Crax rubra</i>	Amenazada
			Ortalis	<i>Ortalis vetula</i>	-
	Passeriformes	Odontophoridae	Penelope	<i>Penelope purpurascens</i>	Amenazada
			Dendrortyx	<i>Dendrortyx macroura</i>	Amenazada
		Emberizidae	Arremon	<i>Arremon brunneinucha</i>	-
		Pipilo	<i>Pipilo albicollis</i>	-	

	<i>Mimidae</i>	<i>Melanotis</i>	<i>Melanotis caerulescens</i>	-
	<i>Icteridae</i>	<i>Molothrus</i>	<i>Molothrus aeneus</i>	-
	<i>Corvidae</i>	<i>Cyanolyca</i>	<i>Cyanolyca nana</i>	Peligro de extinción
	<i>Turdidae</i>	<i>Catharus</i>	<i>Catharus occidentalis</i>	
Coraciiformes	<i>Momotidae</i>	<i>Momotus</i>	<i>Momotus momota</i>	-
Caprimulgiformes	<i>Caprimulgidae</i>	<i>Caprimulgus</i>	<i>Caprimulgus vociferus</i>	-

Índices de abundancia relativa y tasa de captura de *Tapirus bairdii* y especies simpátricas

Se obtuvo el índice de abundancia relativa (IAR) y tasa de captura (TC) de *Tapirus bairdii* y las especies simpátricas de aves y mamíferos (Tabla 2). Las especies más abundantes fueron *Sciurus deppei* (IAR=29.2117), *Mazama temama* (IAR=17.4137) y *T. bairdii* (IAR=14.6316).

Tabla 2. Índice de abundancia relativa y tasa captura de *Tapirus bairdii* y especies simpátricas registradas.

Especie	Número de registros	Índice de Abundancia Relativa (IAR)	Tasa de Captura (TC)
<i>Arremon brunneinucha</i>	3	0.1546	0.0018
<i>Buteogallus urubitinga</i>	1	0.0515	0.0006
<i>Caprimulgus vociferus</i>	2	0.1030	0.0012
<i>Catharus occidentalis</i>	1	0.0515	0.0006
<i>Conepatus leuconotus</i>	5	0.2576	0.0030
<i>Crax rubra</i>	6	0.3091	0.0036
<i>Cuniculus paca</i>	131	6.7491	0.0781
<i>Cyanolyca nana</i>	2	0.1030	0.0012
<i>Dasyprocta mexicana</i>	106	5.4611	0.0632
<i>Dasyus novemcinctus</i>	6	0.3091	0.0036
<i>Dendrortyx macroura</i>	8	0.4122	0.0048
<i>Didelphis virginiana</i>	6	0.3091	0.0036
<i>Didelphis marsupialis</i>	2	0.1030	0.0012
<i>Eira barbara</i>	43	2.2154	0.0256
<i>Geotrygon albifacies</i>	28	1.4426	0.0167
<i>Leopardus pardalis</i>	4	0.2061	0.0024
<i>Leopardus wiedii</i>	29	1.4941	0.0173
<i>Mazama temama</i>	338	17.4137	0.2015
<i>Melanotis caerulescens</i>	1	0.0515	0.0006
<i>Molothrus aeneus</i>	1	0.0515	0.0006
<i>Momotus momota</i>	2	0.1030	0.0012
<i>Nasua narica</i>	51	2.6275	0.0304
<i>Odocoileus virginianus</i>	15	0.7728	0.0089
<i>Ortalis vetula</i>	2	0.1030	0.0012
<i>Panthera onca</i>	3	0.1546	0.0018
<i>Patagioenas fasciata</i>	4	0.2061	0.0024
<i>Pecari tajacu</i>	165	8.5008	0.0984
<i>Penelope purpurascens</i>	31	1.5971	0.0185
<i>Pipilo albicollis</i>	7	0.3606	0.0042
<i>Puma concolor</i>	21	1.0819	0.0125
	7	0.3606	0.0042

<i>Puma yagouaroundi</i>			
<i>Sciurus aureogaster</i>	51	2.6275	0.0304
<i>Sciurus deppei</i>	567	29.2117	0.3381
<i>Tapirus bairdii</i>	284	14.6316	0.1693
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	8	0.4122	0.0048
Total general	1941	100	

Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies (Figura 5) que correspondió al cuarto periodo de actividades y comprendió el periodo de junio de 2015 junio de 2016 (12 meses de muestreo) se calculó mediante el uso del software EstimateS (Versión 9.0.0, Copyright R. K. Colwell: <http://purl.oclc.org/estimates>).

Para la estimación de la curva de acumulación de especies se utilizó el indicador fue de Jackknife 1 (Jack 1Mean) y mostraron una curva asintótica, esto quiere decir que aunque el número de unidades de muestreo o de individuos registrados aumente, no se incrementará el número de especies (Figura 5).

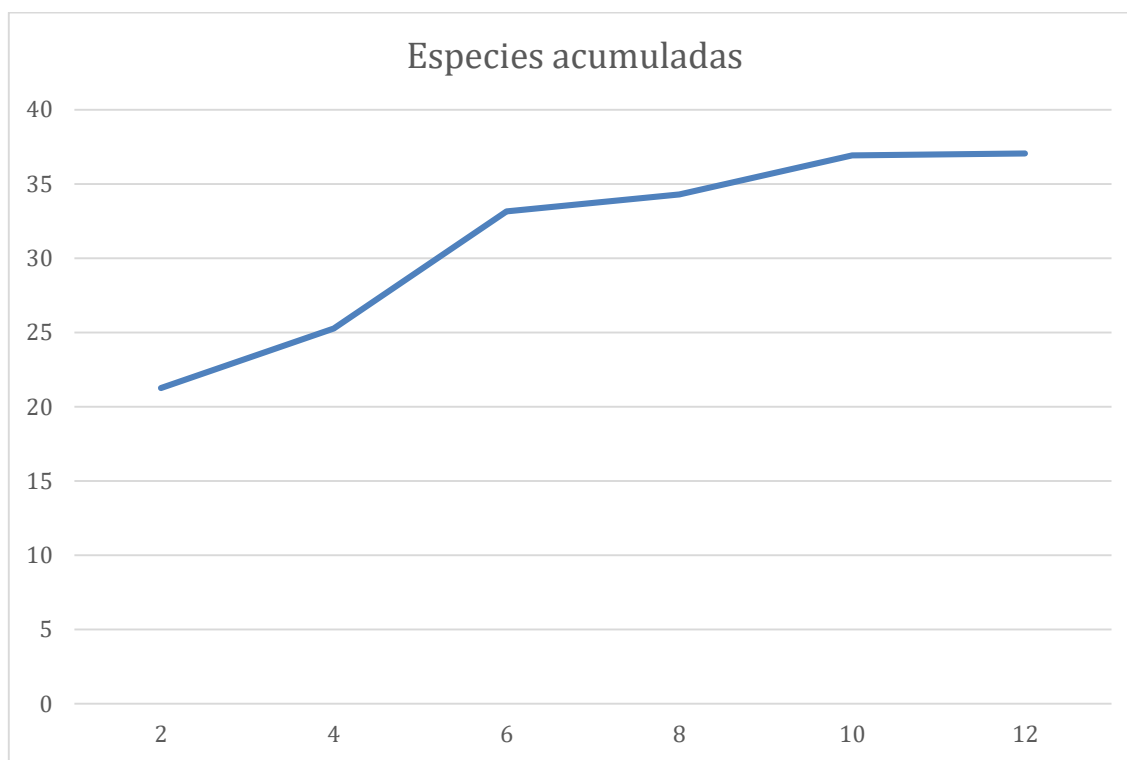


Figura 5. Curva de acumulación de especies registradas.

Integración de mapa de conectividad mediante conectores estructurales

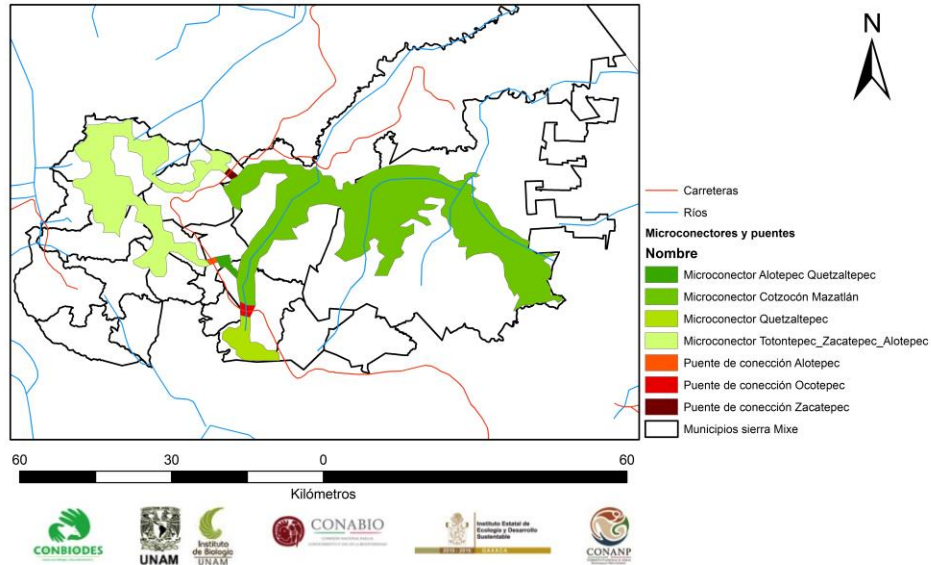
Para generar el mapa se incluyeron como factores positivos los tipos de vegetación en donde se ha encontrado al tapir en la zona, un modelo de distribución potencial de la especie en la sierra Mixe, y las zonas prioritarias para la conservación de la biodiversidad ante Cambio Climático (Conbiodes-WWF). Por otro lado como factores contrarios a la definición de los conectores se incluyeron riesgos como la cercanía y densidad de poblaciones humanas y su relación con la cacería, la afectación del territorio por obras e infraestructura y finalmente se analizó la posible presencia de megaproyectos de infraestructura eléctrica o minera, sin embargo no hay información que sugiera la presencia de ningún proyecto de ésta índole en la zona.

En el análisis de conectividad estructural, se encontró que los factores de alto riesgo para el tapir en la región son la antropización del territorio y las carreteras asfaltadas, y se proponen cuatro microconectores entre localidades de la Sierra Mixe y tres puentes de conexión que permitan la conectividad funcional en la región. Se pensaba que la cacería podía ser uno de los factores de alto riesgo, sin embargo, se observó lo contrario debido a que los pobladores consideran que la carne tiene un mal sabor.

Mediante este análisis en colaboración con el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca, se generaron tres mapas, el principal sobre los microconectores (Figura 6), y dos más sobre el uso recomendado y no recomendado de actividades a realizar en las zonas de inferencia de los conectores estructurales (Figura 7 y 8), las actividades analizadas fueron la industria, ecoturismo, turismo, ganadería, apicultura, acuicultura, forestal y asentamientos humanos. Es importante mencionar que estos tres insumos están siendo utilizados para la toma de decisiones a nivel institucional, para implementar acciones de conservación y manejo en la sierra Mixe, por lo que ha resultado útil el diseño de la red de microconectores estructurales que fomentan la conservación del tapir (*Tapirus bairdii*), en la sierra Mixe, Oaxaca.

Para mayor detalle sobre los microconectores y las zonas prioritarias de conectividad funcional se anexa el documento titulado “Informe sobre la integración de mapa de conectividad mediante conectores estructurales”

Conectores estructurales para conservación del tapir en la sierra Mixe



Conectores estructurales es un producto del proyecto "Conservación del tapir en la sierra Mixe, Oaxaca ejecutado por CONBIODES, A.C. en el marco de la convocatoria PROCER 2014 en colaboración con Corredor Biológico Oaxaca (Conabio), Especies Prioritarias (Conabio), IIEDES Oaxaca y el Instituto de Biología de la UNAM.

Figura 6. Mapa con los conectores estructurales para la región sierra Mixe.

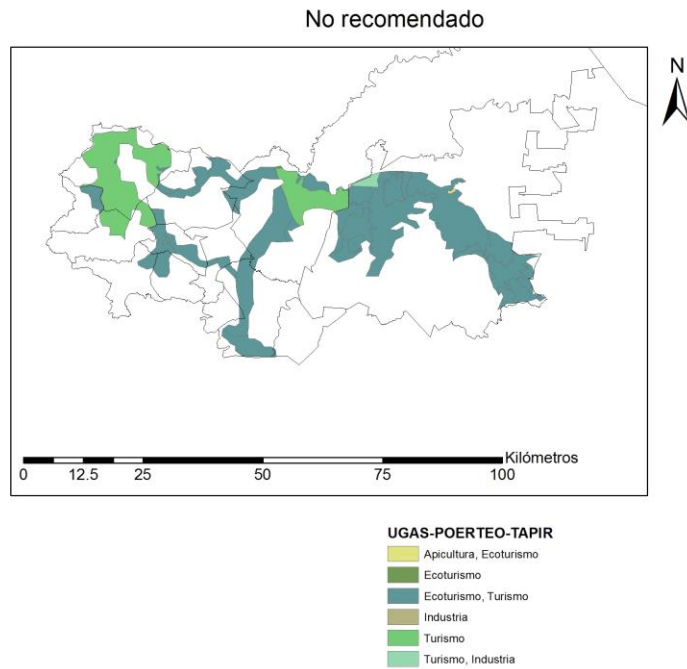


Figura 7. Uso no recomendando para acciones de conservación de tapir en la sierra Mixe

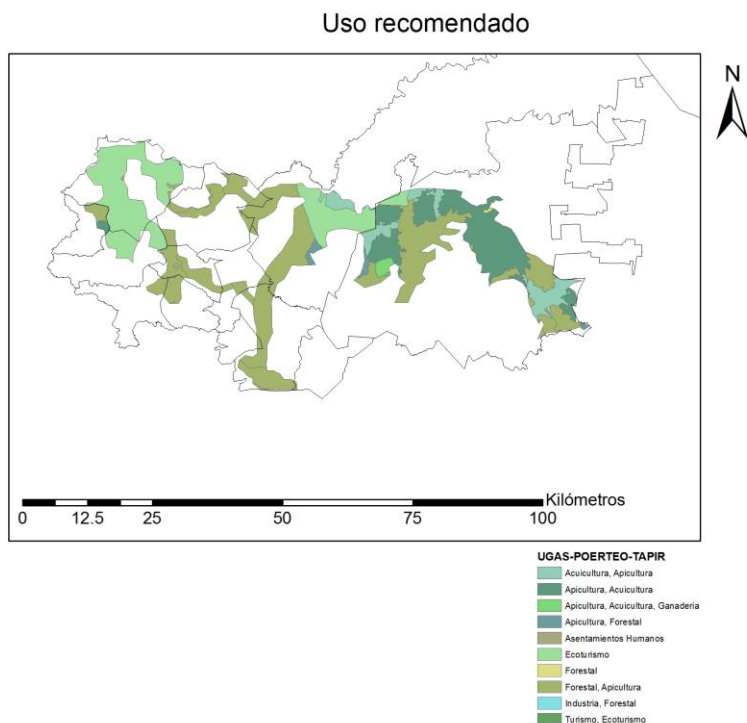


Figura 8. Uso recomendando para acciones de conservación de tapir en la sierra Mixe

Conclusiones

Como conclusión puede observarse que los indicadores de éxito o de progreso cuantificados al cuarto informe semestral de la siguiente manera:

1. 2500 fichas digitales de fotocolecta adicionales a las entregadas durante el segundo semestre y sus respectivos metadatos incluidos en una base de datos de Excel organizados de acuerdo al protocolo Darwin Core.

Se obtuvieron 1941 fichas digitales de fotocolecta, adicionales a las entregadas durante el tercer semestre, con sus respectivos metadatos que se incluyeron en una base de datos de Excel y fueron organizados de acuerdo al protocolo Darwin Core. Debido a cuestiones técnicas y ambientales no se cumplió con la meta de 2500 fichas para el cuarto informe semestral faltando 559 para alcanzar el indicador de éxito, sin embargo, se tiene el compromiso de entregar los 1708 registros faltantes en un lapso de 6 meses, para cubrir el total de 6000 registros fotográficos que fueron acordados en el convenio del presente proyecto.

2. Artículo científico con el análisis de abundancia poblacional y conectividad regional para *Tapirus bairdii* y especies simpátricas en la Sierra

Mixe, Oaxaca. Debido a que el artículo comprometido se encuentra en proceso de revisión por parte de los autores, será entregado a su institución a finales del presente mes.

3. Plan de conservación para *Tapirus bairdii* y especies simpátricas en la Sierra Mixe, Oaxaca.

Se generó el plan de conservación que tiene como objetivo principal generar estrategias adecuadas de conservación para el Tapir (*Tapirus bairdii*) y especies simpátricas en la Sierra Mixe, Oaxaca, como estrategia para el desarrollo y Aprovechamiento sustentable de la biodiversidad.

El plan contempla las siguientes líneas de acción:

1. Conservar la base de recursos naturales de la comunidad.
2. Establecer actividades productivas que reactiven la economía de la comunidad.
3. Fortalecer las estructuras sociales y organizativas de la comunidad.

Así como políticas de conservación y aprovechamiento en comunidades de la sierra Mixe que proponen cinco unidades de manejo definidas con bases en criterios específicos, mismas que tendrán un uso y políticas particulares.

Posterior a la elaboración del plan, surgió la necesidad de crear un Consejo Técnico Científico para la Conservación del tapir en Oaxaca. El día 15 de enero del 2016, se realizó una reunión para la conformación del mismo en San Pablo Etla, Oaxaca. El objetivo del Consejo Técnico Científico (CTCi) es fomentar y ayudar a generar estrategias de conservación del tapir y especies simpátricas en la sierra Mixe.

Los acuerdos en la reunión celebrada fueron los siguientes:

1. El Dr. Francisco Botello fungirá como presidente interino del CTCi, para que de seguimiento y coordine las actividades relacionadas con los acuerdos aquí establecidos con un máximo de un año de vigencia o hasta que el consejo defina reglamento interno del consejo y se formalice la directiva del CTCi.
2. Se realizará la primera reunión del consejo técnico científico encargado de la investigación y participación social para la conservación del tapir y otras especies en riesgo en la región sierra Mixe. La reunión tendrá duración de dos días. Durante el primer día se realizarán presentaciones orales con la finalidad de fortalecer los vínculos entre el trabajo que se realiza en Oaxaca y otros estados para lo cual se invitará a miembros del grupo de especialistas del tapir en México.



CONBIODES

Durante el segundo día se analizarán: a) la actualización de la información existente sobre la especie para la región Sierra Norte, Istmo, Chimalapas; b) la revisión del PACE del tapir y una propuesta de actualización con base en el nuevo conocimiento generado para Oaxaca.

Se anexa el documento “Plan de conservación para *Tapirus bairdii* y especies simpátricas en la Sierra Mixe, Oaxaca” para mayor detalle.

Literatura citada

Aranda, M., Botello, F., y López-de Buen L., 2012. Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83:778-784.

Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., y Loa, E., (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.

Botello F., Hernández, O., Sánchez, J., y Sánchez-Cordero, V., (en prensa) Registro de una población de *Tapirus bairdii* en la Sierra Mixe.

Botello, F. J., Illoldi-Rangel, P., Linaje, M., y Sánchez-Cordero, V., 2006a. Primer registro del tigrillo (*Leopardus wiedii*, Schinz 1821) y del gato montés (*Lynx rufus*, Kerr 1792) en la Reserva de la Biósfera de Tehuacan-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 22(1): 135-139.

Botello, F., Monroy, G., Illoldi-Rangel, P., Trujillo-Bolio, I. y Sánchez-Cordero, V., 2006b. Colección Nacional de Fotocolectas Biológicas (CNFB): Una propuesta del uso de la imagen digital al servicio del conocimiento de la biodiversidad. en Colecciones Mastozoológicas de México. C.L. Monterrubio. E. Espinoza y M.A. Briones-Salas, (eds) *Sociedad Mexicana de Mastozoología A.C.*, p. 201-204.

Botello, F., Monroy, G., Illoldi-Rangel, P., Trujillo-Bolio, I., y Sánchez-Cordero, V., 2007. Sistematización de imágenes obtenidas por fototrampeo: una propuesta de ficha. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79:207-210.

Botello, F., Sánchez-Cordero, V., y González, G., 2008. Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. In Avances en el estudio de los mamíferos de México, vol. II, C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.). *Asociación Mexicana de Mastozoología*, México, D. F. p. 335-354.

Botello, F., Villaseñor, E., Guevara, L., Méndez, A., Cortez, A., Iglesias, J., Izúcar, M., Luna, M., Martínez A., y Salazar, J.M., 2013. Registros notables del zorrillo manchado (*Spilogale angustifrons*) y del jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84:713-717.

Botello, F., Sánchez-Hernández, J., Hernández, O., Reyes-Chávez, D., y Sánchez-Cordero, V., 2014. Registros notables del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*)

en la Sierra Mixe, Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(3), 995-999.

Brooks, D.M., Bodmer, D.M., y Matola, S., 1997. Status survey and conservation action plan-Tapirs. IUCN/SSC Tapir Specialist Group-Action Plan. Gland, Switzerland: IUCN.

Carthew, S. M. y E Slater, 1991. Monitoring animal activity with automated photography. *Journal of Wildlife Management* 55: 689-692.

Carthew, S.M., y Slater, E., 1991. Monitoring animal activity with automated photography. *Journal of Wildlife Management*, 55: 689-692.

Castellanos, A., Foerester, C., Lizcano, D.J., Naranjo, E., Cruz-Aldan, E., Lira-Torres, I., Samudio, R., Matola, S., Schipper, J. & Gonzalez-Maya. J. 2008. *Tapirus bairdii*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Consultado el 01 de febrero 2013.

Ceballos-González, G. J., Blanco, S., González, C., Martínez, E., 2006. *Tapirus bairdii* (tapir centroamericano). Distribución potencial, Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto: DS006, Extraído del Proyecto DS006: Modelado de la distribución de las especies de mamíferos de México para un análisis GAP. El Proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Ciarleglio, M., Wesley Barnes, J., y Sarkar, S., 2009. ConsNet: new software for the selection of conservation area networks with spatial and multi-criteria analyses. *Ecography*, 32(2), 205-209.

Cuadras, C.M., 2012. Nuevos Métodos de Análisis Multivariado. *Barcelona-España. CMC Editorial Monacor*.

Danielsen, F., Burgess, N.D., Balmford, A., 2005. Monitoring Matters: Examining the Potential of Locally-based Approaches. *Biodiversity and Conservation* 14:2507-2542.

Emmons, L. y Feer, F., 1997. Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide, 2nd edn. University of Chicago Press, Chicago.

Fragoso J.M.V., y Huffman, J.M., 2000. Seed-dispersal and seedling recruitment patterns by the last Neotropical megafaunal element in Amazonia, the tapir. *Journal of Tropical Ecology* 16:369-385.

Fragoso, J.M.V., Silvius, K.M., y Correa, J. A., 2003. Long-distance seed dispersal by tapirs increases seed survival and aggregates tropical trees. *Ecology* 84:1998-2006.

Foerster, C.R., y Vaughan, C., 2002. Home Range, Habitat Use, and Activity of Baird's Tapir in Costa Rica. *Biotropica*, 34(3), 423-437.

Foster, R.J., y Harmsen, B.J., 2012. A critique of density estimation from camera-trap data. *The Journal of Wildlife Management*, 76(2), 224-236.

Griffiths, M., y Van Schaik, C.P., 1993. The impact of human traffic on the abundance and activity periods of Sumatran rain forest wildlife. *Conservation Biology* 7: 623-626.

González-Oreja, J.A., de la Fuente Díaz-Ordaz, A.A., Santín, L.H., Franco, D.B., y Regidor, C.B., 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies: un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal biodiversity and conservation*, 33(1), 31-45.

Lira-Torres, I., Naranjo, E.J., y Reyes-Chargoy, M.A., 2005. Ampliación del Área de distribución de *Tapirus bairdii*, Gill 1865 (Perissodactyla: Tapiridae) en Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 21:107-110.

Lira-Torres, I., y Briones-Salas, M., 2012. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*, 28(3), 566-585.

March, I., y Naranjo, E.J., 2005. *Tapirus bairdii* (Lacépède, 1809). En: Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 358-359.

Naranjo, E.J., 2009. Ecology and conservation of Baird's tapir in Mexico. *Tropical Conservation Science* 2:140-158.

Norton, J.E., y Ashley, M. V., 2004. Genetic variability and population structure among will Baird's tapirs. *Animal conservation* 7:211-220.

Peterson, T. y E.L. Chalif. 2008. Aves de México. Editorial Diana. México, D.F.

Phillips, S.J., Dudík, M., y Schapire, R.E., 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. In Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning.

Quinn, G.P., y Keough, M.J., 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press.

Savidge, J.A., y Seibert, T. F., 1988. An infrared trigger and camera to identify predator at artificial nests. *Journal of Wildlife Management* 52:291-294.

Sánchez-Cordero, V., Illoldi-Rangel, P., Linaje, M., Sarkar, S., y Peterson, A.T., 2005. Deforestation and extant distributions of Mexican endemic mammals. *Biological Conservation*, 126 (6): 465-473

Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J.J., Gómez-Rodríguez, R.A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G., y Rodríguez-Moreno, Á., 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 496-504.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2009. Programa de acción para la conservación de la especie: tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*).

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres- Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial, 56, 2ª. Sección: 1-85.

Séquin, E.S., Jaeger, M.M., Brussard, P.F., y Barret, R.H., 2003. Wariness of coyotes to camera traps relative to social status and territory boundaries. *Canadian Journal of Zoology*. 81:2015-2025.

Srbek-Araujo, A.C., y García, C.A., 2005. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 21(01), 121-125.

Tobler, M. W., 2008. The ecology of the lowland tapir in Madre de Dios, Peru: using new technologies to study large rainforest mammals, Doctoral dissertation, Texas A&M University.

Tobler, M.W., Zúñiga Hartley, A., Carrillo-Percastegui, S.E., y Powell, G.V., 2015. Spatiotemporal hierarchical modelling of species richness and occupancy using camera trap data. *Journal of Applied Ecology*, 52(2), 413-421.

Villaseñor, E. y Botello, F., (En preparación). Red de monitoreo de fauna silvestre en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. Implicaciones de la investigación participativa en la conservación de la biodiversidad.

Wallace, R.B., Gómez, H., Ayala, G., y Espinoza, F., 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. *J. Neotrop. Mammal.* 10:133-139.

Wilson, D.E., y Reeder, D.M., (Eds.), 2005. Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference, tercera edición, Johns Hopkins University Press, p. 142



Conservación Biológica y Desarrollo Social, A. C.

Zar, J.H., 1999. Biostatistical analysis, 4th edition Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.