



## INFORME FINAL

Monitoreo del jaguar, otros felinos silvestres  
y sus especies presa en el cantón central  
de Limón, Costa Rica



# Monitoreo del jaguar, otros felinos silvestres y sus especies presa en el cantón central de Limón, Costa Rica

**Realizado por:**

***Stephanny Arroyo Arce***

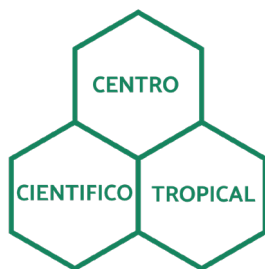
Proyecto Genética de Felinos Silvestres  
Coordinadora  
Panthera

***Daniela Araya Gamboa***

Proyecto Caminos Amigables con los Felinos Silvestre  
Coordinadora  
Panthera



**En colaboración con:**



## Equipo de trabajo:

***Roberto Salom Pérez***

Director para Costa Rica / Coordinador para Mesoamérica

***Stephanny Arroyo Arce***

Coordinadora Proyecto Genética de Felinos Silvestres

***Daniela Araya Gamboa***

Coordinadora Proyecto Caminos Amigables con los Felinos Silvestre

***Mónica Chávez Ramos***

Jefa Administrativa-Diseño Gráfico

***Deiver Espinoza Muñoz***

Asistente de Campo-Piloto del Drone

***Yosette Araya Jiménez***

Asistente de Campo-Sistematización de Datos

***María José Arias Núñez***

Asistente de Campo-Sistematización de Datos

***Ian Thomson***

Asistente de Campo

***Gloria Guerrero Corrales***

Asistente de Campo

***Erick Víquez Alvarado***

Asistente de Campo-Encargado de escalada

***Tigre***

Perro Detector de Heces de Felinos Silvestres

## AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias a todas aquellas personas y organizaciones que nos apoyaron: Cuestamoras Bosques, Reserva Selva Bananito/Selva Bananito Lodge, Maritza Matamoros Mora - Finca La Estrella del Caribe Tica, Bart Bouricius, Erick Alguera, César Sánchez Morales, Jeremy Quirós Navarro, Jose Luis Gamboa, Diego Salas y José Salazar. Un agradecimiento especial a APM Terminals por apoyarnos en esta investigación para reducir el vacío de información de las especies del Caribe.

¡Un especial agradecimiento a todos quienes hicieron este proyecto posible!



**Citar como:**

**Panthera. 2019. Monitoreo del jaguar, otros felinos silvestres y  
sus especies presa en el cantón central de Limón, Costa Rica.  
Informe final para CCT-APM Terminals. Costa Rica. 58pp.**

# ÍNDICE

- 7 Resumen
- 8 Abstract
- 9 Sobre la entidad responsable del estudio
- 10 Objetivos
- 11 Área del proyecto
- 12 Duración del proyecto
- 13 Metodología
- 18 Resultados
- 38 Recomendaciones
- 43 Referencias
- 44 Anexos

## RESUMEN

La conservación de los felinos silvestres está fuertemente ligada al nivel de conectividad existente entre sus poblaciones, ya que sólo así se puede asegurar el flujo genético, y por lo tanto disminuir el riesgo de extinción de las especies. El presente estudio generó información de línea base sobre el jaguar (*Panthera onca*), otros felinos silvestres y sus especies presa en el cantón central de Limón, Costa Rica. El sitio de estudio comprendió el área ubicada entre los Corredores Biológicos 'Cordillera a Cordillera' y 'Moín-Tortuguero', con la Cuenca del Río Banano y su respectiva zona protectora (la cual forma parte de la Unidad de Conservación del Jaguar Talamanca-Cordillera Central). Se monitoreó la Ruta 257 mediante la realización de recorridos semanales y la instalación de cámaras trampa en los márgenes de esta, con el fin de determinar el impacto que tiene la vía sobre la vida silvestre y el uso que esta le da a las medidas para la fauna implementadas. Asimismo, se colectaron muestras de heces de felinos silvestres empleando un perro detector con el fin de determinar a futuro el grado de conectividad en el área de estudio. El trabajo de campo se realizó entre los meses de octubre del 2018 a marzo del 2019. En relación con el monitoreo de la Ruta 257, no se registraron mamíferos atropellados, pero sí diferentes especies de aves y anfibios (ranas arbóreas). Además, se documentaron diversas especies utilizando los pasos de fauna presentes a lo largo de la Ruta 257 incluyendo al toluuco (*Eira barbara*), el mapache (*Procyon lotor*), el grisón (*Galictis vittata*) y el mono carablanca (*Cebus imitator*). No obstante, no se registró al mono congo (*Alouatta palliata*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el jaguar (*P. onca*), el manigordo (*Leopardus pardalis*), el tepezcuintle (*Cuniculus paca*) y especies nocturnas de dosel utilizando las medidas (estructuras para cruzar la ruta) a pesar de haber sido registradas en los márgenes de la ruta. En relación con la colecta de heces de felinos silvestres, se visitaron siete localidades diferentes, en donde en conjunto se colectaron un total de 34 muestras después de haber recorrido cerca de 87 km. Todas las áreas presentaron cierto grado de intervención humana, sin embargo, se caracterizaron por presentar parches de bosque protegidos por los dueños de estas. Las estructuras implementadas para proteger a la vida silvestre en la Ruta 257 (viaducto, barrera Jersey, malla perimetral, malla dispersora de aves, pasos de fauna aéreos e inferiores) cumplen un papel fundamental en la reducción del acceso de la fauna a la vía y ofrecen un paso seguro para mantener la conectividad. A pesar de dichas medidas, todavía existen especies que se ven afectadas por la operación de la vía. Por lo cual, con el fin de reactivar la conectividad que mantenían dichas especies antes de la construcción de la ruta, el Departamento de Conservación Vial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte debe implementar las medidas correctoras señaladas por este estudio. Por último, es necesario realizar el análisis genético de las muestras colectadas con el fin de poder identificar la especie de felino silvestre a la cual pertenece la muestra, así como para realizar comparaciones entre los sitios muestreados con el fin de determinar un posible flujo genético entre las poblaciones (conectividad).

## ABSTRACT

The conservation of wild cats is strongly linked to the level of connectivity between their populations, since this is the only way to ensure the genetic flow, and therefore reduce the risk of extinction of the species. The present study generated baseline information on the jaguar (*Panthera onca*), other wild cats and their prey species in the central area of Limón, Costa Rica. The study site include the area located between the Biological Corridors 'Cordillera a Cordillera' and 'Moín-Tortuguero', with the Banano River Basin and its respective protective zone (which is part of the Talamanca-Cordillera Central Jaguar Conservation Unit). Route 257 was monitored by carrying out weekly surveys of the road and the installation of camera traps around its margins in order to determine the risk that the road may have on the wildlife and the use that the fauna gives to the measures implemented. Also, fecal samples of wild cats were collected using a detector dog in order to determine the degree of connectivity in the study area. The fieldwork was carried out between October 2018 and March 2019. In relation to the monitoring of Route 257, no mammals roadkills were recorded, but there were different species of birds and amphibians (tree frogs) roadkills recorded. Diverse species were documented using the fauna passages along Route 257, including the toluuco (*Eira barbara*), the raccoon (*Procyon lotor*), the gray grison (*Galictis vittata*) and the white-faced monkey (*Cebus imitator*). However, the congo monkey (*Alouatta palliata*), the spider monkey (*Ateles geoffroyi*), the jaguar (*P. onca*), the ocelot (*Leopardus pardalis*), the tepezcuintle (*Cuniculus paca*) and nocturnal canopy species were not detected using the measures (structures to cross the road) in spite of having been registered in the margins of the route. In relation to the collection of feces of wild cats, seven different locations were visited, where a total of 34 samples were collected after traveling about 87 km. All the areas presented a certain degree of human intervention, however, they were characterized for presenting patches of forest protected by their owners. The structures implemented to protect the wildlife on Route 257 (viaduct, Jersey barrier, perimeter mesh, bird disperser mesh, aerial and lower wildlife passages) play a fundamental role in reducing wildlife access to the road and offer a safe passage to maintain connectivity. Despite these measures, there are still species that are affected by the operation of the road. Therefore, in order to reactivate the connectivity maintained by these species before the construction of the route, the Department of Road Conservation of the Ministry of Public Works and Transportation must implement the corrective measures indicated in this study. Finally, it is necessary to perform the genetic analysis of the samples collected in order to identify the species of wild cat to which the sample belongs, as well as to make comparisons between the sampled sites in order to determine a possible genetic flow between the populations (connectivity).



## SOBRE LA ENTIDAD RESPONSABLE DEL ESTUDIO

### Generalidades de PANTHERA

PANTHERA, fundada en 2006, es la principal organización sin fines de lucro del mundo dedicada a la conservación de las 40 especies de felinos silvestres y sus ecosistemas. Utilizando la experiencia y los conocimientos de los especialistas en felinos, PANTHERA desarrolla, implementa y supervisa una amplia gama de estrategias de conservación basadas en rigurosos estudios científicos para las especies más grandes del mundo y las más amenazadas, incluyendo a los tigres, los leones, los jaguares y los leopardos de las nieves, entre otras. Al trabajar a través de acuerdos con instituciones locales e internacionales, organizaciones, científicos, agencias gubernamentales y comunidades locales, PANTHERA ha reunido un gran grupo de profesionales comprometidos con la conservación de los felinos silvestres. Asimismo, PANTHERA emplea una amplia gama de novedosas y consolidadas técnicas (cámaras trampa, telemetría satelital, análisis genético, Sistemas de Información Geográfica) para la detección, el monitoreo y la resolución de conflictos humanos-felinos, entre otros temas.

En relación al jaguar (*Panthera onca*), PANTHERA trabaja bajo la Iniciativa del Corredor del Jaguar la cual plantea diversas rutas de conectividad a lo largo del rango geográfico de distribución de la especie en el continente americano. Esta es, sin duda alguna, una de las estrategias de conservación más comprensivas y audaces existentes para asegurar la preservación de esta emblemática especie. Actualmente, PANTHERA trabaja en 13 países de los 18 países del continente americano donde habita el jaguar, y ha suscrito convenios con los gobiernos locales de 8 países para llevar a cabo esta iniciativa (ratificado por el gobierno de Costa Rica en julio del 2017).

### PANTHERA en Costa Rica

El trabajo en Costa Rica inicio en el 2008 y desde entonces ha enfocado sus esfuerzos en generar investigación científica dentro de los corredores biológicos y las áreas protegidas de mayor importancia para el jaguar, otros felinos silvestres y sus especies presas. Asimismo, PANTHERA ha trabajado en el monitoreo del impacto y mitigación de proyectos de desarrollo (por ejemplo: proyectos viales, hidroeléctricos y geotérmicos) en conjunto con los desarrolladores y actores locales. También ha liderado la investigación y acciones de manejo entorno al tema 'Convivencia Felinos-Ganado' en conjunto con la Unidad de Atención de Conflictos con Felinos (UACFel) del SINAC, así como impulsado la investigación genética de los felinos silvestres en conjunto con la Universidad de Costa Rica y el Museo de Historia Natural de Nueva York.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Generar información de línea base sobre el jaguar, otros felinos silvestres y sus especies presa en el área de estudio.

### Objetivos Específicos

1. Determinar las potenciales amenazas y oportunidades para la conservación de los felinos silvestres y sus especies presa.
2. Evaluar si el área de interés podría funcionar como una zona de conectividad (específicamente altitudinal) entre las poblaciones de felinos silvestres.



## ÁREA DEL PROYECTO

Contempla el área ubicada entre los Corredores Biológicos ‘Cordillera a Cordillera’ y ‘Moín-Tortuguero’, con la Cuenca del Río Banano y su respectiva zona protectora (ZPCRB), donde a su vez se incluye el área portuaria de APM Terminals en Moín, la Finca Sandoval y la Ruta 257 (Fig. 1). Es importante resaltar que la ZPCRB forma parte de la Unidad de Conservación del Jaguar Talamanca-Cordillera Central, la cual constituye un área de suma importancia para la conservación del jaguar no sólo para Costa Rica sino también para el resto de América (Zeller 2007). Adicionalmente, según el último informe sobre el estado de conservación del jaguar (SINAC 2018), esta área en combinación con otros sectores de la Cordillera de Talamanca fue catalogada como un área importante para la conservación de la especie, donde a su vez se recomienda realizar investigación científica que permita llenar los vacíos de información existentes.

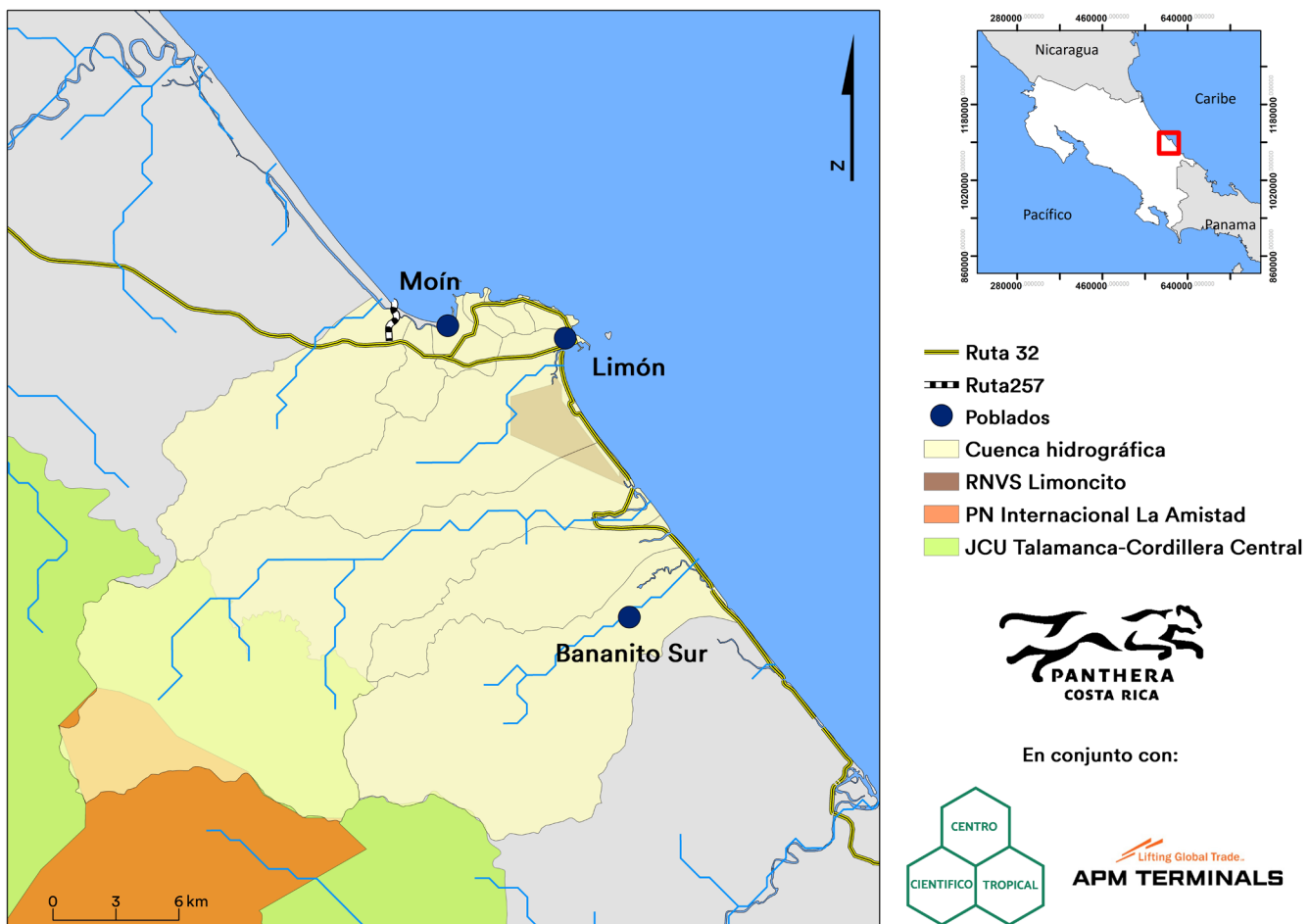


FIGURA 1. Ubicación general del área de estudio.

## DURACIÓN DEL PROYECTO

La duración del proyecto abarcó seis meses, específicamente entre octubre 2018 y marzo 2019 (Cuadro 1).

**CUADRO 1.** Cronograma de actividades a realizar como parte del proyecto 'Monitoreo del jaguar, otros felinos silvestres y sus especies presa en el cantón central de Limón, Costa Rica'.

ACTIVIDADES	Octubre 2018				Noviembre 2018				Diciembre 2018				Enero 2019				Febrero 2019				Marzo 2019							
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
<b>Actividad 1: Presentación del proyecto</b>																												
Reunión de coordinación entre los ejecutores del proyecto	■				■				■				■				■				■							
Implementación de los talleres introductorios			■																									
Sistematización de los resultados del taller				■																								
<b>Actividad 2: Monitoreo de la Ruta 257</b>																												
Puesta y revisión de las cámaras trampa				■							■																	
Recorridos de la ruta				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Sistematización y análisis de los datos								■				■				■				■				■				
<b>Actividad 3: Colecta de material genético</b>																												
Giras de campo con el perro detector				■			■				■				■				■				■					
Sistematización y análisis de los datos						■		■			■			■		■			■				■					
<b>Actividad 4: Presentación de resultados y pasos a seguir</b>																												
Redacción del informe final																					■	■	■	■	■	■	■	■
Implementación del taller																												■
Sistematización de los resultados del taller																												■
Entrega del informe final																												■

## METODOLOGÍA

### Implementación de talleres

Se implementaron dos talleres, los cuales se ejecutaron al inicio y al final del proyecto (Cuadro 1), con el fin de:

- » Realizar la presentación oficial del proyecto con los principales contribuyentes.
- » Identificar a potenciales entes (por ejemplo: personas, organizaciones) con los cuales se podrían establecer nuevas alianzas de cooperación.
- » Recolectar información clave sobre el área de estudio (por ejemplo: presencia de especies y amenazas que enfrentan).
- » Compartir los resultados obtenidos.
- » Definir los pasos a seguir una vez culminado el proyecto.

### Monitoreo de la Ruta 257

El objetivo de esta actividad es monitorear la Ruta 257 con el fin de:

- » Determinar el uso por la fauna silvestre de las medidas ambientales implementadas
- » Determinar el riesgo vial sobre la fauna silvestre

La Ruta Nacional 257 cuenta con una longitud de 2.350 m y 4 carriles (2 en cada dirección). Esta fue construida para facilitar el acceso de los contenedores a la Terminal de APM en Moín, en la provincia de Limón (Fig. 2). Esta ruta fragmenta en dos porciones el sitio patrimonio del estado llamado Finca Sandoval que se encuentra bajo la administración de RECOPE.



FIGURA 2. Vista aérea de la Ruta 257, Moín, Limón, Costa Rica.

Como medidas ambientales (Fig. 3) para evitar el atropello de fauna, aumentar la seguridad de los conductores (evitando el acceso de la fauna a la ruta) y favorecer la conectividad biológica, esta ruta presenta:

- » 4 pasos de fauna aéreos  
(construidos en noviembre del 2014, retirados por un año durante la construcción de los 4 carriles)
- » Un paso de fauna inferior  
(construido en noviembre del 2014, originalmente de 14m, adicionados 14m más al pasar a 4 carriles)
- » Un viaducto 900 m de longitud
- » Barrera anticolisión de aves
- » Malla en ambos márgenes de la carretera
- » Barreras New Jersey
- » Iluminación dirigida hacia la carretera y no hacia el bosque
- » Láminas de metal para cerrar accesos de cangrejos a la vía



**FIGURA 3.** Barrera Jersey en el margen de la Ruta 257 y rana arborícola de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*) escalándola.

La toma de datos a lo largo de la Ruta 257 y los márgenes de la misma (incluyendo la Finca Sandoval) se realizó en el periodo comprendido entre los meses de octubre 2018 y marzo 2019.

Para determinar la funcionalidad de las medidas ambientales incorporadas en la Ruta 257 se instalaron cámaras trampa (PANTHERA V3-V4-V5-V6 y Moultrie) en los 4 pasos aéreos, en los márgenes del viaducto y en el paso inferior (Fig. 4), lo que nos permitió determinar el uso que le da la fauna a estas estructuras.

Para determinar las especies presentes en los márgenes de la ruta se instalaron 24 cámaras trampa en el bosque y en los árboles de la Finca Sandoval. Dichas cámaras se revisaron cada 45 días (Figs. 4 y 5). Para colocar y revisar las cámaras instaladas en los pasos aéreos y en los árboles se necesitó de la participación de profesionales en manejo

de cuerdas y escalada. Para esto se contó con la colaboración de Veragua Rainforest Research & Adventure Park, Bart Bouricius y Jeremy Quirós Navarro, quienes prestaron el equipo en varias ocasiones. Durante el trabajo de campo también contamos con el apoyo del equipo de seguridad de la Finca Sandoval, en especial el señor José Luis Gamboa y del Proceso de Gestión Ambiental y Social (ProGAS) del MOPT.

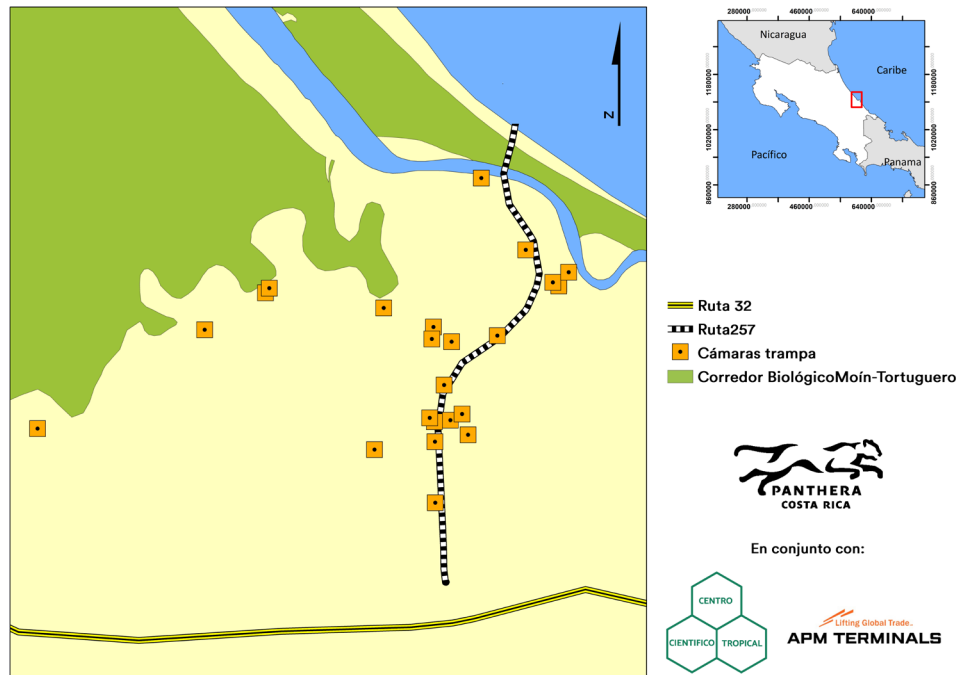


FIGURA 4. Sitios donde se colocaron las 24 cámaras trampa para el monitoreo de la fauna.



FIGURA 5. Revisión de las cámaras trampa para monitorear la fauna en la Ruta 257 y en Finca Sandoval.

Para determinar si existe riesgo directo o potencial de colisiones en la Ruta 257, se realizaron recorridos (Pomareda et al. 2015, Araya-Gamboa & Salom-Pérez 2015) a pie sobre la ruta durante la noche (7:00pm a 9:00pm, aproximadamente) en uno de los carriles (2 km) y durante la mañana (5:00am a 8:00am, aproximadamente) de ambos carriles (4 km). Durante los recorridos se contabilizaron atropellos y avistamientos de vertebrados. Como una medida de seguridad para nuestro equipo de trabajo se contó con el acompañamiento de la Fuerza Pública. Asimismo, nos acompañó un conductor quien iba manejando detrás del equipo que realizaba el muestreo, y el cual iba equipado con una luz intermitente, cono, botas, focos de cabeza, linterna de alto alcance y chalecos reflectivos. En varios de los recorridos se contó con el acompañamiento del Programa de Gestión Ambiental y Social del MOPT (Fig. 6).

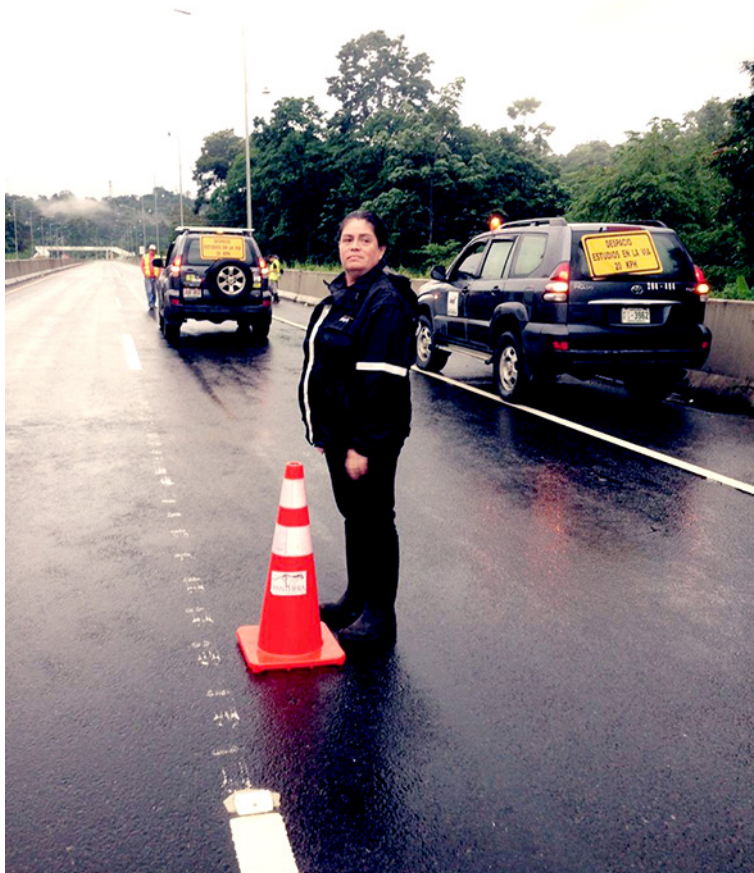


FIGURA 6. Recorrido de la Ruta 257 para identificar atropellos y avistamientos de fauna en compañía del Proceso de Gestión Ambiental y Social del MOPT.



## Colecta de muestras genéticas de felinos silvestres

Las muestras genéticas (excretas) se recolectaron empleando un perro detector (labrador retriever) de heces de felinos silvestres, el cual estaba entrenado para identificar las seis especies de felinos (*Panthera onca*, *Puma concolor*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Leopardus pardalis*, *L.wiedii* y *L. tigrinus*) que habitan en Costa Rica. El perro siempre trabajó en conjunto con su manejadora, y ambos estuvieron acompañados por un asistente de campo y guías locales.

En cada lugar que se visitó, el equipo se enfocó específicamente en encontrar muestras ubicadas en los alrededores de caminos, senderos o trillos. Durante los muestreos, el perro detector iba adelante del equipo (sin correa), manteniendo una distancia corta (aproximadamente 12 m) de su manejadora. Cada vez que el perro encontraba una muestra, procedía a sentarse o a quedarse a la par de la muestra, hasta que su manejadora comprobaba la presencia de la muestra y lo recompensaba con su respectivo premio (bola de hule). El asistente de campo u otros acompañantes se mantenían detrás con el fin de no interferir con el trabajo de detección.

Cada muestra fue colectada con guantes de látex y colocada en bolsas plásticas con su respectiva etiqueta, para luego ser almacenada en un congelador para su futuro análisis genético (para más detalle sobre la metodología empleada ver Arroyo-Arce 2017). Cada etiqueta incluía la siguiente información:

- » Fecha de colecta
- » Hora de colecta
- » Lugar de colecta
- » Hora de inicio del recorrido
- » Hora final del recorrido
- » Distancia recorrida (km)
- » Coordenadas geográficas
- » Colector (el perro o los investigadores)
- » Comentarios (por ejemplo: letrina)

Se escogió coleccionar las excretas de los felinos silvestres como muestra genética ya que:

- » Son fáciles de coleccionar y almacenar
- » No se requiere capturar al individuo para obtener la muestra
- » Constituyen un buen biomaterial para realizar estudios genéticos
- » Proveen de suficiente material genético para realizar análisis genéticos

Es importante resaltar que esta primera etapa del proyecto sólo contempla la colecta de las muestras genéticas. En un futuro, se espera encontrar el financiamiento necesario para realizar los análisis genéticos (ver sección de Recomendaciones).

## RESULTADOS

### Implementación del taller introductorio

A continuación, se brinda un resumen del taller ‘Presentación del Proyecto: Monitoreo del jaguar, otros felinos silvestres y sus especies presa en el cantón central de Limón, Costa Rica’.

1. El taller se realizó en las instalaciones de Veragua Rainforest Research & Adventure Park, el martes 23 de octubre del 2018, entre las 8:30am y las 12:00md.

a. Las invitaciones fueron compartidas (vía correo electrónico, teléfono) con anterioridad a personas, grupos u organizaciones clave pertenecientes al área de estudio del proyecto (Anexo 1).

2. El taller fue liderado por Daniela Araya Gamboa y Stephanny Arroyo Arce, con el apoyo de las asistentes Yosette Araya Jimenez y María José Arias Núñez.

3. Asistieron un total de 21 personas, incluyendo representantes de organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y líderes comunales (Cuadro 2; Anexo 2).

4. El taller incluyó las siguientes actividades:

<b>8:30 am</b>	Registro de los participantes.
<b>8:45 am</b>	Breve introducción de los participantes.
<b>9:00 am</b>	Actividad para compartir con los participantes mientras compartíamos el refrigerio. Dicha actividad consistió en formar 4 grupos, y cada grupo discutió una serie de fotografías que abarcaban diversos temas ambientales, incluyendo: identificación de felinos según el patrón de manchas, identificación de mamíferos, fuentes de conflicto humano-felino, identificación de amenazas sobre los felinos silvestres. Al finalizar la discusión, cada grupo expuso un pequeño resumen al resto de los compañeros (Anexo 3).
<b>9:30 am</b>	Presentación del proyecto (Anexo 4), donde se incluyeron los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"><li>» Objetivos.</li><li>» Monitoreo de la Ruta 257.</li><li>» Monitoreo genético empleando un perro detector de heces de felinos silvestres.</li></ul>
<b>10:30 am</b>	Identificación de amenazas para la conservación de la vida silvestre, específicamente asociadas al área de estudio (Anexo 5).
<b>10:45 am</b>	Recorrido por el teleférico y los senderos de Veragua Rainforest Research & Adventure Park. Dicha actividad estuvo organizada por el personal de Veragua Rainforest Research & Adventure Park (Anexo 6).
<b>12:00 am</b>	Almuerzo

5. El taller se ejecutó exitosamente, y alcanzó su objetivo de crear alianzas con actores claves que permitirán ejecutar con éxito el proyecto.

CUADRO 2. Lista de asistentes al taller introductorio.

#	Nombre	Representando
1	Dilana Salas	APM Terminals
2	Jurgen Stein	Bananito Lodge
3	Sofia Stein	Bananito Lodge
4	Jorge Mairena	CCT
5	Josselyne Alfaro	CCT
6	Pablo Morales	CCT
7	Felipe Espinoza	CONAVI
8	Katherine Miranda	CONAVI
9	Erick Alguera	LAST
10	Valeria Quesada	LAST
11	Ruperto Lopez	Líder indígena
12	Daniela Araya	PANTHERA
13	María José Arias	PANTHERA
14	Stephanny Arroyo-Arce	PANTHERA
15	Yosette Araya	PANTHERA
16	Giovanni Sanchez	RECOPE
17	Jose Alejandro Quirós	RECOPE
18	Lesmes Chaves	RECOPE
19	Jorge Gonzales	SINAC ACLAC
20	Diego Salas	Veragua Rainforest Research & Adventure Park
21	Jose Salazar	Veragua Rainforest Research & Adventure Park

## Monitoreo de la Ruta 257

A través del monitoreo con cámaras trampa obtuvimos un esfuerzo de muestreo de 2.123 noches/trampa. Algunas de las cámaras presentaron fallas, así que para algunos puntos se tuvo un menor esfuerzo de muestreo. Se detectaron 27 especies de vertebrados a través de las cámaras trampa (Cuadro 3).

En el paso inferior se detectó tolu mucu (*Eira barbara*), grizón (*Gallictis vittata*) y mapache (*Procyon lotor*) usando la estructura. En los pasos aéreos solo se detectó mono cara blanca (*Cebus imitator*). En el sotobosque se registraron 20 especies, entre las cuales se detectó una hembra de jaguar (*Panthera onca*) y en el dosel se registraron 9 especies, incluyendo al mono congo (*Alouatta palliata*), mono cara blanca y mono araña (*Ateles geoffroyi*) (Fig. 7).

CUADRO 3. Lista de especies identificadas mediante las cámaras trampa por tipo de sitio.

CLASE	ORDEN	ESPECIE
Sotobosque - 20 especies		
Mammalia	Didelphimorphia	<i>Didelphis marsupialis</i>
		<i>Metachirus nudicaudatus</i>
		<i>Philander opossum</i>
	Pilosa	<i>Tamandua mexicana</i>
	Cingulata	<i>Dasybus novemcinctus</i>
	Primates	<i>Cebus imitator</i>
	Rodentia	<i>Cuniculus paca</i>
	Carnivora	<i>Procyon lotor</i>
		<i>Eira barbara</i>
<i>Panthera onca</i>		
Aves	Gruiformes	<i>Aramides cajaneus</i>
	Pelecaniformes	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>
		<i>Trigrisoma mexicanum</i>
		<i>Nyctanassa violacea</i>
	Columbiformes	<i>Leptotila cassinii</i>
	Apodiformes	<i>Phaethornis striigularis</i>
	Accitpriformes	<i>Buteogallus anthracinus</i>
Galliformes	<i>Crax rubra</i>	
Reptilia	Squamata	<i>Iguana iguana</i>
Dosel - 9 especies		
Mammalia	Carnivora	<i>Potos flavus</i>
	Rodentia	<i>Sphiggurus mexicanus</i>
	Primates	<i>Cebus imitator</i>
		<i>Alouatta palliata</i>
		<i>Ateles geoffroyi</i>
Aves	Apodiformes	<i>Phaethornis striigularis</i>
	Cuculiformes	<i>Piaya cayana</i>
	Piciformes	<i>Pteroglossus torquatus</i>
Reptilia	Squamata	<i>Iguana iguana</i>
Paso inferior - 2 especies		
Mammalia	Carnivora	<i>Galictis vittata</i>
		<i>Procyon lotor</i>
		<i>Eira barbara</i>
Paso aéreo - 1 especie		
Mammalia	Primate	<i>Cebus imitator</i>



FIGURA 7. Especies detectadas mediante cámaras trampa en el bosque, en pasos aéreos y en pasos inferiores de la Ruta 257 y Finca Sandoval.

Al realizar la curva de acumulación de las especies identificadas mediante cámaras trampa se comprobó que la curva comenzó a estabilizarse a los 45 días, pero se continuó registrando nuevas especies (Figura 8).

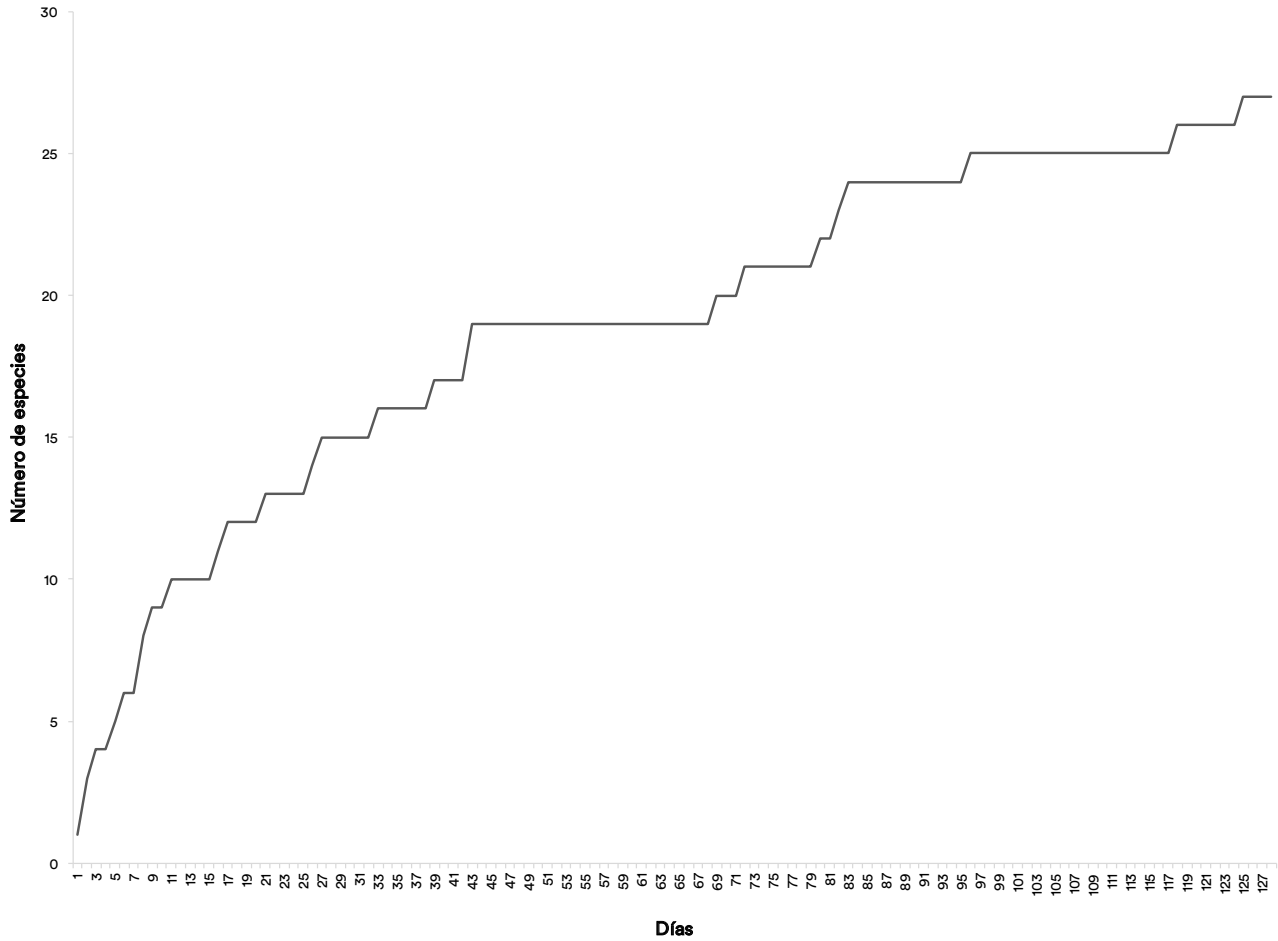


FIGURA 8. Curva de acumulación de especies a través de cámaras trampa en la Ruta 257 y en la Finca Sandoval.

Las especies más abundantes en el bosque son el mapache y el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), en los árboles el mono cara blanca y en el paso inferior el toluuco (Figura 9).

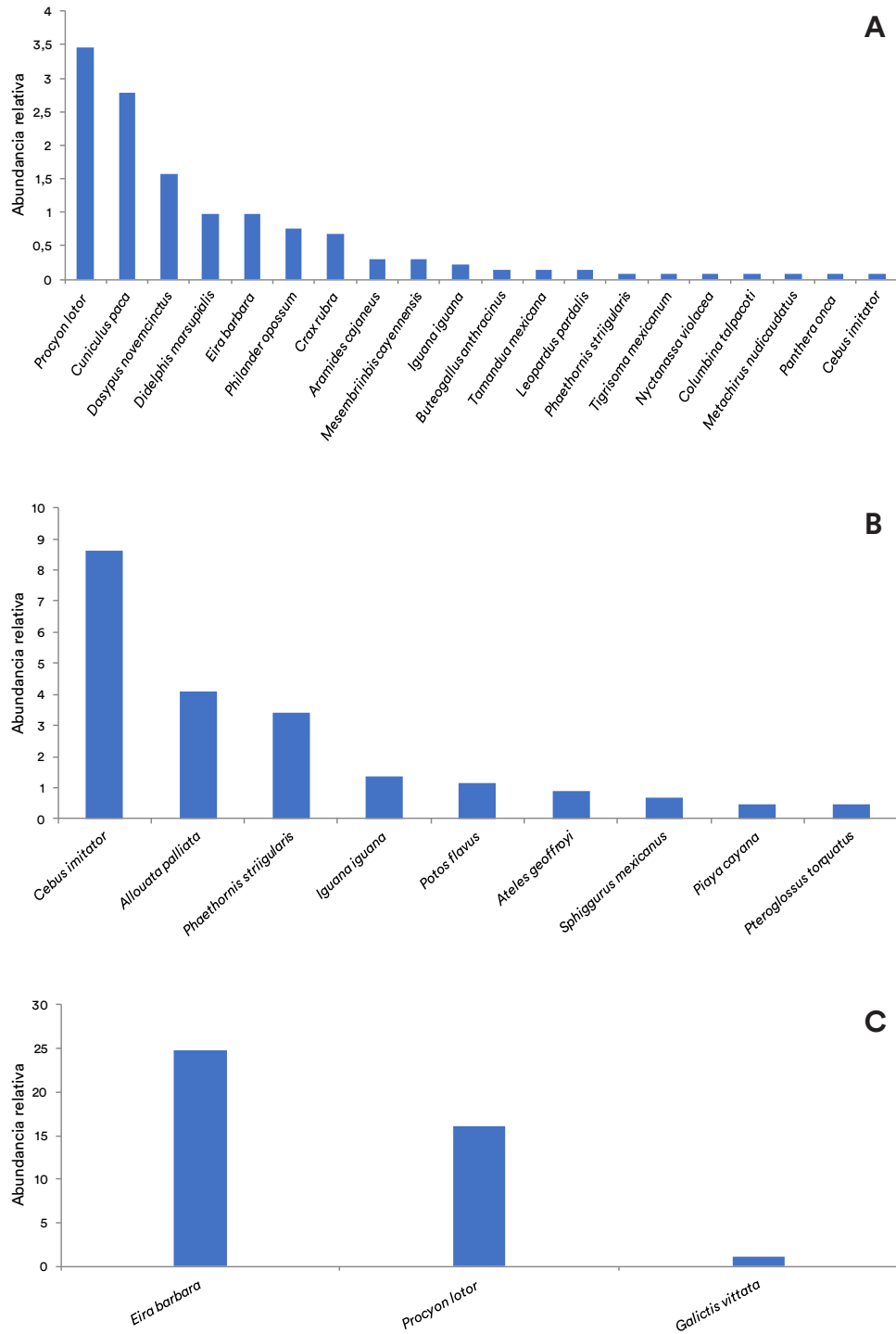


FIGURA 9. Abundancia relativa de las especies detectadas a través de las cámaras trampa en (A) sotobosque, (B) el dosel de la Finca Sandoval y (C) en el paso inferior de la Ruta 257.

Mediante las cámaras trampa podemos identificar los patrones de actividad de las especies más abundantes. Para este set de fotos se presenta el patrón de actividad del tepezcuintle, el armadillo, el tolu mucu (en el sotobosque y en el paso inferior) y del mapache (Figuras 10, 11 y 12).

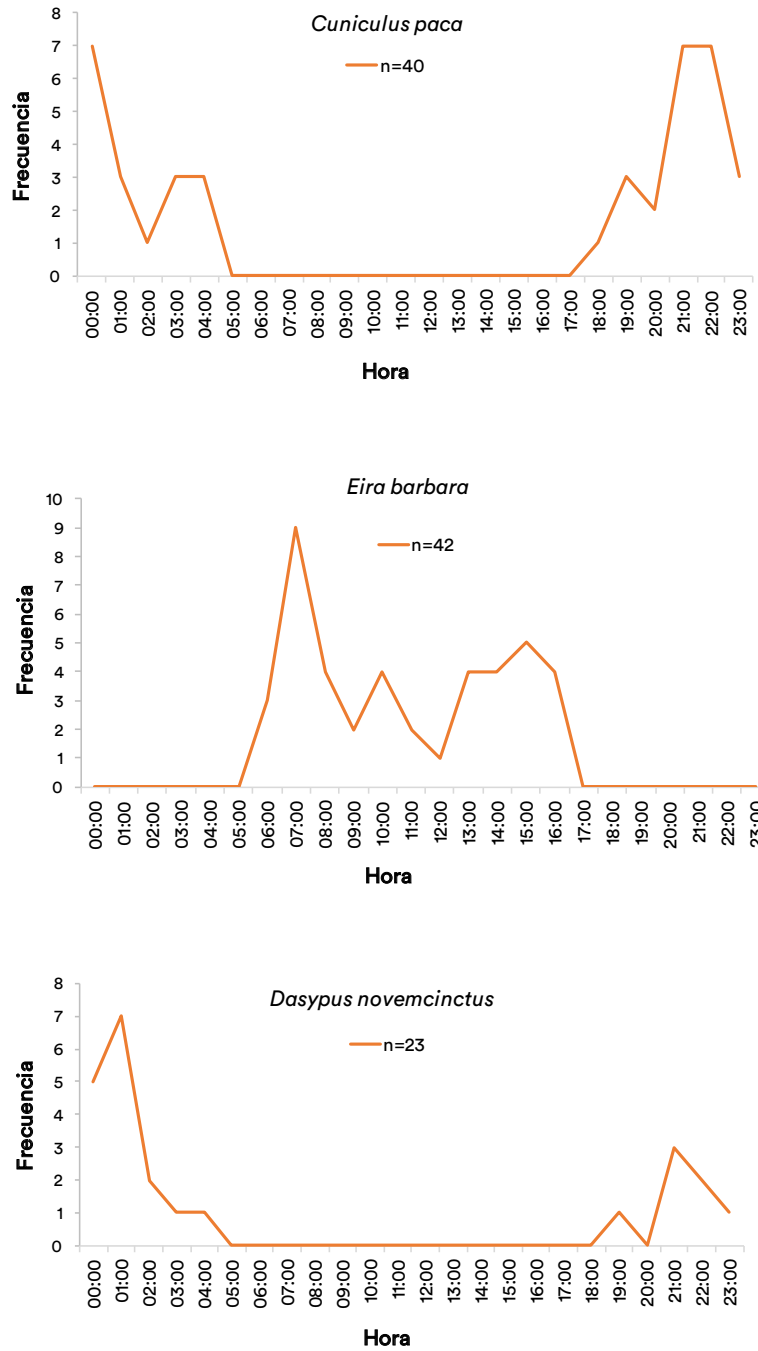


FIGURA 10. Patrones de actividad de algunas de las especies detectadas en el sotobosque a través de las cámaras trampa en la Finca Sandoval.



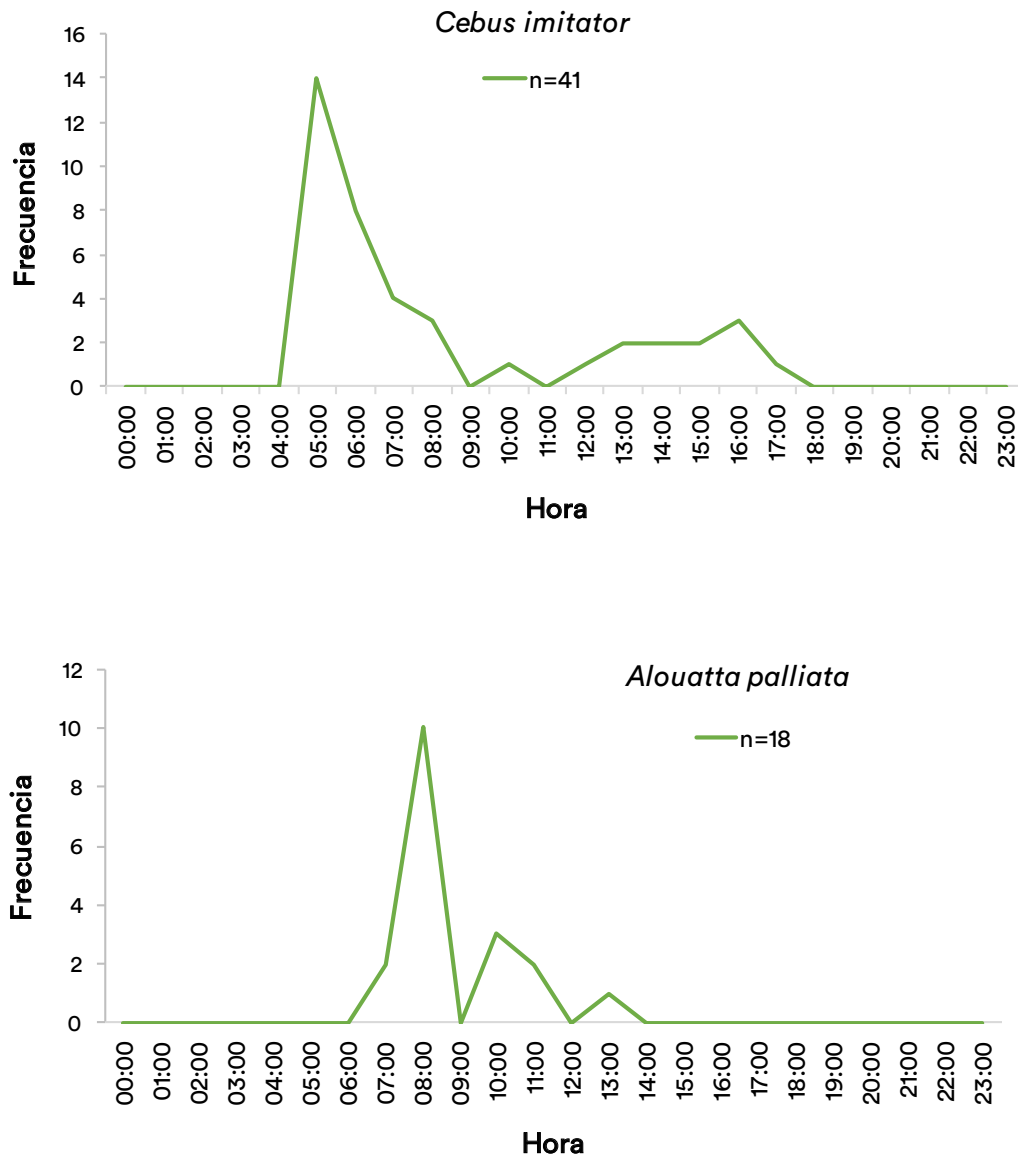


FIGURA II. Patrones de actividad de algunas de las especies detectadas a través de las cámaras trampa en la Finca Sandoval.

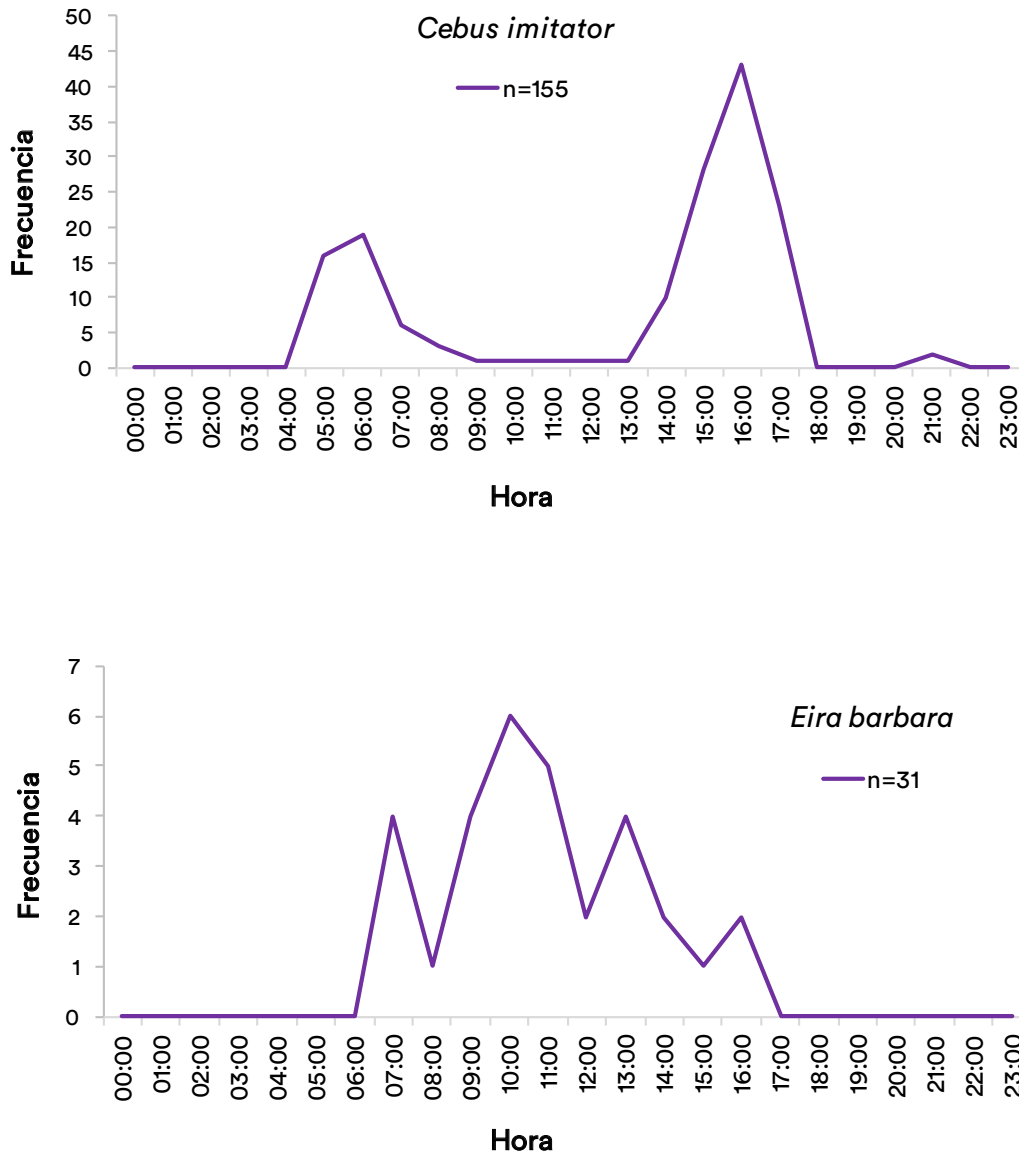


FIGURA 12. Patrones de actividad de las especies detectadas en el paso aéreo y en el paso inferior a través de cámaras trampa en la Ruta 257.

Durante los 111 días de monitoreo de los pasos aéreos con las cámaras trampa, se detectó como máximo 15 días de uso por el mono carablanca de una de las estructuras, con hasta 10 individuos al día como máximo. El paso inferior fue monitoreado por 125 días y se registró que tres especies (tolomuco, mapache y grisón) lo utilizaron 29 días. Algunos de estos días el paso fue utilizado el mismo día por dos de estas especies.

Para los recorridos se contabilizó un esfuerzo de muestreo de 29 horas y 66 km. Durante los recorridos se detectaron 17 especies atropelladas, 8 especies avistadas, para un total de 25 especies sobre la ruta. (Cuadro 4).

CUADRO 4. Lista de especies identificadas en los recorridos vivos o atropelladas en la vía.

CLASE	ORDEN	ESPECIE
Atropellos - Recorridos - 17 especies		
Amphibia	Anura	<i>Rhinella horribilis</i>
		<i>Agalychnis callidryas</i>
		<i>Hypsiboas rufitelus</i>
		<i>Scinax elaeochrous</i>
		<i>Smilisca baudinii</i>
		<i>Smilisca phaeota</i>
Reptilia	Squamata	<i>Leptophis depressirostris</i>
		<i>Sibon nebulatus</i>
Aves	Charadiiformes	<i>Numenius phaeopus</i>
	Apodiformes	<i>Phaethornis striigularis</i>
	Trogoniformes	<i>Trogon massena</i>
	Passeriformes	<i>Pitangus sulphuratus</i>
		<i>Manacus candei</i>
		<i>Quiscalus mexicanus</i>
		<i>Empidonax sp</i>
		<i>Catharus sp</i>
		<i>Myiarchus sp</i>
Avistamientos - Recorridos - 8 especies		
Amphibia	Anura	<i>Rhinella horribilis</i>
		<i>Agalychnis callidryas</i>
		<i>Dendropsophus ebraccatus</i>
		<i>Hypsiboas rufitelus</i>
		<i>Scinax elaeochrous</i>
		<i>Smilisca baudinii</i>
		<i>Smilisca sordida</i>
Reptilia	Squamata	<i>Thecadactylus rapicauda</i>

Se contabilizó un total de 167 individuos sobre la ruta, de los cuales 134 se encontraban atropellados y 33 aún con vida. Por ejemplo, para *Agalychnis callidryas* se registraron 31 atropellos en un solo día. Se reporta en las 29 horas de recorrido 56 anfibios atropellados por km (131/2), 11 aves por km (22/2) y 2 reptiles por km (4/2) (Fig. 13). No se registraron mamíferos ni atropellados ni con vida sobre la vía.

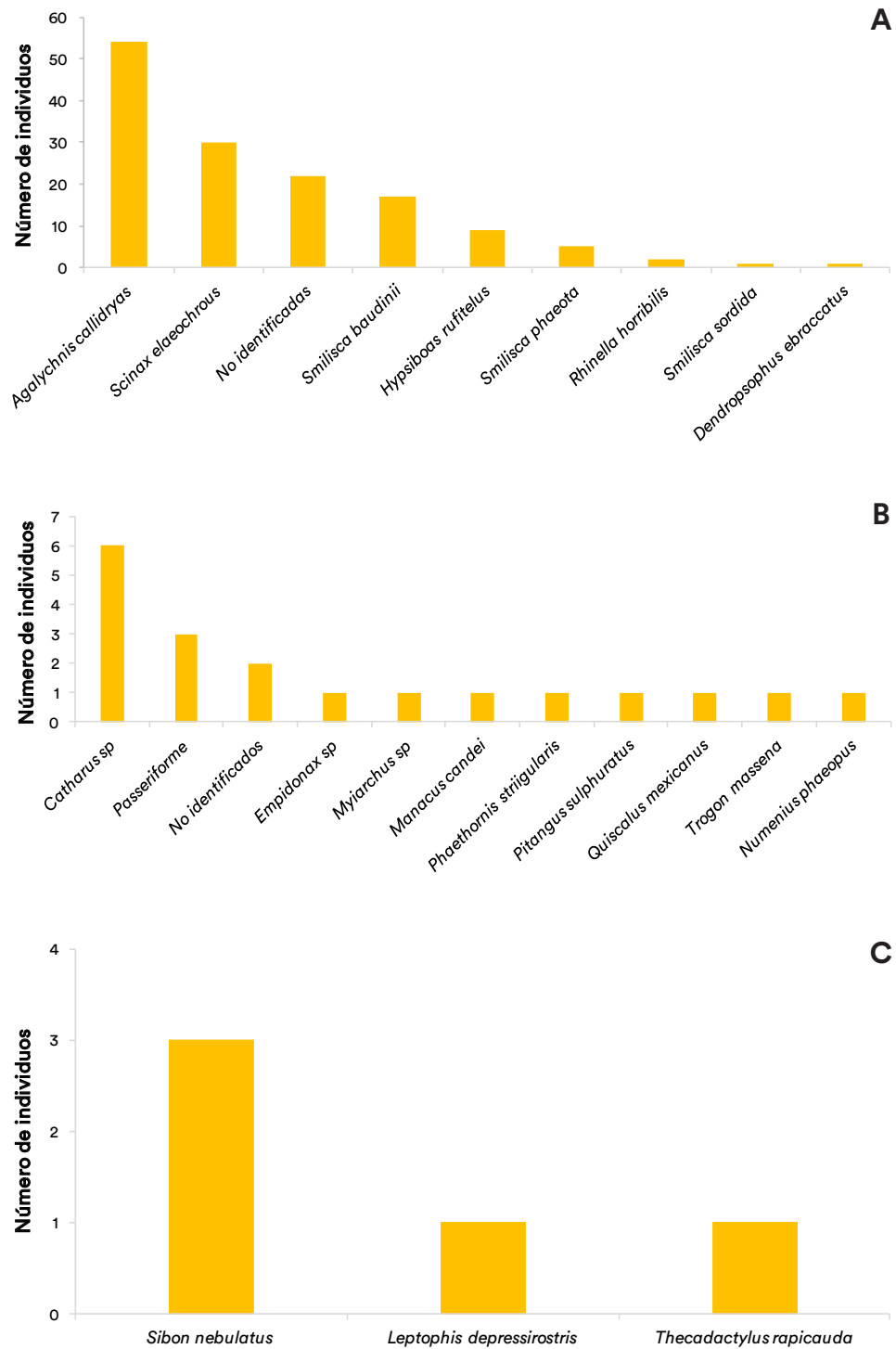


FIGURA 13. Individuos atropellados y avistados en la Ruta 257, por grupo taxonómico. (A) anfibios, (B) aves y (C) reptiles.

La mayor cantidad de atropellos se registraron durante los días lluviosos del mes de noviembre (con un máximo de 67 atropellos en un solo día), teniendo casi cero atropellos durante los recorridos en los cuales no había lluvia. Cabe resaltar que noviembre fue el mes más lluvioso (200-270 mm) dentro de nuestro monitoreo, pero que en el año junio, julio y agosto presentaron hasta 600 mm (Asesoría Agrícola y Ambiental Americana S.A.). La alta mortalidad de ranas arbóreas en periodos lluviosos puede estar relacionado con sus periodos reproductivos donde se reúnen muchos individuos. Pudimos observar tropas de monos carablanca cruzando por los pasos y a las tres especies de monos desplazándose por el bosque en los márgenes de la ruta. Varios de los recorridos nocturnos fueron pospuestos por no tener disponibilidad de acompañamiento de la Fuerza Pública (Cuadro 5, Anexo 7). Se detectó el atropello de aves a pesar de la presencia de la pantalla anticoliciones (Figura 14).

Para los recorridos se presenta la curva de acumulación de especies, donde se puede observar la aparición de nuevas especies, principalmente en los periodos de lluvias (Figura 15).

Otros hallazgos importantes son la detección de ruptura por vandalismo de la malla, sectores como el ingreso a un sendero que carece de malla, gran esfuerzo de vigilancia por RECOPE de la propiedad, un video de un oso hormiguero en la vía, video y fotos de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) bajo el viaducto, un halcón peregrino (*Falco peregrinus*) usando una torre de alta tensión como sitio de alimentación por el viaducto, lámparas muy cercanas a los pasos aéreos, los gavilanes utilizan los postes de las lámparas mientras se alimentan, un paso de fauna aéreo presenta la malla dañada, se detectó jaguar nuevamente en un sendero por huellas y la vegetación en ciertos sectores ha invadido la malla.



FIGURA 14. Atropello de aves aún en presencia de la malla dispersora de aves.

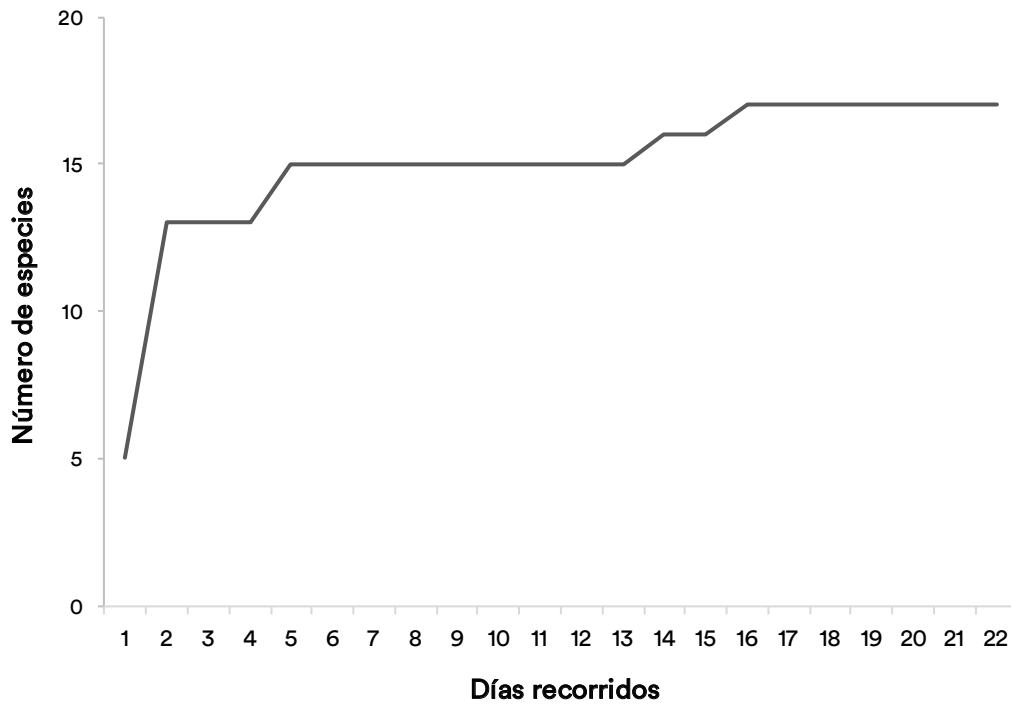


FIGURA 15. Curva de acumulación de especies detectadas atropelladas o vivas en la vía.

Se detectaron en la Ruta 257 y en la Finca Sandoval, especies de vertebrados de un alto estado de conservación, esto es, especies que ameritan mayor grado de protección. Especies relacionadas a bosques conservados para las cuales las perturbaciones humanas pueden causar su declive local, disminuir la diversidad genética y aumentar el riesgo de extinción (Cuadro 5).

**CUADRO 5.** Lista total de especies identificadas en Ruta 257 y Finca Sandoval, mediante recorridos, huellas, cámaras trampa y reportes incidentales y su estado de conservación.

CLASE	ORDEN	ESPECIE	UICN	CITES	COSTA RICA	TOTAL
Mammalia	Didelphimorphia	<i>Metachirus niducudatos</i>	X			1
		<i>Didelphis marsupalis</i>	X			1
		<i>Philander oposum</i>	X			1
	Pilosa	<i>Tamandua mexicana</i>	X	X		2
	Artiodactyla	<i>Odocoileus virginianus</i>	X	X		2
	Xenarthra	<i>Choloepus hoffmanni</i>	X	X	X	3
	Cingulata	<i>Dasybus novemcinctus</i>	X			1
	Primates	<i>Allouata palliata</i>	X	XXX	XX	6
		<i>Ateles geoffroyi</i>	XXX	XX	XX	7
		<i>Cebus imitator</i>		XX	X	3
	Rodentia	<i>Cuniculus paca</i>	X	X		2
		<i>Sphiggurus mexicanus</i>	X	X		2
	Carnivora	<i>Procyon lotor</i>	X			1
		<i>Eira barbara</i>	X	X		2
		<i>Galictis vittata</i>	X	X	X	3
		<i>Leopardus wiedii</i>	X	XXX	XX	6
		<i>Leopardus pardalis</i>	X	XXX	XX	6
<i>Potos flavus</i>		X	X		2	
	<i>Panthera onca</i>	X	XXX	XX	6	

CUADRO 5 (Continuación). Lista total de especies identificadas en Ruta 257 y Finca Sandoval, mediante recorridos, huellas, cámaras trampa y reportes incidentales y su estado de conservación.

CLASE	ORDEN	ESPECIE	UICN	CITES	COSTA RICA	TOTAL
Aves	Gruiformes	<i>Aramides cajaneus</i>	X			1
	Pelecaniformes	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	X		X	2
		<i>Trigrisoma mexicanum</i>				
		<i>Nyctanassa violacea</i>	X			1
	Columbiformes	<i>Leptotila casinii</i>				
	Accitpriformes	<i>Buteogallus anthracinus</i>	X	XX		3
	Galliformes	<i>Crax rubra</i>	XX	X	X	4
	Cuculiformes	<i>Piaya cayana</i>	X			1
	Piciformes	<i>Pteroglossus torquatus</i>	X			1
	Apodiformes	<i>Phaethornis striigularis</i>	X	XX		3
	Charadiiformes	<i>Numenius phaeopus</i>	X			1
	Trogoniformes	<i>Trogon massena</i>	X			1
	Passeriformes	<i>Pitangus sulphuratus</i>	X			1
		<i>Manacus candei</i>	X			1
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	X			1
		<i>Empidonax sp</i>				
<i>Catharus sp</i>						
	<i>Myiarchus sp</i>					
Falconiformes	<i>Falco peregrinus</i>	X	XXX	X	5	
Reptilia	Squamata	<i>Iguana iguana</i>	X	XX		3
		<i>Leptophis depressirostris</i>	X			1
		<i>Thecadactylus rapicauda</i>				
		<i>Sibon nebulatus</i>				
Amphibia	Anura	<i>Rhinella horribilis</i>				
		<i>Agalychnis callidryas</i>	X	XX		3
		<i>Hypsiboas rufitelus</i>				
		<i>Scinax elaeochrous</i>	X			1
		<i>Dendropsophus ebraccatus</i>				
		<i>Smilisca sordida</i>	X			1
		<i>Smilisca baudinii</i>	X			1
<i>Smilisca phaeota</i>	X			1		
Malacostraca	Decapoda	<i>Cangrejo terrestre</i>				



Mencionamos a continuación la lista de personas que colaboraron con la toma de datos en campo (Cuadro 6).

**CUADRO 6.** Lista de colaboradores que han participado en los recorridos y en la instalación y revisión de las cámaras trampa

<b>COLABORADORES EN RECORRIDOS</b>	
Daniela Araya Gamboa	Panthera
Deiver Espinoza	Panthera
Evelio Romero	Asistente gira
Amilkar Moncada	Asistente gira
Mariano Barrantes	Asistente gira
María José Arias	Asistente gira
Yosette Araya Jiménez	Asistente gira
Erick Víquez	Asistente gira
Andrea Avila	MOPT
Juan Bonilla	MOPT
Marlen Calvo	MOPT
Elluania Ramos Romero	Fuerza pública
Genderson Gago	Fuerza pública
Eсны Córdoba	Fuerza pública
Solange Durán	Fuerza pública
Steven Vargas	Fuerza pública
Melanie Zamora Cascante	Fuerza pública
Alexander Obando Bustos	Fuerza pública
Cristian Cerdas	Fuerza pública
Leiny Vásquez	Fuerza pública
Leonardo Sánchez	Fuerza pública
Wesling Chavarría	Fuerza pública
Ernie Rodríguez	Fuerza pública

<b>COLABORADORES EN CÁMARAS TRAMPA</b>	
Stephanny Arroyo	Panthera
Daniela Araya Gamboa	Panthera
Deiver Espinoza	Panthera
Evelio Romero	Asistente de gira
Yosette Araya Jiménez	Asistente de gira
Mariano Barrantes	Asistente de gira
Erick Víquez	Asistente de gira
Amilkar Moncada	Asistente de gira
Diandra Davidson	Asistente pasos aéreos
Adonay López	Asistente pasos aéreos - Veragua
Julián Solano	Asistente pasos aéreos - Veragua
Jose Luis Gamboa	Cuidador de Finca Sandoval

## Colecta de muestras genéticas de felinos silvestres

Se realizaron siete giras de muestreo a lo largo del área de estudio, en donde se encontraron un total de 34 muestras (Cuadro 7, Figura 16, Anexo 8). Las localidades visitadas presentaron las siguientes características:

- » **Veragua Rainforest Research & Adventure Park:** es una reserva privada que cubre un área aproximada de 1,400 ha las cuales están destinadas al ecoturismo, la investigación científica y la conservación de la biodiversidad. Los muestreos se realizaron a lo largo de los senderos y trillos disponibles.
- » **Sector costero de Moín:** se caracteriza por presentar una serie de caseríos a lo largo de la franja costero, así como pequeños parches de bosque (e.g. yolillales). Los muestreos se enfocaron en dichos parches, llegando hasta la desembocadura del río Matina. En este sector no se encontraron muestras, lo cual podría deberse a que los parches de bosque se encontraban inundados y que en días anteriores a nuestra visita había llovido, lo cual pudo haber ocasionado la erosión de las muestras. Sin embargo, no se descarta la presencia de los felinos en dicho sector.
- » **Finca Banano:** es una finca privada maderable de aproximadamente 500 ha donde también se protegen parches de bosque para la conservación de la biodiversidad.
- » **Finca Sandoval:** es un parche de bosque (patrimonio del estado) que se encuentra dividido en dos partes por la Ruta Nacional 257. A pesar de que en este sitio no se encontraron muestras genéticas durante la visita realizada, sí existe evidencia sobre la presencia de felinos silvestres en dicho sector (ver sección anterior).
- » **Finca Estrella del Caribe Tica:** es una finca familiar privada (50 ha) con parches de bosque, y donde los dueños se dedican a conservar la biodiversidad presente dentro de su propiedad.
- » **Finca Chirripó:** es una finca privada maderable de aproximadamente 350 ha donde también se protegen parches de bosque para la conservación de la biodiversidad.
- » **Reserva Selva Bananito/Selva Bananito Lodge:** es una reserva privada de aproximadamente 2,000 ha dedicada al ecoturismo, la investigación científica y la conservación de la biodiversidad.

CUADRO 7. Sitios visitados con el perro detector de heces de felinos silvestres en el área de estudio.

LOCALIDAD	FECHA	MUESTRAS	DISTANCIA RECORRIDA (km)
Veragua Rainforest Research & Adventure Park	25-28 Octubre, 2018	7	14,41
Sector costero de Moín	26-28 Noviembre, 2018	0	9,31
Finca Banano	03-05 Diciembre, 2018	6	17,71
Finca Sandoval	10-12 Diciembre, 2018	0	4,43
Finca Estrella del Caribe Tica	16-19 Enero, 2019	5	6,09
Finca Chirripó	01-03 Marzo, 2019	4	19,36
Reserva Selva Bananito / Selva Bananito Lodge	20-25 Marzo, 2019	12	15,99
	TOTAL	34	87,30

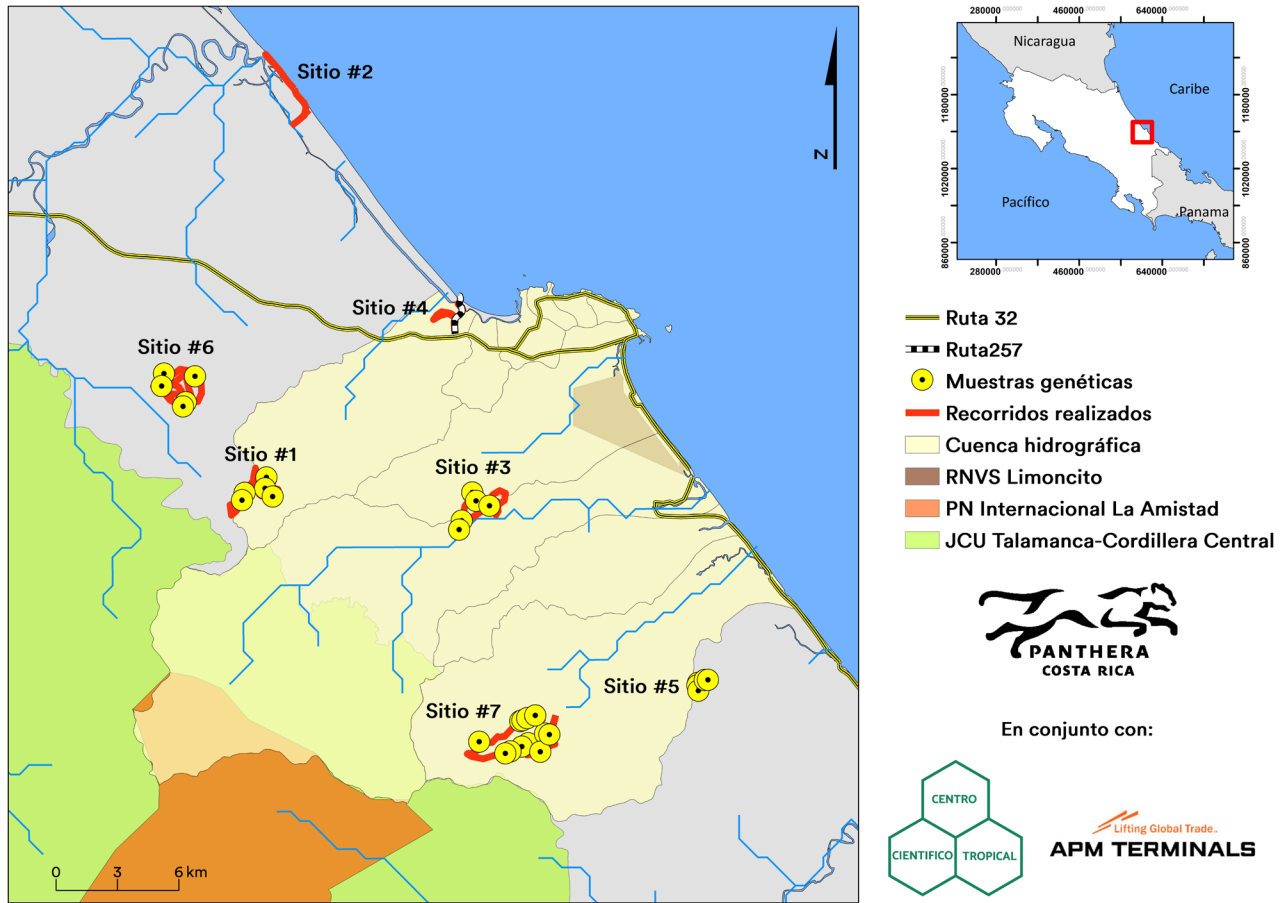


FIGURA 16. Colecta de muestras genéticas de felinos silvestres en el cantón central de Limón, Costa Rica.

## Implementación del taller de resultados

A continuación, se brinda un resumen del taller ‘Presentación de Resultados del Proyecto: Monitoreo del jaguar, otros felinos silvestres y sus especies presa en el cantón central de Limón, Costa Rica’.

1. El taller se realizó en las instalaciones de Veragua Rainforest Research & Adventure Park, el miércoles 20 de marzo del 2019, entre las 8:30am y las 12:00md.

a. Las invitaciones fueron compartidas (vía correo electrónico, teléfono) con anterioridad a personas, grupos u organizaciones clave pertenecientes al área de estudio del proyecto (Anexo 9).

2. El taller fue liderado por Daniela Araya Gamboa y Stephanny Arroyo Arce, con el apoyo de las asistentes Deiver Espinoza Muñoz, Yosette Araya Jimenez y María José Arias Núñez.

3. Asistieron un total de 15 personas, incluyendo representantes de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales (Cuadro 8; Anexo 10).

4. El taller incluyó las siguientes actividades:

<b>8:30 am</b>	Registro de los participantes.
<b>8:45 am</b>	Refrigerio.
<b>9:00 am</b>	Actividad grupal que consistió en identificar las especies reportadas a lo largo de los muestreos realizados en la Ruta 257 (Anexo 11).
<b>9:30 am</b>	Presentación de los resultados más importantes del proyecto (Anexo 12), incluyendo: <ul style="list-style-type: none"><li>» Monitoreo de la Ruta 257.</li><li>» Monitoreo genético empleando un perro detector de heces de felinos silvestres.</li><li>» Entrega de un obsequio (foto enmarcada del jaguar hembra fotografiada en la Ruta 257) a cada participante.</li></ul>
<b>10:30 am</b>	Demostración con el perro detector de heces de felinos silvestres (Anexo 13).
<b>10:45 am</b>	Recorrido por el teleférico y los senderos de Veragua Rainforest Research & Adventure Park. Dicha actividad estuvo organizada por el personal de Veragua Rainforest Research & Adventure Park.
<b>12:00 am</b>	Almuerzo

5. El taller se ejecutó exitosamente y alcanzó su objetivo de presentar los resultados y definir los pasos a seguir.

CUADRO 8. Lista de asistentes al taller de resultados.

#	Nombre	Representando
1	Jorge Mairena	CCT
2	Josselyne Alfaro	CCT
3	Marvin Benavides	CCT
4	Valeria Quesada	LAST
5	Daniela Araya	PANTHERA
6	María José Arias	PANTHERA
7	Stephanny Arroyo-Arce	PANTHERA
8	Yosette Araya	PANTHERA
9	Deiver Espinoza	PANTHERA
10	Alvaro Sauma	SINAC ACLAC
11	Guillermo Arce	APM Terminals
12	Jose Luis Orlich	Cuestamora Bosques
13	Jurgen Stein	Reserva Selva Bananito/ Selva Bananito Lodge
14	Diego Salas	Veragua Rainforest Research & Adventure Park
15	Jose Salazar	Veragua Rainforest Research & Adventure Park

## RECOMENDACIONES

### Monitoreo de la Ruta 257

Es importante resaltar que no se registraron atropellos (avistamiento: un reporte incidental en video de oso hormiguero que ingresó a la calle, pero logró salir ileso) de mamíferos en la vía, donde en el resto del país, en las vías aún con medidas para la fauna es alto el porcentaje de mamíferos que mueren atropellados. Podemos atribuir esta particularidad de la Ruta 257 a las medidas implementadas para la fauna en esta ruta: malla perimetral, barrera jersey y viaducto. El tener la calle elevada también limita el acceso de las ranas a la vía, en el tramo del viaducto solo 2 individuos detectados y en el resto de la ruta 141 individuos (Fig. 17).

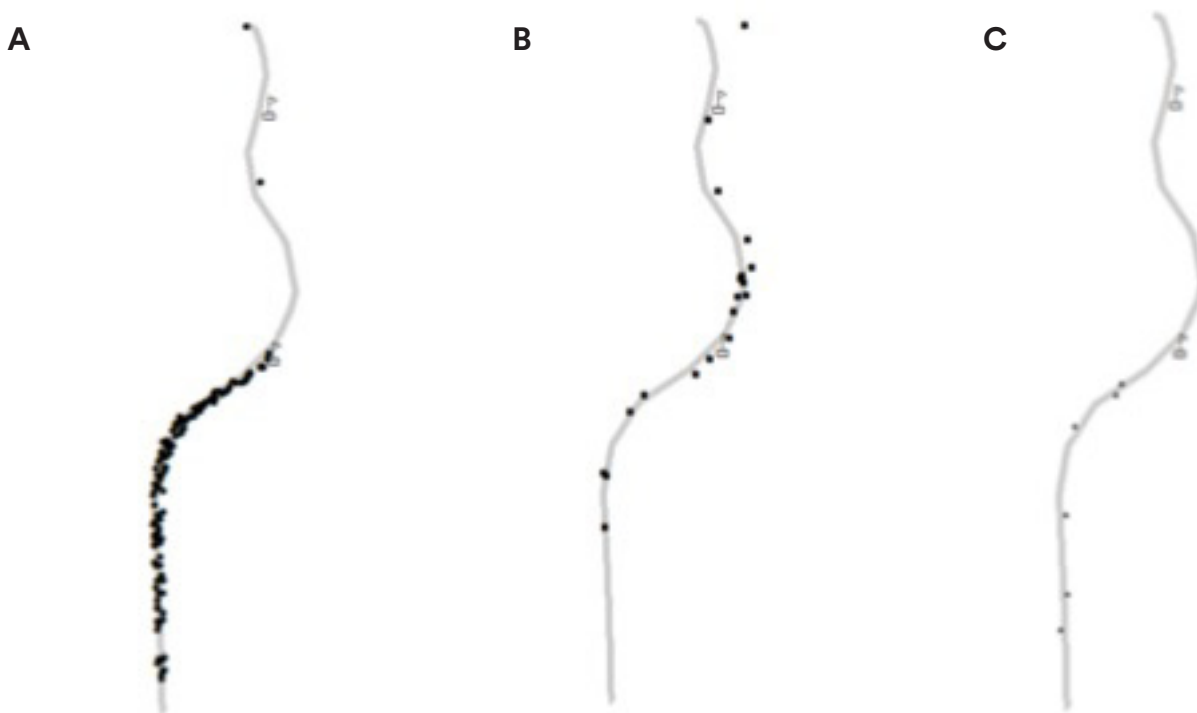


FIGURA 17. (A) Anfibios, (B) aves y (C) reptiles, detectados en la Ruta 257, los banderines señalan el tramo del viaducto y la malla dispersora de aves.

El hecho de no registrar mamíferos en la vía aún no asegura que estos no tengan ruptura de conectividad o estén en riesgo. Para asegurar la conservación de las especies debemos evitar su presencia en la vía y ofrecerles opciones de paso seguro. Estas opciones han sido aportadas por el viaducto, el paso inferior, la malla dispersora de aves y los pasos aéreos. Se identificaron especies de mamíferos (mono carablanca, tolucco, mapache, caucel, venado y grisón) presentes en los márgenes de la ruta, en el dosel y el sotobosque, que usan las opciones de paso seguro. Pero además se identificaron especies para las que no se obtuvo evidencia que estén utilizando estos pasos seguros, el jaguar, el manigordo, el tepezcuittle, el mono congo y el mono araña entre otros. Un grupo para el cual no se incluyó opción de

paso seguro son las ranas arbóreas, a esto se debe la gran cantidad de atropellos detectada. A continuación se incluyen los riesgos identificados en este estudio para la fauna por la Ruta 257 y se indican las acciones que Conservación Vial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (como administrador de la red vial durante la fase operativa) junto con otros actores, deben implementar para reducir este riesgo (Cuadro 9).

**CUADRO 9.** Lista de medidas correctoras que deben ser implementadas en la Ruta 57 para reducir el riesgo por atropello y ruptura de conectividad de las especies presentes en Finca Sandoval.

RIESGO	DETALLE	RECOMENDACIONES
Atropello de ranas arbóreas	31 atropellos de una sola especie en dos horas de recorrido	Cierre de carretera en episodios de fuertes lluvias durante el año (hay eventos reproductivos todo el año menos en abril y diciembre para las especies encontradas, Savage, 2002)/ Construcción de estructura sobre la ruta para el paso seguro de estas especies (Figura 18) / No permitir el contacto del dosel con el viaducto
Atropello de aves	Atropellos de aves aún en presencia de la malla dispersora de aves	Reducción del límite de la velocidad en el viaducto /Inclusión de malla dispersora de aves en la parte central de la vía
Atropello de reptiles	Atropello de reptiles aún en presencia de la barrera Jersey	Eliminación de espacios y cavidades en la barrera Jersey
Aislamiento de mono araña y congo	Solo el mono cara blanca está haciendo uso de los pasos aéreos. Hasta la fecha en Costa Rica no existe evidencia del uso de estructuras de paso sobre carretera por el mono araña.	Mientras no se demuestre que el mono araña tiene una alternativa para el cruce seguro sobre rutas donde no hay conectividad del dosel, no se tienen que construir o hacer mejoras en carreteras donde esté la especie y se tenga que eliminar la conectividad del dosel. Se tienen que hacer pruebas con más opciones de estructuras específicas para favorecer el cruce de esta especie.
Aislamiento de jaguar, manigordo y tepezcuintle.	Estas especies no han sido detectadas cruzando el paso inferior ni en el viaducto	Eliminación de presencia humana de la parte inferior del viaducto/Revegetación asistida del suelo bajo el viaducto/Aumento del tamaño y número de pasos inferiores en el primer km de la ruta mediante la adecuación de alcantarillas
Aislamiento de especies nocturnas arbóreas	Estas especies fueron detectadas en los árboles pero no en el paso aéreo	Eliminación de las lámparas en los pasos aéreos
Electrocución de rapaces migratorias	Fueron detectadas rapaces alimentándose en los postes de las lámparas durante la migración de octubre	Inclusión de medidas anti electrocuciones en las torres de alta tensión (MI-NAE-SINAC 2018).
Cacería	Este bosque es de fácil acceso y las especies de mamíferos encontradas son valiosas para la cacería	Mantener la vigilancia y capacitación en protección de fauna para los empleados de Finca Sandoval /Rotulación para protección del sitio /Aumentar el estatus de protección de Finca Sandoval / Cierre completo de la malla perimetral y mantenimiento
Afectación por ruido	El ruido puede generar una barrera para especies sensibles, las cuales aún en presencia de estructuras de pasos no los usan	Prohibición del uso de freno de motor a los furgones.
Ruptura de conectividad	Existe una serie de otros impactos (falta de cobertura boscosa, línea del tren, camino secundario paralelo a la costa, etc) que al reducirlos se puede mejorar la conectividad. Además es necesario el monitoreo (que incorpore los meses restantes del año) para evidenciar estos procesos y tomar medidas correctoras.	Convertir los drenajes existentes en estructuras mixtas que permitan el paso de fauna, abriendo la malla perimetral/Pasos para especies terrestres en la vía del tren / Revegetación y protección de la Zona de Protección del canal Moín/Monitoreo de anfibios, primates y felinos anual en la ruta y en el bosque para determinar el impacto/ Educación ambiental para las comunidades y empresas vecinas
Falta de mantenimiento de las estructuras	Se detectaron rupturas en la malla, faltantes de malla y un paso aéreo con ruptura de la malla.	Se tiene que crear un protocolo de mantenimiento para Conservación Vial, con las especificaciones de las estructuras para la fauna.
Contaminación	Se detecta gran cantidad de basura arrojada por los usuarios de la vía.	Crear una campaña de concientización. Se debe solicitar a los usuarios no lanzar basura desde sus vehículos.

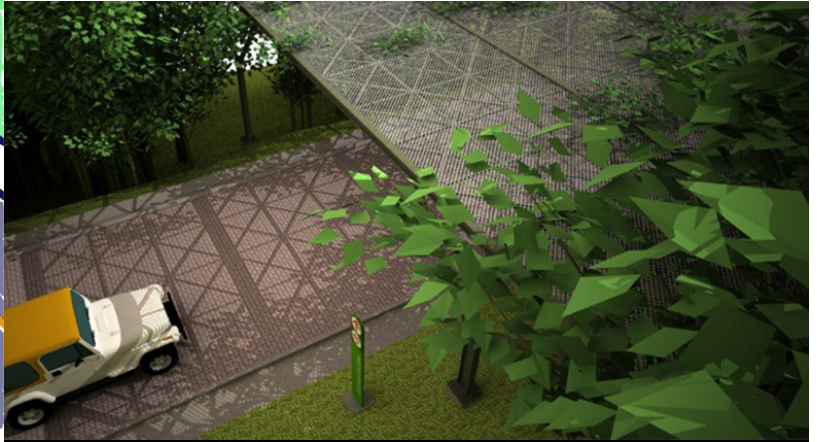


FIGURA 18. Estructura (izquierda) y material (derecha) (Biolaw Consultoria Ambiental Ltda & Departamento Autónomo de Estradas de Rodagem. 2018) propuestos para el cruce seguro de las ranas arborícolas en la Ruta 257.



FIGURA 19. Presencia de lámparas en los pasos aéreos, esto puede impedir el uso de especies nocturnas como las martillas.



Para la implementación de una medida para ranas arbóreas fueron consultados Ecólogos de Caminos y expertos en ranas de Costa Rica, Estados Unidos, Brazil y España. Hasta la fecha no se ha implementado una medida ambiental que mitigue el impacto de los caminos en las poblaciones de ranas arborícolas. Mediante revisión bibliográfica se pudo determinar que los pasos inferiores estilo alcantarilla no son recomendables para estas especies, ya que tienden a brincar o escalar (D’Anunção et al. 2013, Van Der Ree 2015 y Bingham et al. 2017). En este informe presentamos una estructura tipo tunel falso para el paso de ranas arborícolas. La estructura permitiría el paso seguro de estas especies sobre la vía y sus bordes curvos invertidos hacia adentro limitarían el acceso de las ranas a la vía. Existe una empresa Amimex Fencing (Wildlife Exclusion Specialists) que elabora una malla especial para que los anfibios no puedan atravesar. Este material sería liviano y simplificaría la construcción de la estructura y fue sugerido para pasos para ranas arbóreas por NERF (Núcleo de ecología de Rodavías e Ferrovías-UFRGS) de Brasil. La estructura debe ser ubicada en el área (329 m de longitud) caliente identificada (Figura 20) y debe tener un ancho de 50 m con barrera para encausar los animales de 50 m de longitud a ambos lados. Esta área se ubica en la parte central de la ruta entre el tercer y cuarto paso aéreo (inicia el viaducto), está comprendida por las siguientes coordenadas: lat 9,998707 long -83,107375 y lat 10,000357 long -83,105569.

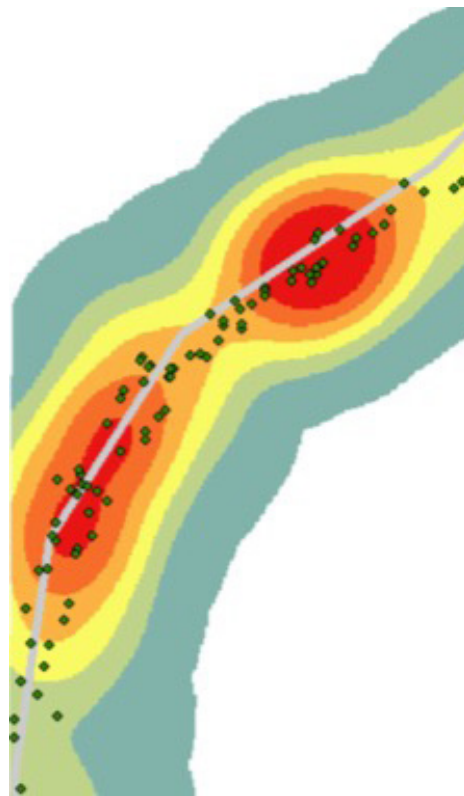


FIGURA 20. Punto caliente o sitio con mayor densidad de fauna en la Ruta 257.

## Sobre las muestras genéticas de felinos silvestres

1. Se recomienda realizar el análisis genético de las muestras colectadas con el fin de poder identificar la especie de felino silvestre a la cual pertenece la muestra y el género (macho o hembra) del individuo, así como realizar comparaciones entre los sitios muestreados con el fin de determinar un posible flujo genético entre las poblaciones (conectividad) y la diversidad y estructura genética de las mismas.

a. Los resultados obtenidos podrán luego ser comparados con la base de datos disponible para Costa Rica (bajo el proyecto 'Genética de Felinos Silvestres Panthera-Costa Rica'), lo cual aumentará nuestro conocimiento sobre la diversidad y estructura genética de los felinos silvestres en el país. Dicha información podría ser utilizada para establecer futuras estrategias de manejo y conservación.

2. Se sugiere aumentar el esfuerzo de muestreo en el campo, lo cual permitirá aumentar el número de muestras genéticas colectadas (revisitar los sitios y escoger nuevas localidades), lo cual permitirá obtener conclusiones más representativas del área de estudio.

## Monitoreo con cámaras trampa

Se recomienda realizar un monitoreo con cámaras trampa a lo largo del área de estudio con el fin de determinar una posible conectividad altitudinal (entre la costa y la cordillera), así como identificar las especies de felinos silvestres y sus especies presa presentes en el área.

## REFERENCIAS

- Araya-Gamboa, D. & R. Salom-Pérez. 2016. Método para la identificación de pasos de fauna sobre la Ruta 415, dentro del Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro “Paso del Jaguar”, Costa Rica. *Revista de Infraestructura Vial*.
- Araya-Gamboa, D., Arévalo-Huezo E. & Pomareda E. 2015. Medidas Ambientales para disminuir el impacto de la ampliación de la Ruta 32 en la Vida Silvestre. Grupo Vías Amigables con la Vida Silvestre. Costa Rica.
- Arroyo-Arce, S. 2017. Protocol for the collection of genetic material from wild cats. Panthera-Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Bingham S. N., Marcum D. J. & Morgan B. C. 2017. Amphibian Road Crossing Study: Cuyahoga Valley National Park, OH . National Park Service. 24p.
- Biolaw Consultoria Ambiental Ltda & Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. 2018. Monitoramento de fauna na rodovia ERS-486 (Rota do Sol) no segmento que transpõe a Reserva Biológica Estadual da Mata Paludosa em Itati, RS. Relatório final Etapa 1. 243p.
- D’Anunção, P. E. R., Lucas, P. S., Silva, V. X., & Bager, A. 2013. Road ecology and Neotropical amphibians: contributions for future studies. *Acta Herpetologica*, 8(2), 129-140.
- MINAE-SINAC. 2018. Guía para la prevención y mitigación de electrocución de la fauna silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica. Costa Rica. 61pp.
- Pomareda, E., Araya-Gamboa, D., Ríos, Y., Arévalo, E., Aguilar, M. & R. Menacho (2015) Guía Ambiental: Vías Amigables con la Vida Silvestre. Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre. Costa Rica. ISBN 978-9968-47-912-7. 78 pp.
- Savage, J. M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas. University of Chicago press.
- SINAC. 2018. Estado de conservación del jaguar (*Panthera onca*) en Costa Rica a través de la integración de datos de registros de la especie y modelaje del hábitat idóneo. Proyecto JICA. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Van Der Ree, R., Smith, D. J., & Grilo, C. 2015. Handbook of road ecology. John Wiley & Sons.
- Zeller, K. A. 2007. Jaguars in the New Millennium Data Set Update: The State of the Jaguar in 2006. Bronx, New York: Wildlife Conservation Society.

# ANEXOS

ANEXO 1  
Invitación al taller introductorio.

*Presentación del Proyecto:*  
**Monitoreo del jaguar, otros felinos silvestres y sus especies presa en el cantón central de Limón, Costa Rica**

**Lugar:** Veragua Rainforest

**Fecha:** martes 23 de octubre, 2018

**Hora:** 8:30 am a 12:00 md

*(incluye refrigerio y almuerzo)*

Confirmar su asistencia al correo:  
[daraya@panthera.org](mailto:daraya@panthera.org)



*Organizan:*



## ANEXO 2

Participantes que asistieron al taller introductorio.



### ANEXO 3

Espacio de discusión y refrigerio entre los participantes del taller introductorio.



#### ANEXO 4

Presentación del proyecto a los participantes del taller introductorio.





## ANEXO 5

Identificación de amenazas en el área  
de estudio por parte de los participantes  
del taller introductorio.



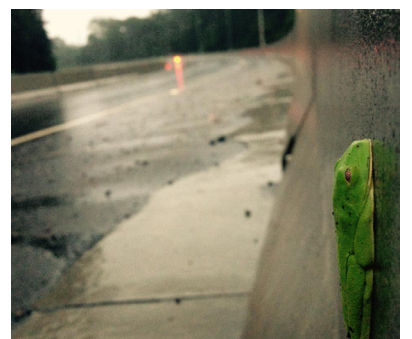
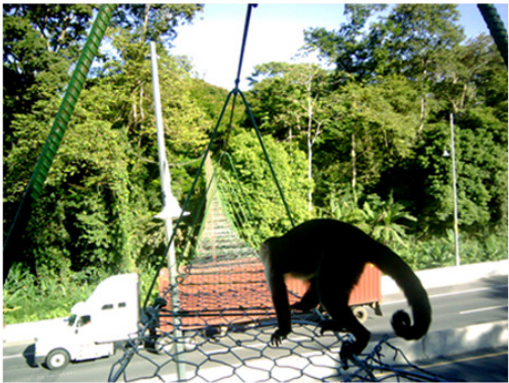
## ANEXO 6

Tour de los participantes del taller introductorio por las instalaciones de Veragua Rainforest Research & Adventure Park.



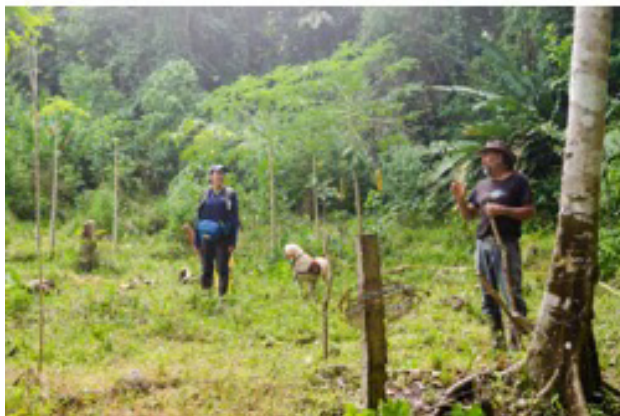
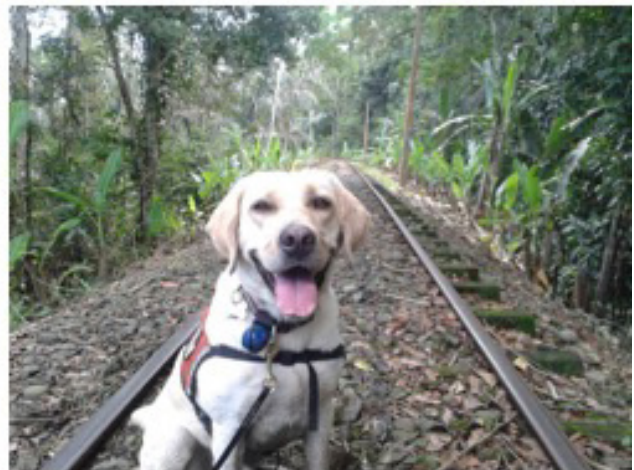
## ANEXO 7

Monitoreo con cámaras trampa y recorridos de la Ruta 257 y la Finca Sandoval.



## ANEXO 8

Giras de campo con el perro detector de heces de felinos silvestres a lo largo del área de estudio.



**ANEXO 8 (Continuación)**  
Giras de campo con el perro detector de heces de felinos silvestres a lo largo del área de estudio.



ANEXO 9  
Invitación al taller de resultados.

*Presentación de Resultados del Proyecto:*  
**Monitoreo del jaguar, otros felinos silvestres y sus especies presa en el cantón central de Limón, Costa Rica**

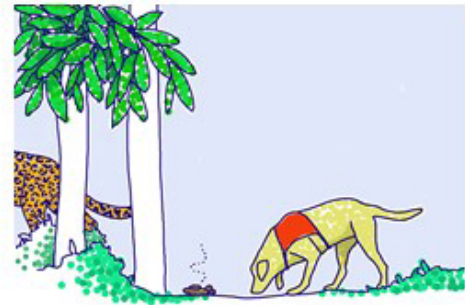
**Lugar:** Veragua Rainforest

**Fecha:** miércoles 20 de marzo, 2019

**Hora:** 8:30 am a 12:00 md

*(incluye refrigerio y almuerzo)*

Confirmar su asistencia al correo:  
[daraya@panthera.org](mailto:daraya@panthera.org)



*Organizan:*



## ANEXO 10

Participantes que asistieron al taller de resultados.



## ANEXO II

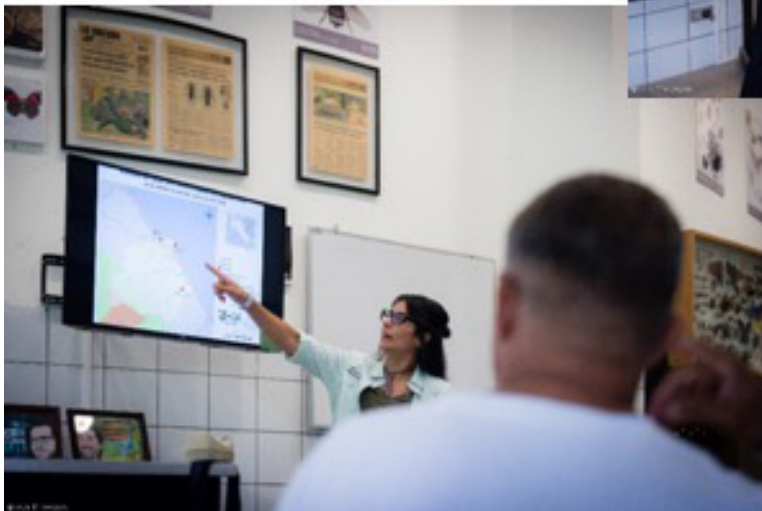
Espacio de discusión entre los participantes del taller de resultados.





## ANEXO 12

Presentación de los resultados del proyecto.



### ANEXO 13

Demostración con Tigre, el perro detector de heces de felinos silvestres.

