

## Capítulo 10

### Abundancia del jaguar (*Panthera onca*) basado en huellas en el PNN Los Katíos, Colombia

J. FERNANDO NAVARRO\*, ADRIANA MARÍA URUETA & INDIRA GÓMEZ-BETANCOURTH  
\*jfnavarrop@yahoo.com.mx

**Resumen:** El jaguar (*Panthera onca*) es el único representante del género *Panthera* en las Américas. A pesar de su importancia ecológica, sus poblaciones se encuentran amenazadas principalmente por la caza directa y la deforestación de su hábitat. Con el propósito de conocer parámetros poblacionales de la especie, se evaluó la abundancia del jaguar en un área de bosque húmedo tropical del Parque Nacional Natural Los Katíos. Se realizaron cuatro campañas de campo de 15 días, para un total de 1,080 horas de esfuerzo de muestreo, en dos épocas climáticas, mediante el método de conteo de huellas en cuatro transectos lineales de 500 m cada uno. Para analizar la información se empleó el método de clasificación jerárquica UPGMA, combinado con la distancia Euclidiana y análisis de componentes principales. Logrando identificar cuatro individuos en la zona muestreada. La utilización del método de rastreo y los análisis morfométricos de huellas permitieron obtener registros confiables para la identificación de individuos de jaguar, validando la técnica para su implementación en próximos estudios. Estos resultados son importantes para la estructuración e implementación de la técnica como una herramienta útil en el estudio y conservación de la especie.

**Abstract:** The jaguar (*Panthera onca*) is the only representative of the genus *Panthera* in the Americas. Despite its ecological importance, its populations are threatened mainly by direct hunting and deforestation of its habitat. In order to estimate the species population parameters, jaguar abundance was assessed in a tropical rainforest area in the Katíos Natural National Park. Track count in four lineal transects of 500 m each were performed during four 15 day field trips, totalling 1080 hours of sampling effort in two climatic seasons. The information was analysed using the clustering method UPGMA combined with the Euclidian distance and principal components analysis (PCA), identifying four individuals within the sampled area. The use of the tracking method and morphometric analysis of footprints allowed us to obtain reliable records for the identification of jaguar individuals, therefore validating the technique for its implementation in future studies. These results are important to structuring and implementing the technique as a useful tool in the study and conservation of the species.

#### Introducción

El jaguar (*Panthera onca*) es el felino más grande de América, el rango original de su distribución ha disminuido en las últimas décadas (Vaughan & Temple 2002), debido principalmente a las presiones antropogénicas (Rabinowitz & Zeller 2010). La población del jaguar está en la categoría global de la UICN como Casi Amenazada (NT) (Rodríguez-Mahecha et al. 2006). Hasta hace poco, se reconocían dos subespecies para el territorio nacional, planteando, el Darién como una barrera geográfica, pero los datos

genéticos recientes sugieren que no hay tales subespecies (Eizirik et al 2001; Ruiz-García et al 2006; Ruíz-García & Payán 2013; Ruiz-García este volumen).

Aunque su rango de distribución coincide con la mayoría de áreas protegidas, los aspectos ecológicos y la información sobre el estado de sus poblaciones (abundancia y densidad) es limitado, aspectos considerados importantes dentro de las estrategias y líneas de acción del programa nacional para la conservación de los felinos (Minambiente & FVSN 2006).

En particular, el Choco-Darién ha sido identificado como uno de los siete lugares con buen potencial para la supervivencia a largo plazo de la especie (Sanderson et al. 2002). Entre los factores importantes de esta unidad geográfica, encontramos la conectividad entre hábitats, una alta calidad de hábitat, y una baja presión de cacería sobre el jaguar y sus presas (Rodríguez-Mahecha 2006).

En el caso de áreas protegidas extensas, es necesario contar con indicadores sencillos, de bajo costo y confiables que permitan definir tendencias poblacionales de algunos mamíferos, y que no requieran del contacto directo con los animales en cuestión (Putman 1984; Clevenger 1993), para tener elementos de juicio al tomar decisiones en el manejo de las especies silvestres y sus hábitats (Bailey 1984; Brower et al. 1990).

Diversos estudios sobre la ecología del jaguar, precisan que la especie es de difícil observación por su comportamiento esquivo, por lo cual se hace necesaria la utilización de variados métodos como el de transectos lineales a través de registros indirectos (Aranda 1993, 1990; Chinchilla 1997, 1994; Carrillo 2000; De Almeida 2003; Ramírez 2003), radiotelemetría (Schaller & Crawshaw 1980; Saénz 1996; Nuñez et al. 2000; Ceballos et al. 2002) y la detección por foto-trampas (Isasi-Catalá & Barreto 2008; Payán 2009). Estos métodos han mostrado buenos resultados, posibilitando la estimación de abundancia de jaguares pero con retos de logística y costo.

En ocasiones es necesario recurrir a otras herramientas de menor costo y logísticamente sencillas. El poder identificar a qué individuos pertenece un juego de huellas, permite la utilización de métodos indirectos para obtener información ecológica. Animales con características visibles en sus huellas, pueden ser un objeto de discriminación a simple vista, pero estos animales pueden ser escasos en la población de interés (Riordan 1998). Distinguir entre los diferentes animales de una población está basado en la implementación de técnicas cuantitativas para realizar identificaciones mediante el uso de análisis discriminantes de grupo múltiples para separar los conjuntos de huellas de diferentes individuos (Palma & Gurgel-Goncalves 2007; Isasi-Catalá & Barreto 2008; De Angelo et al. 2010).

En macroecología, el uso de la alometría predice el rango de acción de cada individuo estudiado. Las ecuaciones alométricas demuestran que existe una relación lineal entre la masa corporal y variables como el ámbito hogareño (Fitzhugh & Gorenzel 1985; Grigione et al. 1999; Lewison et al. 2001). Las medidas de tipo cuantitativo contribuirán con una única particularidad de valores propios de cada individuo, por lo tanto las diferentes particularidades en las medidas se podrán utilizar para identificar a los posibles individuos presentes en la muestra.

El desarrollo y perfeccionamiento de técnicas de seguimiento no invasivas, como el análisis de huellas, puede ser fundamental para el estudio de grandes carnívoros terrestres (Nowell & Jackson 1996; Grigione et al. 1999; Isasi-Catalá & Barreto 2008).

Este trabajo, muestra la implementación del uso de la morfometría de huellas, que permite suplir vacíos de información acerca de las dinámicas poblacionales de los jaguares en el Darién, uno de los sitios con mayor prioridad para la conservación, ya que esta área representa la única conexión existente entre las poblaciones de jaguares entre, Centro y Sur América.

## Métodos

El Parque Nacional Natural Los Katíos está ubicado dentro de la región biogeográfica del Chocó, en el noroccidente de Colombia y tiene una superficie de 80,658 ha (Vásquez & Serrano 2009) (Fig. 1). Presenta una precipitación anual promedio de 2,500 a 3,000 mm, y una temperatura promedio de 27°C (Garcés & De la Zerda 1994). La selva húmeda o bosque tropical higrofitico es el bioma más extenso dentro del Parque.

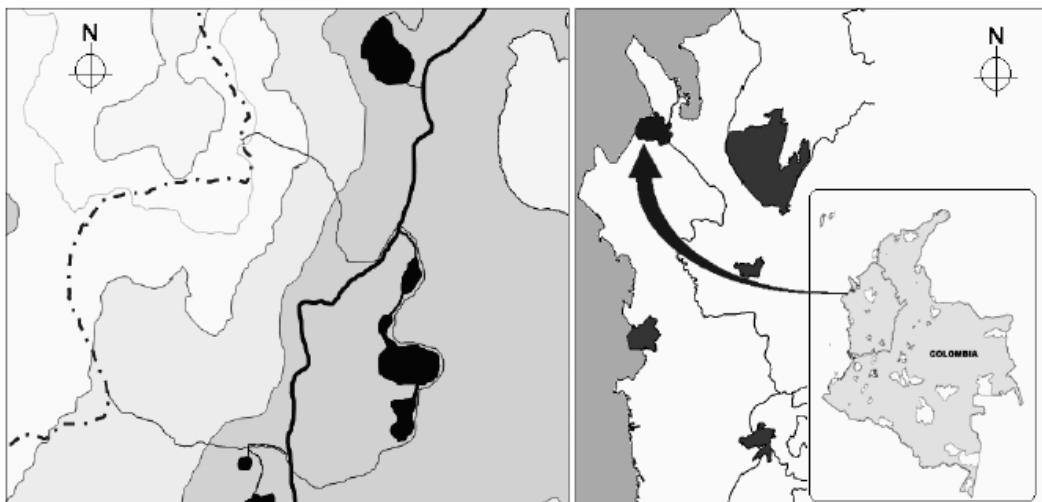


Figura 1. Ubicación geográfica del Parque Nacional Natural Los Katíos.

El estudio se realizó en cuatro campañas de campo, abarcando dos senderos, uno correspondiente a un bosque intervenido con crecimiento secundario y otro de bosque en estado de sucesión pionera. En cada uno se implementaron dos transectos de 500 m; ubicados en los senderos: bajo de la quebrada El Tendal, salto El Tendal y salto El Tilupo, todos separados 1,000 m entre sí. Se abarcó un área total de 23.18 km (Fig. 2).

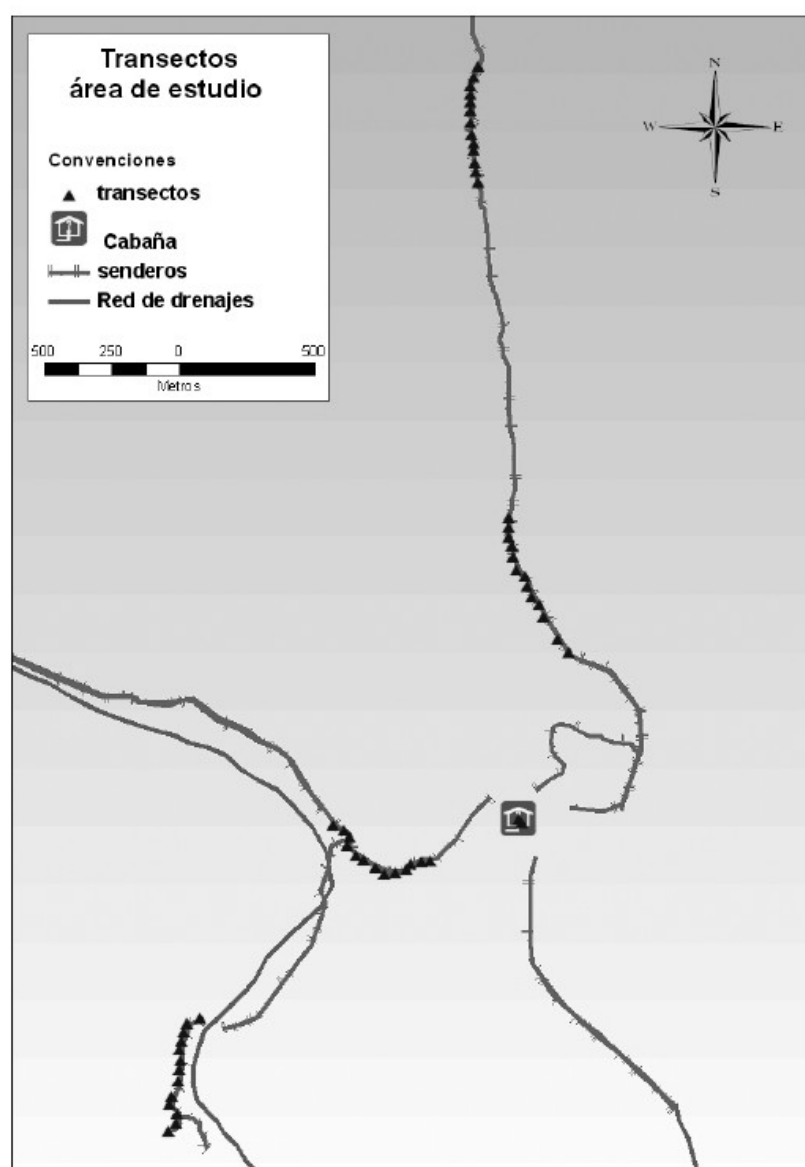
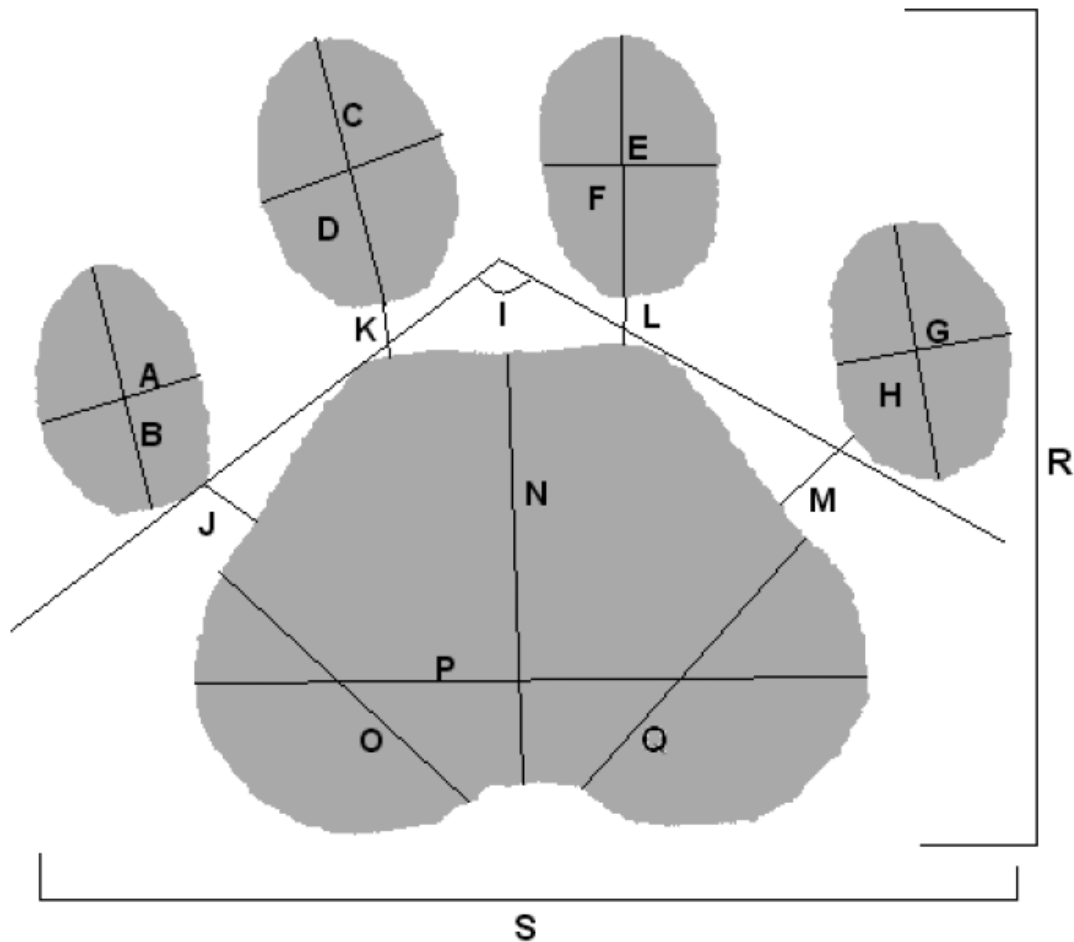


Figura 2. Mapa de ubicación de los transectos: Tendal y Tilupo.

Los muestreos de campo se realizaron en época de invierno y verano, completando un total de 60 días. Se realizó el montaje de 13 huelleros por transecto con un área de 1.5 m<sup>2</sup>, distanciados entre sí por 33 m. se revisaron día por medio, registrando, fotografiando

y levantando las huellas con la técnica en parafina y yeso; activando de nuevo cada huellero, imprimiendo una señal para hacerla operable y borrando las huellas presentes. Para la identificación de los rastros se utilizó la guía de Navarro y Muñoz (2000).

La toma de medidas se hizo sobre la impronta en yeso (positivo) con un calibrador ( $\pm 0.05$  mm), obteniendo 19 medidas para cada molde (Fig. 3). Con el programas MVSP 3.0 se analizaron grupos (cluster) jerárquicos para explorar la relación entre variables discriminantes y se seleccionaron las variables explicativas. Adicionalmente, se realizó un análisis de componentes principales para reducir el número de variables; las variables restantes se analizaron con el método UPGMA y el coeficiente de distancia Euclidiana (Podani 1994; Lizcano & Cavelier 2000).

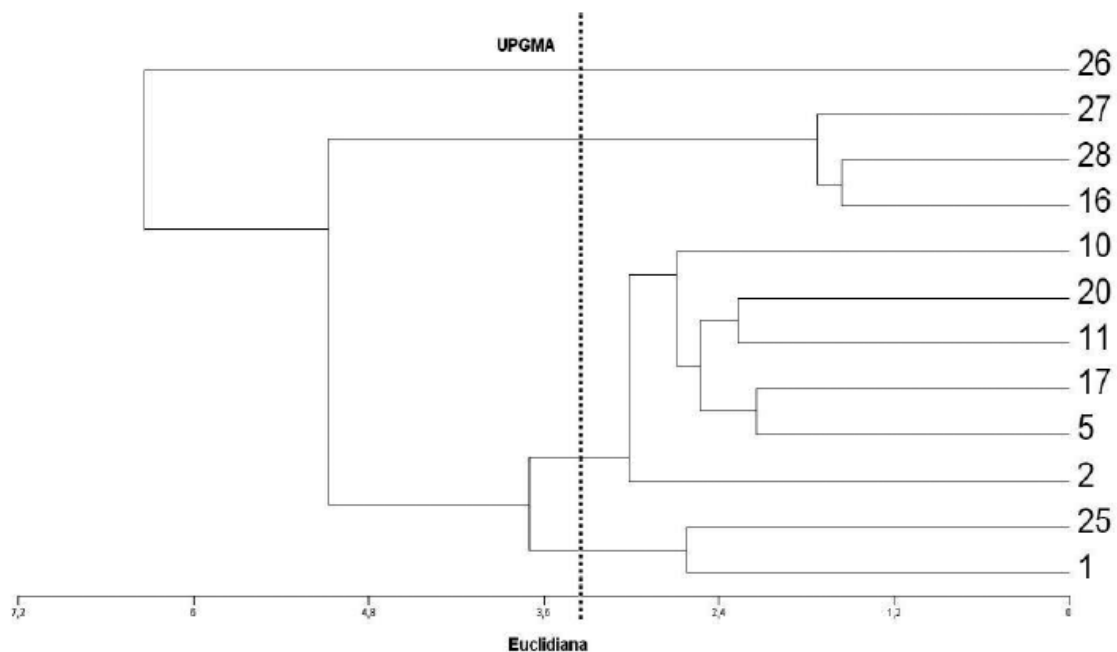


**Figura 3.** Huella de un jaguar (*Panthera onca*) mostrando las 19 variables medidas sobre cada huella. A:BCDEFGH largo y ancho del dedo; I ángulo formado entre los dedos; JKLM distancia entre los dedos y el cojinete plantar; N largo del cojinete plantar; O ancho máximo del lóbulo mesial izquierdo; P ancho máximo del cojinete plantar; Q ancho máximo del lóbulo mesial derecho; R largo total de la huella; S ancho total de la huella.

## Resultados

Se utilizaron las improntas de las patas traseras izquierdas de los jaguares ( $n=12$ ), y se determinó la línea de corte en la distancia euclidiana 3.38 (Fig. 4), basados en el número de agrupamientos arrojados por el dendrograma (tenedores) y corroborado con la información de ubicación y fechas de colección de las improntas obtenidas en campo, para así realizar el análisis de agrupamiento y definir así el número de individuos.

El dendrograma producto del análisis de agrupamiento, sugiere que en el área de estudio presentada en la figura 1, hay cuatro individuos de jaguar, esta área se encuentra delimitada por senderos naturales, enmarcados claramente por el río Tendal y la quebrada Gertrudis, entre las cotas 10 y 87 msnm, para este estudio no fue posible la utilización de marcadores debido a que no se tenían referencias sobre individuos conocidos.



**Figura 4.** Dendrograma para las huellas de jaguar. La línea punteada indica la distancia euclidiana a la cual se unieron las huellas de los individuos. El número de líneas horizontales que cruzan la línea punteada vertical definen el número de individuos presentes en esta muestra.

## Discusión

A partir del análisis de datos por agrupamiento se pudo estimar que dentro del área recorrida se hallan cuatro jaguares; lo que posiblemente podría corresponder a cuatro territorios dentro del área. Sin que hasta el momento podamos identificar las fronteras de estos. Con base en los grupos de líneas del dendrograma y la ubicación geográfica de los

rastros se observa que uno de los individuos es errante, no nos es posible precisar si son machos o hembras. Por ahora la metodología no permite realizar este tipo de inferencias, es posible que si se obtienen datos de animales de zoológico con información como sexo, edad y talla permita visualizar un patrón de discriminación más acertado.

El uso de huellas para construir índices de abundancia ha sido limitado en los bosques tropicales (Aranda 1990; Escamilla et al. 2000). Dicha herramienta tiene algunas ventajas con relación a las observaciones directas: a) documenta la presencia y abundancia relativa de algunas especies que tienden a huir o esconderse ante la presencia humana; b) las observaciones son hechas independientemente de los horarios de actividad de la especie, por tanto es útil para especies nocturnas, crípticas y de difícil captura; c) los estudios son de bajo costo y se obtiene información rápida; y d) permite sumar todo tipo de indicio, ya que lo que interesa es corroborar la presencia de la especie (Simoneti & Huareco 1999).

Grigione et al. (1999) estudiaron un conjunto de doce grupos de datos pertenecientes a patas traseras de pumas, tanto derechas como izquierdas, y determinaron que no existen diferencias significativas entre las medias de ambas patas para cada variable independiente considerada. Esto es soportado por el estudio de Isasi-Catalá y Barreto (2008), en el cual consideraron huellas de pumas y jaguares.

Se observó que el rastreo de huellas en los senderos presentó un mayor número de registros que con los huelleros, tal vez debido a que estas unidades por ser fijas y de menor área respecto a los senderos, reduce el número de impresiones. La baja frecuencia de huellas en las unidades muestrales, se minimiza al aumentar el tiempo de muestreo, ya que se incrementa la familiarización por parte de los animales y el tiempo de exposición de las mismas.

Por otro lado, la variabilidad obtenida en las medidas de talla y forma tomadas para las huellas de un mismo individuo depende, principalmente, de los sustratos en las que son encontradas estas huellas (Grigione et al. 1999). Por lo que resulta de gran importancia utilizar trampas de huellas con un sustrato preparado y establecer un mayor número de estas para contrarrestar el bajo número de impresiones con respecto a las que se pueden obtener haciendo rastreo por senderos, aspectos que fueron tomados en cuenta en este estudio.

La funcionalidad del dispositivo depende de las condiciones atmosféricas puesto que el lavado de los huelleros dificulta la impresión; estas fueron diseñadas con elevación de 3 cm facilitando la escorrentía. Las unidades que presentaron este evento no fueron tomadas en cuenta, es decir fueron unidades no operables.

La utilización del método de rastreo y morfometría de huellas permitió obtener registros confiables para la identificación de individuos de jaguar, permitiendo con esto validar la técnica para su implementación en próximos estudios. Esta técnica, constituye un método preciso para el estudio de jaguares en el territorio nacional, que permitirá usar este con mayor confianza para relevamientos de campo en el manejo y conservación de la especie.

### Agradecimientos

Esta investigación fue subvencionada con fondos provistos al grupo Medio Ambiente y Sociedad de la Universidad de Antioquia por el Comité para el Desarrollo de la Investigación -CODI- U. de A. Agradecemos el apoyo brindado por la UAESPNN y a el Dr. P.N. Vallejo Marín, Dirección Territorial Noroccidente. En las tareas de campo a los operarios G. Monzón, R. Izquierdo, A. Duque y C. Robledo.

### Literatura citada

- Aranda, J.M. 1990. El jaguar (*Panthera onca*) en la reserva Calakmul, México: Morfometría, hábitos alimenticios y densidad de la población. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia.
- Aranda, M. 1993. Feeding habits of the jaguar (*Panthera Onca*) at Calakmul, Campeche, Mexico. Páginas 231-238 en R.A. Medellín & G. Ceballos, editores. Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. Publicaciones Especiales 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, UNAM, México D.F., México.
- Bailey, J. 1984. Principles of wildlife management. John Wiley y Sons. New York.
- Brower, J.E., J.H. Zar & Von Ende. 1990. Field y laboratory methods for general ecology. 3rd. ed. Wm. C. brown publ. Dubuque, Iowa.
- Carrillo, E. 2000. Ecology and conservation of white-lipped peccaries and jaguars in Corcovado National Park, Costa Rica. Ph. D. Thesis, University of Massachusetts.
- Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera, C. Manterota, & B. Wall. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la reserva de la biosfera de Calakmul, Campeche, México. en R. Medellín, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson, & A. Taber, editores. El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México, Wildlife Conservation Society, México.
- Chinchilla, F. 1994. Dos métodos de evaluación de abundancia relativa de felinos en ambientes tropicales: conteo de pistas y atracción olfativa. Tesis de Magister en Scientiae en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamerica y el Caribe. Universidad Nacional. Costa Rica.
- Chinchilla, F.A. 1997. Diets of *Panthera onca*, *Felis concolor*, and *Felis pardalis* (Carnivora: Felidae) in Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. Revista de Biología Tropical 45:1223-1229.
- Clevenger, A.P. 1993. Spring and summer food habitats and habitat use of the European pine marten on the island of Minorca, Spain. Journal of Zoology 229:153-161.



- De Almeida, R. 2003. Ecología y conservación de felinos silvestres en el área de influencia del Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. Tesis de Magister en Scientiae en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamerica y el Caribe. Universidad Nacional.
- De Angelo, C., A. Paviolo, & M. Di Bitetti. 2010. Traditional Versus Multivariate Methods for Identifying jaguar, puma, and large canid Tracks. *Journal of Wildlife Management* 74(5):1141–1153.
- Eizirik, E., J.H. Kim, M. Menotti, P.G. Crawshaw Jr, S.J. O'Brien, & W.E. Johnson. 2001. Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca*, Mammalia, Felidae). *Molecular Ecology* 10:65-79.
- Escamilla, A., M. Sanvicente, M. Sosa, & C. Galindo-Leal. 2000. Habitat mosaic, wildlife availability, and hunting in the tropical forest of Calakmul, Mexico. *Conservation Biology* 14:1592-1601.
- Fitzhugh, E.L., & W.P. Gorenzel. 1985. Design and analysis of mountain lion track surveys. Páginas 78 - 87 en V.C. Bleich, editor., In *Cal-Neva Wildlife Transactions*, Western Section. The Wildlife Society, Sacramento.
- Garcés, D., & S. De La Zerda. 1994. Gran libro de los parques nacionales de Colombia. Intermedio Editores, Bogotá, D.C.
- Grigione, M., P. Burman, V. Bleich & B. Pierce. 1999. Identifying individual mountain lions *Felis concolor* by their tracks: refinement of an innovative technique. *Biological Conservation* 88:25-32.
- Isasi-Catalá, E., & G.R. Barreto. 2008. Identificación de individuos de jaguares (*Panthera onca*) y pumas (*Puma concolor*) a partir de morfometría de sus huellas (Carnivora: Felidae). *International Journal of Tropical Biology* 56:1893–1904.
- Lewison, R., E.L. Fitzhugh, & S.P. Galentine. 2001. Validation of a rigorous track classification technique: identifying individual mountain lions. *Biological Conservation* 99:313–321.
- Lizcano, D.J., & J. Cavelier. 2000. Densidad poblacional y disponibilidad de hábitat de la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) en los Andes centrales de Colombia. *Biotropica* 31:165-173.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Fundación Vida Silvestre Neotropical. 2006. Programa Nacional para la Conservación de los Felinos en Colombia. Bogotá, D.C.
- Navarro, J., & J. Muñoz. 2000. Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia. Multimpresos. Medellín.
- Nowell, K., & P. Jackson, editores. 1996. Wild cats: status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Cat Specialist Group, International Union for the Conservation of Nature. Gland, Switzerland.
- Núñez, R., B. Miller, & F. Lindzey. 2000. Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, Mexico. *Journal of Zoology* 252:373-379.
- Palma, R.T., & R. Gurgel-Goncalves. 2007. Morphometric identification of small mammal footprints from ink tracking tunnels in the Brazilian Cerrado. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(2):333-343.
- Payán, E. 2009. Hunting sustainability, species richness and carnivore conservation in Colombian Amazonia. PhD thesis, Department of Biology and Anthropology. London, University College London.
- Podani, J. 1994. *Multivariate Analysis in Ecology & Systematics*. Balogh Scientific Books, Leiden.
- Putman, R.J. 1984. Facts from feces. *Mammal Review* 14:79-97.

- Rodríguez-Mahecha, J. V., M. Alberico, F. Trujillo, & J. Jorgenson 2006. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Bogotá, D. C.
- Ruiz-García, M. 2001. Diversidad genética como herramienta de zonificación ambiental: estudios moleculares (microsatélites) en el caso de Primates y Félidos neotropicales comportan una nueva perspectiva. Page 23 en D. Thomas, and P. A. Palacios, editores. Zonificación Ambiental para el Ordenamiento Territorial en la Amazonia Colombiana.
- Ruiz-García, M., and E. Payán. 2013. Craniometric variation in jaguar subspecies (*Panthera onca*) from Colombia. Pages 465-484 in M. Ruiz-García, and J. Shostell, editores. Molecular Population Genetics, Phylogenetics, Evolutionary Biology and Conservation of the Neotropical Carnivores. Nova Science, New York.
- Sanderson, E. W., K. H. Redford, C. L. B. Chetkiewicz, R. A. Medellin, A. R. Rabinowitz, J. G. Robinson, and A. B. Taber. 2002. Planning to Save a Species: the Jaguar as a Model. *Conservation Biology* 16:58-72.
- Simonetti, J., and I. Huareco. 1999. Uso de huellas para estimar diversidad y abundancia relativa de los mamíferos de la Reserva de la Biosfera-Estación Biológica del Beni, Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 6:139-144.