UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMAS DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO INTERNACIONAL EN CONSERVACIÓN Y MANEJO DE VIDA SILVESTRE

Cambios en la abundancia, actividad temporal y dieta de jaguar (Panthera onca), otros felinos y sus presas en el Parque Nacional Santa Rosa, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

Por

Víctor Hugo Montalvo Guadamuz

Heredia, Costa Rica
Octubre, 2012

Tesis presentada para optar al grado de *Magister Scientiae* en Conservación y Manejo de la Vida Silvestre

Miembros del Tribunal Examinador

_____

Edgardo Moreno Robles, Ph.D
Representante del presidente Consejo Central de Posgrado

_____ _____

Mónica Retamosa Izaguirre, Ph.D
Representante del ICOMVIS

Eduardo Carrillo Jiménez, Ph.D
Tutor

_____ _____

M.Sc. Luis diego Alfaro Alvarado
Asesor

M.Sc. Joel Sáenz Méndez
Asesor

_____

Víctor Hugo Montalvo Guadamuz
Sustentante

DEDICATORIA

A mis progenitores Don Víctor Montalvo y Bernarda Guadamuz por su amor, sacrificios y apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida.

RESUMEN

Parque Nacional Santa Rosa (PNSR) protege el mayor relicto de bosque seco de Costa Rica, sitio que fue precedido por un esfuerzo de regeneración ecológica que se inició en los años setenta en tierras dedicadas a la ganadería. Cuarenta años después de esta iniciativa, el personal de PNSR menciona que la recuperación de la vegetación ha beneficiado las poblaciones silvestres de felinos y sus presas, por lo que los avistamientos se han incrementado en los últimos años. No obstante a la fecha no se cuenta con información de especies que sean indicadores de la salud eco sistémica, como el jaguar (*Panthera onca*) y otros felinos. Especies que son indicadores que permiten comprender la dinámica y el estado de otras especies, por lo que este estudio se evaluó la relación del jaguar y otros felinos con sus presas potenciales dentro del PNSR. Se utilizaron dos técnicas de monitoreo biológico, analizando y comparando índices poblacionales de jaguar, puma (*Puma concolor*), y ocelote (*Leopardus pardalis*) con sus presas potenciales agrupadas en gremios alimenticios. Los índices de abundancia se obtuvieron mediante conteo de rastros en 7 senderos en el 2001 y 2011, además en el 2006 y 2011 se obtuvo un índice fotográfico mediante capturas con cámaras colocadas en 13 ojos de agua. Por otra parte se analizó la dieta del jaguar, el puma y el ocelote y se evaluó el traslape temporal de los felinos con sus presas mediante el uso de cámaras trampa. El método de conteo de rastros registró un incremento en el gremio omnívoro y carnívoro, así como un patrón decreciente para los gremios herbívoros y frugívoros. De los felinos estudiados, el jaguar mostró un aumento significativo, el puma tendió a disminuir y los ocelotes se mantuvieron constantes. Mediante índices fotográficos no se encontró suficiente evidencia estadística para determinar un aumento en las poblaciones sin embargo, para los felinos manchados como el jaguar y el ocelote se pudo identificar el número de individuos. Registrando en el 2006, dos individuos de jaguar y en el 2011 5 individuos. Para los ocelotes en el 2006 y el 2011 se registraron 5 individuos, no registrando recapturas de estos felinos entre ambos periodos. La distribución temporal de los herbívoros discrepo de los felinos mientras frugívoros y omnívoros no mostraron suficiente evidencia estadística. En cuanto a dieta el jaguar se concentró en venado (*Odocoileus virginianus*), saíno (*Tayassu tajacu*) y tortugas marinas, mientras que el puma se concentró en venado y saíno, evidenciando un consumo ocasional de presas con menos de 5 kg y finalmente el ocelote que consumió principalmente iguana (*Ctenosaura similis*) y presas de menor tamaño.

Palabras Clave: Jaguar, Puma, Ocelote, Felinos, Presas, Dieta, Actividad, Índice, Abundancia.

ABSTRACT

Santa Rosa National Park (SRNP) protects the largest dry forest relict of Costa Rica, a place that was preceded by a special effort of regeneration and habitat management started in the early seventies in land with livestock. Forty years after this initiative, forest rangers and staff of SRNP mentioned that the recovery of vegetation has improved wild populations of cats and prey and sightings have increased in recent years. Nowadays there is no information of species that require high standards of integrity in the ecosystem such as jaguar (*Panthera onca*) and other cats. Species which are an indicator of the status of environment allow understanding the dynamics and status of other species. In this study we evaluated the relationship of the jaguar and other cats regarding their potential prey in Santa Rosa National Park. Two techniques were used for biological monitoring, analyzing and comparing trends of population of jaguar, puma (*Puma concolor*), ocelot (*Leopardus pardalis*) and their potential prey grouped in feeding guilds. Abundance indices were obtained from track counts on 7 trails in 2001 and 2011 and additionally in 2006 and 2011 by photo and video captures with cameras placed close to 13 water sources. Furthermore diets of jaguar, puma and ocelot were analyzed. The temporal activity overlap of felids with their prey was evaluated by using camera trap captures. Track counting method showed an increasing pattern in the omnivore and carnivore guild and a decreasing pattern in herbivores and frugivores. Among felids, jaguars showed a significant increase, pumas decreased and ocelots remained constant. No pattern of statistical evidence was determined by photographic indices but, however, for spotted cats like jaguar and ocelot it was possible to identify the number of individuals. In 2006 two individuals of jaguar were recorded, in 2011 the number of recorded individuals was 5. Regarding Ocelot 5 individuals were recorded in 2006 and as well in 2011. No recaptures occurred for these two species in the given periods of examination. The temporal distribution of herbivores varied from felids while frugivores and omnivores did not show sufficient statistical evidence. Diet of jaguar was concentrated on deer (*Odocoileus virginianus*), collared peccary (*Tayassu tajacu*) and sea turtles while puma was concentrated on deer and peccary, reporting occasional prey consumption of less than 5 kg, and finally ocelot consumed mainly iguana (*Ctenosaura similis*) and smaller prey.

Keywords: Jaguar, Puma, Ocelot, Prey, Felids, Diet, Activity Index, Abundance.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a Dios por colocar en mi senda personas especiales que me han brindado su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en dónde estén o si alguna vez llegan a leer estas dedicatorias quiero darles las gracias por formar parte de mí, por toda esa buena energía que me han transmitido.

Agradezco a mi comité de tesis a mi maestro por la excelencia Eduardo Carrillo, a mi amigo Luis Diego Alfaro y al maestro Joel Sáenz por sus valiosos comentarios y consejos.

Al Instituto Internacional en Manejo y Conservación de Vida Silvestre (ICOMVIS) ,al Servicio de pesca y vida silvestre de los estados unidos de Norteamérica (USFWS) por financiar mis estudios de maestría, así como a la Fundación Rufforts e Idea Wild.

Al personal administrativo y académico del ICOMVIS por todo su apoyo, a Grace Wong por ayudarme y estar anuente a colaborar en este proceso pese a no formar parte de mi comité, a Todd Fuller por sus comentarios al inicio de este proyecto, a Roberto Salom por ayudarme con las referencias, a Ronit Amit por los consejos en la búsqueda de fondos, a Luis Fonseca (Pato) por los Raids en el pato móvil, a los Surfos de Liberia y a mi mano derecha en campo la señorita Lorena Lobos.

A todos mis compañeros y colegas de la promoción XXI Juan, Otto, Laín, Ana, Nancy, Virgi, Dora, Martha, Adriana por dejar un poquito de cada uno en mi corazón y hacer que esta experiencia fuera tan linda.

A Roger Blanco por estar siempre dispuesto a colaborar y facilitar algunos recursos disponibles para la causa, a Don José en el comedor, a Doña Marielos, La Pina, la Macha, Doña Lily, Seidy, Wady, Tiburón, Javier, a Daniel Janzen por enseñarme una lección de humildad al ignorarme y todo el personal dentro del ACG.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA iii
RESUMEN iv
ABSTRACT v
AGRADECIMIENTOS vi
TABLA DE CONTENIDOS vii
LISTA DE CUADROS ix
LISTA DE FIGURAS x
INTRODUCCIÓN 11
JUSTIFICACIÓN 17
OBJETIVOS 18
Objetivo general 18
Objetivos específicos 18
ÁREA DE ESTUDIO 19
METODOLOGÍA 21
Índices de abundancia relativa para jaguar, otros felinos y presas potenciales mediante conteo de rastros. 21
Registro de rastros de jaguar, otros felinos y sus presas potenciales 21
Cálculo de abundancia relativa de jaguar, otros felinos y presas potenciales mediante conteo de rastros 22
Análisis de datos 22
Índices de abundancia relativa para felinos y, presas potenciales mediante Cámaras trampa 24
Capturas de felinos y, presas potenciales mediante cámaras trampa 24
Cálculo de abundancia relativa para felinos y, presas potenciales mediante cámaras trampa 24
Análisis de datos 25
Actividad temporal de jaguar, otros felinos y sus presas mediante cámaras trampa. 25
Análisis de datos 25
Patrones de dieta de Jaguar y otros felinos mediante análisis de excretas en el PNSR. 25
Análisis de componentes en excretas 26
RESULTADOS 27

Índices de abundancia relativa para jaguar, otros felinos y presas potenciales mediante conteo de rastros 27
Índices de abundancia relativa para felinos y presas potenciales mediante cámaras trampa. 31
Actividad temporal de jaguar, otros felinos y sus presas mediante cámaras trampa. 38
Patrones de dieta de Jaguar y otros felinos mediante análisis de excretas en el PNSR. 41
DISCUSIÓN 43
Cambios poblacionales de jaguar, otros felinos y sus presas potenciales 43
Cambios poblacionales para Jaguar y otros felinos dentro del PNSR 43
Cambios poblacionales para presas potenciales dentro del PNSR 44
Actividad temporal de felinos y sus presas dentro del PNSR..... 45
Patrones de dieta de Jaguar y otros felinos mediante análisis de excretas en el PNSR. 46
CONCLUSIONES 48
RECOMENDACIONES.....50
BIBLIOGRAFÍA 51

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características y longitud de senderos muestreados. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011 21

Cuadro 2. Registro de especies detectadas mediante conteo de rastros sobre principales senderos dentro del Parque Nacional Santa Rosa ,Guanacaste, Costa Rica,2001 y 2011. 27

Cuadro 3. Resultado ANDEVA para el IAR (rastros/km) por gremio alimenticio y por periodos. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011..... 29

Cuadro 4. Registro Individual de jaguares mediante patrones de manchas en el 2011 .Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, y 2011. 36

Cuadro 5. Riqueza taxonómica de presas de Jaguar (*P. onca*), Puma (*P. concolor*) y Ocelote (*L. pardalis*) .Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011. 41

LISTA DE FIGURAS

Fig 1. Ubicación del área de estudio dentro del Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011..... 20

Fig 2. Ubicación de senderos muestreados mediante conteo de rastros en dos muestreos puntuales Parque Nacional Santa Rosa ,Guanacaste, Costa Rica 2001-2011. 23

Fig 3. Gráfico de cajas que muestra la varianza y normalidad del IAR (rastros/km) de acuerdo al gremio alimenticio. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011 28

Fig 4. Gráfico de interacción del IAR (rastros/km) por año de acuerdo al gremio alimenticio, con intervalo de confianza al 95%. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011.... 29

Fig 5. Gráfico promedio de IAR e intervalo de confianza a un 95% del IAR (rastros/km) para felinos y sus presas. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011. 30

Fig 6. Gráfico promedio e intervalo de confianza a un 95% del IAR (rastros/km) por año para Felinos. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011. 31

Fig 7. Gráfico total de capturas efectivas por especie. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2006 y 2011. 32

Fig 8. Disposición de las cámaras trampa dentro del área de estudio (176.09 km^2). Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica,2011. 33

Fig 9. Gráfico promedio de IAR e intervalo de confianza Bootstrap a un 95% del IAR (capturas/día) para felinos y sus presas. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2006 y 2011. 34

Fig 10. (a) IAR promedio de jaguar 2006 -2011 e intervalo de confianza Bootstrap 95% , (b) Prueba Bootstrap para la diferencia de las medias del IAR de jaguar 2006-2011. Parque Nacional Santa Rosa,

Guanacaste, Costa Rica, 2006 y 2011. 35

Fig 11. (a) IAR promedio de puma 2006 -2011 y intervalo de confianza Bootstrap 95%, (b) Prueba Bootstrap para la diferencia de las medias del IAR de puma 2006-2011. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2006 y 2011. 36

Fig 12. (a) IAR promedio de ocelote 2006 -2011 y intervalo de confianza Bootstrap 95%, (b) Prueba Bootstrap para la diferencia de las medias del IAR de ocelote 2006-2011. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2006 y 2011. 37

Fig 13.Patrones de actividad para felinos y sus presas. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011. 38

Fig 14.Patrones de actividad para jaguar, puma y ocelote. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011 39

Fig 15. Distribución temporal por gremio alimenticio .Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011. 40

Fig 16. Gráfico de mosaico de una prueba de χ^2 que muestra la proporción de presas por clase de peso consumidas por jaguar (*P. onca*), puma (*P. concolor*) y ocelote (*L. pardalis*).Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011. 42

INTRODUCCIÓN

El jaguar (*Panthera onca*) es el felino neo tropical de mayor tamaño y el mayor depredador que habita en el neo trópico (Seymour 1989, Sanderson *et al.* 2002). Pertenece al grupo de los Pantheridos, que está compuesto por los cuatro felinos más grandes del mundo; el tigre (*Panthera tigris*), el león (*Panthera leo*), leopardo (*Panthera pardus*) y el jaguar en América (Seymour 1989, Garla 2001). Su ámbito de distribución se extiende desde el norte de México hasta el sureste de Argentina (Carrillo *et al.* 2002, Aranda 2000), cumple un importante papel ecológico en los ecosistemas, por su posición en la cúspide de la cadena trófica que convierten esta especie en un elemento esencial para mantener el equilibrio y la diversidad de los ecosistemas. (Sunquist y Sunquist 2002, Aranda 1994)

Pese al alto valor de esta especie al igual que la mayoría de carnívoros de gran tamaño en el mundo, se encuentran amenazados o en peligro de extinción a causa de presiones antropogénicas (Ceballos 2005). Por lo que el descenso en el número de presas disponibles en vida silvestre, así como la fragmentación de hábitats y la eliminación de jaguares depredadores de animales domésticos, como represaría ante estos ataques (Amit 2007, Sáenz y Carrillo 2002, Sanderson 2002, Hoogesteijn y Hoogesteijn 2005). Han hecho que organismos internacionales como IUCN categorizan al jaguar y la mayoría de felinos como especies amenazadas de acuerdo a la lista roja de especies de UICN (IUCN, 2010).

En lo que respecta al jaguar y otros felinos en el neo trópico su grado de amenaza es evidente (Carrillo *et al.* 2002, Ceballos 2005), además de que sus hábitos conductuales han dificultado su estudio a lo largo de su área de distribución, conociendo muy poco de sus poblaciones (densidad, abundancia relativa, interacción inter e intra especificas, áreas de actividad, así como requerimientos de hábitat) (Rabinowitz 1986). Sin embargo pese a estas dificultades, se han desarrollado esfuerzos por determinar tamaños poblacionales y aspectos ecológicos con la finalidad de implementar medidas de manejo con información generada dentro y fuera de áreas protegidas (Silver *et al* 2004, Carrillo *et al.* 2000, Novack *et al* 2005, Salom *et al.* 2007,Weckel *et al* 2006, Soisalo y Cavalcanti 2006).

Los métodos comúnmente usados en el neo trópico para el estudio de poblaciones silvestres son el uso de registros de huellas para la estimación de índices de abundancia poblacional (Chinchilla 1997, Aranda 2000,Carrillo *et al* 2000 , Ramírez 2003),la telemetría para estudios de comportamiento

(Schaller 1980,Rabinowitz 1986,Carrillo 2000) y la reciente incorporación del foto trampeo para determinar abundancia absoluta y relativa (Silver *et al* 2004, Carazo 2009).Ambos métodos tienen sus ventajas y limitaciones para el estudio de felinos. En el caso del uso de huellas no es posible la identificación de individuos (Silveira *et al* 2003), sin embargo es un método muy rentable en término de costos (Balme *et al* 2009). La telemetría requiere de personal altamente calificado, además de los altos costos monetarios que implica la captura y adquisición de equipo
(Carrillo 2000). El foto trampeo permite la identificación de individuos con caracteres particulares, y es una técnica no invasiva que incurre costos moderados (Karanth y Nichols 1998, Balme *et al* 2009).

Este último método inicialmente fue desarrollado para el estudio de tigres (*P. tigris*) en la India (Karanth 1995), basándose en el marco de modelos de captura-recaptura (Seber 1982). Posteriormente adaptado por Silver *et al* (2004) en Belice Centroamérica, siendo el primer estudio que estima la abundancia absoluta de jaguares bajo el marco de esta metodología. En Bolivia Sur América Maffei *et al* (2004) aplico esta misma metodología obteniendo un exitoso resultado reportando una de las poblaciones más grandes reportada hasta la fecha. Soisalo y Cavalcanti (2006) combinaron en Brasil el foto trampeo con telemetría satelital, observando que la densidad obtenida mediante foto trampeo tiende a sobreestimar el número real de individuos, obteniendo un resultado biológicamente más preciso con telemetría satelital.

La relación temporal del jaguar con sus presas fue evaluada por Weckel *et al* (2006) en Belice mediante el uso de cámaras trampa y la colecta de excretas. Determinando que el jaguar consume presas de acuerdo a su disponibilidad, ya que a hora de emprender una cacería es más probable tener un encuentro con una presa abundante a costa de un menor esfuerzo. Observando un 62% de actividad nocturna que se traslapo con las presas que presentaron los mayores porcentajes de ocurrencia en sus excretas. Harmsen *et al* (2010) evaluaron a través de cámaras trampa como los patrones de actividad de las principales presas de jaguar y puma (*Puma concolor*) coincidieron durante 24 horas, observando que la actividad de los felinos descendía con las horas de mayor iluminación, donde las presas son menos vulnerables.

En el este de México se observo como el jaguar y el puma utilizaban lugares cercanos a los cuerpos de agua, concentrando sus picos de actividad entre las 5:00 y 8:00 horas, así como las 19:00 y las 22:00 horas (Monroy *et al* 2009). En Venezuela los jaguares mostraron ser más activos en horas de la noche, concentrando su actividad entre las 20:00 y 5:00 horas (Scognamillo *et al* 200), en Bolivia

también se observo un patrón similar durante el mismo lapso de tiempo, pero concentrando su actividad en dos periodos entre las 4:00 y 8:00 horas y las 16:00 y 20:00 horas (Maffei *et al* 2002).

En cuanto a dieta el jaguar ha sido caracterizado por ser un depredador oportunista, que consume un amplio espectro de presas de acuerdo a su abundancia (Weckel *et al.* 2006, Rabinowitz y Nottigham 1986), esto debido a que su tamaño y capacidad de mordida le permite consumir presas que para otros depredadores no son accesibles, como tortugas marinas (Seymour1989, Tröeng 2000).

Esta especie muestra una selección por presas específicas (Aranda 1994, Cascelli y Lewis 2007, Carrillo *et al.* 2009, Weckel *et al.* 2006), depredando presas de gran tamaño que representen un bajo costo energético en términos de captura y una buena recompensa en términos de biomasa (Cascelli y Lewis 2007, Carrillo 2000). En Centroamérica estas presas son el saíno (*Pecari tajacu*), y el chancho de monte (*Tayassu pecari*), siendo una importante parte de su dieta (Carrillo 2000, Aranda 1994, Garla 2001), mientras que en Pantanal Mato Grosso Brasil, el caimán (*Caiman yacare*) y el capibara (*Hydrochaeris hydrochaeis*) son dos de las presas seleccionadas por este felino (Cascelli y Lewis 2007).

Otras especies que han sido reportadas como presas del jaguar pero en menor proporción son cabro de monte (*Mazama americana*), danta (*Tapirus spp*), mono cara blanca (*Cebus capucinus*), mono araña (*Ateles spp*) Tepezcuinte (*Cuniculus paca*), Guatusas (*Dasyprocta punctata*), Cusuco (*Dasypus novemcinctus*), tortugas de agua dulce (*Podocnemis spp*), tortuga verde (*Chelonia midas*),tortuga lora (*Lepidochelys olivácea*), carey (*Eretmochelys imbricata*), y en algunos casos ganado bobino (Aranda1994 Carrillo *et al.* 1994, Carrillo *et al.* 2009, Weckel *et al.* 2006, Cascelli y Lewis 2007, Garla 2001, Emmons 1989, Hoogesteijn y Hoogesteijn 2005).

En lo que respecta a la distribución espacial del Jaguar, al igual que otros grandes carnívoros como tigres y leones responden a la disponibilidad y distribución de sus presas (Sunquist y Sunquist 2002 , Weckel *et al.* 2006). Sandell (1989) propone que para carnívoros los factores sociales de la especie y de su ambiente físico pueden causar que su distribución varié por la selección de presas sobre otra, ya que presas pequeñas puedan ser consumidas completamente de una sola vez, a diferencia de una presa de mayor tamaño. Estrategia que puede ser muy útil cuando hay presencia de múltiples conspecíficos en áreas circundantes que puedan afectar la eficiencia del forrajeo.

En Belice, Weckel *et al.* (2006) Definió el comportamiento del jaguar como depredador oportunista al comparar la frecuencia de ocurrencia en excretas de múltiples presas consumidas, contra la abundancia relativa de estas, observando la selección de presas de menor tamaño pero en mayor disponibilidad como tepezcuinte y armadillo, sobre otras presas de mayor tamaño como chancho de monte que ha sido identificada como una de las principales presas en sitios como Costa Rica (Carrillo 2000).

El jaguar en Costa Rica originalmente se encontraba distribuido por todo el país, sin embargo a la fecha, su distribución es muy restringida, lo que ha causando que estas poblaciones sean cada vez más vulnerables. Sáenz y Carrillo (2002) han definido como áreas prioritarias para la conservación de esta especie las poblaciones remanentes de la Cordillera de Talamanca, Parque Nacional Tortuguero, Zona Norte del Parque Nacional Braulio Carrillo, Península de Osa, Parque Nacional Santa Rosa, Parque Nacional Chirripó, Reserva Biológica Alberto Brenes Mesén y Zona Protectora Arenal/Monteverde. Los estudios poblacionales y ecológicos de jaguar y sus presas en Costa Rica han sido pocos y puntuales (Chinchilla 1997, Carrillo *et al.* 2000, Ramírez 2003, Salom 2005, Chavera 2005, González 2007, Bustamante 2008, Carazo 2009,Amit *et al* 2010), dentro de muchos de estos remanentes de ecosistemas altamente amenazados que concentran los relictos más importantes de estas poblaciones.

Carrillo *et al* (2000) evaluaron en la Reserva Forestal Golfo Dulce y el Parque Nacional Corcovado cambios y tendencias en poblaciones de mamíferos silvestres, a través de índices de abundancia obtenidos mediante conteos de huellas. Observando una mayor abundancia de felinos y mamíferos en el PNC. Además que el método basado en el registro de huellas resulto ser eficiente y barato para darle seguimiento a poblaciones de mamíferos silvestres. Chavera (2005) evaluó el estado de las poblaciones de felinos silvestres en la Península de Osa empleando exitosamente estos índices de abundancia a partir de conteo de rastros.

Dentro del Área de Conservación Guanacaste Amit *et al* (2009) utilizaron esta misma metodología para evaluar la relación entre la presencia de jaguar y sus presas, comprobando que la presencia de este felino aumenta entre mayor sea la abundancia relativa de mamíferos de más de 12 Kg. En el caso específico del Parque Nacional Santa Rosa Cabrera (1998) describió patrones de uso temporal y espacial de ojos de agua por parte de mamíferos mediante el empleo de índices de observación directa, describiendo los procesos que se llevan en los ojos de agua.

Ramírez (2003) estudio la abundancia relativa y el uso del hábitat por grandes felinos, observando que la mayoría de organismos tienden a agruparse en áreas con presencia de fuentes de agua, sin lograr determinar diferencias evidentes en las abundancias de jaguar y puma.

El uso de Cámaras trampa para el estudio de poblaciones de jaguar se empleo por primera vez en Costa Rica dentro del Parque Nacional Corcovado (Sarmiento 2004,Salom *et al.* 2007), permitiendo de esta forma obtener estimados de densidad poblacional en esta y otras partes del país. Mediante esta técnica actualmente se conoce la densidad de algunas poblaciones de jaguar en estado silvestre dentro del país; Parque Nacional Corcovado 6.98 individuos/ 100 Km^2 ± 0.57 (Salom 2007 *et al*),Parque Nacional la Amistad Caribe 5.42 individuos/100 Km^2(González 2007), y Área de Amortiguamiento del Parque Nacional Corcovado 2 ± 0.28 (Bustamante 2008), Faldas del Volcán Cacao y el Volcán Rincón de la Vieja 6.67 individuos/ 100 Km^2 ± 8.78 (Amit 2007),en el Parque Nacional Santa Rosa 2.85 individuos/ 100 Km^2 ± 1.17 donde se realizo una modificación a la metodología colocando cámaras en cuerpos de agua para maximizar la probabilidad de obtener foto capturas en el bosque seco (Alfaro 2006).

Otros estudios como el desarrollado por Carazo (2009) en el PNC han implementado el uso de índices fotográficos para evaluar tendencias en poblaciones de felinos con baja detección. Sáenz (2010) utilizo una aproximación más compleja desarrollada por Mackenzie *et al* (2006) que integra la detectabilidad y variación espacial , determinando a través de cámaras trampa la tasa de ocupación de distintos gremios alimenticios dentro de la Reserva Indígena Nairi Awari y Parque Nacional Barbilla .

En lo que respecta a distribución temporal en el PNC Carrillo *et al. (*2009) reportaron como los jaguares cambian sus patrones de actividad de acuerdo a los picos de actividad de sus principales presas. En este caso la tortuga marina debido a ser una presa fácil de capturar y que a su vez proporciona un cuantioso aporte de biomasa es una de las presas más consumidas junto con el chancho de monte, dentro del PNC (Carrillo 2000). Observando un patrón nocturno cuando hay disponibilidad de tortuga lora (*Lepidochelys olivácea*), y un patrón diurno cuando existe mayor disponibilidad de chancho de monte (Carrillo *et al.* 2009), coincidiendo de esta forma con Rabinowitz y Nottingham (1986) que describen los movimientos y actividad del jaguar en función de sus principales presas.

Los hábitos dietarios de jaguar y otros felinos en los trópicos han sido muy limitados, y Costa Rica no es la excepción. En el PNC Chinchilla (1997) comparo la dieta de jaguar, puma y ocelote (*leopardus pardalis*), durante la estación seca y lluviosa, determinando que el diámetro de las excretas de ocelote son de menor tamaño y no así las de jaguar y puma. Por otra parte en los contenidos fecales se observo que las presas más frecuentes del jaguar fueron el chancho de monte y la iguana (*Iguana iguana*), reportando consumo nada despreciable de otras presas de menor tamaño. En cuanto al puma su alimentación se concentro en el conjunto de primates (*Alouatta palliata ,Ateles geoffroyi* y *Cebus capucinus*) y roedores, mientras que el ocelote concentro su dieta en roedores, aves y pequeños reptiles.

JUSTIFICACIÓN

El área de Conservación Guanacaste (ACG) es uno de los sitios importantes para la conservación del jaguar y otros felinos en Costa Rica. Dentro de este bloque de áreas de conservación se encuentra el Parque Nacional Santa Rosa (PNSR) y el Parque Nacional Guanacaste (PNG), áreas que protegen el relicto de bosque seco más grande de Costa Rica. Además de ser sitios que han sido precedidos por un particular esfuerzo de regeneración ecológica y manejo de hábitat iniciado a principios de los setentas (Jensen 1988), siendo un enfoque controversial, por la discordancia hacia las prácticas tradicionales que el departamento de parques nacionales había promovido hasta entonces.
Cuarenta años después de esta iniciativa, funcionarios y personal del PNSR mencionan que el efecto de la recuperación de la cobertura vegetal es evidente, afirmando que el numero de presas y avistamientos de felinos ha incrementado en los últimos años (observ. pers.), no obstante no se cuenta con información que respalde dichas afirmaciones.

A la fecha, el estado y la tendencia poblacional del jaguar y sus presas dentro del ACG es incierta y los estudios de los que se disponen son escasos (Ramírez 2003,Amit 2007, Alfaro 2006), disponiendo de poca información que asista una decisión de manejo, que pueda contribuir a reducir las amenazas y conflictos que enfrentan estas poblaciones de felinos dentro y fuera de áreas silvestres protegidas (Amit *et al.* 2009).

Siendo así, el estudio de especies que demandan altos estándares de integridad eco sistémica un indicador del estado de ese ambiente, permitiendo comprender a través de esa especie el estado y dinámica de otras (Simberloff 1998). Por lo que el seguimiento continuo de los felinos en conjunto con sus presas permitirá ayudar a comprender la dinámica y adaptación a los procesos de regeneración dentro del PNSR, que corresponde a una pequeña fracción del 4% de áreas que han sido protegidas a lo largo del rango de distribución natural del jaguar (Rabinowitz y Zeller 2010).

Surgiendo así la necesidad de evaluar cambios en abundancia del depredador y sus presas, y determinar los patrones de dieta de los felinos presentes en el PNSR, con el fin de proponer medidas de manejo sobre esas presas y sitios.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la relación del jaguar (*Panthera onca*) y otros felinos con respecto a sus presas potenciales dentro del Parque Nacional Santa Rosa en el Área de Conservación Guanacaste.

Objetivos específicos

- Calcular la abundancia relativa del jaguar, otros felinos y sus presas mediante el método de cámaras trampa y conteo de rastros en el Parque Nacional Santa Rosa.

- Determinar la actividad temporal del jaguar otros felinos y sus presas dentro del Parque Nacional Santa Rosa.

- Cuantificar la dieta del jaguar y otros felinos a través de excretas, en el Parque Nacional Santa Rosa.

ÁREA DE ESTUDIO

Dentro de la red de áreas protegidas del ACG se encuentra el PNSR que fue establecido con el decreto Ejecutivo No 1562-A en 1971, ubicado a aproximadamente 35 kilómetros al norte de Liberia sobre la carretera interamericana Norte (Boza 1992).

La media anual de precipitación varia de los 900 a 2000 mm , registrando una temperatura media anual que oscila entre los 16 y 38 C°, presentando dos estaciones bien marcadas la seca de diciembre a abril y la lluviosa de mayo a noviembre. En el PNSR pesé a que la mayoría de sus bosques fueron alterados y eliminados para ser dedicados a otras actividades productivas como ganadería y agricultura, hoy en día conserva algunos parches de bosque casi intactos resguardando una buena porción de flora y fauna originaria (Jensen 1986). Adicionalmente el PNSR presenta la particularidad de estar precedido por un proceso de manejo de hábitat y regeneración ecológica desde mediados de los ochentas, donde se han recuperado zonas anteriormente ocupadas con pastizales de jaragua (*Hyparrhenia rufa*), permitiendo acelerar el establecimiento de la sucesión secundaria (Jensen 1988).

En el PNSR están presentes poblaciones silvestres de; venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), saíno (*Pecari tajacu*), tepezcuinte (*Cuniculus paca*), guatusa (*Dasyprocta punctata*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*) , danta (*Tapirus bairdii*), entre otros (Ramírez 2003, Alfaro 2006). Además que dentro del PNSR también se localiza la playa Nancite, que da lugar a las arribadas de tortuga lora (*L. olivácea*) identificada previamente como presa del jaguar (Carrillo *et al.* 2009).

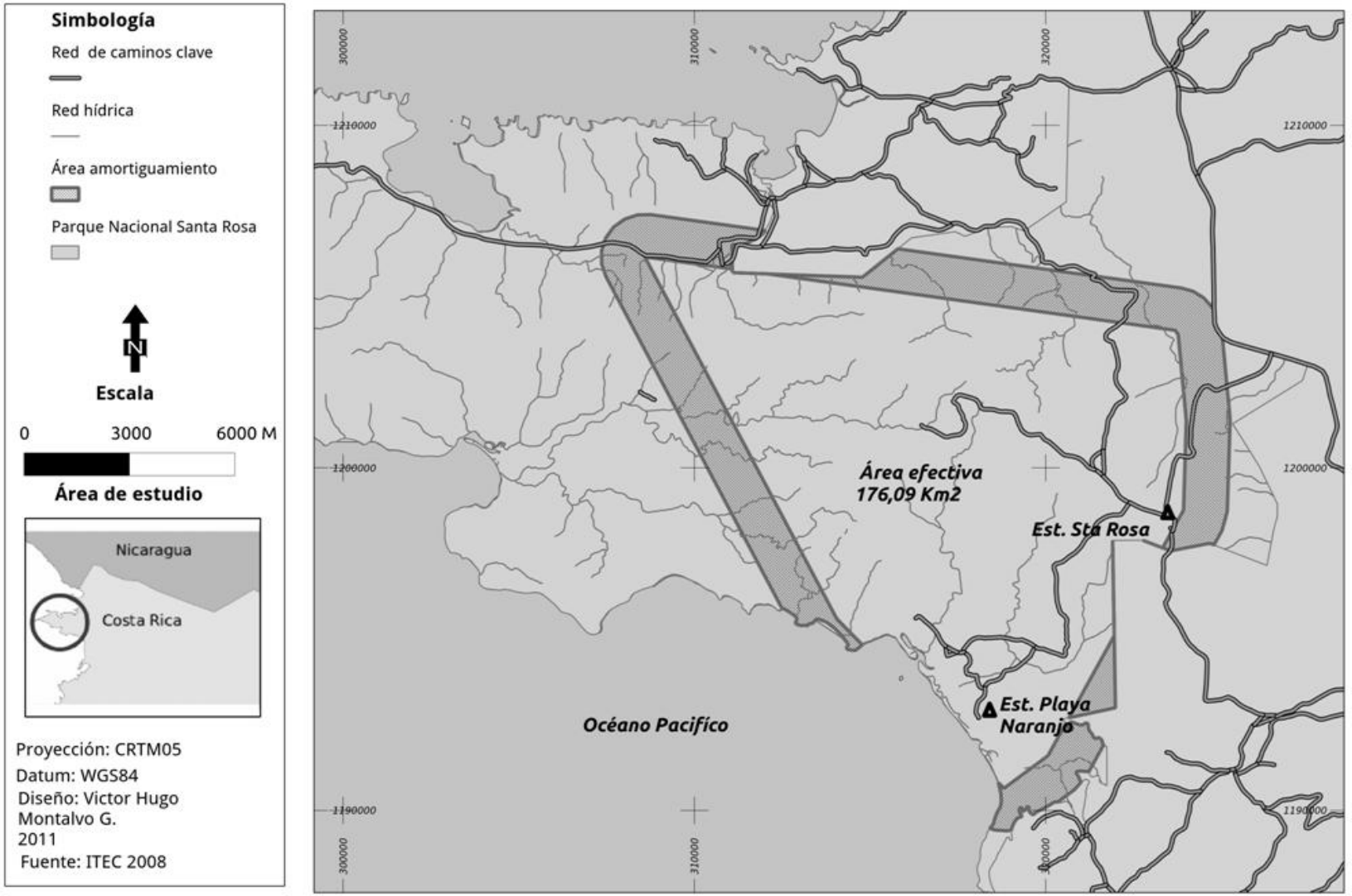

Fig 1. Ubicación del área de estudio dentro del Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011

METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó durante los meses de febrero a agosto del 2011. Empleando el método de cámaras trampa de febrero a mayo y el conteo de rastros de mayo a agosto (para el cálculo de abundancia relativa de jaguar, otros felinos y presas potenciales).

Índices de abundancia relativa para jaguar, otros felinos y presas potenciales mediante conteo de rastros.

Registro de rastros de jaguar, otros felinos y sus presas potenciales

Para determinar los índices de abundancia relativa del jaguar y sus presas dentro del PNSR se realizó un recorrido por mes sobre 7 senderos dentro del PNSR (Fig 2.), previamente muestreados por Ramírez (2003) en el 2001. Cada recorrido se realizo caminando a paso lento (1 km/h) en busca de signos de presencia animal como huellas, excretas y observaciones directas (Aranda 2000). Se registró como un rastro animal cualquier signo (huellas, excretas, y marcas) o conjunto continuo de pistas sobre el camino. Posteriormente los senderos muestreados, se georeferenciaron y midieron con un receptor de GPS (en inglés, Global Position System).

Cuadro 1. Características y longitud de senderos muestreados. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011

Sendero	Long. (Km)	Características
Cafetal	5.7	Recorre remanentes de bosque siempre, bosques ribereños y bosque semi caducifolio.
Mesas	3.5	Presenta zonas de bosque caducifolio, y pequeños remanentes de bosque siempre verde hasta llegar al límite del PNSR
Chiringón	3.82	Recorre zonas de bosque ribereño y bosque caducifolio que llega hasta el límite del PNSR.
Borrachos	1.24	Cruza parches de bosque caducifolios y pequeños charrales con arboles aislados.
Corta fuego los perros	5.4	Paralelo a un cortafuego recorre zonas con pastizales de jaragua, charrales y bosque semi caducifolio
Palo seco	1.24	Comprende una zona de manglar, bosques ribereños y semi caducifolios
Carbonal	4.54	Atraviesa zonas de manglar, bosque semi caducifolio, caducifolio y bosques ribereños, paralelo a Playa Naranjo

Cálculo de abundancia relativa de jaguar, otros felinos y presas potenciales mediante conteo de rastros

Para estimar la abundancia relativa de jaguar y sus presas potenciales. Se consideraron como presas potenciales especies que han sido reportadas dentro de la dieta del jaguar en la bibliografía. Posteriormente para el cálculo del índice de abundancia relativa a partir de pistas, se dividió el número total de pistas registradas entre los kilómetros recorridos (Ec.1), para cada especie. Expresando los resultados como número de pistas por kilómetro recorrido para cada sendero.

$$\sum fs n = I.A \quad \text{(Ec.1)}$$

Donde:

fs: Registro de pistas por especie

n: Total de km recorridos

I.A.R : Índice Abundancia Relativa

Análisis de datos

Luego de haber colectado los datos de campo, se agruparon las especies registradas en el 2001 y el 2011 en gremios alimenticios (Véase Cuadro2.). Realizando los cálculos de abundancia relativa para cada gremio y su respectivo año en una hoja digital de Microsoft Excel 2007 (1985-2007, Microsoft Corporation).

Para comparar cambios en los índices de abundancia de los dos muestreos puntuales para el año 2001 y 2011 de acuerdo a su gremio. Se aplico un análisis de varianza (ANDEVA), evaluando previamente el supuesto de homogeneidad de varianza mediante un gráfico de cajas, y la aplicación de una prueba de Bartlett, el supuesto de normalidad se evaluó mediante una prueba de Shapiro-Wilk, ejecutando todas las pruebas estadísticas mediante el software estadístico R 2.6.12 (R Development CoreTeam 2011).

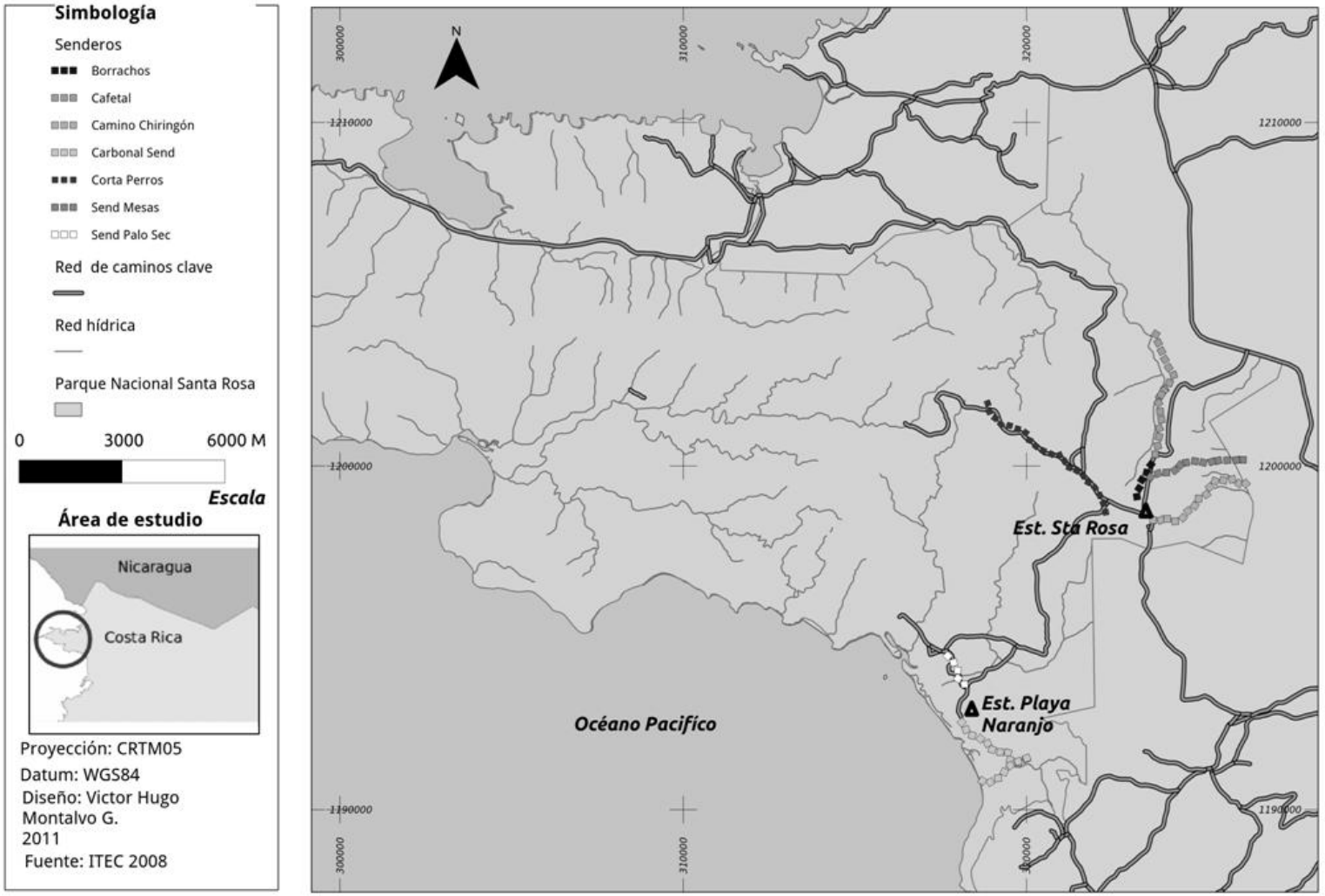

Fig 2. Ubicación de senderos muestreados mediante conteo de rastros en dos muestreos puntuales Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica 2001-2011.

Índices de abundancia relativa para felinos y, presas potenciales mediante Cámaras trampa

Capturas de felinos y, presas potenciales mediante cámaras trampa

Para determinar los índices poblacionales se colocaron 13 estaciones de foto captura compuestas por una cámara digital (Tasco Modelo:119215 ®) sobre cuerpos permanentes de agua de febrero a mayo en la época seca. Por lo tanto, los cuerpos de agua donde se colocaron las estaciones de foto captura en el año 2011, correspondieron a los mismos sitios de muestreo utilizados por Alfaro (2006) dentro del PNSR.

Cada estación de captura fue revisada en un lapso de 22 días para extraer información y realizar reemplazo de baterías en caso de que fuera necesario. En cuanto a los registros de captura se definió como una fotografía efectiva el primer registro de un felino o presa potencial por día de muestreo.

Cálculo de abundancia relativa para felinos y, presas potenciales mediante cámaras trampa

Para estimar el índice de abundancia relativa con el método de cámaras trampa se procedió a dividir el número total de capturas efectivas entre el número total de días de muestreo por estación (Ec.2), expresando el consciente como número de capturas por especie entre días de muestreo.

(Ec.2)

$$\sum Ce / Dm = I.A.R$$

Ce: capturas efectivas por especie (todo registro único o múltiple de presencia dentro de las 24 horas de un día se definió como una captura efectiva)

Dm: Esfuerzo de muestreo en días

I.A.R: Índice Abundancia Relativa

Análisis de datos

Los datos tabulados se ingresaron en una hoja digital de Microsoft Excel 2007 (1985-2007, Microsoft Corporation) para proceder a realizar los cálculos de abundancia relativa. El análisis estadístico se realizó mediante el uso del software estadístico R 2.6.12 (R Development Core Team 2011)) empleando el paquete Boot, agrupando las especies registradas en gremios alimenticios (véase Cuadro 2.).

Posteriormente se evaluó la evidencia estadística mediante una prueba bootstrap (Efron 1993), para determinar si existía diferencia entre los IAR del año 2006 y el 2011.

Actividad temporal de jaguar, otros felinos y sus presas mediante cámaras trampa.

Para evaluar la distribución temporal de felinos y sus presas se utilizaron los registros temporales de cada captura, durante 24 horas incluyendo la totalidad de los videos en el análisis.

Análisis de datos

Para facilitar el análisis de los datos se agruparon todos los registros de presas en gremios alimenticios, incluyendo al jaguar, puma y ocelote en el gremio felinos. Se fraccionaron las 24 horas del día en 4 periodos; nocturno (18:31 – 5:00), crepuscular diurno (5:01 – 6:30), diurno (6:31-17:00) y crepuscular nocturno (17:01 – 18:30) para una mejor comprensión. Para evaluar diferencias entre la distribución temporal del gremio felinos con otros gremios alimenticios se aplico una prueba de homogeneidad de Rao's para evaluar diferencias entre dos distribuciones circulares (Rao y SenGupta 2001). Para realizar los cálculos estadísticos se empleo el paquete Circular mediante el software estadístico R 2.6.12 (R Development Core Team 2011)).

Patrones de dieta de Jaguar y otros felinos mediante análisis de excretas en el PNSR.

Durante los recorridos realizados de febrero a septiembre del 2011 se colectaron e identificaron excretas de jaguar, puma y ocelote en una bolsa plástica tipo ziploc, registrando la localidad geográfica mediante un sistema de GPS, para su posterior análisis.

Análisis de componentes en excretas

El primer paso para el procesamiento de cada excreta consistió en colocarla en remojo con detergente en un recipiente por 4 horas. Después mediante el uso de guantes y un juego de 6 tamices con graduaciones de; 4mm, 3mm, 2mm, 1mm, 0.5mm y 0.25 mm, se procedió a través de un lavado constante a separar sus componentes de manera manual, repitiendo la acción hasta que el agua saliera limpia a través del último tamiz.

Una vez realizado el proceso de cribado y lavado de las excretas se extrajo material remanente como; pelos, pesuñas, restos de tejidos entre otros. Este material fue colocado en un papel de filtro y se sometió a un proceso de secado a 70° grados Celsius durante 2 horas. Con la muestra seca se identificaron los restos de mayor tamaño a simple vista, y en los casos que fue necesario se utilizo un estereoscopio para comparar con colecciones existentes. En cuanto a los restos de menor tamaño como pelos presentes en la muestra, estos se prepararon en un portaobjetos, para ser identificados mediante un microscopio utilizando la guía ilustrada de pelos elaborada por Juárez *et al* (2007). Expresando los resultados como porcentajes de ocurrencia (% Oc).

(Ec.3)

$$\%Oc = Oc_s / n * 100$$

Oc_s*:* número de excretas en las que aparece una especie presa

n: numero de excretas analizadas

% Oc: porcentaje de ocurrencia de una especie presa

Adicionalmente se aplico una prueba de χ^2(chi cuadrado) con un gráfico de mosaico mediante el paquete “VCD”, para evaluar si existían diferencias entre las proporciones de las presas consumidas por clases de peso(<5 kg, 5<15 kg, 15<30 kg, 30 kg <).

RESULTADOS

Índices de abundancia relativa para jaguar, otros felinos y presas potenciales mediante conteo de rastros

Se recorrieron un total de 142.32 km en el año 2011, comparando este conjunto de datos con los 172.32 Km recorridos por Ramírez (2003) en el año 2001, detectando un total de 17 especies en ambos puntos de muestreo (Cuadro2.), observando que únicamente la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus)* no fue detectada en el muestreo del 2011. De manera general se registro una taza de avistamiento para rastros en el 2001 de 9.005 registros/Km y 6.644 registros/Km para el 2011.

Cuadro 2. Registro de especies detectadas mediante conteo de rastros sobre principales senderos dentro del Parque Nacional Santa Rosa ,Guanacaste, Costa Rica,2001 y 2011.

Especie	**Nombre común**	**Orden**	**Familia**	**Gremio**
Pecari tajacu	Saíno	Artiodactyla	Tayassuidae	Herbívoro
Odocoileus virginianus	Venado	Artiodactyla	Cervidae	Herbívoro
Tapirus bairdii	Danta	Perissodactyla	Tapiroidea	Herbívoro
Panthera onca	Jaguar	Carnivora	Felidae	Carnívoro
Puma concolor	Puma	Carnivora	Felidae	Carnívoro
Leopardus pardalis	Ocelote	Carnivora	Felidae	Carnívoro
Leopardus wiedii	Causel	Carnivora	Felidae	Carnívoro
Nasua narica	Pizote	Carnivora	Procyonidae	Omnívoro
Canis latrans	Coyote	Carnivora	Canidae	Omnívoro
Didelphis marsupialis	Zorro pelón	Didelphimorphia	Didelphidae	Omnívoro
Sylvilagus floridanus	Conejo	Lagomorpha	Leporidae	Herbívoro
Procyon lotor	Mapachín	Carnivora	Procyonidae	Omnívoro
Cuniculus paca	Tepezcuinte	Roentia	Agoutidae	Frugívoro
Dasyprocta punctata	Guatusa	Roentia	Agoutidae	Frugívoro
Crax rubra	Pavón	Galliformes	Cracidae	Frugívoro
Conepatus semistriatus	Zorrillo	Carnivora	Mustelidae	Omnívoro
Cebus capuchinus	Mono cara blanca	Primates	Cebidae	Omnívoro
*Urocyon cinereoargenteus**	Zorra gris	Carnivora	Canidae	Omnívoro

*Detectado únicamente en el 2001

En cuanto a los Índices de abundancia relativa (IAR) por gremio para carnívoros y sus presas se observa de forma gráfica (Fig 3.) que existe homogeneidad de varianza (Gl=3, P= 2.2 $^{e-16}$) no obstante el gremio herbívoro muestra un grupo de valores aislados que puedan estar influyendo en la heterogeneidad de este caso en particular. Sin embargo los datos mostraron una distribución normal, no violando este supuesto (P= 2.2 $^{e-16}$).

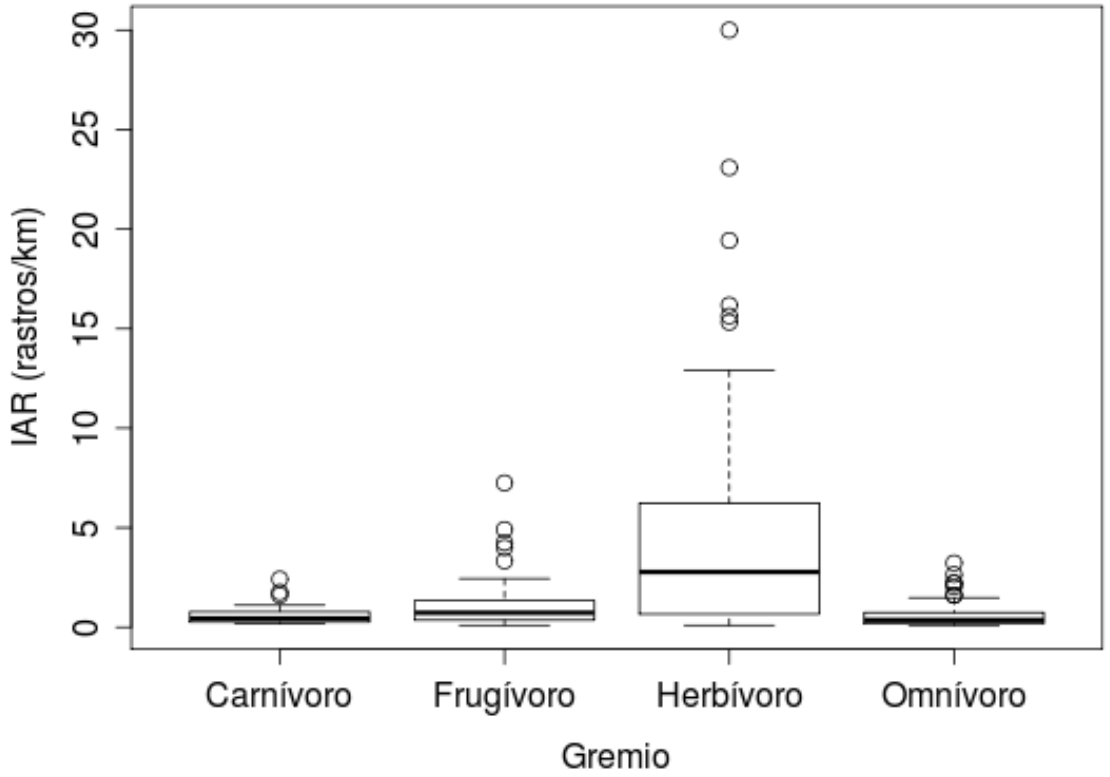

Fig 3. Gráfico de cajas que muestra la varianza y normalidad del IAR (rastros/km) de acuerdo al gremio alimenticio. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011

En lo que respecta a los resultados del ANDEVA de acuerdo al criterio de información de Akaike el modelo que mostró mayor evidencia estadística fue el mod1 (CIAc 1620.5), que incluye la interacción de los gremios por año (Cuadro 3.), distando del modelo nulo(modnull) en una magnitud de ΔCIAc 76.2 ,por lo que de acuerdo Anderson (2002) cuando un modelo difiere del que tiene mayor soporte empírico en una magnitud superior a ΔCIAc 14, existe una evidencia estadística plausible para afirmar diferencias evidentes entre ambos modelos.

Cuadro 3. Resultado ANDEVA para el IAR (rastros/km) por gremio alimenticio y por periodos. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011.

Modelo	**CIAc**	**Gl**	**ΔCIAc**	**Peso**	**Valor de P**
mod1 (IAR~**gremio* año)**	1620.5	9	0	0.823	0.0492
mod2 (IAR~**gremio)**	1623.6	5	3.1	0.177	2.2^{e-16}
modnull(IAR~ **1)**	1696.8	2	76.2	<0.001	

El promedio de IAR de 2001 a 2011 para carnívoros (Fig 4.) mostró un incremento 0.425 IAR (IC: 0.348 - 0.513), 0.851 IAR (CI: 0.600 – 1.351), misma tendencia que mostro el gremio Omnívoro (Fig 4.) para el periodo del 2001 al 2011 donde los promedios de los IAR aumentaron 0.434 IAR (IC: 0.335-0.526), 0.912 IAR (CI: 0.642 – 1.244). El IAR del gremio frugívoro en el periodo del 2001 al 2011 indica un descenso 1.191 IAR (IC: 0.945-1.516), 0.822 IAR (CI: 0.592 – 0.908), patrón similar al que muestra el gremio herbívoro donde las medias del IAR del 2001 al 2011, tendieron a disminuir 5.456 IAR (IC: 3.966 -7.313), 3.530 IAR (CI: 2.794 – 4.320).

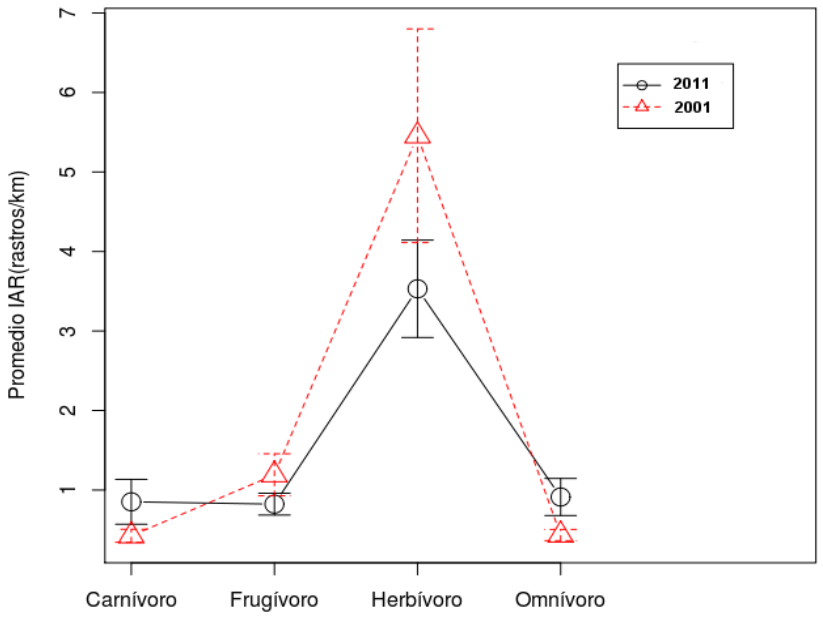

Fig 4. Gráfico de interacción del IAR (rastros/km) por año de acuerdo al gremio alimenticio, con intervalo de confianza al 95%. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011.

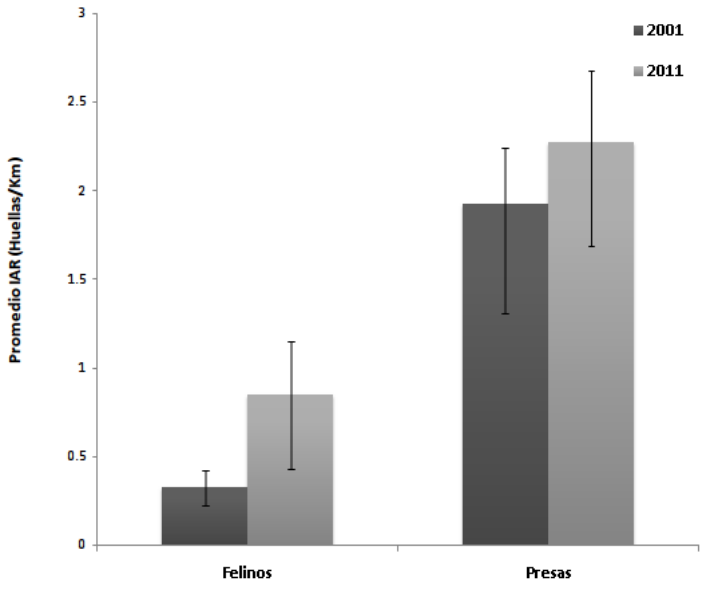

Fig 5. Gráfico promedio de IAR e intervalo de confianza a un 95% del IAR (rastros/km) para felinos y sus presas. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011.

Se observa en la Figura 5. qué el promedio de rastros de felinos registrados mostró un evidente aumento en el IAR de 0.425 rastros/km (IC: 0.323 -0.528) a 0.855 rastros/km (IC: 0.552 – 1.270). El IAR general de presas muestra la misma tendencia de 2.240 rastros/km (IC: 1.927 -2.862) a 2.271 rastros/km (IC: 1.861 – 2.852), sin embargo las presas no cuentan con suficiente evidencia estadística para determinar cambios en los índices de rastros para los periodos evaluados.

En cuanto carnívoros (Fig 6.), el jaguar registro un incremento en el IAR promedio de 0.497 rastros/km (IC: 0.286 – 0622) a 1.196 rastros/km (IC: 0.721 -1.853), en cuanto al puma (el IAR disminuyó de 0.366 rastros/km (IC: 0.182-0.527) a 0.22 rastros/km (IC: falto info), finalmente el IAR para ocelote aumentó de 0.359 rastros/km (IC: 0.227- 0402) a 0.485 rastros/km (IC: 0.266- 0.705).

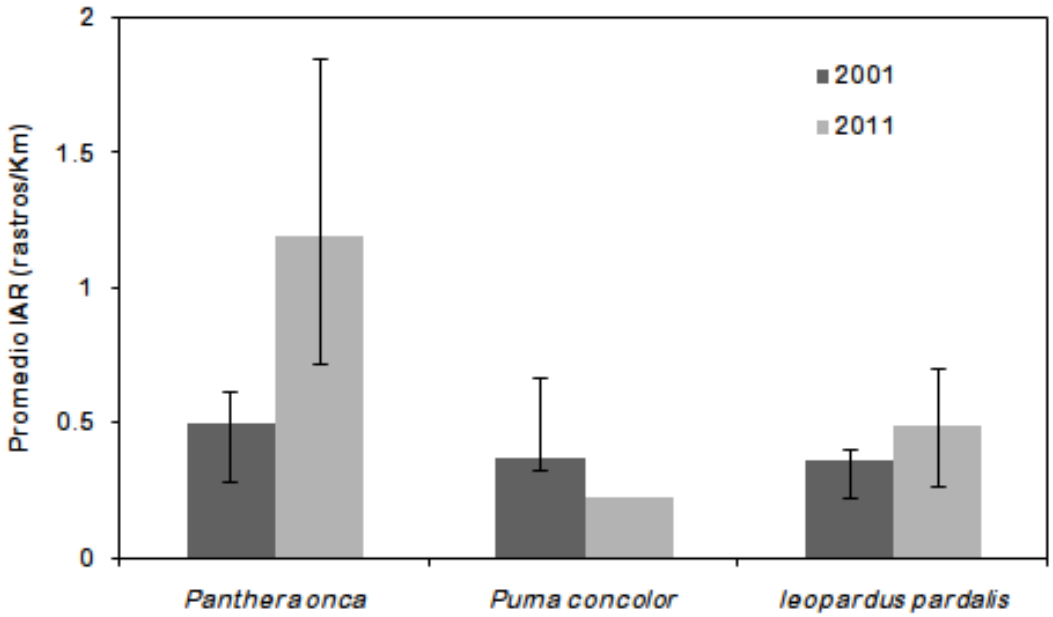

Fig 6. Gráfico promedio e intervalo de confianza a un 95% del IAR (rastros/km) por año para Felinos. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2001 y 2011.

Índices de abundancia relativa para felinos y presas potenciales mediante cámaras trampa.

El área de muestreo cubierta por cámaras trampa en dos muestreos puntuales durante el 2006 y 2011 correspondió a 176.09 km^2 (Fig 8.), empleando como radio de referencia una distancia máxima de captura de 1.25 km (Alfaro 2006). El primer esfuerzo de muestreo realizado por Alfaro (2006) se culminó con un total de 553 noches trampa, y un segundo esfuerzo en el 2011 con un total de 588 noches de muestreo.

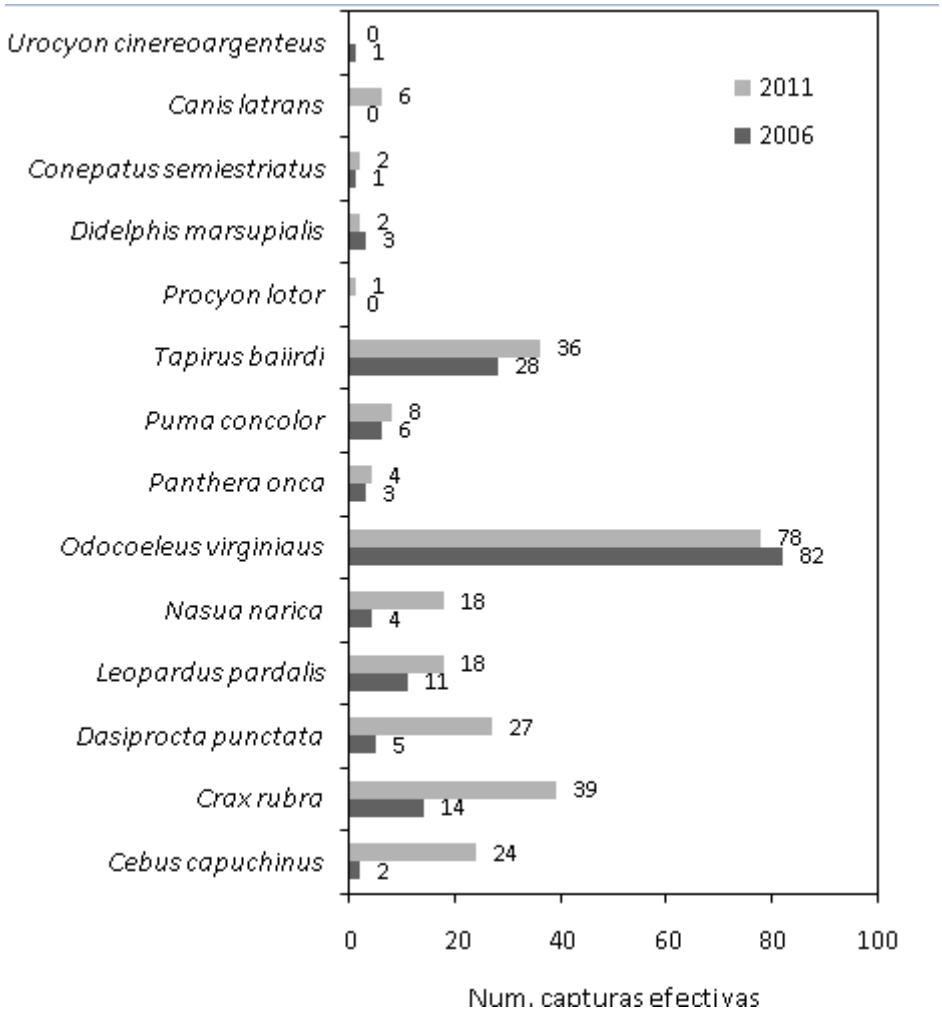

Fig 7. Gráfico total de capturas efectivas por especie. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2006 y 2011.

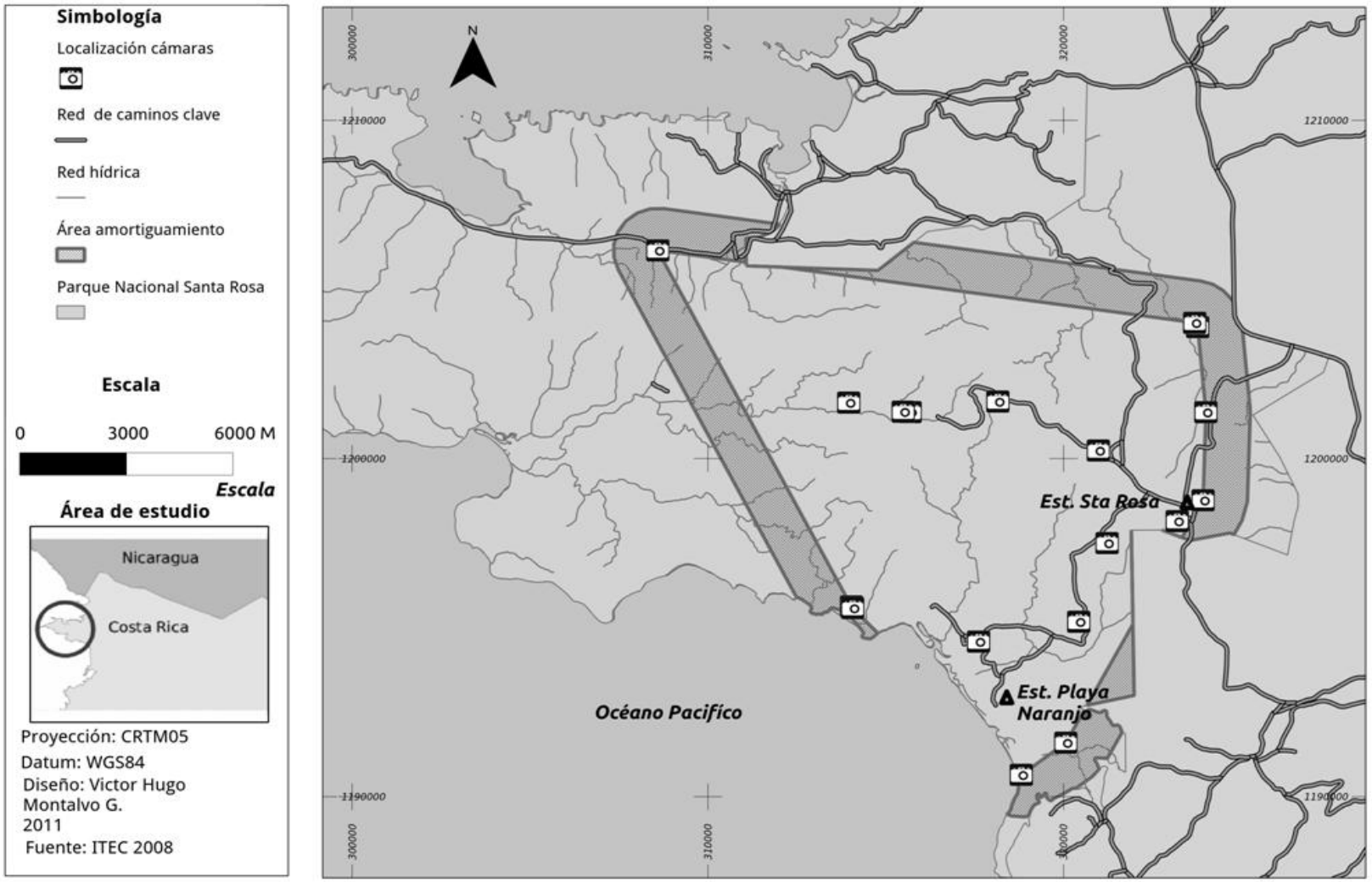

Fig 8.Disposición de las cámaras trampa dentro del área de estudio (176.09 km^2). Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica,2011.

El total acumulado de capturas efectivas para el 2006 fue de 160 fotografías, registrando una tasa de captura de 0.289 Capturas efectivas /día, así mismo en el 2011 el total acumulado de video capturas efectivas fue de 263 para una tasa de captura de 0.447 Capturas efectivas /día. Adicionalmente (Fig 7.) se observo que para el 2006 las especies que registraron un mayor número de capturas fueron el venado (*O. virginianus*) con 82 capturas y la danta (*T. bairdii*) con 28 capturas, de igual forma en el 2011 las mismas especies encabezaron la mayoría de capturas donde 78 correspondieron a venado y 36 a danta. Las especies que no fueron detectadas en los ojos de agua durante el 2006 fueron el coyote (*C. latrans*) y el mapache (*P. lotor*), mientras que en el 2011 únicamente la zorra gris (*U. cinereoargenteus*) no fue detectada.

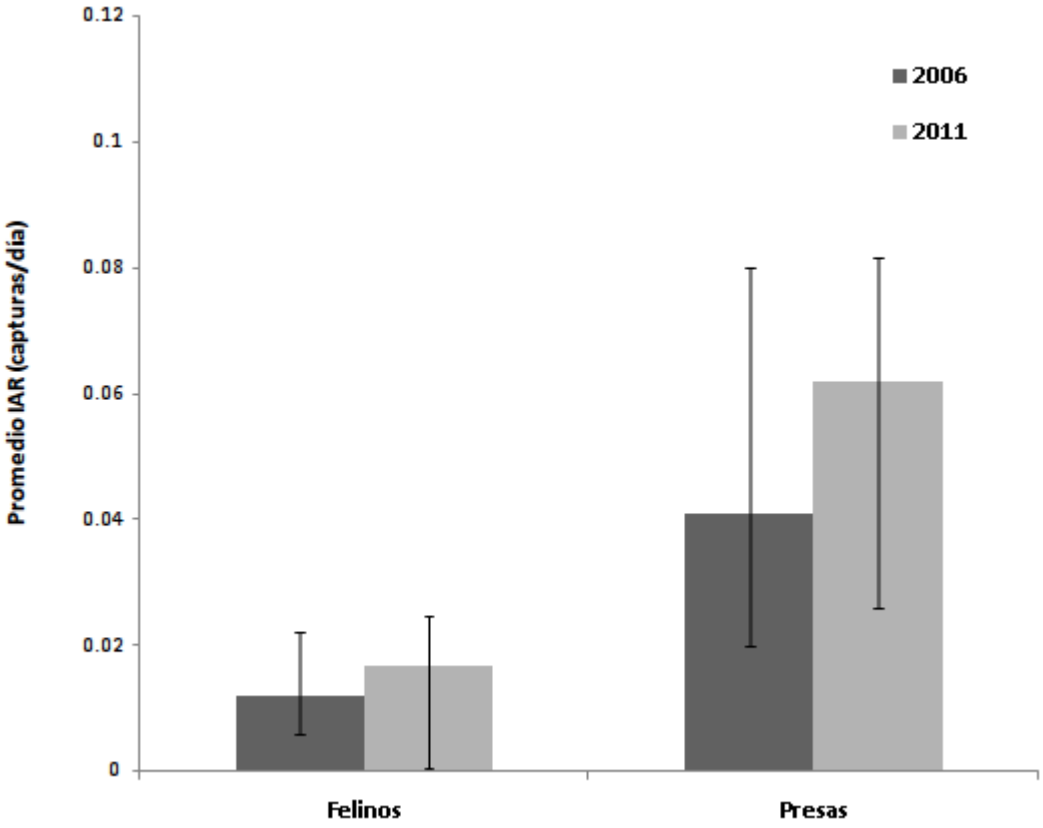

Fig 9. Gráfico promedio de IAR e intervalo de confianza Bootstrap a un 95% del IAR (capturas/día) para felinos y sus presas. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2006 y 2011.

.

El IAR (capturas/día) general para felinos (Fig. 9.) mostró un patrón de aumento de un 0.012 IAR (IC: 0.006 - 0.022) a un 0.017 IAR (CI: 0.009 – 0.033), misma tendencia para las presas de un

0.041 IAR (IC: 0.020-0.080) a 0.062 IAR (CI: 0.043– 0.101) en un lapso de 5 años, sin observar suficiente evidencia estadística para determinar cambios en los dos periodos para felinos y presas, discrepando del método de conteo de rastros que mostró suficiente evidencia estadística para determinar cambios únicamente en el gremio de felinos. (Fig5.)

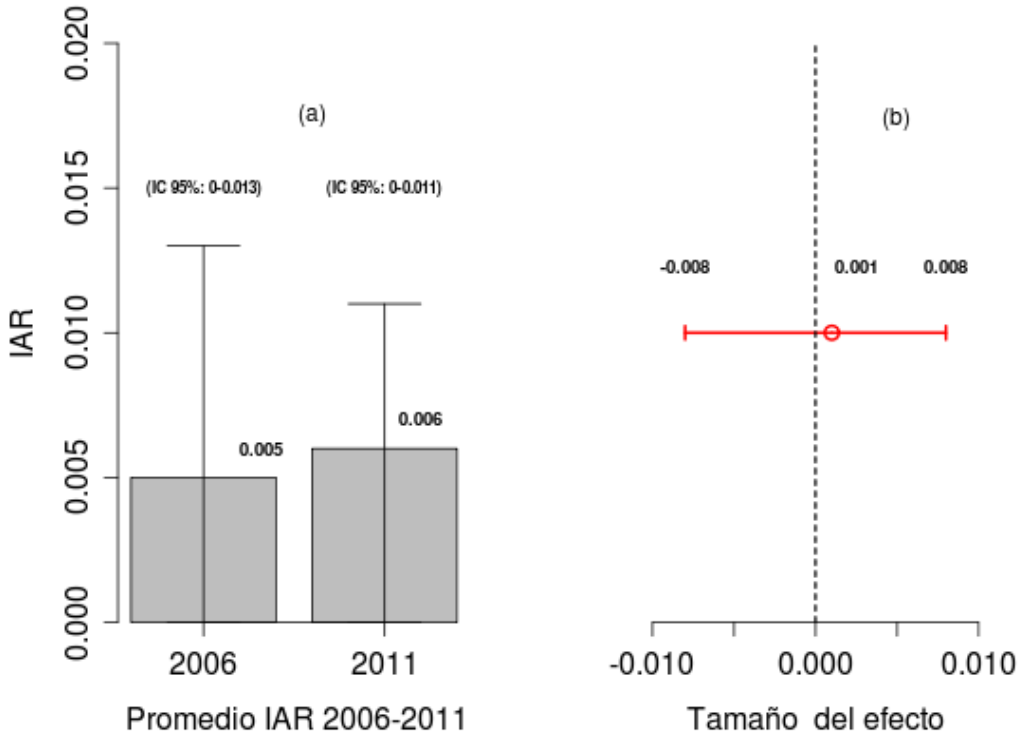

Fig 10. (a) IAR promedio de jaguar 2006 -2011 e intervalo de confianza Bootstrap 95% , (b) Prueba Bootstrap para la diferencia de las medias del IAR de jaguar 2006-2011. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2006 y 2011.

Para el jaguar se observa (Fig 10. (a)) un ligero aumento en el IAR de 0.005 (IC:0- 0.013) a 0.006 (IC: 0- 0.013), no obstante(Fig 10. (b)) el tamaño del efecto para la diferencia de las medias (IC:-0.008 – 0.008) no mostró suficiente evidencia estadística. Sin embargo en el periodo 2006, en la misma área de estudio, únicamente se lograron identificar de manera individual únicamente dos hembras, mientras que en 2011 se identificaron dos hembras, dos machos y un individuo de sexo no determinado (Cuadro 4.), todos distintos de los individuos registrados previamente por Alfaro (2006).

Cuadro 4. Registro Individual de jaguares mediante patrones de manchas en el 2011 .Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, y 2011.

Fecha captura	ID	Sexo	Condición
03/24/11	JNI1	No identificado	
03/27/11	JMN1	M	Adulto juvenil
04/05/11	JHN1	H	Adulto
04/06/11	JH	H	Adulto
07/17/11	JMC1	M	Adulto juvenil

* Individuos registrados en el 2006 y el 2011

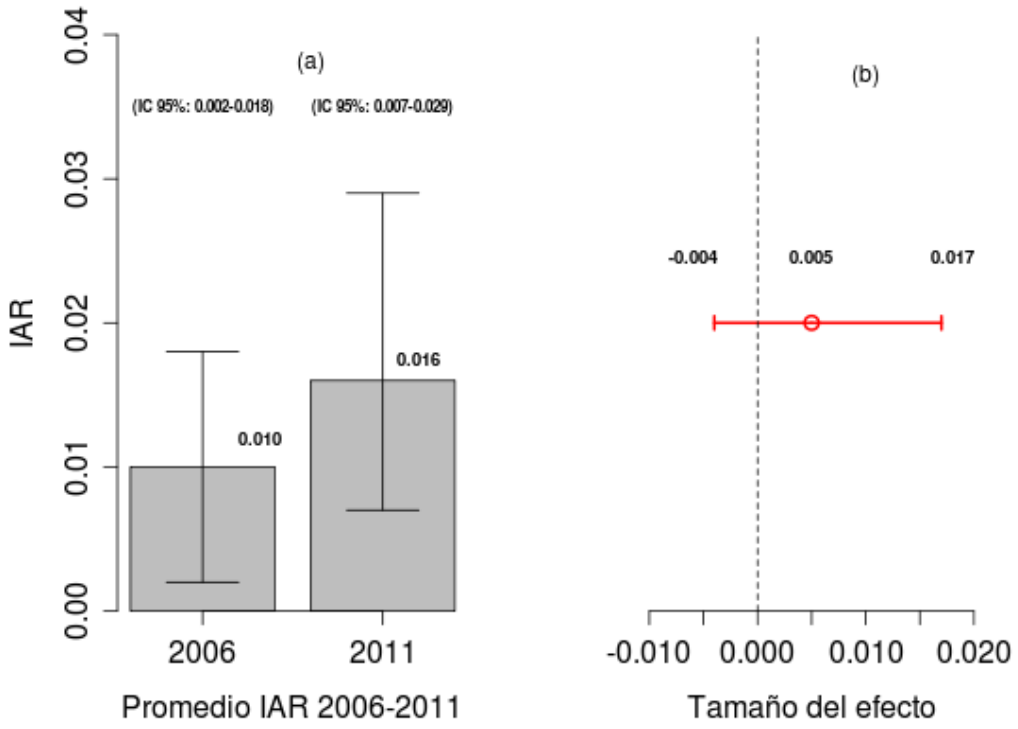

Fig 11. (a) IAR promedio de puma 2006 -2011 y intervalo de confianza Bootstrap 95%, (b) Prueba Bootstrap para la diferencia de las medias del IAR de puma 2006-2011. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2006 y 2011.

Para el puma se observó (Fig 11. (a)) un ligero aumento del IAR de 0.010 (IC: 0.002- 0.018) a 0.016 (IC: 0.007- 0.029), no obstante (Fig 11. (b)) el tamaño del efecto para la diferencia de las medias (IC:-0.004 – 0.017) no mostró suficiente evidencia estadística.

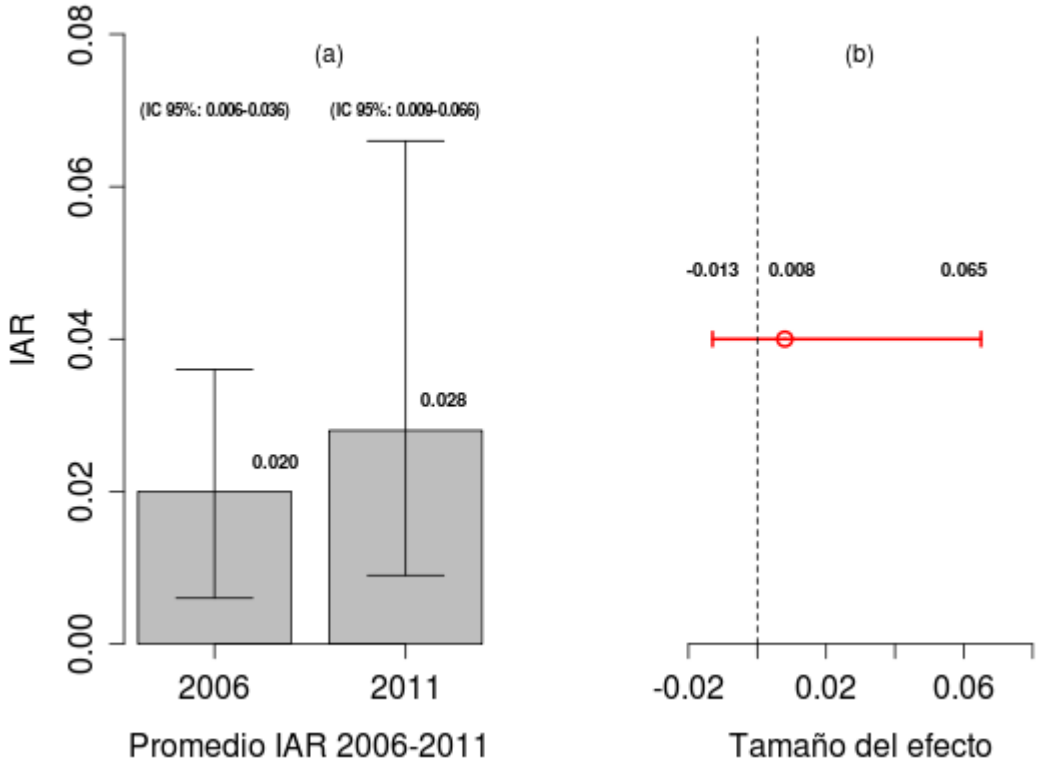

Fig 12. (a) IAR promedio de ocelote 2006 -2011 y intervalo de confianza Bootstrap 95%, (b) Prueba Bootstrap para la diferencia de las medias del IAR de ocelote 2006-2011. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2006 y 2011.

Para el ocelote se observó un aumento del IAR de 0.020 (IC: 0.006- 0.036) a 0.028 (IC: 0.009-0.066), no obstante (Fig 12. (b)) el tamaño del efecto para la diferencia de las medias (IC:-0.013 – 0.065) no mostro suficiente evidencia estadística, patrón que fue consistente con el método de conteo de rastros.

Actividad temporal de jaguar, otros felinos y sus presas mediante cámaras trampa.

El gremio de los frugívoros concentró el 73% de su actividad en el periodo diurno, utilizando en menor proporción las horas de la noche (2%). Los herbívoros por su parte mostraron el mayor pico de actividad en horas de la noche (55%), siendo el periodo crepuscular nocturno el momento del día de menor actividad (7%) para este gremio. Los omnívoros por su parte permanecieron activos el 73% del periodo diurno, mostrando el mismo patrón de actividad que el gremio frugívoro. Los felinos concentraron el 84 % de su actividad en horas del periodo nocturno, coincidiendo con el pico de actividad del gremio herbívoro (Fig 13.).

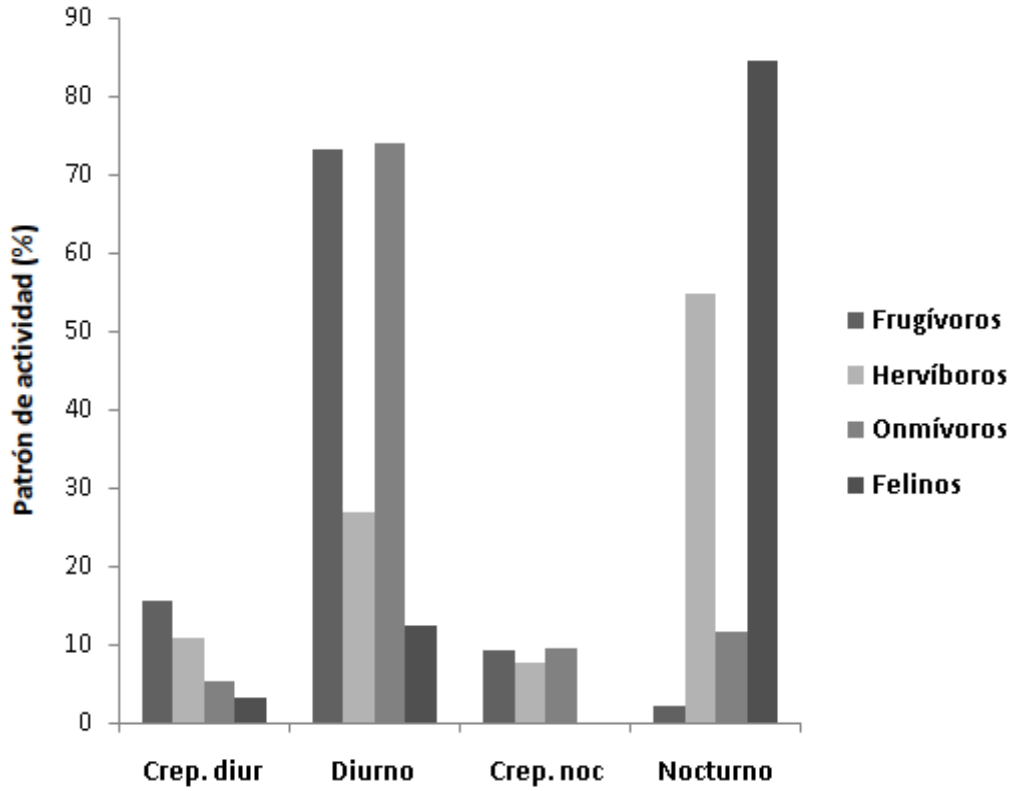

Fig 13.Patrones de actividad para felinos y sus presas. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011.

Los tres felinos (Fig 9.) jaguar, puma y ocelote concentraron aproximadamente el 80% de su actividad en el periodo nocturno, con un 20 % de actividad por parte del jaguar en el periodo crepuscular diurno y un 20% y 11% del periodo diurno por parte del puma y ocelote, no registrando actividad por parte de estos tres felinos para el periodo crepuscular nocturno.

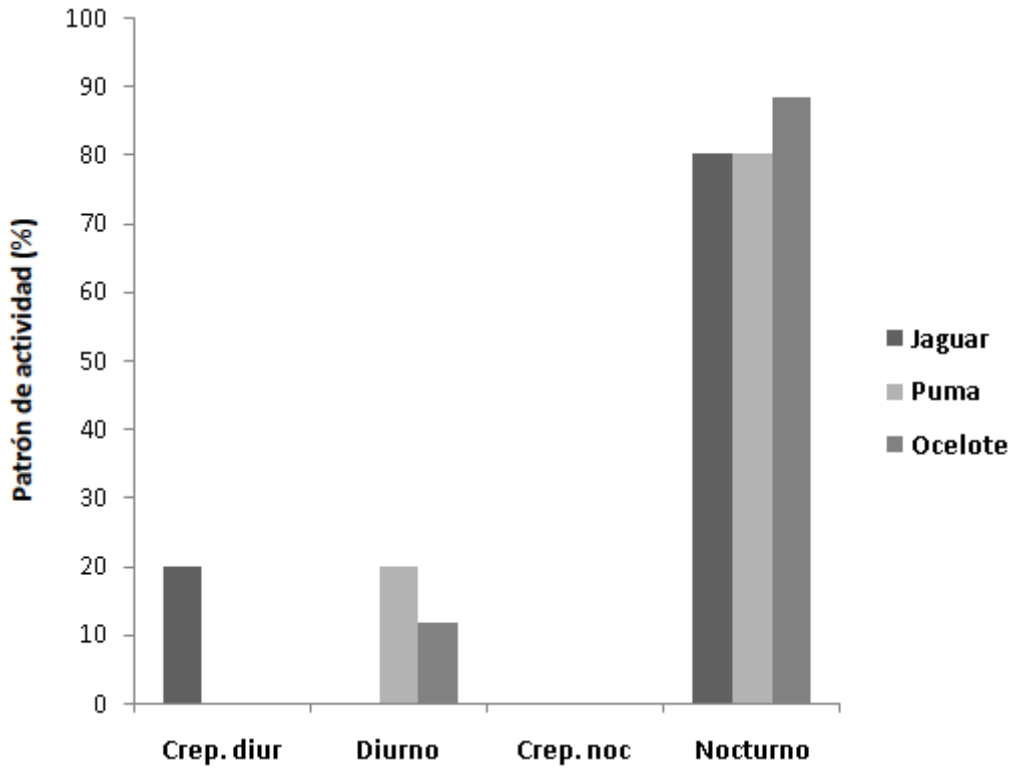

Fig 14.Patrones de actividad para jaguar, puma y ocelote. Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011

No se encontraron diferencias estadísticas entre los patrones de actividad del gremio felinos, con el gremio, frugívoro (χ^2 =0.076,Gl =1,P= 0.7825) y omnívoro (χ^2 =0.097,Gl =1,P= 0.340), encontrando diferencias estadísticas con el gremio herbívoro (χ^2 =5.346,Gl =1,P= 0.0208). Sin embargo se aprecia en la Figura 15. Como los frugívoros al igual que los omnívoros tienden a concentrar su actividad en las horas del día con mayor iluminación, los herbívoros mostraron actividad durante todo el día y los felinos principalmente en las horas con menor iluminación.

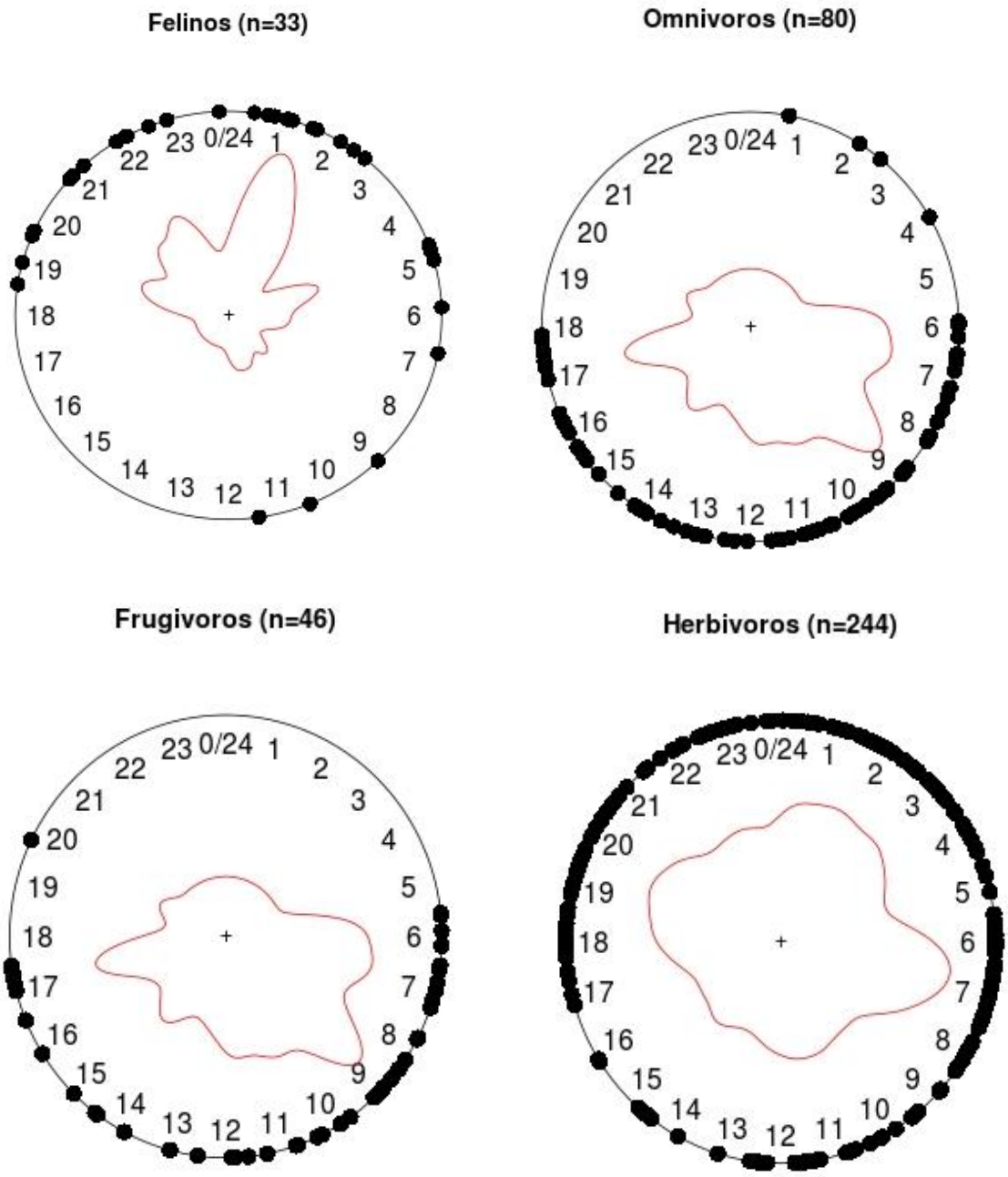

Fig 15. Distribución temporal por gremio alimenticio .Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011.

Patrones de dieta de Jaguar y otros felinos mediante análisis de excretas en el PNSR.

Se observó que el consumo de presas se concentró en su mayoría sobre especies como venado (*O. Virginianus*), tortuga lora (*L.olivacea)*, saíno(*P.tajacu*) y mono araña (*A. geoffroyi*),todas con un porcentaje de ocurrencia del 16.7%.

Cuadro 5. Riqueza taxonómica de presas de Jaguar (*P. onca*), Puma (*P. concolor*) y Ocelote (*L. pardalis*) .Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011.

Especies	**Peso Kg Presas**	**Jaguar N= 5**	**% ocurrencia**	**Puma N=4**	**% ocurrencia**	**Ocelote N=3**	**% ocurrencia**
Crax rubra	< 5	1	8.3	0	0	0	0
Pecari tajacu	15<30	2	16.7	3	37.5	0	0
Tajas su pecari	30<	1	8.3	0	0	0	0
Odocoileus virginianus	30<	2	16.7	2	25.0	0	0
Lepidochelis olivacea	30<	2	16.7	0	0	0	0
Ateles geoffroyi	5<15	2	16.7	0	0	0	0
Canis latrans	5<15	1	8.3	0	0	0	0
Silvilagus floridanus	< 5	1	8.3	0	0	1	20
Didelphis marsupialis	< 5	0	0	1	12.5	0	0
Dasypus novemcinctus	< 5	0	0	1	12.5	0	0
Ctenosaura similis	< 5	0	0	1	12.5	2	40
Choloepus hoffmanni	< 5	0	0	0	0	1	20
Caluromys derbianus	< 5	0	0	0	0	1	20
Num. Presas		**8**		**5**		**4**	
Total de items consumidos		**12**	**100**	**8**	**100**	**5**	**100**

Adicionalmente en una excreta se encontraron restos de Chancho de monte (*T. pecari*), presa que no ha sido reportada dentro del PNSR en este, ni otros esfuerzos previos (Ramírez 2003, Alfaro 2006). El puma por su parte muestra una tendencia a seleccionar presas como el saíno con un porcentaje de ocurrencia del 37.5 % y el venado con un 25%, sobre otros. El ocelote por su parte mostró un patrón de consumo mayor sobre el garrobo (*C. similis)* con un porcentaje de ocurrencia del 40 %.

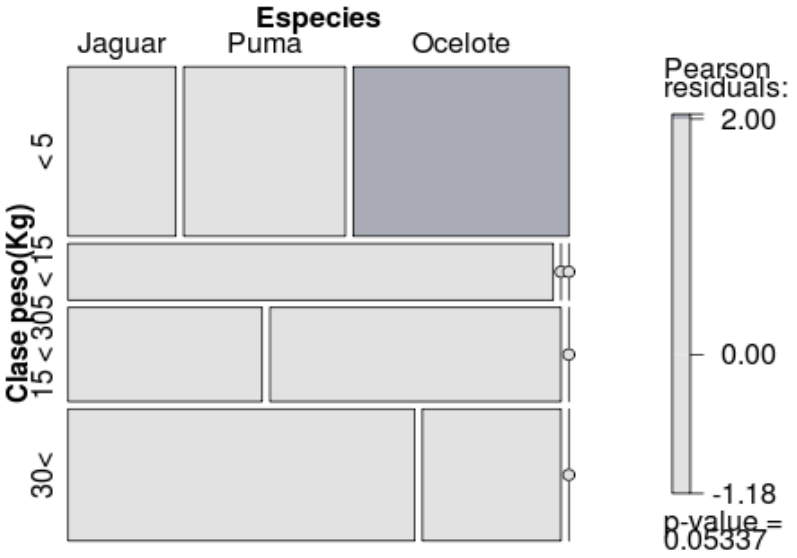

Fig 16. Gráfico de mosaico de una prueba de χ^2 que muestra la proporción de presas por clase de peso consumidas por jaguar (*P. onca*), puma (*P. concolor*) y ocelote (*L. pardalis*).Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, 2011.

En lo que respecta al jaguar (Fig 16.) existe un mayor consumo de presas con pesos mayores a 30 Kg y presas con pesos de menores de 5 kg, observado ítems consumidos en todas las clases. En cuanto al puma muestra un patrón de consumo sobre presas con pesos mayores a 30 kg y de menos de 5 kg, similar al del jaguar, sin embargo la riqueza de presas depredadas por el puma (Cuadro 5.) es mucho menor que el de el jaguar, no registrando consumo de presas con pesos de 5< 15 kg. El ocelote por su parte únicamente registro consumo de presas menores a 5 kg (χ^2=12.41 Gl=6, P= 0.053).

DISCUSIÓN

Cambios poblacionales de jaguar, otros felinos y sus presas potenciales

Cambios poblacionales para Jaguar y otros felinos dentro del PNSR

El grupo felinos (jaguar, puma y ocelote), mostro un aumento significativo en su IAR del 2001 al 2011 de acuerdo a los datos obtenidos mediante el método de conteo de rastros. Misma tendencia que fue observada del 2006 al 2011 con la metodología de cámaras trampa sin mostrar suficiente evidencia estadística, Tendencia que puede ser explicada por la disponibilidad de presas en ese mismo periodo, favoreciendo así las condiciones de alimento necesarias para que un carnívoro pueda costear la demanda energética que incurre la reproducción (Sandell 1989).

Visto de manera individual el IAR para jaguar mostró un incremento en el número de rastros del año 2001 al año 2011, patrón similar al observado mediante foto capturas, donde se logró identificar de manera particular cada individuo. Observando en el 2011 una mayor proporción en el número de individuos juveniles así como un aumento en la proporción de machos (Cuadro 4.), con respecto a Alfaro (2006) que únicamente logro capturar dos hembras.

Aunque en el presente estudio únicamente se reportaron 5 individuos de jaguar, es probable que se encuentren otros individuos que habiten en la zona y no hayan sido detectados durante este esfuerzo, de captura. Según Carrillo (2000) es posible esto suceda debido a que varios jaguares pueden estar usando un mismo área, pero en momentos diferentes, evitándose mediante marcaje con excretas, rasguños u otras señales.

El IAR obtenido en el 2001 mostró que las abundancias de pumas y jaguares fueron similares, no obstante diez años después cuando la abundancia de jaguares muestra un incremento, se observa como el número de registros de puma en senderos tiende a disminuir. Esta tendencia podría deberse a que exista un patrón entre estas dos especies a evadir co-específicos (Harmsen *et al.* 2009), ya que en sitios donde conviven estas dos especies se ha demostrado que pueden utilizar un mismo hábitat pero evitándose mutuamente de manera temporal y espacial para evitar encuentros (Scognamillo *et al.* 2003).

Otra explicación a esta tendencia seria que el jaguar debido a su fisiología es capaz de explotar un umbral de presas mayor que el puma, incluyendo presas que están dentro de la dieta del puma, siendo muy probable que un aumento en la población de jaguares este limitando aun más la

disponibilidad del recurso alimenticio para el puma, de manera que estén siendo marginados tal como lo teorizan Dayan y Simberloff (1996).

En cuanto a los ocelotes sus tendencias permanecieron constantes sin reportar ningún cambio estadísticamente evidente. Según Oliveira *et al* (2010) esta tendencia puede ser explicada por la presencia de carnívoros mayores como el Jaguar y el Puma, que mantienen marginadas las poblaciones de felinos de menor tamaño. Sin embargo dentro del PNSR es muy probable que ante la ausencia de presas como el Chancho de monte, felinos como el jaguar se vean obligados a consumir las principales presas del puma, (Venado y el Saíno) lo que podría estar reduciendo su disponibilidad, desplazando la dieta de los pumas a otras presas de menor tamaño también consumidas por ocelotes.

En lo que respecta a este tipo de información puede ser un indicador del dinamismo en la recuperación de las poblaciones dentro del PNSR. Por lo que es posible que esos procesos de restauración estén abriendo nuevas áreas con condiciones idóneas de alimentación y refugio para albergar nuevos depredadores clave como el jaguar. Los ecosistemas pueden estar experimentando una dinámica en donde interacciones y procesos biológicos interrumpidos por actividades antrópicas previas estén tendiendo a estados estables donde se demuestra la influencia positiva de un depredador clave como el jaguar a lo largo de la estructura de ese ecosistema (Estes *et al.* 2011).

Cambios poblacionales para presas potenciales dentro del PNSR

Los IAR generales para grupo de presas potenciales no mostraron cambio estadísticamente significativo con ambos métodos. Sin embargo al agruparlos por gremios alimenticios se observo con respecto al 2001 que los carnívoros mayores aumentaron, los herbívoros registraron una disminución y el gremio compuesto por los omnívoros mostros un incremento en sus abundancias.

Siendo muy probable que el manejo de hábitat que se ha dado dentro del PNSR (Jensen 1988) haya limitado la dominancia de especies arbóreas dispersadas por viento, lo que ha favorecido la recolonización de otras especies de árboles que ofrecen una gama de frutos y semillas carnosos (Jensen 1983) . Siendo más atractivos para frugívoros y herbívoros que al mismo tiempo actúan como dispersores, acelerando los procesos de regeneración y aumentando la disponibilidad de alimento para estos gremios. Aumentando así la abundancia de herbívoros y frugívoros. Por lo que estadios más avanzados las poblaciones de carnívoros van a disponer de una mayor cantidad de presas, promoviendo condiciones idóneas para la reproducción, aumentando así la abundancia de este gremio que va a tender a regular poblaciones de herbívoros y frugívoros disminuyendo la presión sobre los organismos

vegetales y liberando de esta forma espacios para organismos pertenecientes al gremio omnívoro, que es más generalista (Román 2000, Ripple *et al.* 2007), siendo una posible explicación a las tendencias observadas. .

Actividad temporal de felinos y sus presas dentro del PNSR

El jaguar, el puma y el ocelote mostraron su mayor actividad durante el periodo nocturno (más del 80%), patrón que coincide con lo encontrado por Weckel *et al* (2006) en Belice, donde se determino atreves de cámaras trampa que los jaguares muestran un patrón de actividad especialmente nocturno (un 62%). Romero *et al* 2010 observaron en el Bosque seco de Bolivia como el jaguar y el puma mostraron un patrón sobre todo nocturno, a pesar de que algunos en de los sitios evaluados no existía un patrón claro, debido a que eran activos tanto en horas de la noche como en horas del día.

Dentro del PNC, Carazo (2009) observo con el método de cámaras trampa, que felinos como el jaguar muestran un patrón de actividad mayormente nocturno, el ocelote un patrón crepuscular y el puma que concentro su actividad tanto en horas de la noche como en horas del día. Coincidiendo de esta forma el patrón temporal del jaguar y el puma con lo observado dentro del PNSR. Por otra parte al sureste del país dentro del parque Nacional la Amistad González (2008) clasifico por sus patrones de actividad al jaguar y ocelote como felinos principalmente nocturnos, observando que el puma mostro actividad en el día y en la noche (50% de su actividad durante el día y un 40%), similar a lo observado para estos tres felinos en el PNSR.

Es probable que dentro del PNSR el jaguar y otros felinos tiendan a disminuir su actividad en horas del día cuando las temperaturas ambientales son altas y emprender una cacería demanda un mayor costo energético. Concentrando su actividad en el periodo nocturno permitiendo optimizar el uso del tiempo y la energía, en una proporción donde el recurso ganado sea mayor por un presupuesto de tiempo y energía inferior (MacArthur y Pianka 1966).

La actividad temporal del grupo herbívoro no mostro una tendencia en un periodo particular, siendo activos tanto en el día como en la noche, discrepando de esta forma con el grupo felinos en sus actividades. Siendo muy probable que los felinos estén emprendiendo cacerías cuando los herbívoros no están activos (Romero *et al* 2010), o que los ambos grupos muestren actividad durante los espacios que fueron detectados por las cámaras y también en periodos fuera del rango de detección de estas, ya que el análisis de excretas de felinos mostro un mayor consumo sobre presas herbívoras.

El grupo de frugívoros y omnívoros concentro su actividad durante el periodo diurno (más del

70%), coincidiendo parcialmente con los patrones encontrados por Carazo (2009) donde guatusas y pavones (grupo frugívoro) concentraron un alto porcentaje de su actividad en el periodo diurno. Sin embargo ninguno de estos dos grupos de presas mostraron discrepar en sus periodos de actividad con los felinos, observando mediante el análisis de excretas un consumo ocasional de especies incluidas en estos gremios y una mayor frecuencia de consumo de especies herbívoras como el venado cola blanca.

Patrones de dieta de Jaguar y otros felinos mediante análisis de excretas en el PNSR.

El jaguar por su parte fue el felino que mostró una mayor riqueza dietaría, identificando 8 presas a partir de excretas, concentrando aproximadamente el 50% de su dieta en tortuga marina, saíno y venado, mientras que el porcentaje restante en un conjunto de presas de menor tamaño

De acuerdo Carrillo *et al* (2009) dentro del PNC las principales presas del jaguar son la tortuga marina y el chancho de monte, existiendo una marcada preferencia por presa de gran tamaño. Sin embargo esta última presa no ha sido registrada en el PNSR (Ramírez 2003, Alfaro 2006), por lo que estos datos muestran una vez más la flexibilidad que tienen los jaguares para adquirir presas. En Belice por ejemplo Weckel *et al* (2006) observaron como cuando las abundancias de grandes presas como el chancho de monte son bajas estos felinos tienden a seleccionan presas de menor tamaño en mayor disponibilidad, similar a Guatemala donde los jaguares inclinan su dieta sobre presas más abundantes (Novack *et al* 2005), coincidiendo parcialmente con el patrón observado en el PNSR ya que el venado cola blanca es una de las presas más abundantes y a la vez una de las más consumidas por este felino.

Dentro del PNC se reportaron como presas frecuentes en la dieta del jaguar el chancho de monte, la iguana (*Iguana iguana*), el cabro de monte (*M. americana*) y la tortuga marina (Carrillo *et al* 1994, Chinchilla 1997). Siendo esta última una presa confirmada el PNSR, que además presenta la particularidad de disponer de una débil repuesta para evadir un ataque, lo que garantiza un cuantioso aporte en términos energéticos para este felino (Emmons 1989 Carrillo *et al* 1994).

El puma por su parte incluyo 5 especies de presas, concentrando su dieta principalmente en venado y saíno. Siendo esta tendencia según Sunquist y Sunquist (2002) una respuesta de la adaptación evolutiva del puma, ya que su estructura física le permite emprender una persecución a altas velocidades, aumentando el éxito de una cacería sobre especies como el venado.

Novack *et al* 2005 determino como los pumas seleccionan mayormente presas como venado, cabro de monte, roedores, primates y armadillo. Coincidiendo dentro del PNSR en el consumo de presas como venado y armadillo, que a su vez discrepan de lo reportado por Chinchilla (1994) en el PNC donde las presas más frecuentes fueron el conjunto de primates y el cabro de monte.

En cuanto al traslape de dieta ambas especies tanto puma como jaguar consumieron mayormente presas como saíno y venado , sin embargo los porcentajes de presencia en las excretas indicaron que el puma consume con mayor frecuencia estas especies, así como un conjunto de presas de menos de 5 kg que muestran una mayor abundancia. Discrepando a su vez de los resultados obtenidos en Guatemala por Novack *et al* (2005) para ambos felinos, donde se observo un bajo traslape dietario entre puma y jaguar.

El ocelote por su parte siendo un felino de menor tamaño concentro su dieta en presas con pesos inferiores a 5 kg, indicando un mayor consumo de presas como garrobo, Discrepando con lo reportado por Chinchilla (1994) en el PNC donde la presa más frecuente e importante para esta especie fue el ratón espinoso (*P. semispiousus*). Por lo que estos resultados muestran un patrón de consistencia con lo que determino Moreno *et al.* (2006) evidenciando una partición de nicho de acuerdo a la masa corporal del depredador. En donde el jaguar y el puma consumen en una mayor proporción presas grandes y medianas (Sunquist y Sunquist 2002, Aranda 2002), contrario al ocelote que concentra su dieta en presas pequeñas tal como ha sido reportado por Sunquist y Sunquist (2002) a lo largo de su rango de distribución.

Dentro la dieta de los tres felinos evaluados el jaguar y el puma concentraron su dieta en las presas de mayor tamaño en el PNSR, observando que el ocelote únicamente compartió una presa con el puma (garrobo), patrón que defiere de lo encontrado por Chinchilla (1994) que observo una muy baja similitud en la dieta de estos tres felinos. Por lo que lo observado dentro del PNSR confirma la tendencia observada por Moreno *et al* 2006 en la Isla de Barra del Colorado, donde los ocelotes tienden a consumir presas de mayor tamaño, mostrando una alta similitud con la dieta del puma cuando las poblaciones de jaguar están ausentes o muy reducidas.

CONCLUSIONES

Mediante el método de conteo de rastros se reportó un aumento en la abundancia de felinos del 2001 al 2011 dentro del PNSR, mostrando un patrón de aumento en la población de jaguares, una disminución en los pumas y una tendencia a mantener constante el IAR en la población de ocelotes.

Empleando el método de cámaras trampa en ojos de agua no se encontró ningún cambio significativo en los IAR del 2006 al 2011, sin embargo en el 2011 se observo un aumento en la población de jaguares, logrando identificar 5 individuos dentro de los cuales había una hembra preñada, no logrando re-capturar ninguno de los 2 individuos fotografiados en el 2006.

Dentro de los registros fotográficos de ocelote para el 2006 y el 2011 no se logro identificar ningún individuo previamente capturado, además de que se identifico el mismo número de individuos en ambos muestreos (5 individuos) lo que indica que todos los individuos capturados en este estudio fueron nuevos registros y esta población se mantiene constante.

El aumento en la abundancia de carnívoros del 2001 al 2011, determino un patrón de disminución en las abundancias de frugívoros y herbívoros observando como consecuencia de esta interacción un aumento en el gremio omnívoro en un periodo de 10 años.

Durante la estación seca las fuentes de agua son limitadas por lo que la distribución de presas potenciales se ve influenciada por la disponibilidad de este recurso, que por consiguiente influencia a depredadores como jaguar, puma y ocelote.

Dentro del presente estudio, así como en estudios previos no se reporto ningún registro de chancho de monte dentro del PNSR, sin embargo se encontraron restos de esta presa en una excreta de jaguar. Lo que puede ser un indicio de que esta especie emprende incursiones desde

las partes altas donde las poblaciones de chancho de monte son abundantes a partes bajas donde esta presa no ha sido detectada desde el 2001.

La actividad temporal de los carnívoros se traslapo con los gremios frugívoros y omnívoros, discrepando de los herbívoros que componen un importante conjunto de presas dentro de la dieta de este grupo, sugiriendo en este caso que los felinos estén emprendiendo cacerías cuando los herbívoros no están activos, o que muestran actividad fuera del rango de detección de las cámaras.

El jaguar tendió a concentrar su dieta en tres especies; saíno, tortuga marina y venado, consumiendo presas de pequeño y mediano tamaño, observando un patrón de traslape con la dieta del puma que consumió principalmente saíno y venado.

El método de huellas resulto ser eficiente permitiendo obtener información con poco esfuerzo y de manera rápida incurriendo bajos costos.

RECOMENDACIONES

Es necesario desarrollar un monitoreo continuo de felinos y sus presas que integre el componente florístico de manera que se pueda comprender como los procesos de regeneración permiten la recuperación de procesos ecológicos.

Realizar un esfuerzo más intenso de muestreo y monitoreo en los sectores Santa Elena y Murciélago ya que estos sitios pueden tener condiciones ambientales aptas para soportar poblaciones de carnívoros

La colocación de cámaras trampa en ojos de agua durante la época seca permitió maximizar la captura fotográfica de felinos, lo que puede ayudar a obtener una mayor cantidad de eventos de captura-recaptura a la hora de estimar abundancias absolutas basadas en este marco metodológico.

De ser posible sería interesante el uso de técnicas de monitoreo más complejas como telemetría para determinar la dinámica los movimientos de estos felinos con la finalidad de identificar sitios críticos para favorecer las poblaciones de estos felinos.

Con base a este trabajo, desarrollar un plan anual de monitoreo dentro del rol de actividades de vigilancia y protección con la finalidad de tener información que permita mejorar el desempeño de estas tareas

.

Sería interesante evaluar características hídricas, y físicas asociadas a los cuerpos de agua donde se obtiene mayor número de capturas para determinar si existe algún patrón de asociación entre las especies que tienden a frecuentar estos sitios.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, L. 2006. Estimación de la población de jaguares (*Panthera onca*) en el Parque Nacional Santa Rosa y Parque Nacional Guanacaste del área de Conservación Guanacaste , Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 117p.

Amit, R., K. Rojas, L.D. Alfaro y E. Carrillo. 2009. Conservación de Felinos y sus Presas Dentro de Fincas Ganaderas. Informe Técnico. Programa Jaguar-ICOMVIS-UNA. Heredia, Costa Rica, 100 p.

Amit, R.2007. El jaguar (*Panthera onca*) en el sector San Cristóbal del área de Conservación Guanacaste- Costa –Rica densidad, abundancia de presas y depredación de ganado Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 74 p.

Amit,R. Alfaro, L. y Carrillo,E.2010. Estimación de poblaciones de jaguar (*Panthera onca*) en el Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. Ambientales 38:3-5 .

Anderson, D. 2002 .Model Based Inference in the life sciences a primer evidence. Springer,USA,184 p.

Aranda 2000, Huellas y rastros de los mamíferos grandes y medianos de México, Instituto de ecología, A.C., Xalapa, Mexico,212 p.

Aranda, M. 1994. Importancia de los Pecaries (*Tayassu spp*) en la alimentación del jaguar (*Panthera onca).* Acta de Zoología Mexicana 62:11-22.

Balme, G. Hunter, L y Soto , R. 2009. Evaluating Methods for counting criptic carnivores .Journal of wildlife management 73(3):433-441.

Blanco R.2002. Área de conservación Guanacaste fuente de vida y desarrollo: Información General. Ficha técnica, Guanacaste ,Costa Rica [www.acguanacaste.ac.cr ,acezado 6 noviembre 2011]

Bustamante, A.2008. Densidad y uso de habitad por los felinos en la parte sureste del área de amortiguamiento del parque nacional Corcovado, Península de Osa, Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 142 p.

Cabrera, J. 1998.Uso de ojos de agua por grandes y medianos mamíferos en el sector Santa Rosa, Área de Conservación Guanacaste. Tesis de maestría, Universidad de Nacional de Costa Rica, San José, Costa Rica, 94 p.

Carazo,J. 2009. Cambios en las poblaciones de jaguares (*Panthera onca*), sus presas potenciales y ocelotes (*Leopardus pardalis*), en dos periodos de tiempo sujetos a diferentes esfuerzos de control de cacería en el parque nacional Corcovado, Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica,74 p.

Carrillo, E. Fuller T y Sáenz, J.2009. Jaguar (*Panthera onca*) hunting activity: effects of prey distribution and availability. Journal of tropical ecology 25:563-567.

Carrillo, E. Moreno ,R. y Wong,G.1994. Depredación de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) y de Tortuga verde (*Chelonia mydas*) por el jaguar (*Panthera onca*).Vida silvestre neo tropical 3(1):48-49.

Carrillo, E. Wong, G. y A.D Cuarón.2000 Monitoring mammal populations in Costa Rica protected areas under different hunting restrictions. Conservation Biology 14(6):1580-1591.

Carrillo, E.2000.Ecology and conservation of white- lipped peccaries and jaguars in Corcovado National Park. Tesis de doctorado,University of Massachusetts Amhert.E.U.A. 152 p.

Carrillo,E. Wong G y Sáenz J.2000. Mamíferos de Costa Rica. Instituto nacional de biodiversidad, Heredia , Costa Rica. 249 p.

Cascelli, F y Lewis,D. 2007.Spatial organization and food habits of jaguars (*Panthera onca*) in a floodplain forest. Biological conservation 137:391-402.

Ceballos, G., P. Ehrlich, J. Soberón, I. Salazar y J. Fay.2005. Global mammal conservation: What must we manage? .Science. 309:603-607.

Chavera, L. 2005. Distribución espacial, abundancia relativa y modelaje de hábitat de grandes felinos en la península de Osa, Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 2008 p.

Chinchilla, F. 1994. La dieta del jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Felix concolor*) y el ocelote (*Felix pardalis*) (Carnivora: Felidae) y dos métodos de evaluación de su abundancia relativa en el parque

nacional Corcovado. Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica,49 p.

Chinchilla, F. 1997. Dieta del jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Felix concolor*) y el ocelote (*Felix pardalis*) Carnivora: Felidae el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. Revista de Biología Tropical 45(3):1223-1229.

Dapolte , J.2002. Dieta del jaguar y depredación de ganado en el norte del pantanal, Brasil. *In :*Medellin, R., C. Equihua, C .Chetkiewicz, P .Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber. Eds. 2002. El jaguar en el nuevo milenio. Wildlife Conservation Society. México, 647 p.

Dayan y Simberloff .1996.Patterns of size separation in carnivore communities. . In: Gittleman, J.1989.Carnivore behavior, ecology and evolution. Vol 2, Cornell University, USA.620 p.

Efron,B.1993.An Introduction to the bootstrap. Stanford University, Chapman y Hall, New York. 430p.

Emmons, L. 1989 , Jaguar (Panthera onca) predation on Chelonians, Journal of herpetology 23(3):311-314.

Estes,J. Terborgh, J. Brashares , M. Power, Berger J. Bond, W. Carperter, S. Essington, T. Holt,D. Jackson, J. Marquis, R. Oksanen, L. Oksanen, T. Praine, R. Pikitch, E. Ripple, W. Sandin, S. Scheffer, M. Schoener, T. Shurin, J. Sinclair,A. Soulé, M. Virtanen , R. Wardle. 2011. TrophicDowngrading of PlanetEarth. Science 333: 301-306.

Fonseca, L. Murillo, G.Guadamuz, L. Spínola, R. y Valverde, R..2009.Downwad but stable trend the abundance of arribada olive ridley sea turtles (*Lepidohelys olivacea*) at Nancite beach, Costa Rica (1971-2007). Chelonian conservation and biology 8(1):19-27.

Foster, R. Harmsen, B.y Doncaster, P.2010. Habitat uses by sympatric jaguars and a pumas across a gradient of human disturbance in Belize. Biotropica 42:126-133.

Garla, R. 2001. Jaguar (*Panthera onca*) food habits in Atlantic rain forest of Southeastern Brazil. Revista Biología Tropical 33(4): 691-696.

Gonzales, J.2007. Densidad, uso de hábitat y presas del jaguar (*Panthera onca*) y el conflicto con humanos en la región de Talamanca, Costa Rica. Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de

Investigación y enseñanza, Turrialba, Costa Rica,125 p.

Gomez, Y .2010.Nicho trófico de jaguar y puma en la reserva natural Sierra Nanchitila, Mexico, Tesis de maestría, Universidad Autónoma de baja california ,Mexico, Baja California. 69 p.

Harmsen, B Foster, R. Silver, S. Ostro, L. y Doncaster ,P.2010.Diferential Use of trails by forest mammals and the Implication for Camera-Trap studies: A case study from Belize. . Biotropica 42:126-133.

Hatten,J.Murray,A. y Pelt,W.2003.Characterizing and mapping potential jaguar hábitat in Arizona. Arizona Gameand Fish department, Technical report 203.32p.

Hoogesteijn,R. Boede,O. y Mondolfi, E.2002.observaciones de la depredación de bovinos por jaguares en Venezuela y los programas gubernamentales de control. In: Medellin, R., C. Equihua, C. Chetkiewicz, P .Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber. Eds. 2002. El jaguar en el nuevo milenio. Wildlife Conservation Society. México. 647 p.

Hoogestein, R y A. Hoogestein.2005. Manual sobre problemas de depredación causados por jaguares y pumas en hatos ganaderos. Wildlife Conservation Society. Washington, US. 39 p.

IUCN .2010. Red list of threatened species.UICN, Gland, Switzerland [www.redlist.org, accesado 6 junio 2010]

Janzen D.2000. Costa Rica’ s Area Conservation Guanacaste: A long term march to survival through non-damaging biodevelopment. Biodiversity (2): 7-20.

Janzen. D. 1988 Tropical dry forest the most endangered Mayor Tropical Ecosystem (Chapter 14). *In* Wilson, E.y Frances P. Biodiversity, National Academy press ,Washington, D.C. 521 p.

Janzen. D.1986. Management of habitat fragments in the tropical dry forest :growth. Ann. Missouri Bot. Gard. 75: 105-116.

Juarez,D. Estrada,C. Bustamante,M. Quintana,Y. Moreira, J. y J López. 2007. Guía Ilustrada de Pelos para la Identificación de Mamíferos Medianos y Mayores de Guatemala. Dirección General de Investigación (DIGI), Universidad de San Carlos, Guatemala, 88p.

Karanth, U. 1995. Estimating tiger populations from camera-trap data using capture-recapture models. Biological Conservation 71:333-338.

Kelly, M. Noss, A. Bitteti, M. Maffei, L. Arispe, R. Paviolo, A. Angelo, P. Di Blanco , Y. 2008. Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia , Argentina, and Belize. Journal of mammalogy, 89(2):408-418.

Litvaitis, J. Sherburne, J. y Bissonette J.1986. Bobcat habitat use and home range size in relation to prey density. Journal of Wildlife Management . 50(1): 110-117.

Lopes, M y Ferrari,S. 2000. Effects of human colonization on the abundance and diversity of mammals in Eastern Brazilian Amazonia . Conservation Biology 14: 1658-1665.

Maffei, L., Cuellar, E., Noss, A. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia ´ s Chaco?Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. The Zoological Society of London.262:295-304.

MacKenzie, D., J. Nichols, J. Royle, K. Pollock, L. Bailey, J. Hines 2006. Occupancy Estimation and modeling. Academic Press. USA, 324p.

Monroy, O. Rodríguez,C. González,M. y V. Urios. 2009. Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in Central Mexico. Animal. Biology. 59: 145-157.

Moreno, R. Kays,R. y Samudio R. 2006. Competitive realese in diets of ocelot (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. Journal of mammology. 87(4): 808-816.

Nuñes, R. Miller, B. y Lindzey F. 2002. Ecología de jaguar en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México . In: Medellin, R., C. Equihua, C .Chetkiewicz, P .Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber. Eds. 2002. El jaguar en el nuevo milenio. Wildlife Conservation Society. México, 647 p.

Novack,A. Minim. Sunquist,M. y R. Labisky.2005.Foraging ecology of jaguar (*Panthera onca*) and (*Puma concolor*) in hunted and non-hunted sites within the Maya Biosphere Reserve,Guatemala. . Journal of the Zoological Society of London 267: 167-178.

Obando, V. 2007. Biodiversidad de Costa Rica en cifras. Instituto Nacional de Biodiversidad. Heredia.

Costa Rica, 26 p.

Polizar, J. 2000. Jaguars , pumas , their prey base, and cattle ranching: ecological perspectives of management issue. Tesis de Doctorado ,Florida, USA,237 p.

Quigley,B. 1987. Ecology and conservation of the jaguar in the Pantanal Region, Mato Grosso doSul, Brazil. Dissertation, University of Idaho, Moscow, Idaho, USA,150 p.

R Development Core Team, 2011.R statistical software[http://r-development-core-team.software.informer.com, accesado 6 junio 2011]

Rabinowitz ,A y Zeller,K. 2010. A range- wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca.* Biological conservation 143:939-945.

Rabinowitz, A y Nottigham,B. 1986. Ecology and behavior of the Jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. The Zoological Society of London.210:149-159.

Ramírez, S.2003. Abundancia relativa y tipos de habitad preferidos por el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor)* en el Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 77 p.

Rao J, y A.SenGupta. 2001. Topics in Circular Statistics, Section 7.2, World Scientific Press, Singapore,519 p.

Ribeiro P,Michalski F.,MetzgerJ.2012.How deforestation pattern in the Amazon influences vertebrate richness and community composition. Landscape Ecology 02:11-13.

Ripple, W y Beschta, R. 2007.restoringyellowstone's aspen with wolves. Biological conservation. 38: 514-519.

Román, G. 2007. Regeneración temprana de *Dipterix panamensis* y *Carapa guianensis*

bosques fragmentados de la Zona Norte de Costa Rica. Revista Forestal Centroamericana.1: 80- 83.

Romero,A. Maffei,L. Cuellar,E. y A. Noss.2010 Temporal separation between jaguar and puma in the

dry forest of southern Bolivia. Journal of Tropical Ecology 26:303-311.

Rushton, S. Ormerod, J. y Kerby G. 2004. New paradigms for modeling species distribution ? . Journal of Ecology 41: 193-200.

Sáenz, J y E. Carrillo. 2002. Jaguares depredadores de ganado en Costa Rica: un problema sin solución?. In: Medellin, R., C. Equihua, C .Chetkiewicz, P .Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber. Eds. 2002. El jaguar en el nuevo milenio. Wildlife Conservation Society. México. 647 p.

Sáenz,C. 2010. Ensamble de mamíferos medianos y grandes en un sector de la Reserva Forestal Rio Pacuare y sus cercanías (Reserva indígena Nairi Awari y Parque Nacional Barbilla), Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 40p.

Salom, R .2005. Ecología de Jaguar (*Panthera onca*) y del ocelote (*Leopardus pardalis*) (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Corcovado Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 117p.

Salom, R., E .Carrillo, J. Sáenz y J. Mora. 2007. Critical condition of the jaguar (*Panthera onca*) population in Corcovado National Park, Costa Rica. Oryx 41(1):51-56.

Sandal, M.1989. The mating tactics and spacing patterns of solitary Carnivores. In: Gittleman, J.1989.Carnivore behavior, ecology and evolution. Vol 1, Cornell University, USA,620 p.

Sanderson, E., C. Chetkiewicz, R. Medellín, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson y A. Taber. 2002. Un análisis geográfico de conservación y distribución de los jaguares a través de su área de distribución. *In :*Medellin, R., C. Equihua, C .Chetkiewicz, P .Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber. Eds. 2002. El jaguar en el nuevo milenio. Wildlife Conservation Society. México. 647 p.

Sarmiento, R.2003. Métodos de estimación poblacional del jaguar (Panthera onca), Parque Nacional Corcovado, Costa Rica .Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 70p.

Schaller, G. 1980. Movement patterns of jaguar. Biotropica 12(3):163-168.

Scognamilo ,DG. Maxit I. Sunquist, M. Polisar, J. 2003. Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and

puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuela llanos. Journal of the Zoological Society of London 259: 269-279.

Seymour, L. 1989. *Panthera onca*. Mammalian species 340:1-9.

Seber, G. A. F. 1982. The Estimation of Animal Abundance. Edward Arnold, second edition,330p.

Silveira, L. Jácomo, y J. Diniz-Filho. 2003. Camera-Trap, line transect census and track survey: a comparative evaluation. Conservation Biology 114: 351-355.

Silver, S., L .Ostro, L. Marsh, L. Maffei, A. Noss, M .Kelly, R. Wallace, H. Gomez y G.Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca)* abundance and density using capture/recapture analysis. Oryx 38(2):1-7.

Simberloff, D. 1998. Flagships, Umbrellas, and keystones: is single species management passé in the landscape era?. Biological Conservation. 83(3): 247-257.

Sinclair,A. Fryxell, J..y G,Caughley.2006.Wildlife Ecology, Conservation and management, Segunda edición ,editorial Backwell,USA,469 p.

Soisalo, M. y S. Cavalcanti. 2006. Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture–recapture sampling in combination with GPS radiotelemetry. Biological Conservation 129: 487–496.

Stanley T. y Royle A.2005.Estimating site occupancy and abundance using indirect detection indices, Journal of Wildlife Management.(69):3 874-882.

Sunquist,M. y Sunquist,F. 2002. Wild cats of the world, Chicago Press,USA.452p

Truing, S.2000. Predation of green (*Chelonia mydas*) and leatherback (*Dermochelys coriacea*) turtles by jaguars (*Panthera onca*) at Tortuguero National Park, Costa Rica. Chelonian conservation and biology 3(4):751-753.

Weckel, M., Giuliano, W.y Silver,S. 2006. Cockscomb Revisited: Jaguar Diet in the Cockscomb Basin Wildlife Sanctuary, Belize. Biotropica 38(5):667-690.