



# ECOLOGÍA ALIMENTARIA

Miguel Amín, Juan Carlos Faller Menéndez, Joaquín Arroyo Cabrales, Cuauhtémoc Chávez, Gerardo Ceballos, Rodrigo Núñez, Epígnenio Cruz Aldán, María Gabriela Palacios Mendoza y Antonio de la Torre

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de estrategias de conservación exitosas para especies en peligro de extinción depende en gran parte de la evaluación de sus requerimientos ecológicos y del análisis de las causas de amenaza. La conservación a largo plazo de los grandes carnívoros como el jaguar depende, en gran medida, de información ecológica sólida que sirva de base para diseñar estrategias de manejo adecuadas. Un punto fundamental en este proceso es entender cuáles son los factores causales de la variación de la densidad en las poblaciones de jaguares. En este sentido, es indispensable determinar las especies que conforman su dieta y la disponibilidad de las mismas, con relación a factores ambientales naturales como el tipo de hábitat o estación del año (Novak *et al.*, 2005; Weckel *et al.*, 2006), o antropogénicos como la fragmentación del hábitat o la cacería de subsistencia (Escamilla *et al.*, 2000; Jorgensen, 1995).

En México existen pocos estudios sobre la dieta del jaguar y su variación, que se han llevado a cabo en lugares como la Reserva de la Biosfera Calakmul en Campeche (Amín, 2004; Aranda y Sánchez Cordero, 1996) y en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala en Jalisco (Núñez *et al.*, 2002). Sin embargo, es necesario contar con más estudios de esta naturaleza, que además de aportar información sobre la dieta del jaguar en diferentes regiones, sean comparables entre sí. Por lo tanto en este capítulo presentamos una serie de recomendaciones para estandarizar el muestreo, toma de datos e identificación de las presas en este tipo de estudio.

## OBJETIVO

Diseñar un protocolo estandarizado para el estudio de la dieta y de la disponibilidad de las presas del jaguar (*Panthera onca*) en las áreas prioritarias de conservación.

Los objetivos particulares de este capítulo son los siguientes:

1. Determinar la dieta del jaguar.
2. Identificar sus presas potenciales.
3. Determinar la disponibilidad de presas.

## DETERMINACIÓN DE LA DIETA

Para determinar la composición de la dieta del jaguar se recomienda el análisis de excretas. Este método permite identificar generalmente a las presas hasta el nivel de especie.

### Identificación de las excretas

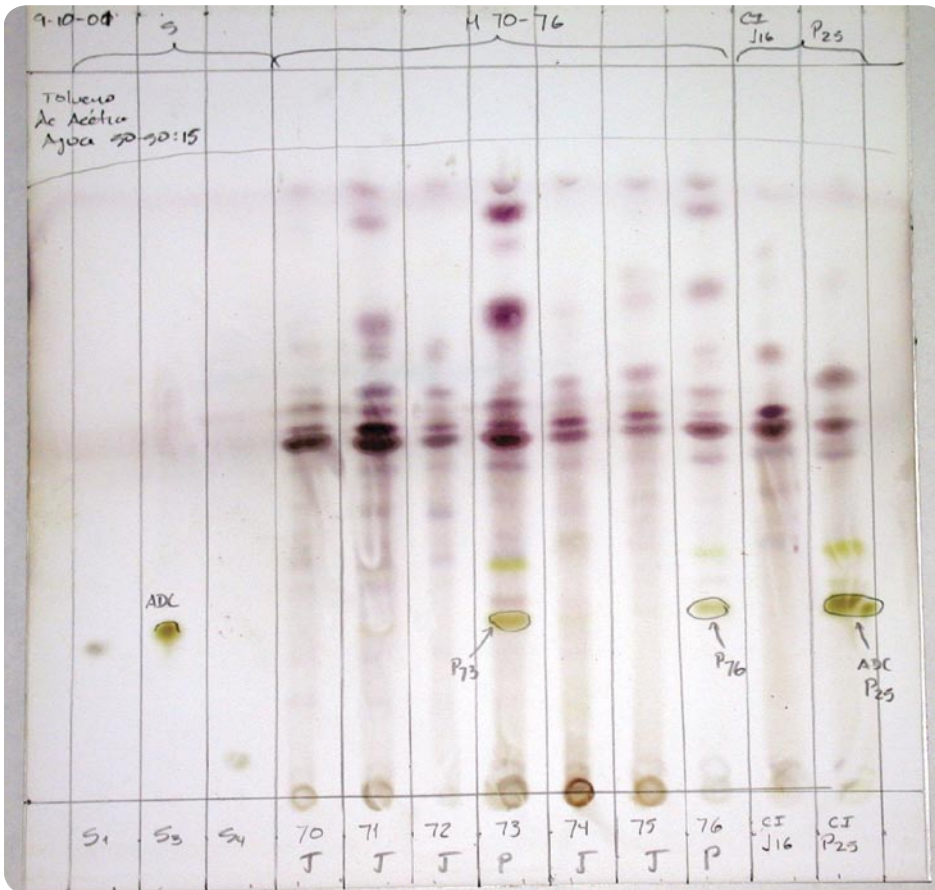
El jaguar y el puma son especies simpátricas y sus excretas comparten características morfológicas muy similares. Por esta razón la única manera de diferenciar sus excretas de manera correcta requiere del empleo de métodos de laboratorio, como el de ácidos biliares y el de ADN (Cuadro 1). Los métodos de identificación de excretas en campo que se basan en la identificación de huellas (e.g. Aranda y Sánchez Cordero, 1996) o en una mezcla de huellas y localizaciones de radio-telemetría (e.g. Núñez *et al.*, 2000) son subjetivos y poco confiables. Estas prácticas fueron adecuadas cuando no existía la posibilidad de utilizar métodos de laboratorio pero en la actualidad, gracias a las técnicas modernas, es posible hacer esta diferenciación con una mayor certeza.

**Cuadro 1.** Número de especies de presas en distintos estudios a lo largo de la distribución del jaguar. Se indica el método para la identificación de la procedencia de la excreta.

Jaguar*	Puma*	Sitio	País	Método	Referencia
21	19	Calakmul, Campeche	México	Ácidos biliares	Amín, 2004
10	8	Calakmul, Campeche	México	Huellas y rastros	Aranda y Sánchez-Cordero, 1996
11	7	Corcovado	Costa Rica	Huellas y rastros	Chinchilla, 1997
24	-	Rancho Miranda, Mato Grosso do Sul	Brasil	Huellas y rastros	Dalponete, 2002
19	5	Cocha Cashu, Manu	Perú	Huellas	Emmons, 1987
24	-	Reserva Forestal Linhares	Brasil	Huellas y rastros	Garla <i>et al.</i> , 2001
11	-	Tambopata	Perú	Huellas	Kuroiwa y Ascorra, 2002
24	-	Mato Grosso do Sul	Brasil	Huellas y rastros	Leithe <i>et al.</i> , 2002
10	12	Reserva de la Biosfera Maya	Guatemala	Tamaño y ADN	Novack <i>et al.</i> , 2005
12	12	Reserva de la Biosfera Maya	Guatemala	Tamaño y ADN	Novack <i>et al.</i> , 2005
7	11	Chamela, Jalisco	México	Huellas y rastros	Núñez <i>et al.</i> , 2000
23	-	Noroeste	Argentina	Huellas y rastros	Perovic, 2002
11	11	Los Llanos	Venezuela	Huellas y ADN	Polisar <i>et al.</i> , 2003
-	16	Cockscomb basin	Belice	Huellas y rastros	Rabinowitz y Nottingham, 1986
23	16	Chaco	Paraguay	Ácidos biliares	Taber <i>et al.</i> , 1997
8	-	Cockscomb basin	Belice	Huellas y ADN	Weckel <i>et al.</i> , 2006

\* Se refiere al número de especies de presas

El empleo de ácidos biliares para identificar excretas es muy confiable (Major *et al.*, 1980). Ya ha sido usado en felinos silvestres en el Neotrópico (Cazon y Suhring, 1999) y en México con excelentes resultados (Amín, 2004). Requiere de un catálogo de referencia de las especies que pueden confundirse con el jaguar, para poder tener mayor certeza en su identificación (Amín 2004, Figura 1). Debido a que este método y la tecnología han sido empleados en pocos estudios, se recomienda apoyarse en un laboratorio especializado, como el de la Dra. Martha Romano, en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV-IPN), en la Ciudad de México, para llevar a cabo los análisis.



**Figura 1.** Placa de cromatografía de corrimientos de ácidos biliares de muestras de jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche (tomado de Amín, 2004). En la placa es clara la mancha del ácido deoxycólico en las muestras de puma, identificadas con una "p" en la parte inferior de la placa. Las muestras de jaguar están identificadas con una "j". Esto sirvió para diferenciar con certidumbre las excretas de las dos especies.

El empleo de ADN para la identificación de excretas de jaguar se está convirtiendo en el método más usado, ya que además de facilitar la diferenciación del jaguar de otros felinos como el puma, permite identificar en ocasiones a distintos individuos. En México ya existen laboratorios con capacidad técnica para llevarlo a cabo. El principal problema de este método radica en los costos de la determinación de la identidad de la excreta y en las dificultades para tener suficientes muestras con las características deseables para el aislamiento del ADN.

## Colecta de excretas

Las excretas pueden encontrarse en diferentes ambientes, en los caminos, brechas y orillas de arroyos. En áreas donde se genera mucha hojarasca, es necesario revisar debajo de las hojas. Para su recolecta, el uso de bolsas de papel o de plástico dependerá de las condiciones de la excreta y de los objetivos del estudio. Si se pretende analizar el ADN, se recomienda emplear bolsas o envases de plástico y secar la muestra (lo más pronto posible), usando papel filtro (semejante al que se usa en las cafeteras) o sílica gel. Por seguridad y para evitar contaminación, se recomienda utilizar guantes, especialmente cuando se pretende hacer análisis de ADN. En algunos sitios se sugiere el uso de tapabocas, sobre todo en aquellos lugares donde haya suficiente humedad para el desarrollo de hongos. Se recomienda la colecta de la entomofauna asociada a la excreta.

Todas las muestras deberán estar etiquetadas y deberán incluir por lo menos los siguientes datos:

- Localidad específica (coordenadas GPS).
- Fecha.
- Identificación tentativa.
- Descripción del sitio particular de recolecta. Indicar el tipo de vegetación y otras características como cercanía de cuerpos de agua. Se debe incluir una fotografía cuando sea posible.
- Nombre del colector.
- Observaciones.

## Área de muestreo

Se recomienda realizar el muestreo en un área mínima de entre 60 y 100 km<sup>2</sup> o el área que corresponda a la presencia de al menos cinco individuos (ver Capítulo III). El muestreo no será al azar debido a que la intención es recolectar el mayor número de excretas posible. De acuerdo con el área de estudio se sugiere el empleo de trayectos o cuadrantes, distribuidos de manera tal que se favorezca la recolecta de excretas de los distintos individuos. Debido a que los jaguares se mueven en grandes áreas, la recolecta debe realizarse en diversas localidades dentro del área de estudio.

Respecto a la intensidad del muestreo, se recomienda un mínimo de 30 muestras por temporada, considerando dos temporadas al año (seca y lluvia). Aunque el muestreo puede ser a lo largo de la temporada, una colecta al principio y una al final de cada temporada serán de utilidad para reconocer variaciones en la alimentación, considerando 15 muestras por cada periodo. Donde existe la posible presencia de puma, se recomienda duplicar el esfuerzo de muestreo para aumentar la probabilidad de recolectar excretas de jaguar.

## Identificación de los componentes de las excretas

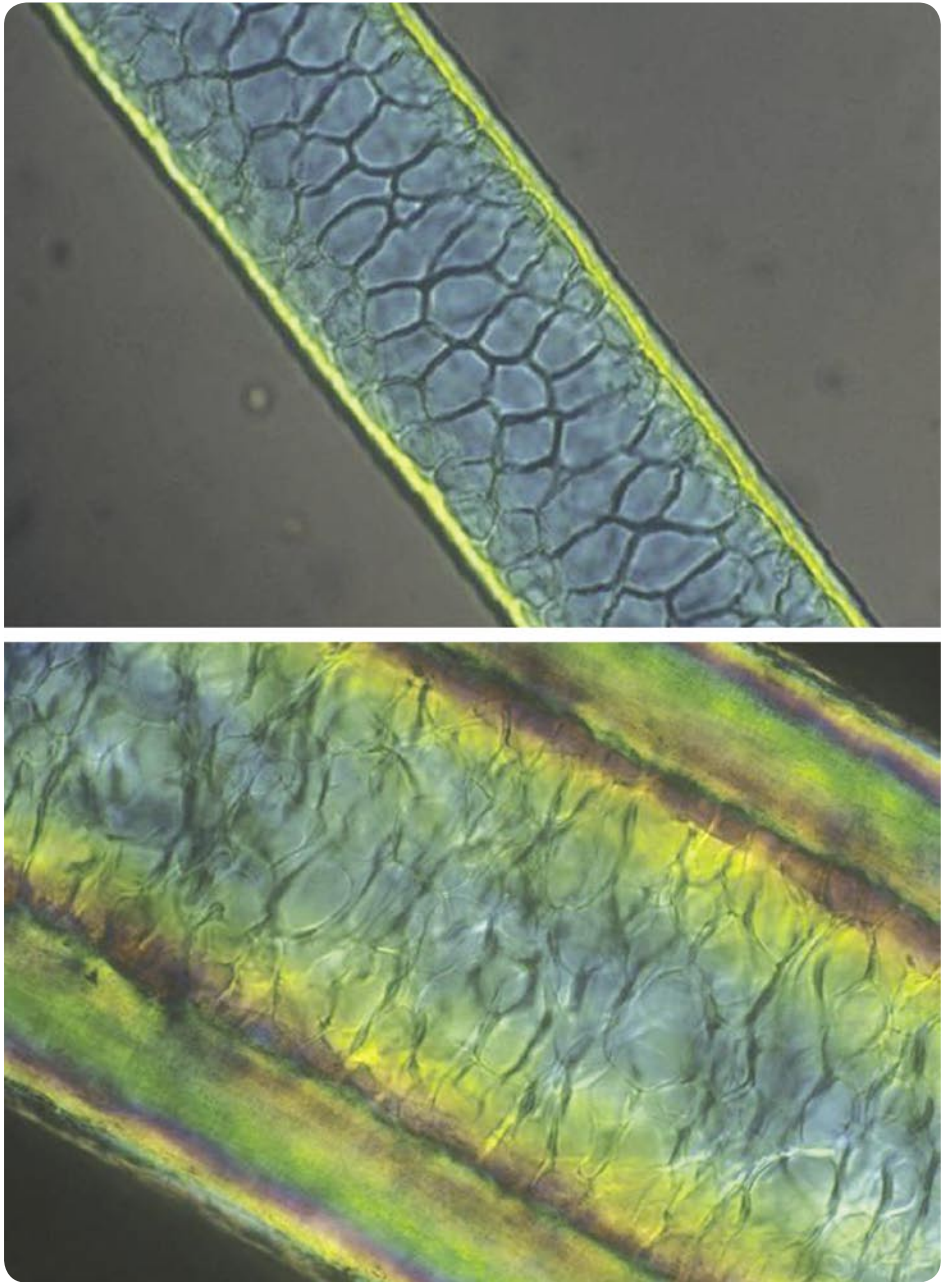
Se recomienda llevar a cabo la identificación de los componentes de las excretas por medio de análisis macroscópico de huesos y otros restos, y un análisis microscópico principalmente de pelos. La identificación de restos de huesos y otros componentes macroscópicos requiere de la comparación del material con una colección de referencia (Figura 2). La identificación de los pelos de guardia de las presas requiere de un análisis microscópico y colecciones de

referencia (Figura 3). El Laboratorio de Arqueozoología, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), a cargo del Dr. Joaquín Arroyo Cabrales, mantiene una excelente colección de referencia, tanto de pelos como de huesos, que ha sido utilizada para llevar a cabo el estudio más completo de la dieta del jaguar en México (Amín, 2004).



**Figura 2.** Ejemplos de huesos y otros restos óseos de presas en las excretas de jaguar en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche (tomado de Amín, 2004). En la foto superior se muestran los restos de los tarsales de un serete (*Dasyprocta punctata*) de colección (arriba) y en una excreta de jaguar (abajo). En la foto inferior se muestran los restos de húmero y tibia de un armadillo (*Dasypus novemcinctus*) de colección (extremos) y en una excreta de jaguar (centro).

El análisis de los datos se presentará como frecuencia de ocurrencia y porcentaje de ocurrencia. Se sugiere que cada muestra se transforme en biomasa según la propuesta de Ackerman *et al.*, 1984.



**Figura 3.** Ejemplos de pelos de guardia de presas en las excretas de jaguar en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche (Amin, 2004). Se presentan muestras de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*; arriba) y paca (*Cuniculus paca*; abajo).

## **PRESAS POTENCIALES Y DISPONIBILIDAD DE PRESAS**

Se recomienda hacer la estimación de la abundancia relativa de presas mediante el trapeo fotográfico, lo cual proporciona una estimación del universo de presas potenciales del sitio. Los resultados se registrarán en términos de “ocasiones de captura de especie /100 noches trampa”, definiendo una “ocasión de captura de especie” como el evento de captura de una

o más imágenes de una especie dentro de un lapso de 24 horas por estación de fototrampeo. Se considera como una “estación de fototrampeo” a cada punto donde se haya instalado una cámara-trampa. En caso de absoluta certeza de que diferentes individuos aparecen en fotografías distintas, o de que más de un individuo aparece en una sola imagen, se podrán contabilizar tantas ocasiones de captura como individuos sean “capturados” en 24 horas.

### Área y esfuerzo de muestreo

El estudio se realizará en un área mínima de 100 km<sup>2</sup> y cubriendo los diferentes tipos de hábitat de acuerdo a su disponibilidad. Se recomienda un número mínimo de 20 cámaras colocadas a una distancia mínima de 1 km entre cámaras, de manera tal que se cubra un área aproximada de 100 km<sup>2</sup> (ver Capítulo III para detalles). El periodo de muestreo por temporada será de 20 días. Se emplearán trayectos o cuadrantes según las condiciones del terreno.

## RECOMENDACIONES GENERALES

1. Realizar un muestreo sistemático aplicando el mismo esfuerzo en cada uno de los sitios y temporadas. Esto permitirá generar índices de esfuerzo de muestreo y colecta de excretas.
2. Emplear un sólo laboratorio para la identificación de ácidos biliares de las excretas.
3. Preparar parte de la excreta para análisis de ADN, parasitológicos, bacteriológicos y serológicos. Aunque el análisis de ADN es la mejor técnica para identificar a las excretas de jaguar, también es el más caro y aún no se estandariza un protocolo en el país.
4. Acordar un protocolo de almacenamiento de muestras. Actualmente hay algunos que pueden utilizarse de modelos como el de la Sociedad para la Conservación (Wildlife Conservation Society-WCS) en la siguiente dirección: <http://savethejaguar.com/media/file/genetics%20protocol%202003.pdf>
5. Emplear, para el monitoreo de presas, las cámaras Camtrakker (South Cam, Kansas), o cualquier otro modelo que haya demostrado su efectividad en el campo.
6. Hacer, de ser posible, una comparación en campo para evaluar la disponibilidad de alimento mediante los métodos de conteo directo (trayectos) y cámaras automáticas. Estos son métodos complementarios, pero el primero requiere de un gran esfuerzo de muestreo para tener un tamaño de muestra que pueda ser utilizado para estimar abundancias y densidades de los animales.

