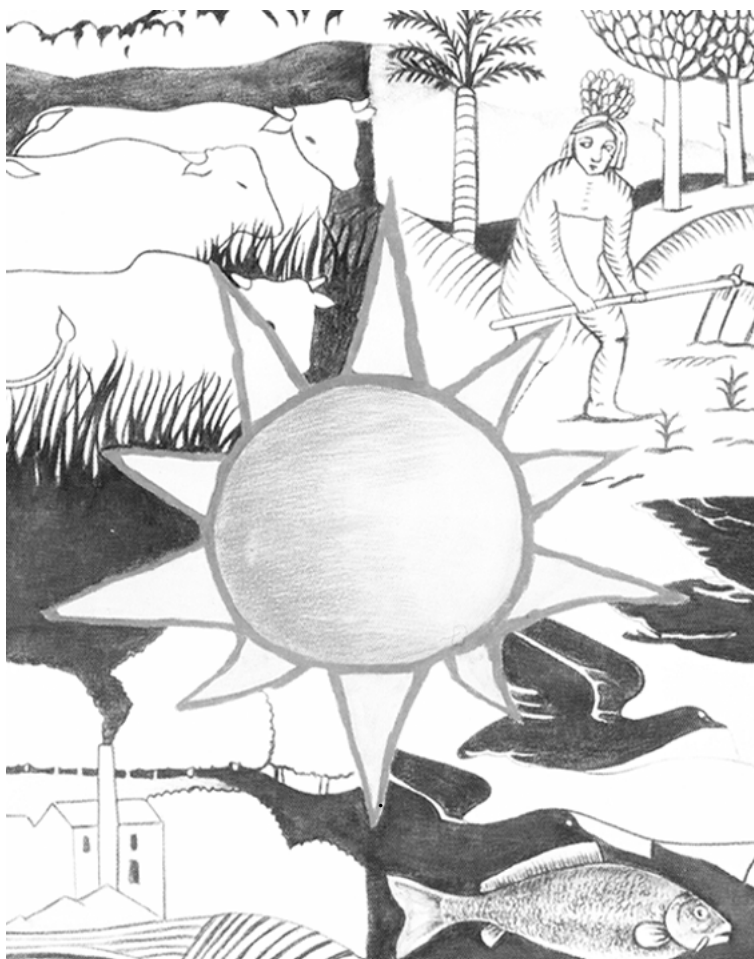


## **USO DE TÉCNICAS NO INVASIVAS EN EL ESTUDIO ECOLÓGICO DE CARNÍVOROS: UN ANÁLISIS CUANTITATIVO**

Use of non-invasive techniques for ecological studies in carnivores: a quantitative analysis

*Alfredo H. Zúñiga<sup>1,2</sup> & Jaime E. Jiménez<sup>1</sup>*



<sup>1</sup>Laboratorio de Vida Silvestre, Universidad de Los Lagos, Casilla 933, Osorno, Chile. Correo electrónico: zundusicyon@gmail.com. <sup>2</sup>Centro de Estudios Agrarios y Ambientales, Casilla 164, Valdivia, Chile.

**RESUMEN**

El estudio de la ecología de los mamíferos carnívoros se encuentra restringido tanto por las bajas densidades en que éstos se encuentran, como por sus comportamientos evasivos. Es así que la captura de individuos se ha convertido en la principal aproximación metodológica usada, no obstante las limitaciones derivadas de la alteración conductual en los individuos. En contraste, las técnicas no invasivas no afectan las conductas de los carnívoros, debido a que se utilizan sólo los rastros o signos directos e indirectos de su presencia como mecanismo evaluador. Estas técnicas (registro de huellas, fecas, pelos y trampas-cámara) se han implementando y perfeccionando en el tiempo, para poder evaluar con mayor precisión a las especies. En el presente trabajo se abordó en forma cuantitativa una revisión sobre experiencias en técnicas no invasivas usadas en carnívoros, cubriendo temáticas vinculadas a estudios ecológicos y a la identificación de especies. Se discuten casos en que se utilizó en forma simultánea más de una técnica, como la representación geográfica de los estudios revisados, de manera de detectar vacíos de información en torno a las especies estudiadas.

**PALABRAS CLAVE:** Técnicas no invasivas, carnívoros, fecas, huellas, cámaras-trampa.

**ABSTRACT**

The study of carnivore ecology is limited due to their low densities, and their elusive behavior. The direct capture of individuals has been the main approach used to study them, with the limitation of the affecting their behavior due the capturing. In contrast, non-invasive techniques do not affect the behavior of carnivores, because only indirect evidence of their presence is required to study them. These techniques (i.e., records of tracks, feces, hairs, and camera-traps) have been implemented and refined over time, to improve the accuracy and reliability when studying free ranging species. In this study, we review non-invasive on carnivores, covering topics related with both ecological studies and identification of species. Experiences that used more than one technique used are discussed, as well as the geographic representation for the studies analyzed, for detect information gaps on the species and techniques examined.

**KEY-WORDS:** Non-invasive techniques, carnivores, feces, tracks, camera traps.

## INTRODUCCIÓN

Los carnívoros son por lo general especies con hábitos evasivos y que se presentan en bajas densidades, lo que limita la posibilidad de estudiar tanto sus aspectos ecológicos generales, como sus preferencias de hábitat, interacciones con otras especies o la estimación de sus abundancias. Conocer estas variables es de relevancia desde el punto de vista del manejo y la toma de decisiones para la conservación de las poblaciones silvestres (Begon et al. 1996, Gotelli & Colwell 2001). Estas dificultades llevan a la necesidad de usar metodologías ad-hoc permitan que permitan tomar datos en terreno para poder evaluar y estimar parámetros ecológicos.

Tradicionalmente se ha utilizado la captura directa de individuos para su estudio (Mech 1974), lo que si bien permite tener un grado de certeza acerca de la ubicación y la abundancia de los carnívoros (Millspaugh & Marzluff 2001), puede presentar restricciones por cuanto las técnicas de captura pueden afectar significativamente la conducta de los individuos, además de los daños físicos que se pudieran producir (Philips et al. 1996, Murray & Fuller 2000). Pudiendo provocarse, además, conductas evasivas como consecuencia de las artes de captura (Mech & Barber 2002), lo que derivaría en sesgos metodológicos en los estudios realizados en las prospecciones realizadas y por consiguiente, limitaciones en la estimación acerca de la ecología de carnívoros. En contraste, los métodos no invasivos utilizan la evidencia indirecta de los animales a través de las señas y rastros tales como huellas, fecas, pelos, imágenes, etc. Debido a que los métodos no invasivos no manipulan a los individuos (MacKay et al. 2008), se minimiza las influencias externas derivadas del manejo físico sobre el comportamiento.

El registro de signos mediante distintas variantes metodológicas ha sido utilizado para la detección de carnívoros en una amplia gama de ecosistemas, así como de ensamblajes y especies de interés, lo que ha permitido evaluar en forma representativa los estados de las poblaciones evaluadas (Beltrán et al. 1991, Sadler et al. 2004). Por otra parte, la variedad de contextos en que estas técnicas han sido aplicadas han incidido en la efectividad de su utilización, lo que en numerosas ocasiones han llevado a su reformulación, llevando a la necesidad de calibrar los registros obtenidos, es decir, a mejorar la relación existente entre el índice resultante del muestreo y la abundancia poblacional absoluta (Lancia et al. 1994, Walker et al. 2000).

El uso de técnicas no invasivas tiene una importante aplicabilidad ecológica, ya que ha permitido estimar abundancias de especies con problemas de conservación con un bajo costo de operación (Shackelford & Whitaker 1997, Sarmiento et al. 2009). También ha permitido evaluar efectos de la fragmentación del hábitat (Virgós et al. 2002, Wintle et al. 2004), o de cambios poblacionales en un ecosistema como consecuencia de la presencia de especies exóticas sobre carnívoros mediante la presencia/ausencia de signos (Harris & Yalden 2004). Esta versatilidad de uso de estas técnicas hace necesario clasificarlas en base a las distintas áreas de dominio en que éstas se aplican (e.g., diferenciación de especies, innovaciones técnicas), lo que refleja el estado de desarrollo de cada una de ellas (Long et al. 2008), así como los vacíos de información existentes. El objetivo de este trabajo es realizar una revisión sistematizando experiencias derivadas del uso de las distintas técnicas no invasivas para la determinación de abundancia y densidad en carnívoros, enfatizando sus diseños metodológicos y discutiendo sus limitaciones y fortalezas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión de la literatura existente acerca de los métodos no invasivos aplicados en el estudio de carnívoros. La recolección de información publicada se basó principalmente en las experiencias extranjeras, cuyo origen provenía de revistas de corriente principal y literatura gris (e.g., tesis), obtenidas a partir de bases de datos (e.g., Blackwell Sinergy, Science Direct) y motores de búsqueda en Internet, usando las siguientes palabras clave: uso de huellas y estaciones olfativas, colecta de fecas, colecta de pelos y uso de trampas-cámara.

La literatura revisada se dividió primero en las distintas técnicas no invasivas utilizadas; éstas a su vez fueron clasificadas de acuerdo a cinco temáticas específicas estudiadas: uso de hábitat, densidad, presencia (diversidad) de especies, diferenciación entre especies y calibración de métodos. Posteriormente, revisamos las experiencias basadas en el uso simultáneo de múltiples técnicas, para evaluar sus eficacias de acuerdo a las características intrínsecas de las técnicas como del diseño en general. Asimismo, estas publicaciones fueron subdivididas en periodos de 5 años (tomando como referente 1979) para cuantificar las frecuencias de uso de las técnicas. Paralelamente, se hizo una clasificación de acuerdo a la cobertura geográfica de los distintos estudios, de manera de poder evidenciar el grado de representación que exhibieran y los eventuales vacíos informativos que pudieran existir.

## RESULTADOS

Encontramos y revisamos 160 trabajos, de los cuales cuatro correspondieron a tesis de grado y/o trabajos de título, que examinaban cuatro técnicas no invasivas: detección de huellas,

colecta de fecas, uso de trampas cámara, colecta de pelos, así como el uso de múltiples técnicas. Los estudios tuvieron una desigual representación tanto en las temáticas abordadas (Fig. 1) como en relación al tiempo de las publicaciones (Fig. 2). Además, algunos artículos examinaron más de uno de los tópicos considerados, los que fueron contabilizados en forma independiente.

A continuación presentamos el análisis de las diferentes técnicas no invasivas encontradas.

### *Uso de huellas*

Se registraron 49 trabajos, los que estuvieron principalmente vinculados a la estimación de densidad (Fig. 1). La calibración de métodos tuvo una importante representación, teniendo asimismo el resto de los tópicos considerados la misma ponderación del total observado.

-*Uso del hábitat*: La aplicación del uso de huellas para evaluar el uso de hábitat fue realizado principalmente a base de la comparación de frecuencias de uso en las distintas categorías de hábitat disponibles, lo que permitió inferir la selección que presentaban las distintas especies. De esta manera, Humphrey & Zinn (1982) compararon las variaciones estacionales en el uso del hábitat de dos especies de mustélidos, la nutria de río (*Lutra canadensis*) y el visón (*Neovison vison*); Acosta-Jammett & Simonetti (2004) examinaron el uso de hábitat de dos carnívoros, güiña (*Leopardus guigna*) y zorro culpeo (*Licalopex culpaeus*) en un mosaico de bosque nativo y plantaciones exóticas de la zona centro sur de Chile, pero usan una superficie muy reducida (680 ha) que podría limitar la evaluación de estas especies, que debido a su dinámica espacial, excede esta superficie. De forma similar, Moraga (2006) estudió la ecología espacial exhibida por

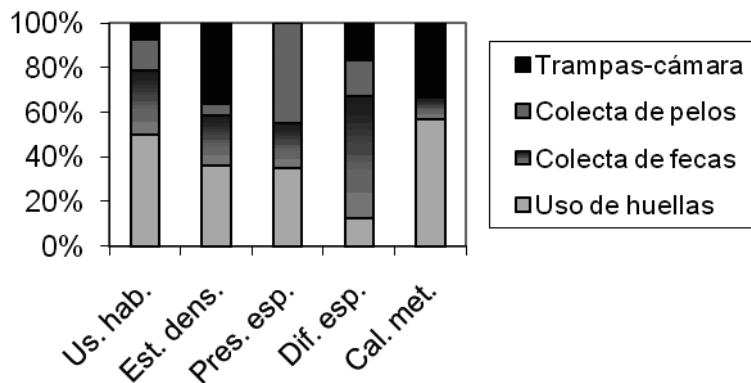


FIGURA 1. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LOS TRABAJOS DE TÉCNICAS NO INVASIVAS REVISADAS BASADOS EN LAS DISTINTOS TÓPICOS USADOS: Us. hab= uso de hábitat; Est. dens= estimación de densidad; Pres. esp= Presencia de especies; Dif esp= diferenciación entre especies; Cal. et= calibración de métodos.

Porcentual representation for issues for non-invasive techniques revisited based in the different topics used: U.H: Habitat use; E.D: Density estimation; P.E: Presence of species; D.E: Differentiation between species; C.M: Calibration of methods.

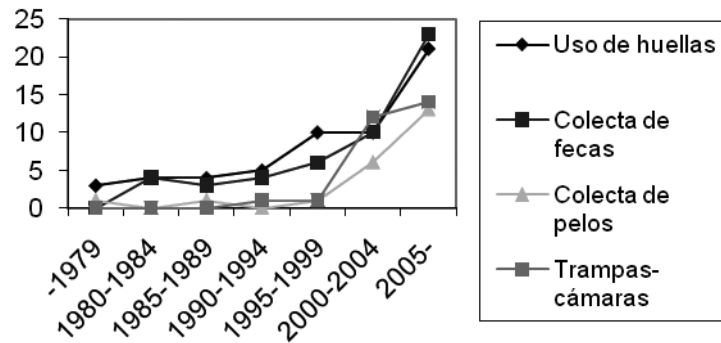


FIGURA 2. REPRESENTACIÓN EN EL TIEMPO DEL USO DE LOS DISTINTOS MÉTODOS NO INVASIVOS ABORDADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO.

Representation in time for use of the different non-invasive techniques used in this study.

carnívoros simpátridos, *P. culpaeus*, *O. guigna* y chingue (*Conepatus chinga*), en torno a plantaciones exóticas de distinta antigüedad en el sur de Chile. Se asoció asimismo variables de paisaje y de vegetación,

lo que permitió distinguir elementos específicos que determinaban el uso del espacio para cada una de estas especies.

Randa & Yunger (2006) evaluaron el uso de hábitat de un ensamble de carnívoros en

una gradiente de paisaje, con el propósito de evaluar los efectos que los asentamientos urbanos generaban sobre sus dinámicas espaciales. Ellos estudiaron la detección de las especies en base de la presencia/ausencia, considerando además la variación estacional de estos registros, lo que les permitió observar variaciones en los patrones específicos para el uso de los distintos hábitats contemplados en los análisis. Mangas et al. (2007) compararon la sobreposición de hábitat a pequeña escala exhibida por la garduña (*Martes foina*) y la gineta (*Genetta genetta*), relacionando la estructura de la vegetación como elemento diferenciador para cada una de las especies; esto permitió examinar la segregación a nivel de hábitat en las dos especies, a pesar de la pequeña superficie cubierta en el estudio (1200 ha), lo que sugiere un esfuerzo mayor de cobertura de área para una estimación más robusta acerca de los usos de hábitat respectivos. Además, Sánchez-Lalinde & Pérez-Torres (2008) determinaron el uso de hábitat por carnívoros en el bosque seco tropical de Colombia a nivel de microhábitat, también en una superficie muy reducida (111,5 ha) lo que podría sobreestimar la frecuencia del uso de los hábitats por parte de las especies evaluadas, debido a que los ámbitos de hogar de éstas podrían ser mayores que el área prospectada. En esa dirección, Van Etten et al. (2007) combinaron el uso de las huellas con radiotelemetría para evaluar el uso de hábitat del zorro rojo (*Vulpes vulpes*) en función del desplazamiento producido como consecuencia de la interacción con coyotes (*Canis latrans*), una especie excluyente. Pese a que se observó que ambos métodos presentaban similar efectividad en términos de detección de la especie, el método de huellas, evidenció sitios de presencia de la especie que la telemetría no pudo, como fueron sitios específicos de forrajeo, lo que representó una ventaja comparativa desde el punto de vista metodológico.

-*Estimaciones de abundancia:* La aproximación utilizada para estudios de densidad se basa principalmente en la frecuencia de visitas a las estaciones operativas por parte de las especies de interés, estableciendo una relación entre el número de registros y el esfuerzo (i.e., el tiempo). Wood (1959) realizó uno de los primeros aproximaciones de abundancia basadas en la presencia de huellas, al evaluar poblaciones de zorro rojo y de zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en un ecosistema de composición homogénea al sur de Estados Unidos. Posteriormente, Linhart & Knowlton (1975) mejoraron este procedimiento al estimar la densidad de *C. latrans* en un amplio espacio territorial, que comprendía numerosos estados del norte de EE.UU. Esto permitió tener un buen referente sobre este parámetro, a pesar de la variabilidad de las condiciones ambientales y de hábitat en cada uno de los territorios prospectados –lo que afectaría en el patrón espacial que pudiera tener la especie a nivel local- podría representar diferencias para su correcta interpretación. En forma similar, Lindzey et al. (1977) adaptaron esta técnica para evaluar la abundancia de osos negros (*Ursus americanus*), a pesar de que ésta presentó restricciones debido al patrón estacional de actividad exhibido por la especie, dificultando la capacidad de estimación. Travaini et al. (1996) estimaron la densidad de *V. vulpes* en dos áreas protegidas en España, donde observaron que no existían diferencias entre las tasas de visitas registradas entre uno y dos días de operación, situación que fue confirmada al no encontrarse variaciones durante todo el periodo de muestreo, lo que permitió concluir acerca de la estabilidad de la población evaluada. Por otra parte, Jiménez et al. (2007) dispusieron de estaciones olfativas en fragmentos de distinta superficie para estimar la abundancia de los distintos carnívoros que pudieran afectar

el éxito reproductivo de patos silvestres en el norte de Estados Unidos; sin embargo, no pudo obtenerse una relación clara entre la abundancia y diversidad de depredadores y el éxito reproductivo debido al gran número de variables implicadas en el estudio.

Existen restricciones al usar los registros de huellas para estimar abundancia, asociadas principalmente a la conducta de las especies, como fue el caso estudiado por Robson & Humphrey (1985). Ellos, trabajando con poblaciones de *L. canadensis*, obtuvieron registros cuyas frecuencias fueron decrecientes en función del tiempo, lo que no permitió concluir respecto de la densidad de la población, ya que parecía haber un acostumbramiento de los animales a la técnica. Asimismo, Nottingham et al. (1989) obtuvieron un modelo errático de observaciones al trabajar con una población de mapaches (*Procyon lotor*), debido a que la particularidad conductual de esta especie no se ajustaba a lo esperado en base a la tasa de visitas a las estaciones olfativas. Un resultado similar obtuvo Smith et al. (1994) al estudiar la misma especie, ya que observaron que la relación existente entre las tasas de visitas a las estaciones olfativas y las densidades (la que fue estimada independientemente mediante trapeo) eran independientes entre sí, lo que permitió concluir -en forma separada a la experiencia anterior- que el comportamiento específico de la especie no permite inferir por sí mismo tendencias poblacionales a partir del diseño experimental desarrollado, lo que sugiere realizar modificaciones a nivel del diseño experimental. En forma similar, Brongo et al. (2005) compararon la tasa de visitas de *U. americanus* a estaciones de huellas y a trampas de capturas dispuestas ambas con cebo (sardinas). Ellos encontraron sesgos en las estimaciones de densidad, debido a que los cebos representaron una especie de

recompensa alimenticia para estos animales, distorsionando la tasa de visitas.

En Chile, Jiménez et al. (1991) evaluaron la ecología de la población continental del zorro de Darwin (*Lycalopex fulvipes*) en base a estaciones olfativas con poca distancia entre sí (50 m), lo que restringió los resultados en consideración de la agregación de los registros que se obtuvieron. Martínez et al. (1993a), estimaron la densidad de zorros chilla (*Lycalopex griseus*) en el sur de Chile en forma simultánea con la oferta de presas existente en el área de estudio, lo que les permitió asociar estas dos variables en diferentes estaciones que del año. Por otra parte, Martínez et al. (1993b) y Jiménez (1993) estudiaron la diferenciación ecológica de *L. culpaeus* y *L. griseus* en base a las frecuencias de visitas a estaciones olfativas, combinando además con el conocimiento del tamaño de las huellas de individuos conocidos y telemetría. Asimismo, Muñoz-Pedrerros et al. (1995) estudiaron la densidad relativa de pumas (*Puma concolor*) en un agroecosistema del sur de Chile, donde pudieron observarse variaciones estacionales de este parámetro, presentando además distintos grupos etéreos que frecuentaban el área de estudio. Esto permitió observar una distribución espacial azarosa de los individuos, de acuerdo a las frecuencias de visitas a las estaciones de atracción olfativa.

-*Presencia de especies:* A partir de experiencias basadas en la utilización de atrayentes olfativos, se ha podido estudiar las afinidades que los carnívoros presentan en relación a compuestos determinados. Esto ha podido dirigir las visitas a las trampas de huellas en forma casi exclusiva a especies del interés del investigador. De esta manera, Turkowski et al. (1983) y Stolzenburg & Howard (1989) desarrollaron compuestos comerciales químicos que demostraron su efectividad al estimular las visitas de *C. latrans*; Sin

embargo, Travaini et al. (2001) no obtuvieron diferencias significativas al realizar pruebas con diferentes atrayentes para maximizar la tasa de visitas en *L. culpaeus* en la Patagonia Argentina, debido a la confusión existente con *L. griseus*, que estaba presente en el área de estudio y que respondía en forma similar a los compuestos. Por otra parte, Andelt & Wooley (1996) observaron una variación en las respuestas de atracción al desarrollar pruebas con distintos compuestos para mamíferos urbanos como parte de un programa de control de la rabia, lo que sugirió la utilización de aquellos compuestos detectaran el máximo posible de especies.

Una innovación metodológica ha sido el uso de estructuras cerradas (cajas) con una o dos entradas para la detección de carnívoros. Estas cajas cuentan en su piso interior con un sustrato que permita el registro de las huellas. Sin embargo, por su forma cubierta, estas estructuras podrían generar una conducta evasiva en los individuos. Usando este método, Loukhmas et al. (2002) observaron distintas respuestas en carnívoros, cuyas visitas estuvieron directamente relacionadas con el tamaño de las cajas visitadas y sus propios tamaños corporales. Desde el punto de vista logístico, Belant et al. (2003a) detectaron diferencias en la eficacia en que las huellas de carnívoros eran registradas, al comparar superficies impregnadas con tóner de impresora, con ahumado de acetileno y con polvo de talco. Concluyeron que el tóner fue el medio de impresión más efectivo para estos efectos, con la ventaja adicional de ser más fácil de operar en terreno. Por otra parte, Helon et al. (2002) observaron que la maximización de la superficie a muestrear en un área determinada, restringiendo el uso de senderos, puede resultar en mayores registros de especies, lo que también dependerá de las características físicas del ambiente específico y de la diversidad de carnívoros existentes.

*-Diferenciación entre especies:* Distinguiendo la morfología de las huellas de mamíferos chilenos, Acosta-Jamett & Simonetti (1999) estudiaron el patrón de distintas especies a partir de ejemplares obtenidos en un zoológico. A pesar de su componente práctico, este método aplicado por sí solo tiene limitaciones, debido a que las impresiones de las huellas pueden variar de acuerdo a la naturaleza del sustrato y a la similitud de las huellas, principalmente entre especies congénéricas, lo que hace imposible distinguirlas.

Otros autores han utilizado la morfometría de las huellas para identificar especies o individuos. Así, Zielinski & Truex (1995) han diferenciado mustélidos simpátridos, específicamente marta pescadora (*M. pennanti*) y *M. foina*, usando algoritmos de función discriminante. A pesar de que observaron una diferenciación entre las especies, ellos concluyeron que se necesitaba una óptima impresión de las huellas para una buena estimación. Por otra parte, Grigione et al. (1999) y Lewison et al. (2001) consideraron el tipo de sustrato y las condiciones ambientales como elementos de distorsión de las impresiones al trabajar con huellas de *P. concolor*. En una dirección similar, García et al. (2010) utilizaron individuos de la misma especie para diferenciar sexos a través de mediciones lineares, angulares y geométricas de las patas delanteras, encontrando diferencias significativas entre machos y hembras. Sin embargo, el tamaño muestral utilizado (n=8), así como el grupo etéreo involucrado (>3 años) sugieren la necesidad de contar con una mayor representación muestral para su validación, debido a la gran variación interindividual que presentaban las mediciones.

Por otra parte, Gusset & Burgener (2005) utilizaron tres criterios para la identificación de huellas en carnívoros grandes en África: a



partir de aproximaciones basadas en medidas de huellas, correlaciones entre densidad de huellas y densidades efectivas derivadas de otros estudios, y aproximaciones basadas en análisis de varianza y pruebas a posteriori de datos de medidas de huellas. Posteriormente, Herzog et al. (2007) establecieron una metodología para el reconocimiento de individuos de *M. pennanti* mediante el reconocimiento de las zonas metacarpales de las patas, las cuales fueron registradas en superficies imprimibles de alta definición. Sin embargo, el método requiere que los registros deban ser efectuados de una forma estrictamente óptima, ya que en caso contrario se puede generarse una distorsión en la impresión, lo que imposibilita la identificación.

-*Calibración de métodos:* Roughton & Sweeny (1982) refinaron la metodología basada en el registro de huellas, con el objeto de optimizar el uso de las estaciones olfativas en carnívoros. Ellos consideraron: (a) la tasa de volatilidad de los atrayentes y su presentación, de manera de maximizar su presencia en el ambiente; (b) el número de las líneas (agrupamientos lineales) de estaciones olfativas operables durante una noche, lo que maximizaría la información obtenida respecto del esfuerzo de muestreo, así como la limitación de efectos no deseados, como la lluvia; (c) la interpretación estadística, que debiera ser más robusta con los datos obtenidos en terreno. No obstante, se omitieron las consideraciones biológicas de las especies-objetivo, lo que podría condicionar la disposición espacial de las estaciones olfativas a operar, de acuerdo a las particularidades conductuales de especies diferentes.

Conner et al. (1983) compararon el uso de huellas, de fecas marcadas con isótopos radioactivos y de radioteleetría para la estimación de densidad en cuatro especies *L. rufus*, *U. cinereoargenteus*, *P. lotor* y la zarigüeya norteamericana (*Didelphis*

*virginiana*). Ellos observaron relaciones entre las técnicas empleadas y la densidad en todas las especies salvo en la última, lo que indicó una particularidad conductual que sugería modificaciones en el procedimiento de calibración. Asimismo, Servín et al. (1987) utilizaron registros de telemetría de *V. Vulpes* para relacionar las visitas de la especie a estaciones olfativas en transectos definidos; los resultados obtenidos permitieron concluir que tanto el patrón de movimiento de la especie como la posición espacial en que se disponían los transectos podían afectar los registros obtenidos.

En una aproximación netamente demográfica, Diefenbach et al. (1994) estudiaron las visitas a estaciones olfativas en relación al tamaño poblacional de *L. rufus*, a partir de un programa de reintroducción. Esto les permitió disponer de la información sobre el número inicial de individuos existentes, así como una proyección poblacional en el tiempo que comprendió la investigación. Ellos generaron una modelación probabilística de la especie basada en los nacimientos y muertes esperables en el tiempo, considerando escenarios optimistas y pesimistas.

Beier & Cunningham (1996) evaluaron variaciones en la presencia de *P. concolor* en el sur de Estados Unidos, al usar transectos de 8 km de longitud, revisados en dos oportunidades. Esto permitió conocer el tipo de distribución espacial y temporal que presentaban las huellas, así como calcular el poder estadístico para detectar cambios poblacionales en la especie. Zielinski & Stauffer (1996) estimaron los cambios poblacionales de *M. pennanti* y la marta americana (*Martes americana*) utilizando una grilla múltiple de estaciones de huellas, incorporando un modelo de simulación determinístico. En la Patagonia Argentina, Novaro et al. (2000) combinaron las frecuencias de visitas de *P. culpaeus* a

estaciones olfativas con datos de abundancia obtenidos de la captura de individuos, comparando a la vez áreas de caza; no obstante, el bajo número de observaciones obtenidos dificultó detectar cambios de densidad. En el mismo sentido, Warrick & Harris (2001) y Schauster et al. (2003) evaluaron cambios poblacionales en zorros kit (*Vulpes macrotis*), al combinar métodos de registro (lo que involucró además la captura de individuos). El primer estudio permitió encontrar una relación positiva entre los registros obtenidos y el tamaño poblacional, la que sin embargo, fue sólo detectable a partir de una amplia escala de tiempo de operatividad (8-12 años). En el segundo estudio, pudo concluir que el método de captura-recaptura y el de estaciones olfativas, a pesar de existir variaciones de tipo estacional, fueron las más eficaces técnicas para estimar la densidad de la especie.

En África, Stander et al. (1998) compararon valores conocidos de poblaciones de carnívoros en dos reservas en Namibia, con índices derivados del uso de rastros como indicadores de densidad. Ellos observaron una independencia en el comportamiento de ambas variables, y discutieron cómo elementos tales como el esfuerzo de muestreo y las longitudes de senderos recorridos, podían afectar la precisión del índice obtenido. Por otra parte, Blaum et al. (2008) compararon registros de tipo pasivo (sin atrayentes) utilizando dos índices: el primero usando el conocimiento indígena de huellas en transectos definidos, y el segundo con una evaluación de tipo binaria (presencia/ausencia) de huellas. Ambos métodos presentaron una significativa eficacia, pero el segundo método fue más limitado, lo cual se refleja principalmente en especies gregarias, debido a que éstas presentan distribuciones agrupadas.

En otra perspectiva, Sargeant et al. (1998) examinaron la importancia de la representación

espacial en el diseño de estaciones olfativas para una buena interpretación de la evidencia. Indicaron que con un muestreo extensivo (con 441 líneas de estaciones distanciadas al menos 5 km entre sí) realizado en Minesota, Estados Unidos, considerando en el diseño tanto visitas a estaciones como a líneas de estaciones, se detectaron siete especies en el área. A pesar de aquello, encontraron un bajo poder estadístico para interpretarlas cuantitativamente. Indicaron la limitación que presenta el uso de estaciones olfativas para la estimación de abundancia, así como la necesidad del seguimiento del muestreo en un tiempo lo suficientemente amplio como para poder establecer estimaciones más precisas entre las dinámicas de las especies. En un estudio similar, Sargeant et al. (2003) demostraron cómo las estaciones olfativas pueden, dependiendo de su disposición espacial, limitar la detectabilidad de especies y por consiguiente, la estimación de densidad debido a contagios espaciales. Ellos, al comparar la longitud de líneas de estaciones con la frecuencia de visitas a éstas, observaron la existencia de una relación estrecha entre ambas variables, lo que permitió concluir acerca de la necesidad de disponer de amplias escalas espaciales para la optimización de estos registros; sin embargo, al considerar que las estas observaciones se obtuvieron sólo a partir de las visitas de dos especies, el chingue rayado (*Mephitis mephitis*) y *V. Vulpes*, los resultados son limitados, ya que no permiten realizar inferencias acerca de otros carnívoros posibles de ser detectados. Además, Hamm et al. (2003) evaluaron la independencia de visitas entre estaciones por parte de *M. pennanti*; esto fue realizado a partir de estaciones lo suficientemente distanciadas entre sí como para limitar los contagios de detecciones por parte de los mismos individuos, los que podrían haber generado sesgos posteriores en la estimación poblacional.

### Colecta de Fecas

Se encontraron 49 publicaciones (2 en dos tópicos simultáneos y 1 en forma simultánea con otra técnica) que estuvieron representadas en su amplia mayoría por experiencias vinculadas a diferenciación de especies. Los trabajos sobre los otros tópicos fueron considerablemente menores.

-*Uso de hábitat*: Napolitano et al. (2008) estudiaron la diferenciación ecológica, basadas principalmente del hábitat y la dieta en dos felinos, el gato colo-colo (*Leopardus colocola*) y el gato andino (*Leopardus jacobita*) en el norte de Chile. Kays et al. (2008) evaluaron la distribución espacial de *C. latrans* en un área de composición heterogénea (25000 km<sup>2</sup>), teniendo en cuenta la rápida expansión geográfica de esta especie. Utilizaron modelos de atributos vegetacionales y de paisaje, basados en la teoría de la información (Burnham & Anderson 2002). Hass et al. (2009) evaluaron el uso y diferenciación de hábitats por parte de *L. rufus* y *P. concolor*, comparando las respectivas frecuencias de fecas a lo largo de transectos. Esto permitió observar tendencias distintas para cada una de las especies en el uso de hábitat y la dieta. De forma similar, Zúñiga et al. (2009) evaluaron el uso y la sobreposición de hábitat por parte de mamíferos simpátridos, *P. concolor*, *L. griseus*, *L. guigna* y quique (*Galictis cuja*), en un área de heterogénea composición en el sur de Chile, en un espacio geográfico muy limitado (568,9 ha), lo que resultó restringido para evaluar las eventuales restricciones espaciales propias de las dinámicas espaciales propias de cada especie.

-*Estimación de densidad*: Se han utilizado isótopos radioactivos para evaluar la densidad de carnívoros, basándose en la relación existente entre fecas que presentasen estos compuestos en relación con las que no, a partir de una unidad de tiempo específica. De esta manera, Kruuk et al. (1980), inyectaron

isótopos radioactivos (<sup>65</sup>Zn) a individuos de tejón (*Meles meles*) los cuales, al eliminarlos en las fecas, pudieron ser distinguidos de los individuos sin tratar, estableciendo una relación a partir del método de captura-recaptura, lográndose así un indicador del tamaño de la población. De forma similar, Conner & Labisky (1985) utilizaron individuos de *P. lotor* para ser inyectados con Cadmio 115, compuesto que posteriormente fue liberado a través de la defecación. Al compararse las estimaciones provenientes de esta metodología con la de trampeo directo, en el primer caso pudo observarse un bajo margen de variación, que lo que permite asumir como un buen indicador de la tendencia poblacional. Posteriormente, Crabtree et al. (1989) desarrollaron pruebas con seis tipos de radio-isótopos en *C. latrans*, evidenciando una lenta degradación de estos compuestos en las fecas, permitiendo de esta manera una más precisa evaluación la densidad de la especie en el tiempo. Testa et al. (1994) utilizaron esta aproximación para estimar el tamaño poblacional de *L. canadensis* a consecuencia de un derrame de petróleo, comparando sitios con y sin influencia de este impacto, no encontrando diferencias significativas; sin embargo, se puntualizó acerca de la necesidad de considerar las fuentes de sesgo que pudieran afectar a las muestras.

Se ha utilizado además el número de fecas encontradas en transectos por unidad de tiempo como estimador de densidad, al considerar la tasa de defecación de una especie en particular. Beltrán et al. (1991) realizaron una adaptación metodológica de Taylor & Williams (1956) para la estimación de densidad en *V. vulpes*, consideración que fue aplicada por Martínez et al. (1993a) para *L. griseus* en el bosque austral chileno. No obstante, las limitaciones a esta aproximación han sido sugeridas por Andelt & Andelt (1984), quienes aseveraron que el tipo de dieta puede condicionar la tasa de defecación en *C.*

*latrans*, lo que podría significar un sesgo en su contabilización. De forma similar, Livingstone et al. (2005) indicaron que la coprofagia realizada por algunos animales podría significar una disminución de fecas del medio, generando un efecto similar al caso anterior.

*-Presencia de especies:* La determinación específica de carnívoros se ha logrado a partir del uso de perros entrenados, quienes a instancias de su alta sensibilidad olfativa, pueden discriminar partículas odoríferas características de una especie en particular, reteniéndolas posteriormente en la memoria para futuras búsquedas (Mackay et al. 2008). De esta manera, se han realizado en años recientes experiencias en base a especies-objetivo, con un importante grado de efectividad: Smith et al. (2003) y Smith et al. (2006) para *V. macrotis*, siendo las fecas de esta especie reconocidas eficientemente a partir de cánidos simpátridos. Asimismo, Wasser et al. (2004) diferenció a partir de esta metodología la presencia de *U. arctos* y *U. americanus*, y Harrison (2006) para el caso de *L. rufus*.

*-Diferenciación entre especies:* La identificación de especies a basadas en la morfología de las fecas ha sido una forma directa y económica de asociar las especies con patrones fecales de especies determinadas, a pesar de que puede presentar cierto margen de error por la variabilidad de forma entre especies. Es así que a partir de este criterio han sido realizadas caracterizaciones estandarizadas para las distintas especies (Murie 1974, Halfpenny & Biesiot 1986; Chame 2003). En una forma marginal, se ha propuesto el uso del diámetro de la feca y el pH como criterio diferenciador (Green & Flinders 1981), quienes lo aplicaron para el caso de *L. rufus* y *V. vulpes*; sin embargo, la variabilidad de ambos parámetros no permitieron diferenciarlos en forma

significativa. Posteriormente, el uso de la cromatografía de capa fina (Major et al. 1980) ha sido una herramienta consistente en la identificación debido a la especificidad en la composición los perfiles de los ácidos biliares de los distintos carnívoros. Este procedimiento ha sido aplicado con éxito en félidos neotropicales (Fernández et al. 1997, Cazón & Sühling 1999) y asiáticos (Khorozyan et al. 2004), así como en cánidos neotropicales (Capurro et al. 1997). Asimismo, Guerrero et al. (2006) han utilizado esta técnica para diferenciar carnívoros en la zona central de Chile. No obstante, existen casos en que la aplicabilidad de la técnica no es efectiva, debido a la similar composición de los ácidos biliares existentes en las especies a identificar, lo que hizo ambiguo el proceso de diferenciación (véase Johnson & Belden 1984 para la diferenciación de *P. concolor* y *F. rufus*, y Jiménez et al. 1996 para cánidos simpátridos).

La forma más relevante en la actualidad para la diferenciación de especies, por su eficacia y masificación de uso, es el análisis de ADN fecal (Kohn & Wayne 1997; Foran et al. 1997a). Debido a la presencia en las fecas de células desprendidas del colon, existe la factibilidad a partir de este sustrato para establecer patrones génicos de carácter diagnóstico que permitan la diferenciación de especies. La eficacia de esta aproximación ha sido puesta de manifiesto al ser comparada con la diferenciación morfológica, llevada a cabo por expertos, en terreno (Davison et al. 2002), resultando una menor precisión para identificar especies en el segundo caso (no obstante la correcta identificación de las especies por parte de indígenas en Paraguay; véase Zuercher et al. 2003). De esta manera, el análisis genético ha permitido identificar individuos de lince ibérico (*Lynx pardinus*; Palomares et al. 2002), con una total ausencia de falsos positivos en las detecciones. Similar situación ha permitido a Bellemain et al. (2005) identificar osos grizzly

(*Ursus arctos horribilis*) en Estados Unidos; Miotto et al. (2007) individuos de *P. concolor* en el Cerrado Brasileño; Janecka et al. (2007) ejemplares de leopardo de las nieves (*Uncia uncia*) y a Kays et al. (2008) individuos de *C. latrans*.

En forma similar, las secuencias génicas específicas facultan la discriminación entre especies, inclusive las que tienen semejanza filogenética, lo que subsana la ambigüedad que presentaban las aproximaciones anteriormente mencionadas. Esto ha sido aplicado para diferenciar tigres (*Panthera tigris*) y leopardos (*Panthera pardus*) en Rusia oriental (Nagata et al. 2005); félidos simpátridos en el Neotrópico (Farell et al. 2000, Cossíos & Angers 2006). Además han permitido distinguir especies exóticas de las nativas en Tasmania, caso de *V. vulpes*; Berry et al. (2007), Kurose et al. (2007) sobre la determinación específica de pequeños félidos en Japón; Bildlack et al. (2007) sobre la diferenciación de una comunidad de carnívoros en el noroeste de Estados Unidos; Fernandes et al. (2008) para la identificación de carnívoros de un ensamble en la Península Ibérica; Napolitano (2008) para la diferenciación de félidos simpátridos en el norte de Chile; Ruiz-González et al. (2008) para la discriminación entre dos especies de mustélidos ibéricos; Gallardo et al. (2009) para evaluar la presencia de *P. concolor* en un área protegida en Bolivia, y Haag (2009) para la diferenciación genética entre jaguar (*Panthera onca*) y *P. concolor* al sur de Estados Unidos.

Pese a lo anterior, existen consideraciones técnicas sobre las muestras fecales relacionadas con su antigüedad (Dálen et al. 2004; Sánchez et al. 2004), debido a la descomposición que experimenta el material genético de la feca en la interperie, lo que incide considerablemente sobre su viabilidad para los posteriores análisis genéticos. Asimismo, Stenglein et al. (2009) observaron a partir de deyecciones de *U. arctos* y en lobo (*Canis*

*lupus*), que la calidad del ADN muestreado puede variar de acuerdo a su localización dentro de una feca; de esta manera, las zonas periféricas presentaron menor pérdida de material genético que el interior, lo que puede considerarse para los efectos de selección de segmentos fecales para análisis.

-*Calibración de métodos*: Cavallini (1994) aplicó el método de contabilización de fecas en transectos para estimar densidades de *V. vulpes* en sectores de composición heterogénea en Italia, cuyas particularidades a nivel local permitieron establecer diferencias de abundancia en cada caso. Asimismo, Bellemain et al. (2005) compararon cuatro índices de estimación de densidad para osos pardos (*Ursus arctos*), basados en rarefacción y captura-recaptura y combinando estudios genéticos y de campo; a pesar de la precisión obtenida en estos registros a instancias de la amplia superficie cubierta (49000 ha), involucró un considerable esfuerzo de muestreo, principalmente a nivel de voluntarios en terreno.

#### *Colecta de pelos*

Fueron registrados 22 trabajos (2 de ellos repetidos en distintos tópicos), en los cuales se destacan los tópicos Presencia de especies y Diferenciación de especies como los más representados, con nueve trabajos cada uno; en contraste, Uso de hábitat y Estimación de densidad fueron citados sólo en dos ocasiones respectivamente. No se encontraron experiencias basadas en calibración de métodos.

-*Uso de hábitat*: Schmidt & Kowalczyz (2006) evaluaron el uso de hábitat del lince común (*Lynx lynx*) en Polonia, utilizando transectos con estaciones con atrayentes olfativos y trampas de frotación, en sectores que eran asumidos como de uso frecuente por

la especie. Los resultados indicaron la presencia de áreas de concentración de los individuos con variaciones a lo largo del año, evidenciando un patrón estacional en la respuesta de la especie. Por otra parte, Apps et al. (2006) estudiaron la diferenciación del uso de hábitat por dos especies de úrsidos (*U. americanus* y *U. arctos*), a través de estaciones de trampas compuestas de alambres con púas unidos a un atrayente olfativo. La diferenciación, y posterior análisis de las variables de hábitat involucradas permitieron establecer cómo estas especies pueden hacer co-uso del espacio en que viven, estableciendo una correlación negativa entre las respectivas presencias (Sokal & Rohlf 1981).

*-Estimación de densidad:* Las estimaciones de densidad derivadas de la colecta se han realizado principalmente en base a la captura y recaptura de animales (White et al. 1982), lo cual fue aplicado por Mowat & Paetkau (2002) para estimar el tamaño poblacional de *M. americana*, lo que implicó un rigor metodológico de diferenciación tanto de especies como de individuos. Posteriormente, Williams et al. (2009) estimaron el tamaño poblacional de *M. pennanti* y *M. americana* al norteste de Estados Unidos, a partir de un programa de recuperación, evidenciando variaciones de acuerdo a la heterogeneidad espacial de las distintas áreas muestreadas.

*-Presencia de especies:* Las experiencias registradas se basaron principalmente en dispositivos de colecta, los que junto con el uso de atrayentes, han permitido la obtención de distintos resultados de acuerdo con el contexto geográfico en que fueron aplicados. Weaver et al. (2005) utilizaron un diseño de trampas de pelo que incorporaba atrayentes olfativos, los que estimularon en forma específica el comportamiento de frotación en ocelotes (*Leopardus pardalis*). De forma

similar, MacDaniel et al. (2008) evidenciaron la presencia del lince canadiense (*Lynx canadensis*), a través del uso de atrayentes odoríferos comerciales; éstos fueron dispuestos a lo largo de estaciones, adjuntos a unos pequeños paneles con clavos que facilitaron la adhesión de pelos conforme se estimulaba a un individuo a frotarse. Respecto a los dispositivos de colecta de pelos, existen un importante número de experiencias basadas en la eficacia de éstos y a su aplicación en especies objetivo. Es así como Valderrama et al. (1999) hacen referencia a artefactos de colecta dispuestos en cajas; Clark et al. (2002-2003) a cintas adheribles en tubos de PVC, los que facilitarían la colecta de pelos en especies pequeñas (principalmente *V. macrotis*). En un enfoque similar, Belant et al. (2003b) dispusieron de bandas metálicas circulares en las trampas, las que demostraron una considerable eficacia en la colecta de pelos para *P. lotor*, *M. pennanti* y *M. americana*. Por otra parte, Zielinski et al. (2006) compararon el uso de trampas de alambre y de pegamento como detectores de mesocarnívoros, las que permitieron observar un diferente grado de eficacia para las distintas especies, siendo mayores los registros en el caso de las trampas de alambres para las especies en general, y en términos específicos, mayor en el caso del pegamento para el caso de *M. pennanti*. Castro-Arellano et al. (2008) compararon la efectividad de detección para dos modelos de trampas para pelos, utilizando distintos atrayentes, para el registro de mamíferos del noroeste de México, los que estaban constituidas en base a clavos y velcro; esto permitió una detección sobre el 70% de las especies potenciales del área, así como una considerablemente mayor proporción de registros para las trampas con clavos (aproximadamente cinco veces más) respecto a las de velcro. Por otra parte, el uso de atrayentes no fue significativo en la detección de especies.

En lo que respecta a innovaciones de tipo técnico, Depue & Ben-David (2007) comprobaron la efectividad de dos tipos de trampas modificadas –de caja y de cepo- con colectores de pelo, empleándose con individuos de *L. canadensis*, y Pauli et al. (2008) incorporaron cepillos de acero al interior de trampas cilíndricas de PVC, los que permitieron una importante captación de pelos, principalmente de *M. americana*.

*-Diferenciación entre especies:* A nivel morfológico, se ha considerado como criterio práctico la identificación en base al patrón cuticular ya que la disposición espacial que ésta presenta en el pelo tendría una especificidad de tipo diagnóstica (Kennedy & Corbyn 1978). De esta manera, se han realizado diferenciaciones entre especies tanto a través de cortes transversales de los pelos en mamíferos chilenos (Aravena et al. 1989), como a través de la coloración y número de bandas de que presentan éstos -caso de diferenciación del perro doméstico *Canis familiaris* y lobo (*Canis lupus*); Porta & Llana (2001)-. Sin embargo, se han encontrado similitudes en el patrón cuticular de carnívoros en el este de Europa (Tóth 2002), lo que puede significar que el criterio presenta ciertas restricciones. Por otra parte, (Miotto et al. 2008) observaron que los pelos presentes en fecas de carnívoros no son estrictamente de la especie a la que proviene, situación generalmente atribuible a la autolimpieza del animal, sino a las presas capturadas, lo que sugiere la necesidad de utilizar metodologías complementarias para su verificación.

La identificación de especies en base al análisis genético de los pelos ha sido un avance técnico de consideración: las muestras se obtienen a partir de los segmentos basales de los pelos obtenidos, lo que permite su procesamiento genético posterior. Esto restringe las ambigüedades en forma similar

al análisis de fecas (Foran et al. 1997b). Es así que Mowat & Paetkau (2002) lo han utilizado para la determinación de *M. americana*; López-Giráldez et al. (2005) para la diferenciación de especies del género *Mustela*, *M. vison*, *M. luteola* y hurón doméstico (*M. putorius*), y Apps et al. (2006) para diferenciar úrsidos en Columbia Británica. A pesar de las ventajas que este tipo de análisis confiere, existen consideraciones de tipo técnico relacionadas con la contaminación de las muestras, debido a la mezcla de pelos de distintas especies en los dispositivos de colecta. Esto puede ocurrir por la visita a estos colectores por especies ajenas a las de interés del investigador (Downey et al. 2007), lo que limita el éxito posterior de la identificación.

#### *Trampas-cámara*

De 26 trabajos revisados (con dos repetidos en distintos tópicos), se destaca el tópico Estimación de densidad, con 11 publicaciones; el tópico Uso de hábitat implicó sólo una sola experiencia, teniendo el resto una representación intermedia del total.

*-Uso de hábitat:* Sarmento et al. (2010) evaluaron el patrón espacial de los carnívoros de un área protegida en Portugal, utilizando una modelación basada en las variables de hábitat, paisaje, competencia y oferta de presas. A pesar de que existió la dificultad para explicar la presencia de especies generalistas (caso de *V. vulpes*), realizaron un movimiento sistemático de cámaras-trampa a lo largo del área de estudio, de manera tal de ampliar la superficie a evaluar.

*-Estimaciones de densidad:* Karanth et al. (1995) compararon patrones individuales del pelaje en una población de tigres (*Panthera tigris*), permitiendo la estimación de densidad en base al modelo de captura y recaptura; sin embargo, se destacó la necesidad de contar

con fotografías que optimicen la visibilidad de los patrones específicos de los individuos, para limitar la subrepresentación generada a partir de una ambigua identificación de los mismos. Posteriormente, Karanth et al. (2006) determinaron la dinámica poblacional de la misma especie utilizando una acumulación de datos provenientes de trampas-cámara en un periodo de nueve años, obteniendo información acerca de movimientos individuales, abundancia y sobrevivencia. A pesar de la gran demanda involucrada en el diseño en términos presupuestarios y de esfuerzo de muestreo, significó una robusta e inmejorable evaluación del estado de la población en relación al tiempo, con la eventual aplicabilidad que pudiera tener desde el punto de vista de la conservación. En forma similar, la identificación a nivel individual ha permitido estimar densidades en las experiencias de Martorello et al. (2001) para *U. americanus*, Maffei et al. (2004) y Soisalo & Cavalcanti (2006) para *P. onca*; Trolle & Kéry (2003), Trolle & Kéry (2005), Bitetti et al. (2006) y Dillon & Kelly (2008) para *L. pardalis*; Trolle et al. (2008) para el lobo de crin (*Chrysocyon brachyurus*) y Larrucea et al. (2007) para *L. canadensis*. Además, Mazzoli (2010) estimó el número de individuos de *P. concolor* presentes en un mosaico de plantaciones forestales al sur de Brasil, sin embargo el bajo número de dispositivos operativos (tres, en continua rotación) podrían haber sido una fuente de sesgo en las estimaciones.

*-Presencia de especies:* Gómez-Esteban et al. (2004) confirmaron la presencia de visón europeo (*Mustela luteola*) en el norte de España, cuyos escasos registros obtenidos con otras metodologías no permitían establecer una categoría de conservación para la especie. Asimismo, Linkie et al. (2007, 2008) determinaron la presencia del oso malayo (*Helarctos malayanus*) y *P. tigris*, respectivamente, ambas especies

inadecuadamente conocidas en sus respectivas áreas de estudio, a través de una modelación de las distintas variables del hábitat evaluadas.

Por otra parte, los trabajos relacionados con presencia de especies se han basado en mejoras técnicas de las cámaras, lo que ha favorecido las detecciones. Es así como Moruzzi et al. (2002) utilizaron trampas fotográficas de gatillación remota, lo que adicionado al camuflaje de éstas, permitió maximizar la frecuencia de los registros. En forma similar, Heilbrun et al. (2003) emplearon cámaras de disparo automático para registrar las presencias de *L. rufus*, lo que posibilitó la identificación a nivel de individuos específicos a partir de los distintos ángulos en que se realizaron las fotografías. A pesar de aquello, la disposición no cubierta de las cámaras y el ruido que generan éstas al fotografiar pudieron ser las causantes de una limitación en el número de registros. Por otra parte, Martorello et al. (2001) combinaron el uso de carnadas con mecanismos de accionamiento directo de las cámaras, lo que facilitó considerablemente las capturas fotográficas.

En forma indirecta, De Almeida-Jácomo et al. (2004) realizaron una separación en el uso del hábitat en cánidos en el Cerrado brasileño a partir de su horario de actividad, lo que permitió establecer las diferencias ecológicas existentes en estas especies. En un contexto similar, Wang & McDonald (2009) evaluaron la sobreposición espacial existente entre *P. tigris* y *P. pardus* y doles (*Cuon alpinus*) en un área protegida de Bután.

*-Calibración de métodos:* Mace et al. (1994) realizaron una estimación del tamaño poblacional de *U. arctos horribilis*, basándose en un muestreo basado en captura y recaptura con marcaje, y utilizando en forma posterior las cámaras; a partir de esto se estableció una relación entre osos marcados y no marcados a través de la simulación estadística de MonteCarlo (Mintz & Mangel 1989). A pesar



de que este diseño permitió generar un patrón poblacional de la especie estudiada, se debió considerar que las distribuciones poblacionales pueden tener dinámicas ajenas a los supuestos que implica la simulación empleada. En forma posterior, Carbone et al. (2001) postularon acerca de la factibilidad de estimar el tamaño poblacional de *P. tigris* utilizando estudios previos de la misma especie, asumiendo una relación del tamaño poblacional con el esfuerzo de muestreo utilizado. Sin embargo, esta aproximación ha sido criticada por ser excesivamente generalista y no considerar las particularidades existentes en los distintos sitios de estudio (Jennelle et al. 2002). Bajo otra perspectiva, Wegge et al. (2004) establecieron una relación entre la distancia espacial entre trampas-cámara y el esfuerzo de muestreo al estimar la abundancia de *P. tigris* en un área protegida de Nepal. Esto permitió observar una relación inversa entre ambas variables, debido supuestamente a la conducta evasiva de los tigres respecto a las cámaras.

En el Pantanal brasileño, Soisalo & Cavalcanti (2006) combinaron el uso de cámaras-trampa con datos de telemetría para la evaluación de densidad de *P. onca*. Además, Maffei & Noss (2008) utilizaron esta misma aproximación con una población de *L. pardalis* en el Chaco boliviano, donde enfatizaron acerca de la necesidad metodológica de disponer de un área nuclear donde pudiesen converger la mayoría de los ámbitos de hogar de los individuos a evaluar.

#### *Uso de múltiples técnicas*

Se revisaron 17 publicaciones, en las cuales las distintas técnicas utilizadas han obtenido distinta eficacia al compararse entre sí. Sin embargo fue ligeramente mayor el número de experiencias en que la detección a través de

trampas-cámaras fueron más efectivas. Es así el caso de Foresman & Pearson (1998) al detectar la diversidad carnívoros existente en un bosque de la zona centro-oeste de Montana, Estados Unidos; Hilty & Merenlender (2001), donde las cámaras detectaron las especies más grandes (*L. rufus* y *C. latrans*), al considerar un esfuerzo de muestreo de un año completo. Por otra parte, Gompper et al. (2006) al evaluar la presencia de carnívoros al norte de Estados Unidos, encontraron diferencias en la eficiencia de las técnicas, siendo las cámaras más efectivas para detectar especies medianas y grandes; asimismo, el tiempo transcurrido en los dispositivos hasta la primera detección fue menor al utilizar estos dispositivos, atribuible a la conducta evasiva de las especies hacia las trampas de huellas. Una situación similar observaron Vanak & Gompper (2007) al evaluar la presencia del zorro de Bengala (*Vulpes bengalensis*) en un área protegida en la India, debido probablemente a la conducta de la especie a evitar elementos desconocidos, como fue el caso de las estructuras para huellas, no así a las trampas-cámara. En un contexto distinto, Lyra-Jorge et al. (2008) obtuvieron una mayor eficacia en el uso de cámaras al registrar especies en el Cerrado brasileño, cuya apreciación sólo fue posible después de un muestreo prolongado, y Wine et al. (2009) al detectar la presencia de *V. vulpes* en un agroecosistema de Australia.

En las experiencias simultáneas donde fue más efectivo el uso de huellas, se cuentan la de Bull et al. (1992), quienes obtuvieron más registros para *M. americana* que con las otras técnicas utilizadas, debido a que éstas vieron restringido su desempeño debido a condicionantes de tipo climático; Hackett et al. (2003) al detectar la presencia de mofeta oriental rayada (*Spilogale putorius*), con un fuerte condicionante de tipo estacional, ya que determinaba el periodo de mayor actividad de la especie; Silveira (2003) al detectar

diversidad de mamíferos en un área protegida del centro de Brasil; Barea-Azcón (2008) al evaluar la presencia de un ensamble de carnívoros al sur de España, y Mortelliti & Boitani (2008) al detectar las especies en un paisaje fragmentado del centro de Italia (*M. foïna*, *M. meles* y *V. vulpes*). Por otra parte, se observó sólo un caso en el que la colecta de pelos fue más efectiva desde el punto de vista comparativo (Lynch et al. 2006), la que se desarrolló en base a la colecta de fecas y al trapeo directo, al evaluar la presencia de *M. martes* en una localidad irlandesa.

Existieron casos en que las técnicas empleadas no fueron independientes en su uso sino que fueron complementarias, como se ha observado en la experiencia de McKelvey et al. (2006) basada a la detección de huellas en la nieve de *L. lynx*, y cuya identificación ha sido confirmada posteriormente en base al análisis genético de fecas y pelos. De la misma manera, es destacable el hecho de que se utilicen solamente fecas y huellas como elemento de prospección, como fue el caso de Dos Santos et al. (2004), quienes las utilizaron en forma regular para determinar la composición del ensamble de carnívoros en un área protegida en Brasil con una eficacia de tipo sinérgico. No obstante lo anterior, Coldwell (2008) evaluó la presencia del ensamble de carnívoros en el bosque valdiviano del sur de Chile, utilizando una combinación de técnicas que sirviendo de apoyo a las trampas-cámara; sin embargo, el bajo número de puntos muestreados representó una limitación principalmente para especies de baja detectabilidad. En un enfoque distinto, Silva-Rodríguez et al. (2010) evaluaron el uso de hábitat de *P. griseus* en un agroecosistema del sur de Chile a través de una combinación del uso de huellas, fecas y radiotelemedría, a instancias de su desplazamiento por perros domésticos (*Canis familiaris*), lo que permitió observar una correlación negativa de la

presencia de ambas especies, sugiriendo restricciones espaciales vía interferencia. Por otra parte, Sarmiento et al. (2009) utilizaron una combinación del uso de fecas y trampas-cámara para evaluar la presencia de *L. pardinus* en Portugal, cuya categoría de conservación en este país es de peligro crítico de conservación; sin embargo, la falta de registros, a pesar del amplio esfuerzo de muestreo desplegado, permitieron suponer la virtual desaparición de esta especie en el área.

#### *Representación geográfica en el uso de técnicas no invasivas*

Seis fueron las áreas geográficas consideradas para establecer la representación de las técnicas no invasivas, en los diversos tópicos que abordaron (Fig. 3). De esta manera, Norteamérica fue el área más representada en cuanto a trabajos realizados con técnicas no invasivas (45,85%), concentrado principalmente en Estados Unidos. Seguida con una menor ponderación se encuentra Sudamérica (28,02%), con experiencias llevadas a cabo principalmente en Chile, Argentina y Brasil. Le sigue Europa (14,01%), donde España y Polonia son países de importante consideración. Asia, África y Oceanía constituyen sectores marginales de los estudios aportando una mínima parte del total (8,91%, 1,91% y 1,27%, respectivamente).

## DISCUSIÓN

Las diferencias observadas en el tiempo sobre el uso de las distintas técnicas no invasivas permiten observar el perfeccionamiento continuo que éstas han ido experimentando, al adaptarse a nuevos contextos como lo son ecosistemas, especies y/o enfoques de investigación. Esto ha derivado en estimaciones más precisas de los estudios

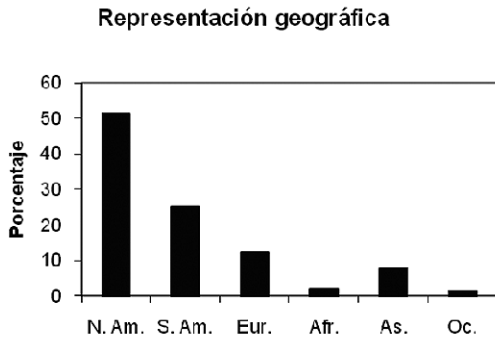


FIGURA 3. REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA GEOGRÁFICA DE LOS ESTUDIOS NO INVASIVOS EN CARNÍVOROS ABORDADOS EN ESTE ESTUDIO. N.A.= Norteamérica; S.A.= Sudamérica; E= Europa; Afr.= África; As.= Asia; O= Oceanía.

Percentual representation of the geographic coverage for the non-invasive studies in carnivores present in this study. N.A.= North America; S.A.= South America; E= Europe; Afr.= Afrika; As.= Asia; O= Oceania.

realizados, lo que ha implicado en forma específica mayores esfuerzos hacia la identificación de especies y la calibración de los métodos, ya que son elementos que condicionan sensiblemente la objetividad de los estudios. Por otra parte, en la realización de un estudio, la utilización de una técnica en particular debe hacerse bajo la consideración de sus potencialidades y/o limitaciones, de manera tal de maximizar las posibilidades de éxito en base al diseño experimental elegido.

En términos cuantitativos, es destacable la amplia representación de estudios basados en el uso de huellas, la cual puede deberse a la facilidad que implica su uso, ya sea en forma pasiva o como estaciones olfativas, lo que permite su amplia aplicación para estudios de carácter ecológico, principalmente de uso de hábitat. No obstante, este tipo de

aproximaciones requiere necesariamente de conocimientos previos del área de estudio sobre de la diversidad de especies presentes, para evitar confusiones con los distintas formas de huellas posibles de encontrar. Debido precisamente a esto, es que esta técnica presenta limitaciones en su uso, debido tanto a las variaciones del sustrato como a la ambigüedad que implica la identificación de especies, más aún cuando éstas son emparentadas (Ray & Zielinski 2008). Esto se aprecia además en la complejidad metodológica que implican los estudios destinados a su diferenciación, basados principalmente en patrones morfométricos que no siempre son aplicables en terreno; esta dificultad puede ser en definitiva lo que explique el descenso de su utilización en los últimos años (Fig. 2).

La colecta de fecas ha sido, al igual que el uso de huellas, una técnica muy utilizada para estudios de tipo ecológico, a pesar de la falta de certeza que implica la identificación de las especies a través de su morfología, debido a la gran variación que pueden presentar incluso en una misma especie (Heinemeyer et al. 2008). Es por esto que el análisis genético, a instancias de su eficacia y la masificación de sus procedimientos, ha permitido robustecer considerablemente los estudios en carnívoros basados en secuencias génicas específicas, pudiendo identificar en algunos casos individuos y sexo. Debido a esto, es esperable que a partir de esta forma de identificación los estudios basados en fecas alcancen un rol predominante en los estudios no invasivos, como puede observarse a partir de su actual tendencia en el tiempo (Fig. 2). Asimismo, es destacable el uso de perros para la detección de especies a través de sus fecas, debido a la considerable precisión en la identificación que implica su uso, lo cual no considera sin embargo los altos costos que ello implica (de entrenamiento de los individuos; *sensu*

Harrison 2006), lo que a pesar de todo permite suponer una gran proyección futura de su utilización (Mackay et al. 2008). Por otra parte, la situación no es similar para los estudios basados en la colecta de pelos, ya que la naturaleza que presenta este tipo de registros (pequeños y muy frágiles), sumado a la dificultad con que éstos son obtenidos resulta problemático llevar a cabo estudios ecológicos, por lo que es imprescindible el uso de artificios y atrayentes para su obtención; esto podría explicar el bajo número de publicaciones registradas donde son utilizados. Sin embargo, debido precisamente a las experiencias dirigidas a mejorar las colectas (Kendall & McKelvey 2008), sumados a los análisis genéticos aplicables a las muestras obtenidas, los que en forma similar al tratamiento con fecas, el poder de identificación es completamente efectivo, es esperable que en el futuro puedan realizarse más trabajos con esta técnica, lo que lleva a considerar las particularidades conductuales de las especies en los distintos sitios de estudio, lo que hace necesario realizar estudios destinados a su detección y colecta.

En el caso de las trampas cámara, a pesar de ser su uso más reciente en el tiempo que las otras técnicas, han presentado ventajas considerables en su operación, dentro de las cuales se cuenta la facultad de reconocer sin ambigüedad a las especies registradas, lo que explica la ausencia de estudios dirigidos a diferenciación de especies, así como la operabilidad continua de los equipos en terreno por varios días, lo que implica un mínimo labor aparte del chequeo periódico de las cámaras, y la factibilidad de establecer la hora en los registros, permitiendo diferenciación de las especies a través de su horario de actividad, (Kays & Slauson 2008). A pesar de esto, aún persisten limitaciones en su uso, como lo es la dificultad de identificar en forma individual especies sin patrón específico de pelaje –de

importancia en los casos de estimación de densidad-, o de tipo práctico como lo es la posibilidad de imperfectos en los equipos o la eventualidad de robos (Kays & Slauson 2008). Asimismo, son destacables como desventajas el restringido poder estimativo en poblaciones a las que no se conocen completamente sus dinámicas espaciales (Jennelle et al. 2002), además de la dificultad que presenta la realización de estudios de selección de hábitat debido a la condición fija en que operan las cámaras, lo que obliga a disponer de un alto número de equipos en terreno o en su defecto, a desplazar continuamente los equipos de forma tal de abarcar una amplia área a muestrear (caso de Sarmiento et al. 2010). A pesar de aquello, los inconvenientes metodológicos del uso de las cámaras-trampas han sido subsanados en base a continuos refinamientos en la forma de aplicación de los dispositivos en cada caso, lo que permite suponer una progresiva incidencia de esta técnica en el futuro para estudios ecológicos (Rowcliffe & Carbone 2008).

La utilización de múltiples técnicas se hace necesaria cuando las especies presentes en un área específica no tienen la misma probabilidad de ser detectadas con las mismas técnicas, lo que puede implicar la subrepresentación de registros si se trabaja con una sola de ellas. Esta situación se presenta cuando en una comunidad existen especies con distinto tamaño, las que tienen distintas probabilidades de ser detectadas por una técnica u otra (Foresman & Pearson 1998; Silveira et al. 2003), lo que permite en consecuencia la complementación de detecciones. La eficacia comparativa de una técnica respecto a otra puede asociarse con las particularidades que presente una localidad geográfica determinada al realizarse un muestreo, pudiendo favorecer o restringir el desempeño. Es así como las trampas-cámaras funcionan difícilmente en condiciones de rigor

climático (e.g., nieve), donde por el contrario, funcionan mejor las detecciones basadas en huellas (Bull et al. 1992). Por otra parte, cuando se pretende maximizar el esfuerzo de muestreo en términos de tiempo de detección, las mismas técnicas pueden diferir en su poder de registro de especies debido tanto a las particularidades conductuales de las especies evaluadas como al patrón estacional que las condiciona (Foresman & Pearson 1998, Hackett et al. 2003, Gompper et al. 2006). De esta manera, al considerar que la mayoría de los estudios revisados ocupó en forma desigual las distintas técnicas para detectar carnívoros, es esperable que la maximización de técnicas utilizadas en forma simultánea, acompañada con un tiempo de operación en terreno que considere las conductas estacionales de las especies a monitorear, permita optimizar los registros de especies en un área determinada.

Las diferencias observadas en la representación geográfica de los estudios permiten apreciar el vacío existente en lo que a estudios de ecosistemas se refiere; en contraste con Norteamérica, Sudamérica y Europa, donde la ecología conductual de las especies son ya bastante conocidas y las técnicas por consiguiente, han sido adaptadas a sus respuestas. Esto se evidencia en la experiencia de Vanak & Gompper (2007) en la India, donde los ejemplares de *V. bengalensis* estudiados experimentaron un temor a ingresar a estructuras desconocidas –caso de las estructuras para huellas–, lo que lleva necesariamente a la adaptación de éstas para su uso. Lo mismo ocurre con el caso de los atrayentes químicos, cuya especificidad se ha probado principalmente en los continentes anteriormente mencionados, pone de manifiesto la necesidad de una adecuación del uso de compuestos para especies insuficientemente conocidas. Además, si se considera en este contexto a los carnívoros

que presentan problemas de conservación, e.g. caso de *H. malayanus*; Linkie et al. (2007), la falta de conocimiento sobre su ecología podrá incidir negativamente sobre su viabilidad en el futuro. Por otra parte, hay especies que pueden variar sus patrones espaciales dependiendo de su ubicación en su distribución geográfica (véase Maffei & Noss 2008), lo que permite concluir acerca de la necesidad de cubrir en forma más extensiva los distintos escenarios geográficos de manera de poder internalizar las distintas particularidades de las especies, y por lo tanto, a cómo poder aproximarse a ellos metodológicamente.

#### LITERATURA CITADA

- ACOSTA-JAMMET G & J SIMONETTI (1999) Guía de huellas de once especies de mamíferos del bosque templado chileno. Boletín del Museo de Historia Natural (Chile) 48: 19-27.
- ACOSTA-JAMMET G & J SIMONETTI (2004) Habitat use by *Oncifelis guigna* and *Pseudalopex culpaeus* in a fragmented forest landscape in central Chile. Biodiversity and Conservation 13: 1135-1151.
- ANDELT W & F SHANDELT (1984) Diet bias in scat deposition-rate surveys of coyote density. Wildlife Society Bulletin 12: 74-77.
- ANDELT WF & TP WOOLEY (1996) Responses of urban mammals to odor attractants and a bait-dispersing device. Wildlife Society Bulletin 24: 111-118.
- APPS CD, BN Mc NELLAN & JG WOODS (2006) Landscape partitioning and spatial inferences of competition between black and grizzly bears. Ecography 29: 561-572.
- ARAVENAL, C, ASENJO & A KIESSLING (1989) Claves para la identificación de pelos de mamíferos chilenos mediante secciones transversales. Seminario de Título, Instituto Profesional de Osorno. 125 pp.
- BAREA-AZCÓN JM, E VIRGÓS, E BALLESTEROS-DUPERÓN, M MOLEÓN & M CHIROSA (2007) Surveying carnivores at large spatial scales: a comparison of four broad-

- applied methods. *Biodiversity and Conservation* 16: 1213-1230.
- BEGON M, H HARPER & C TOWNSEND (1996) *Ecology: individuals, populations and communities*. Blackwell Science, London. 1068 pp.
- BEIER P & SC CUNNINGHAM (1996) Power of track surveys to detect changes in cougar populations. *Wildlife Society Bulletin* 34: 540-546.
- BELANT JL (2003a) Comparison of 3 tracking mediums for detecting forest carnivores. *Wildlife Society Bulletin* 31(3): 744-747.
- BELANT JL (2003b) A hairsnare for forest carnivores. *Wildlife Society Bulletin* 31(2): 482-485.
- BELLEMAIN E, J E SWENSON, D TALLMON, S BRUNBERG & P TABERLET (2005) Estimating population size of elusive mammals with DNA from hunter-collected feces: four methods for brown bears. *Conservation Biology* 19: 150-161.
- BELTRÁN J, M DELIBES & J RAU (1991) Methods of censusing red fox (*Vulpes vulpes*) populations. *Hystrix (n.s.)* 3: 199-214.
- BERRYO, S SARRE, L FARRINGTON & NAITKEN (2007) Faecal DNA detection of invasive species: the case of feral foxes in Tasmania. *Wildlife Research* 34: 1-7.
- BILDLACK AL, S REED, P J PALSBOU & W M GETZ (2007) Characterization of a western north american carnivore community using PCR-RFLP of cytochrome b obtained from fecal samples. *Conservation Genetics* 8: 1511-1513.
- BITETTI M, A PAVIOLO & C De ANGELO (2006) Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology* 270: 153-163.
- BLAUM N, R MENGEMAN, B WASIOLKA & E ROSSMANITH (2008) Indexing small mammalian carnivores in the southern Kalahari, South Africa. *Wildlife Research* 35: 72-79.
- BRONGOLL, M S MITCHELL & J B GRAND (2005) Effects of trapping with bait on bait-station indices to black bear abundance. *Wildlife Society Bulletin* 33: 1557-1561.
- BULL E, R HOLTHAUSEN & L BRIGHT (1992) Comparison of 3 techniques to monitor martens. *Wildlife Society Bulletin* 20: 406-410.
- BURNHAM K P & DR ANDERSON (2002) *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. Second edn., Springer-Verlag, New York, NY, USA.
- CAPURRO AF, A J NOVARO, A TRAVAINI & MS ROMERO (1997) Improved bile-acid thin-layer chromatography to identify feces of neotropical carnivores. *Journal of Wildlife Management* 61: 1424-1427.
- CARBONE C, S CHRISTIE, K CONFORTI, T COULSON, N FRANKLIN, J GINSBERG, M GRIFFITHS, J HOLDEN, K KAWANISHI, M KINNAIRD, R LAIDLAW, A LYNAM, DW MACDONALD, D MARTYR, C DOUGAL, L NATH, T O'BRIEN, J SIDENSTICKER, DJL SMITH, M SUNQUIST, R TILSON & W N WAN SHAHRUDDIN (2001) The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4: 75-79.
- CASTRO-ARELLANO I, C MADRID-LUNA, TE LACHER, L LEÓN-PANIAGUA (2008) Hair trap efficacy for detecting mammalian carnivores in the tropics. *Journal of Wildlife Management* 72: 1405-1412.
- CAVALLINI P (1994) Faeces count as an index of fox abundance. *Acta Theriologica* 39: 417-424.
- CAZÓN AV & SS SÜHRING (1999) A technique for extraction and Thin Layer Chromatography visualization of fecal bile acids applied to neotropical felid scats. *Revista de Biología Tropical* 47 (1-2): 245-249.
- CHAME M (2003) *Terrestrial Mammal Feces: a Morphometric Summary and Description*. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 98 (supl. I): 71-94.
- CLARK H, B CYPHER, P KELLY, D WILLIAMS & S CLIFTON (2002-2003) Use of a hair-sampling tube to detect the San Joaquin fox. *Transactions of the Western Section of the Wildlife Society* 38/39: 29-30.
- COLDWELL VL (2008) *An analysis of methodologies used to study medium and large mammals in the Valdivian temperate rainforests of central-southern Chile*. Tesis de Magíster, Colegio Imperial de Londres, Reino Unido. 74 pp.
- CONNER MC, R F LABISKY & DR PROGULSKE (1983) Scent-station indices as measures of population abundance for bobcats, raccoons,

- gray foxes and opossums. *Wildlife Society Bulletin* 11: 146-152.
- CONNER MC & RF LABISKY (1985) Evaluation of radioisotope tagging for estimating abundance of raccoon populations. *Journal of Wildlife Management* 49: 326-332.
- COSSÍOS D & B ANGERS (2006) Identification of andean felid feces using PCR-RFLP. *Mastozoología Neotropical* 13: 239-244.
- CRABTREE RL, FG BURTON, TR GARLAND, DA CATALDO & WH RICKARD (1989) Slow-release radioisotope implants as individual markers for carnivores. *Journal of Wildlife Management* 53: 949-954.
- DALÉN L, AGÖTHERSTRÖM & AANGERBJÖRN (2004) Identifying species from pieces of feces. *Conservation Genetics* 5: 109-111.
- DAVISON A, JDS BIRKS, RC BROOKES, TC BRAITHWAITE & J M MESSENGER (2002) On the origin of faeces: morphological versus molecular methods for surveying rare carnivores from their scats. *Journal of Zoology* 257: 141-143.
- DEALMEIDA JÁCOMO A, L SILVEIRA & JDINIZ-FILHO (2004) Niche separation between the Maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), the Crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) and the Hoary fox (*Dusicyon vetulus*) in central Brazil. *Journal of Zoology* 262: 99-106.
- DEPUE JE & M BEN-DAVID (2007) Hair sampling techniques for river otters. *Journal of Wildlife Management* 71: 671-674.
- DIEFENBACH DR, MJ CONROY, RJ WARREN, WE JAMES, LA BAKER & T HON (1994) A test of the scent-station survey technique for bobcats. *Journal of Wildlife Management* 58: 10-17.
- DILLON A & M J KELLY (2008) Ocelot home range, overlap and density: comparing radio telemetry with camera trapping. *Journal of Zoology* 275: 391-398.
- DOS SANTOS M, M PELLANDA, A TOMAZZONI, H HASENACK & S HARTZ (2004) Mamíferos carnívoros e sua relação com a diversidade de habitats no Parque Nacional dos Aparados da Serra, sul do Brasil. *Inheringia* 94: 235-245.
- DOWNEY P J, EC HELLGREN, A CASO, S CARVAJAL & K FRANGIOSO (2007) Hair snares for noninvasive sampling of felids of North America: do gray foxes affect success? *Journal of Wildlife Management* 71: 2090-2094.
- FARRELL L, J ROMAN & M SUNQUIST (2000) Dietary separation of sympatric carnivores identified by molecular analysis of scats. *Molecular Ecology* 9: 1583-1590.
- FERNANDES CA, C GINJA, I PEREIRA, R TENREIRO, M W BRUFORD & M SANTOS-REIS (2008) Species-specific mitochondrial DNA markers for identification of non-invasive samples for sympatric carnivores in the Iberian Peninsula. *Conservation Genetics* 9: 681-690.
- FERNÁNDEZ G, J CORLEY & A CAPURRO (1997) Identification of cougar and jaguar feces through bile acid chromatography. *Journal of Wildlife Management* 61: 506-510.
- FORAN DR, KR CROOKS & SC MINTA. (1997a) Species identification from scat: an unambiguous genetic method. *Wildlife Society Bulletin* 25: 835-839.
- FORAN DR, SC MINTA & KS HEINEMEYER (1997b) DNA-Based analysis of hair to identify species and individuals for population research and monitoring. *Wildlife Society Bulletin* 25: 840-847.
- FOREMAN D (1993) Developing a regional wilderness recovery plan. *Wild earth special issue: the Wildlands Project*: 26-29.
- FORESMAN KR & DE PEARSON (1998) Comparison of proposed survey procedures for detection of forest carnivores. *Journal of Wildlife Management* 62: 1217-1226.
- GALLARDO GANUÑEZ, LPACHECO & MRUIZ-GARCÍA (2009) Conservación del puma en el Parque Nacional Sajama (Bolivia): estado poblacional y alternativas de manejo. *Mastozoología Neotropical* 16 (1): 59-68.
- GARCÍA KP, JC ORTIZ, M VIDAL & JR RAU (2010) Morphometrics of tracks of *Puma concolor*: Is it possible to differentiate the sexes using measurements from captive animals? *Zoological Studies* 49: 577-582.
- GESE EM (2001) Monitoring of terrestrial carnivore populations. In: Gittleman JL, S M Funk, D W Macdonald & K R Wayne (eds). *Carnivore conservation*: 372-396. Cambridge University Press, Ithaca, New York.

- GESE EM (2004) Survey and census techniques for canids. In: Sillero-Zubiri C, M Hoffmann & D W Macdonald (eds). Canids: Foxes, Wolves, Jackals, and dogs. Status survey and conservation action plan: 273-279. IUCN/SSC Canid Specialist Group, Gland, Switzerland, y Cambridge, Reino Unido.
- GOMPPER ME, RW KAYS, JC RAY, SDLAPOINT, DABOGAN & JR CRYAN (2006) A comparison of non-invasive techniques to survey carnivore communities in northeastern North America. *Journal of Wildlife Management* 34: 1142-1151.
- GONZÁLEZ-ESTEBAN J, I VILLATE & I RIZAR (2004) Assessing camera traps for surveying the European mink *Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761), distribution. *European Journal of Wildlife Research* 50: 33-36.
- GOTELLI N & R COLWELL (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- GREEN J S & JT FLINDERS (1981) Diameter and pH comparisons of coyote and red fox scats. *Journal of Wildlife Management* 45 (3): 765-767.
- GRIGIONE MM, P BURMAN, VC BLEICH & BM PIERCE (1999) Identifying individual mountain lions *Felis concolor* by their tracks: refinement of an innovative technique. *Biological Conservation* 88: 25-32.
- GUERRERO C, L ESPINOZA, H NIEMEYER & J SIMONETTI (2006) Using fecal profiles to assess habitat use by threatened carnivores in the Maulino forest of central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 89-95.
- GUSET M & N BURGNER (2005) Estimating larger carnivore numbers from track counts and measurements. *African Journal of Ecology* 43: 320-324.
- HAAGT, AS SANTOS, C DEANGELO, ACSRBEK-ARAUJO, DA SANA, RG MORATO, FM SALZANO & E EIZIRIK (2009) Development and testing of an optimized method for DNA-based identification of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) faecal samples for use in ecological and genetic studies. *Genetica* (DOI 10.1007/s10709-008-9347-6).
- HACKETT H M, D B LESMEISTER, J DESANTY-COMBES, WG MONTAGNE, JJ MILLSPAUGH & ME GOMPPER (2007) Detection rates of eastern spotted skunks (*Spilogale putorius*) in Missouri and Arkansas using live-capture and non-invasive techniques. *American Midland Naturalist* 158: 123-131.
- HALFPENNY J & E BIESIOT (1986) A Field guide to mammal tracking in North America, 2<sup>nd</sup>. Ed. Johnson Publishing, Nueva York. 161 pp.
- HAMM KA, LV DILLER, RR KLUG & TL MCDONALD (2003) Spatial independence of fisher (*Martes pennanti*) detections at track plates in Northwestern California. *American Midland Naturalist* 149: 201-210.
- HARRIS S & DW YALDEN (2004) An integrated monitoring programme for terrestrial mammals in Britain. *Mammalian Review* 34: 157-167.
- HARRISON RL (2006) A comparison of survey methods for detecting bobcats. *Wildlife Society Bulletin* 34: 548-552.
- HASS CC (2009) Competition and coexistence in sympatric bobcats and pumas. *Journal of Zoology* 278: 174-180.
- HEILBRUNN, N SILVY, M TEVES & M PETERSON (2003) Using automatically triggered cameras to individually identify bobcats. *Wildlife Society Bulletin* 31: 748-755.
- HEINEMEYER K S, T J JULIZIO & R L HARRISON (2008) Natural sign: tracks and scats. In: Long RA, P Mackay, WJ Zielinski & J Ray (eds). Non invasive survey methods for carnivores: 45-74. Island Press.
- HELON DA, J T ANDERSON & J D OSBOURNE (2002) Comparison of interior versus roadside scent station placement to determine carnivorous mammal presence. *Game and Wildlife Science* 19: 303-312.
- HERZOG C J, R W KAYS, J C RAY, M E GOMPPER, R HIGGIN & M TYMESON (2007) Using patterns in track-plate footprints to identify individual fishers. *Journal of Wildlife Management* 71: 955-963.
- HILTY JA & AM MERENLENDER (2000) A comparison of covered track-plates and remotely triggered cameras. *Transactions of the Western Section of the Wildlife Society* 36: 27-31.
- HUMPHREY SR & TL ZINN (1982) Seasonal habitat use by river otters and Everglades mink in Florida. *Journal of Wildlife Management* 46: 375-381.



- JANECKA JE, R JACKSON, Z YUQUANG, L DIQUIANG, B MUNKHTSOG, V BUCKLEY-BEASON & W J MURPHY (2008) Population monitoring of snow leopards using noninvasive collection of scat samples: a pilot study. *Animal Conservation* 11:401-411.
- JENNELLE CS, MC RUNGE & DI MACKENZIE (2002) The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals: a comment on misleading conclusions. *Animal Conservation* 5:119-120.
- JIMÉNEZ JE (1993) Comparative ecology of *Dusicyon foxes* at the Chinchilla National Reserve in northcentral. Tesis de Magíster, Universidad de Florida, Gainesville, Florida. viii+163 pp.
- JIMÉNEZ JE, PA MARQUET, RG MEDEL & FM JAKSIC (1991) Comparative ecology of Darwin's fox (*Pseudalopex fulvipes*) in mainland and island settings of southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 63: 177-186.
- JIMÉNEZ JE, JL YÁÑEZ & FM JAKSIC (1996) Inability of thin-layer chromatography to distinguish feces from congeneric foxes by their bile acids contents. *Acta Theriologica* 41: 211-215.
- JIMÉNEZ JE, MR CONOVER, RE DUESER & TA MESSMER (2007) Influence of habitat patch characteristics on the success of upland duck nests. *Human-Wildlife Conflicts* 1: 244-256.
- JOHNSON M & R BELDEN (1984) Differentiating mountain lion and bobcat scats. *Journal of Wildlife Management* 48: 239-244.
- KARANTH KU (1995) Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71: 333-338.
- KARANTH KU, JD NICHOLS, N SAMBA KUMAR & JE HINES (2006) Assessing tiger population dynamics using photographic capture-recapture sampling. *Ecology* 87: 2925-2937.
- KAYS RW & KM SLAUSON (2008) Remote cameras. In: Long R, P Mackay, W Zielinski & J Ray (eds). *Non invasive survey methods for carnivores*: 110-140. Island Press. Washington.
- KAYS R W, M E GOMPPER & J C RAY (2008) Landscape ecology of eastern coyotes based on large-scale estimates of abundance. *Ecological applications* 18: 1014-1027.
- KELLY MJ (2008) Design, evaluate, refine: camera trap studies for elusive species. *Animal Conservation* 11: 182-184.
- KENDALL KC & KS KELVEY (2008) Hair collection. In: Long R, P Mackay, W Zielinski & J Ray (eds). *Non invasive survey methods for carnivores*:141-182. Island Press. Washington.
- KENNEDY A & L CARBYN (1978) Mammal hair identification of selected wolf prey species in Wood Buffalo, Prince Albert and Riding Mountain National Park with an analysis of problem areas. Interim report, Canadian Wildlife Service, Western and Northern Region, Edmonton, AB. 32 pp.
- KHOROZYAN IG, A CAZON, AG MALKHASYAN & AV ABRAMOV (2007) Using thin-layer chromatography of fecal bile-acids to study the leopard (*Panthera pardus ciscaucasica*) population. *Biology Bulletin* 34: 361-366.
- KOHN MH & RK WAYNE (1997) Facts from feces revisited. *Trends in Ecology and Evolution* 12: 223-227.
- KRUUK H, M GORMAN & T PARRISH (1980) The use of <sup>65</sup>Zn for estimating populations of carnivores. *Oikos* 34: 206-208.
- KUROSE N, R MASUDA & M TATARA (2005) Fecal DNA Analysis for identifying species and sex of sympatric carnivores: a non-invasive method for conservation on the Tsushima Islands, Japan. *Journal of Heredity* 96: 688-697.
- LANCIA RA, JD NICHOLS & K H POLLOCK (1994) Estimating the numbers of animals in wildlife populations. In: Bookhout TA ed *Research and management techniques for wildlife and habitats*: 215-253. The Wildlife Society, Bethesda, MD.
- LARRUCEA ES, G SERRA, MM JAEGER & RH BARRETT (2007) Censusing bobcats using remote cameras. *Western North American Naturalist* 67: 538-548.
- LEWISON R, E L FITZHUGH & SP GALENTINE (2001) Validation of a rigorous track classification technique: identifying individual mountain lions. *Biological Conservation* 99: 313-321.

- LINDZEY RG, SK THOMPSON & JI HODGES (1977) Scent station index of black bear abundance. *Journal of Wildlife Management* 41: 151-153.
- LINHART SB & FF KNOWLTON (1975) Determining the relative abundance of coyotes by scent-station lines. *Wildlife Society Bulletin* 3: 119-124.
- LINKIE M, Y DINATA, A NUGROHO & IA HAIDIR (2007) Estimating occupancy of a data deficient mammalian species living in tropical rainforests: sun bears in the Kerici Seblat region, Sumatra. *Biological Conservation* 137: 20-27.
- LINKIE M, Y DINATA, A NUGROHO & IA HAIDIR (2008) Conservating tigers *Panthera tigris* in selectively logged Sumatran forests. *Biological Conservation* 141: 2410-2415.
- LIVINGSTONE TR, PS GIPSON, WB BALLARD, DMSÁNCHEZ & PR KRAUSMAN (2005) Scat removal: a source of bias in feces-related studies. *Wildlife Society Bulletin* 33: 172-178.
- LONG RA, TM DONOVAN, P MACKAY, WJ ZIELINSKI & JS BUZAS (2007) Comparing scat detection dogs, cameras, and hair snares for surveying carnivores. *Journal of Wildlife Management* 71: 2018-2025.
- LONG RA & WJ ZIELINSKI (2008) Designing effective noninvasive carnivore surveys. In: Long R, P Mackay, W Zielinski, J Ray eds. *Non invasive survey methods for carnivores*: 8-44. Island Press. Washington.
- LÓPEZ-GIRÁLDEZ F, B JGÓMEZ-MOLINER, J MARMI & X DOMINGO-ROURA (2005) Genetic distinction of American and European mink (*M. vison* and *M. lutreola*) and european polecat (*M. putorius*) hair samples by detection of a species-specific SINE and a RFLP assay. *Journal of Zoology* 265: 405-410.
- LOUKMAS JF, D TMAYACK & M ERICHMOND (2003) Track plate enclosures: box designs affecting attractiveness to riparian mammals. *American Midland Naturalist* 149: 219-224.
- LYNCH AB, MJF BROWN & JM ROCHFORD (2006) Fur snagging as a method of evaluating the presence and abundance of a small carnivore, the pine marten (*Martes martes*). *Journal of Zoology* 270: 330-339.
- LYRA-JORGE MC, G CIOCHETI & VR PIVELLO (2008) Carnivore mammals in a fragmented landscape in northeast of Sao Paulo, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 17: 1573-1580.
- MACER, S MINTA & KAUNE (1994) Estimating grizzly bear population size using camera sightings. *Wildlife Society Bulletin* 22: 74-83.
- MACKAY P, D SMITH, R LONG & M PARKER (2008) Scat detection dogs. In: Long R, P Mackay, W Zielinski & J Ray. *Non invasive survey methods for carnivores*: 183-222. Island Press. Washington.
- MAFFEIL, E CUÉLLAR & A NOSS (2004) One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *Journal of Zoology* 262: 295-304.
- MAFFEIL & A NOSS (2008) How small is too small? Camera trap surveys areas and density estimates for Ocelots in the Bolivian Chaco. *Biotropica* 40: 71-75.
- MAJOR M, M JOHNSON, W DAVIS & T KELLOGG (1980) Identifying scats by recovery of bile acids. *Journal of Wildlife Management* 44: 290-293.
- MANGAS J, M CARROBLES, L ALCÁZAR, D BELLÓN & E VIRGÓS (2007) Aproximación al estudio de la ecología espacial de especies simpátricas: la garduña (*Martes foina*) y la gineta (*Genetta genetta*). *Galemys* 19: 61-71.
- MANGAS J, J LOZANO, S CABEZAS-DÍAZ & E VIRGÓS (2008) The priority value of scrubland habitats for carnivore conservation in Mediterranean ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 17: 43-51.
- MARTÍNEZ DR, JR RAU & M TILLERÍA (1993a) Depredación selectiva de roedores por zorros chilla (*Pseudalopex* spp.) en la pluviselva valdiviana. *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 419-426.
- MARTÍNEZ JR, JR RAU & F M JAKSIC (1993b) Respuesta numérica y selectividad dietaria en zorros (*Pseudalopex* spp.) ante una reducción de sus presas en el norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 195-202.
- MARTORELLO D, TEASON & M PELTON (2001) A sighting technique using cameras to estimate population size to black bears. *Wildlife Society Bulletin* 29: 560-567.

- MAZZOLI M (2010) Mosaics of exotic forest plantations and native forests as habitats of pumas. *Environmental Management* 46: 237-253.
- McCAINE & JCHILDS (2008) Evidence of resident jaguars (*Panthera onca*) in the Southwestern United States and the implications for conservation. *Journal of Mammalogy* 89: 1-10.
- McDANIEL GW, KS McKELVEY, JR SQUIRES & LFRUGGIERO (2000) Efficacy of lures and hair snares to detect lynx. *Wildlife Society Bulletin* 28: 119-123.
- McKELVEY K, J VON KEINAST, KAUBRY, G KOEHLER, B MALETZKE, J SQUIRES, E LINDQUIST, S LOCH & MSCHWARTZ (2006) DNA Analysis of hair and scat collected along snow tracks to document the presence of Canada Lynx. *Journal Society Bulletin* 34: 351-355.
- MECH L D (1974) Current techniques in the study of elusive wilderness carnivores. *Transactions of the International Congress of Game Biologists* 11: 315-322.
- MILLSPAUGH J J & J M MARZLUFF (2001) Radio tracking and animal populations. Academic Press, Londres, Reino Unido. 474 pp.
- MINTA SC & M MANGEL (1989) A simple population estimate based on simulation for capture-recapture and capture-resight data. *Ecology* 70: 738-751.
- MIOTTO RA, FP RODRÍGUES, G CIOCHETTI & PM GALETTI (2007) Determination of the minimum population size of pumas (*Puma concolor*) through fecal DNA analysis in two protected Cerrado areas in the Brazilian southeast. *Biotropica* 39: 647-654.
- MIOTTO RA, G CRIOCHEI, F PRODRIGUES & PM GALETTI (2008) Identification of pumas (*Puma concolor* (Linnaeus, 1771) through faeces: a comparison between morphological and molecular methods. *Brazilian Journal of Biology* 67 (4, suppl.): 963-965.
- MORAGA C (2006) Prospección de güiña, *Oncifelis guigna* (Felidae) y zorro culpeo, *Pseudalopex culpaeus* (Canidae) en plantaciones forestales de pino (*Pinus radiata* D. Don) de la cordillera de la costa de la provincia del Ñuble, región del Biobío. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción. 59 pp.
- MORTELLITI A & LBOITANI (2008) Evaluation of scent-station surveys to monitor the distribution of three European carnivore species (*Martes foina*, *Meles meles*, *Vulpes vulpes*) in a fragmented landscape. *Mammalian Biology* 73: 287-292.
- MORUZZI T L, TK FULLER, RM DeGRAAF, RT BROOKS & W LI (2002) Assessing remotely triggered cameras for surveying carnivore distribution. *Wildlife Society Bulletin* 30: 380-386.
- MOWAT G & D PAETKAU (2002) Estimating marten *Martes americana* population size using hair capture and genetic tagging. *Wildlife Biology* 8: 201-209.
- MUÑOZ-PEDREROS A, JR RAU, M VALDEBENITO, V QUINTANA & DR MARTÍNEZ (1995) Densidad relativa de pumas (*Felis concolor*) en un ecosistema forestal del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 68: 501-507.
- MURIE O J (1974) Animal track. Peterson field guide series, 2<sup>nd</sup>. Ed. Houghton Mifflin, Boston. 375 pp.
- MURRAY D & M FULLER (2000) A critical review of the effects of marking on the biology of vertebrates. In: L Boitani & T Fuller (eds). *Research Techniques in Animal Ecology. Controversies and Consequences*: 15-64. Columbia Press.
- NAGATA J, VV ARAMILEV, A BELOZOR, T SUGIMOTO & DR McCULLOUGH (2005) Fecal genetics analysis using PCR-RFLP of cytochrome b to identify sympatric carnivores, the tiger *Panthera tigris* and the leopard *Panthera pardus*, in far eastern Russia. *Conservation Genetics* 6:863-865.
- NAPOLITANO C, M BENETT, W E JOHNSON, S J O'BRIEN, P A MARQUET, I BARRÍA, E POULIN & A IRIARTE (2008) Ecological and biogeographical inferences on two sympatric and enigmatic Andean cat species using genetic identification of faecal samples. *Molecular Ecology* 17: 678-690.
- NOTTHINGAM B G, K G JOHNSON & M R PELTON (1989) Evaluation of scent-station surveys to monitor raccoon density. *Wildlife Society Bulletin* 17: 29-35.

- NOVARO A, M FUNES, C RAMBEAUD & O MONSALVO (2000) Calibración del índice de estimaciones odoríferas para estimar tendencias poblacionales del zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*) en Patagonia. *Mastozoología Neotropical* 7: 81-88.
- PALOMARES P, J GODOY, A PIRIZ, J O'BRIEN & W JOHNSON (2002) Faecal genetic analysis to determine the presence and distribution of elusive carnivores: design and feasibility for the Iberian Lynx. *Molecular Ecology* 11: 2171-2182.
- PAULI JN, MB HAMILTON, EB CRAIN & SW BUSKIRK (2008) A single-sampling hair trap for mesocarnivores. *Journal of Wildlife Management* 72: 1650-1652.
- PHILIPS R, K GRUVER & E WILLIAMS (1996) Leg injuries to coyotes captured in three types of foothold traps. *Wildlife Society Bulletin* 24: 260-263.
- PORTA X & L LLANEZA (2001) Diferencias macroscópicas entre pelos de perro (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758) y lobo ibérico (*Canis lupus signatus* Cabrera, 1907). *Galemys* 13: 205-215.
- RANDA A & JA YUNGER (2006) Carnivore occurrence along an urban-rural gradient: a landscape-level analysis. *Journal of Mammalogy* 87: 1154-1164.
- RAY J & W J ZIELINSKI (2008) Track stations. In: Long R, P Mackay, W Zielinski, J Ray. *Non invasive survey methods for carnivores*: 75-109. Island Press. Washington.
- ROBSON MS & S R HUMPHREY (1985) Inefficacy of scent-stations for monitoring river otter populations. *Wildlife Society Bulletin* 13: 558-561.
- ROUGHTON R D (1982) A synthetic alternative to fermented egg as a canid attractant. *Journal of Wildlife Management* 46: 230-234.
- ROUGHTON R D & M W SWEENEY (1982) Refinements in scent-station methodology for assessing trends in carnivore populations. *Journal of Wildlife Management* 46: 217-229.
- ROWCLIFFE J & C CARBONE (2008) Surveys using camera traps: are we looking to a brighter future? *Animal Conservation* 11: 185-186.
- RUIZ-GONZÁLEZA, J RUBINES, O BERDIÓN & B GÓMEZ-MOLINER (2008) A non-invasive genetic method to identify the sympatric mustelids pine marten (*Martes martes*) and stone marten (*Martes foina*): preliminary distribution survey on the northern Iberian Peninsula. *European Journal of Wildlife Research* 54: 253-261.
- SADLIER LMJ, CC WEBBON, PJ BAKER & S HARRIS (2004) Methods of monitoring red foxes *Vulpes vulpes* and badger *Meles meles*: are field signs the answer? *Mammal Review* 34: 75-98.
- SÁNCHEZ DM, PR KRAUSMAN, TR LIVINGSTON & PS GIPSON (2004) Persistence of carnivore scat in the Sonoran desert. *Wildlife Society Bulletin* 32: 366-372.
- SÁNCHEZ-LALINDE C & J PÉREZ-TORRES (2008) Uso de hábitat de carnívoros simpátricos en una zona de bosque seco tropical de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 15: 67-74.
- SARGEANT GA, DH JOHNSON & WE BERG (1998) Interpreting carnivore scent-station surveys. *Journal of Wildlife Management* 52: 1235-1245.
- SARGEANT G A, D H JOHNSON & W E BERG (2003) Sampling designs for carnivore scent-station surveys. *Journal of Wildlife Management* 67: 289-298.
- SARMENTO P, J CRUZ, P MONTERROSO, P TARROSO, C FERREIRA, N NEGROES & C EIRA (2009) Status survey of the critically endangered Iberian lynx *Lynx pardinus* in Portugal. *European Journal of Wildlife Research* 55: 247-253.
- SCHAUSTER ER, EM GESE & AM KITCHEN (2002) An evaluation of survey methods for monitoring swift fox abundance. *Wildlife Society Bulletin* 30: 464-477.
- SCHMIDT K & R KOWALCZYK (2006) Using scent-marking stations to collect hair samples to monitor European lynx populations. *Wildlife Society Bulletin* 34: 462-466.
- SERVÍN JI, JR RAU & M DELIBES (1987) Use of radio tracking to improve the estimation by track counts of the relative abundance of red fox. *Acta Theriologica* 32: 489-492.
- SILVA-RODRÍGUEZ EA, GR ORTEGA-SOLÍS & JE JIMÉNEZ (2010) Conservation and ecological implications of the use of space by chilla foxes and free-ranging dogs in a human-dominated landscape in southern Chile. *Austral Ecology* 35: 765-777.

- SILVEIRAL, ATAJÁCOMO & JAFDÍNIZ-FILHO (2003) Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation* 114: 351-355.
- SMITH W, PDL BORDEN & KM ENDRES (1994) Scent-stations visits as an index to abundance of raccoons: an experimental manipulation. *Journal of Mammalogy* 75: 637-647.
- SMITH DA, K RALLS, A HURT, B ADAMS, M PARKER, B DAVENPORT, MC SMITH & J MALDONADO (2003) Detection and accuracy rates of dogs trained to find scats of San Joaquin kit foxes (*Vulpes macrotis mutica*). *Animal Conservation* 6: 339-346.
- SMITH DA, K RALLS, BL CYPHER, HO CLARK, PA KELLY, DF WILLIAMS & JE MALDONADO (2006) Relative abundance of endangered San Joaquin kit foxes (*Vulpes macrotis mutica*) based on scat-detection dog surveys. *The Southwestern Naturalist* 51: 210-219.
- SOISALO MK & SM C CAVALCANTI (2006) Estimating the density of a jaguar population of a Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling with a combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation* 129: 487-496.
- SOKAL RR & EJ ROHLF (1981) *Biometry*. 2nd. Edition. W. H. Freeman and Company, New York. 887 pp.
- STANDER PE (1998) Spoor counts as indices of large carnivore populations: the relationship between spoor frequency, sampling effort and true density. *Journal of Applied Ecology* 35: 378-385.
- STENGLEIN JL, M DE BARBA, DE AUSBAND & LP WAITS (2009) Impacts of sampling location within a faeces on DNA quality in two carnivore species. *Molecular Ecology Resources* 10: 109-114.
- STOLZENBURG HW & VW HOWARD (1989) Activation of liquid bait devices in coyotes in southern New Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 17: 306-312.
- TESTA JW, DF HOLLEMAN, RT BOWYER & JB FARO (1994) Estimating populations of marine river otters in Prince William Sound, Alaska, using radiotracer implants. *Journal of Mammalogy* 75: 1021-1032.
- TÓTH M (2002) Identification of hungarian mustelidae and other small carnivores using guard hair analysis. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 48: 237-250.
- TRAVAINI A, R PECK & S ZAPATA (2001) Selection of odor attractants and meat delivery methods to control culpeo foxes (*Pseudalopex culpaeus*) in Patagonia. *Wildlife Society Bulletin* 29: 1089-1096.
- TRAVAINIA, R LAFFITTE & M DELIBES (1996) Determining the relative abundance of European red foxes by scent-station methodology. *Wildlife Society Bulletin* 24: 500-504.
- TROLLE M & M KÉRY (2003) Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy* 84: 607-614.
- TROLLE M & M KÉRY (2005) Camera-trap study of ocelot and other secretive mammals in the northern Pantanal. *Mammalia* 69: 405-412.
- TROLLE M, A NOSS, E LIMA & J DELPONTE (2007) Camera-trap studies of maned wolf density in the Cerrado and the Pantanal of Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16: 1197-1204.
- TURKOWSKY FJ, ML POPELKS & RG BULLARD (1983) Efficacy of odor lures and baits for coyotes. *Wildlife Society Bulletin* 11: 136-145.
- VALDERRAMA X, W KARESH, D WILDMAN & D MELNICK (1999) Noninvasive methods for collecting fresh hair tissue. *Molecular Ecology* 8: 1749-1752.
- VAN ETTEN KW, KR WILSON & RL CRABTREE (2007) Habitat use of red foxes in Yellowstone National Park based on snow tracking and telemetry. *Journal of Mammalogy* 88: 1498-1507.
- VANAK VA & M GOMPPER (2007) Effectiveness of non-invasive techniques for surveying activity of the Indian fox *Vulpes bengalensis* in Southern India. *Wildlife Biology* 13: 219-224.
- VINE S J, MS CROWTHER, SJ LAPIDGE, CR DICKMAN, N MOONEY, M PPIGGOTT & AW ENGLISH (2009) Comparison of methods to detect rare and cryptic species: a case study using the red fox (*Vulpes vulpes*). *Wildlife Research* 36: 436-446.
- VIRGÓS E, J TELLERÍA & T SANTOS (2002) A comparison on the response to forest fragmentation by medium-sized iberian

- carnivores in central Spain. *Biodiversity and Conservation* 11: 1063-1079.
- WALKER RS, AJ NOVARO & JD NICHOLS (2000) Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Mastozoología Neotropical* 7: 73-79.
- WANG S & D MACDONALD (2009) The use for camera traps for estimating tiger and leopard populations in the high latitude mountains of Bhutan. *Biological Conservation* 142:606-613.
- WARRICK GD & C HARRIS (2001) Evaluation of spotlight and scent-station surveys to monitor kit fox abundance. *Wildlife Society Bulletin* 29: 827-832.
- WASSER SK, B DAVENPORT, ER RAMAGE, KE HUNT, M PARKER, C CLARKE & G STENHOUSE (2004) Scat detection dogs in wildlife research and management: application to grizzly and black bears in the Yellowhead Ecosystem, Alberta, Canada. *Canadian Journal of Zoology* 82: 475-492.
- WEAVER J, P WOOD, D PAETKAU & L LAACK (2005) Use of scented hair snares to detect ocelots. *Wildlife Society Bulletin* 33: 1384-1391.
- WEGGE P, C POKHERAL & S JNAWALI (2004) Effects of trapping effort and trap shyness on estimates of tiger abundance from camera trap studies. *Animal Conservation* 7: 251-256.
- WHITE GC, DR ANDERSON, KP BURNHAM & DL OTIS (1982) Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory, LA 8787-NERP, Los Alamos.
- WILLIAMS BW, DR ETTER, DW LINDEN, KF MILLENBAH, SR WINTERSTEIN & KT SCRIBNER (2009) Noninvasive hair sampling and genetic tagging of codistributed fishers and american martens. *Journal of Wildlife Management* 73: 26-34.
- WINTLE BA, MA McCARTHY, KP PARRIS & MA BURGMAN (2004) Precision and bias of methods for estimating point surveys detection probabilities. *Ecological Applications* 14: 703-712.
- WOOD JE (1959) Relative estimates of fox population levels. *Journal of Wildlife Management* 23: 53-63.
- ZIELINSKI WJ & RL TRUEX (1995) Distinguishing tracks of marten and fisher at track-plate stations. *Journal of Wildlife Management* 59: 571-579.
- ZIELINSKI WJ & HB STAUFFER (1996) Monitoring *Martes* populations in California: survey design and power analysis. *Ecological Applications* 6 (4): 1254-1267.
- ZIELINSKI WJ, FV SCHELEXER, KL PILGRIM & MK SCHWARTZ (2006) The efficacy of wire and glue air snares in identifying mesocarnivores *Wildlife Society Bulletin* 34: 1152-1161.
- ZUERCHER GL, PS GLIPSON & GC STEWART (2003) Identification of carnivore feces by local peoples and molecular analyses. *Wildlife Society Bulletin* 31: 961-970.
- ZÚÑIGAA, A MUÑOZ-PEDREROS & A FIERRO (2009) Uso de hábitat de cuatro carnívoros terrestres en el sur de Chile. *Gayana* 73(2): 200-210.

Recibido 19/01/2010; aceptado 4/07/2010