

Técnicas e Instrumental: Mamíferos

Ariel Farías, septiembre 2024

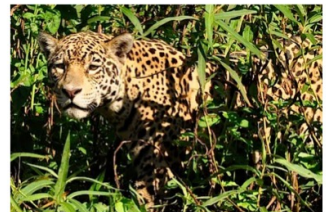


Introducción: Mamíferos como objetos de estudio

Frecuentemente uno o más de las siguientes características:

- Movimientos sigilosos y hábitos reservados
- Crepusculares-nocturnos
- Bajas tasas reproductivas
- Largos tiempos generacionales
- Baja Densidad Poblacional
- Altamente móviles, grandes rangos de hogar
- Especies carismáticas
- Altos estándares bioéticos (spp. carismáticas)

Principalmente
Especies grandes



Baja Detectabilidad

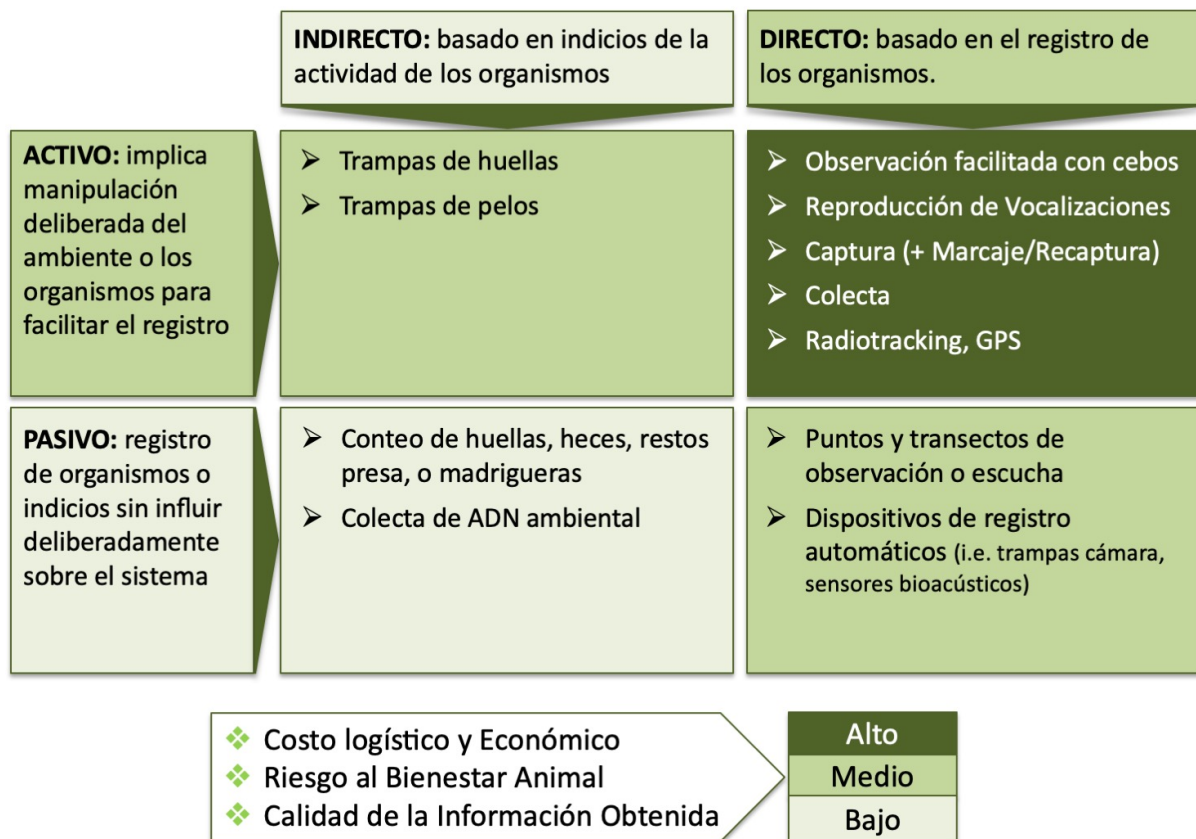
Tamaño de Muestra Grande
(nº replicas, extensión espacial o temporal)

Alto Esfuerzo de Muestreo

$$N = I / K \quad K = f(m, e, h, n) \left\{ \begin{array}{l} m: \text{eficiencia del método} \\ e: \text{especie} \\ h: \text{hábitat} \\ n: \text{esfuerzo de muestreo} \end{array} \right.$$



Tipos de Acercamiento



Técnicas alternativas directas: Observación, escucha



Captura

- Ocurrencia
- Abundancia relativa y absoluta
- Uso relativo del hábitat
- Comportamiento
- Variables demográficas
- Condición corporal

Información



- Activo
- Con o sin cebo
- Oportunista o preestablecido
- Transectos o grilla sistemática

Diseño



Tomahawk

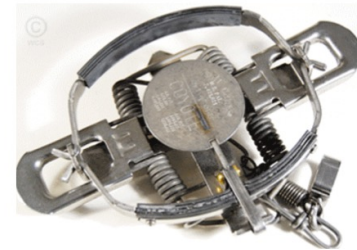
- Alto esfuerzo (hs/hombre)
- Áreas pequeñas
- Alto costo
- Alto riesgo para bienestar animal

Desventajas



- Información detallada
- Identificación confiable

Ventajas



Cepo Acolchado



Conibear

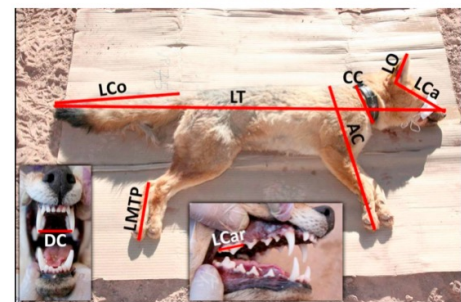
Captura: Recomendaciones

TRAMPEO

- Para incrementar éxito de captura
 - Cebo (e.g. esencia, alimento, señuelo), altera comportamiento.
 - Precebado: 2 – 3 noches inactivas y abiertas.
- Trampas localizadas en sitios protegidos y revisadas frecuentemente.
- Instalación y revisión por 2 o más personas.

MANIPULACIÓN

- Equipo recomendado: profesional veterinario + asistente.
- Inmovilización Química (ejemplo): Ketamina-Xylacina.
 - 1ra dosis: 3 – 5 mg/kg
 - 2da dosis: 0,3 – 2 mg/kg
- En área protegida, sobre cubierta plástica y manta.
- Mantas extra y bolsas de agua caliente (hipotermia).
- Monitoreo:
 - Tª rectal, frecuencias cardíaca y respiratoria (cada 5'-10').
 - condición corporal y lesiones (desinfección).
- Información:
 - Muestras (sangre, pelos, heces, tejidos, etc.)
 - Medidas morfométricas, sexo, edad y fotografía.
 - Marcaje (corte/tinción de pelaje, aretes, collares, radiocollares).
- Monitoreo hasta recuperación total y liberación in situ.



Tomado de: N. Lagos & R. Villalobos (2017) Técnicas de estudio de carnívoros terrestres. En: A. Iriarte & F. Jaksic, Los carnívoros de Chile. Fauna & Flora / Centro UC CAPES, Santiago, Chile

Captura: Anestésicos

Tabla 6: Valores de dosis de medicamentos utilizados para adormecer carnívoros y los tiempos de inducción y de recuperación a los efectos anestésicos.

	Dosis (mg/kg)			Tiempos (min)		Referencias
	Ketamina	Xilacina	Medetomidina	Inducción	Recuperación	
<i>Lycalopex culpaeus</i>	15-20	1-2	-	2-5	40-80	Kreeger <i>et al.</i> , 1990; Traviani <i>et al.</i> , 1992; Traviani & Delibes, 1994
<i>Lycalopex fulvipes</i>	10	1	-	-	-	Jiménez, 2007
<i>Puma concolor</i>	11,7 ± 1,7	2 ± 0,3	-	6 ± 1,9	77,3 ± 29,2	Logan <i>et al.</i> , 1986
<i>Leopardus guigna</i>	15,4 ± 3,2 14,5 ± 1,1	1,7 ± 0,3 8,6 ± 0,9	-	4,6 ± 2,9 5	63,9 ± 31,9 20	Acosta <i>et al.</i> , 2007 Freer, 2004
<i>Leopardus colocolo</i>	5	-	0,05 (0,25*)	9	65 (23+)	Beltrán <i>et al.</i> , 2009
<i>Oncifelis geoffroyi</i>	5,78	-	0,95 (0,5*)	-	-(30)	Uhart <i>et al.</i> , 2005

(*) Entre paréntesis la dosis indicada para el antagonista (Atipamezole)

(+) Se indica el tiempo de anestesia hasta aplicación del antagonista, y entre paréntesis el tiempo de recuperación desde la aplicación de éste.

Tomado de: N. Lagos & R. Villalobos (2017) Técnicas de estudio de carnívoros terrestres. En: A. Iriarte & F. Jaksic, Los carnívoros de Chile. Fauna & Flora / Centro UC CAPES, Santiago, Chile

LOGAN, K.A., E.T. THORNE, L.L. IRWIN & R. SKINNER (1986) Immobilizing wild mountain lions (*Felis concolor*) with ketamine hydrochloride and xylazine hydrochloride. *Journal of Wildlife Disease*, 22: 97–103.

ACOSTA-JAMETT, G.A., S.M. FUNK & N. DUNSTONE (2007) Inmovilización de la güiña (*Leopardus guigna*) en estado silvestre con asociación anestésica de Ketamina-Xilacina. *Avances en Ciencias Veterinarias (Chile)*, 22: 5–9.

BELTRAN, J.F., R. NALLAR, M.L. VILLALBA, E. DELGADO & M. BERNA (2009) Inmovilización química, evaluación hematológica y coproparasitología de *Leopardus colocolo* en Khasor-Potosí, Bolivia. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (Perú)*, 20: 297–305.

JIMÉNEZ, J.E. (2007) Ecology of a coastal population of the critically endangered Darwin's fox (*Pseudalopex fulvipes*) on Chiloé Island, southern Chile. *Journal of Zoology*, 271: 63–77.

KREEGER, T.J., U.S. SEAL & J.R. TESTER (1990) Chemical immobilization of Red Foxes (*Vulpes vulpes*). *Journal of Wildlife Diseases*, 26: 95–98.

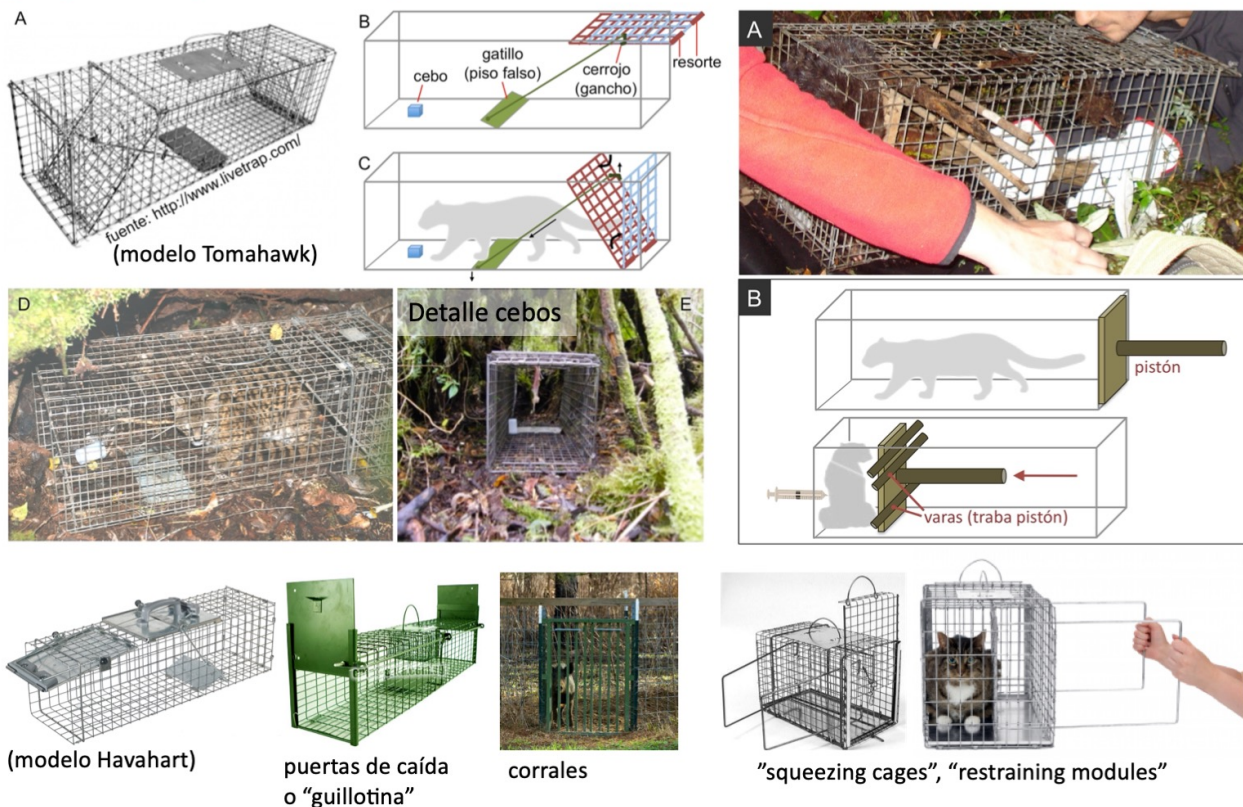
TRAVIANI, A., P. FERRERAS, M. DELIBES & J.J. ALDAMA (1992). Xylazine hydrochloride - ketamine hydrochloride immobilization of red foxes (*Vulpes vulpes*) in Spain. *Journal of Wildlife Disease*, 28: 507–509.

TRAVIANI, A., & M. DELIBES (1994). Immobilization of free ranges red foxes (*Vulpes vulpes*) with ketamine hydrochloride and zolazepam hydrochloride. *Journal of Wildlife Disease*, 30: 589–591.

UHART, M., J. PEREIRA, H. FERREYRA, C. MARULL, P. BELDOMENICO, N. FRACASSI, G. APRILE & D. McALOOSE (2005). Health assessment of Geoffroy's cats (*Oncifelis geoffroyi*) in Argentina. *Proceedings Wildlife Disease Association International Conference, Cairns (Queensland, Australia)*, p. 135.

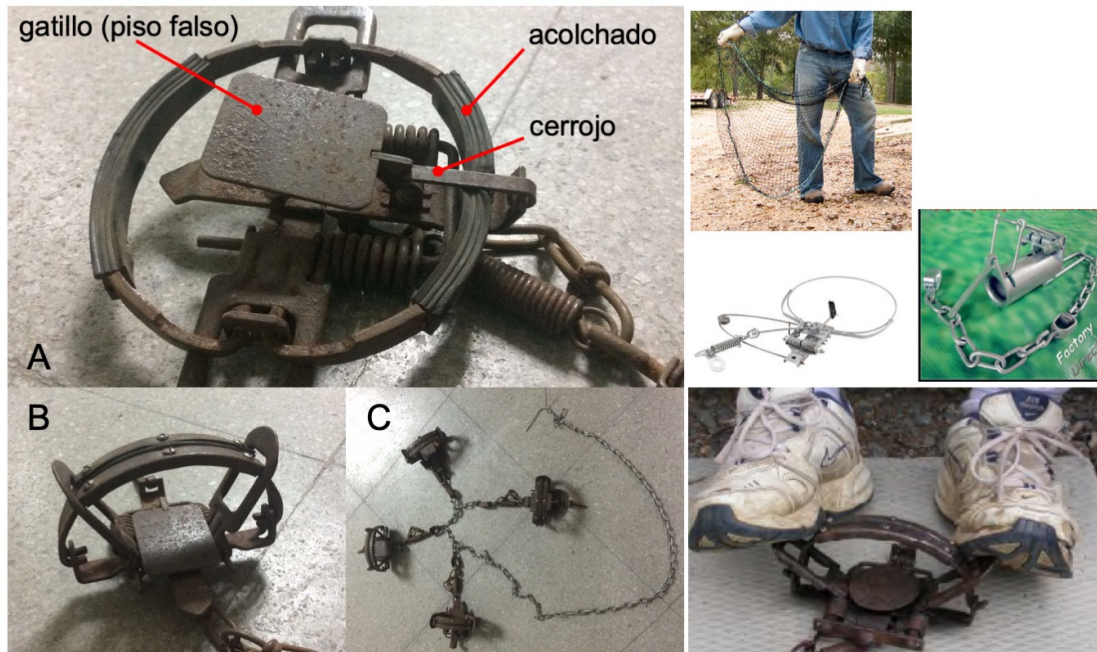
Captura: Ejemplos

Ejemplo de dispositivo de captura viva: trampa de jaula/caja



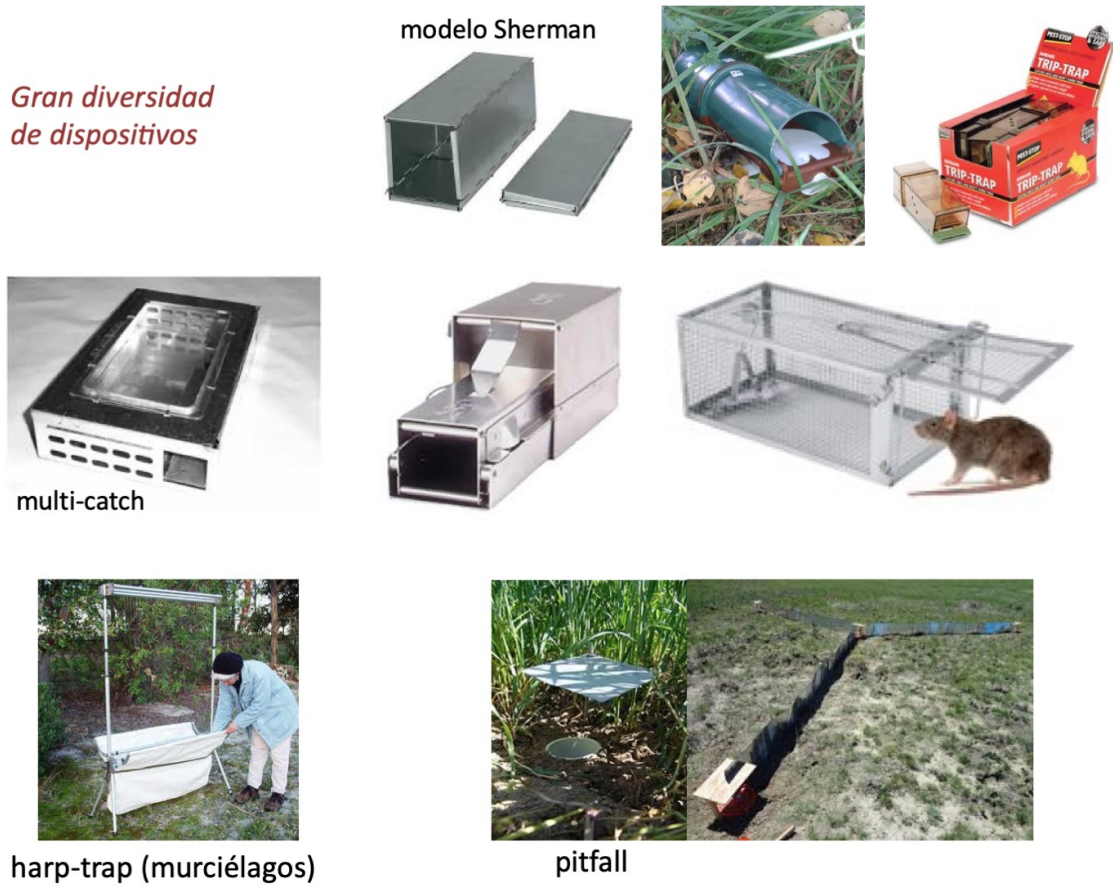
Captura: Ejemplos

Ejemplo de dispositivo de captura viva: cepos acolchados

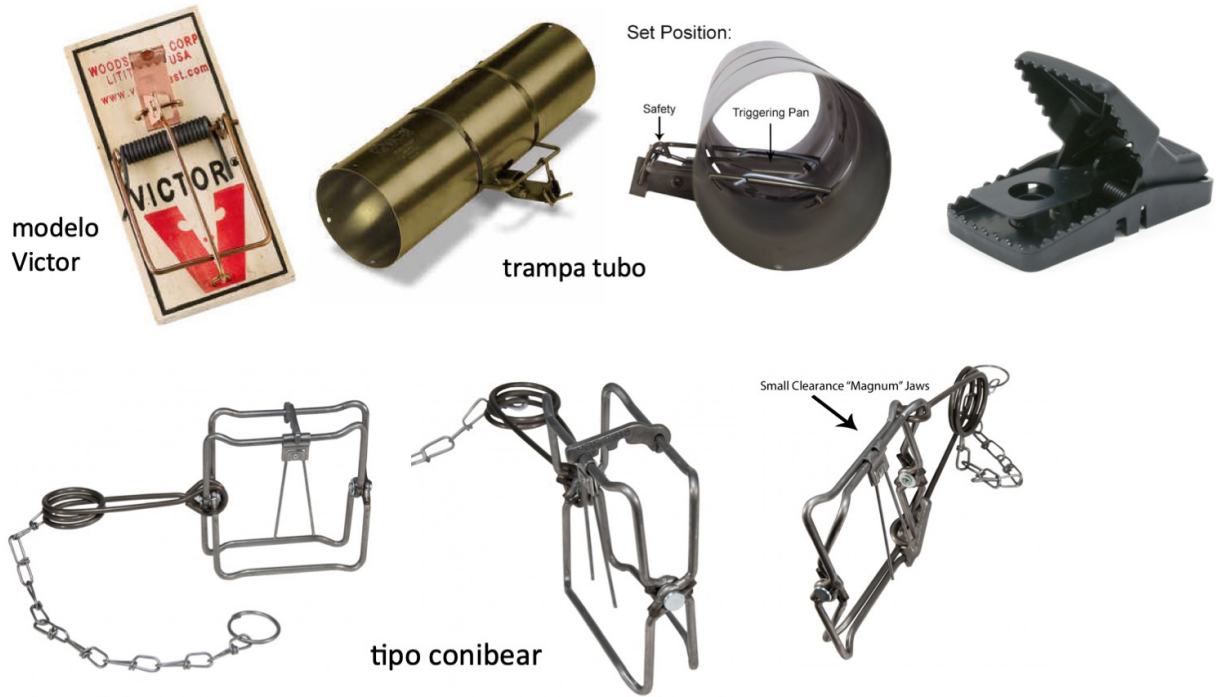


Captura: Ejemplos (pequeños mamíferos: captura viva)

Gran diversidad de dispositivos



Captura: Ejemplos (mamíferos pequeños y medianos: captura muerta)



Captura: Ejemplos (pequeños mamíferos)

Instalación



Manipulación



Captura: Información poblacional entregada

Abundancia Relativa mediante Índices de Captura: razón entre el número de individuos capturados y el número de trampas utilizadas y tiempo en estas estuvieron activas.

- ✓ Rápidos y sencillos, útiles para comparaciones y prospecciones o estudios piloto, o cuando no se requieren estimaciones de densidad, estructura o abundancia poblacional.
- ✓ Bajo impacto: no requiere anestesiarse, manipular ni identificar (marcar) individuos.
- ✓ Muchas fuentes de error o sesgo.

$$N_r = nc / Nt \times Nn$$

N_r : abundancia relativa

nc : nº de individuos detectados

Nt : nº de trampas "activas"

Nn : nº de "noches" (u otra medida de tiempo)

Estimación de Abundancia Absoluta mediante Control de Capturas: uso de información de sesiones consecutivas de captura para la estimación de tamaño poblacional.

Marcaje-Recaptura: individuos capturados en una sesión son marcados y liberados, y se registra la proporción de los marcados en siguientes sesiones de captura.



Captura: Telemetría

- Abundancia absoluta
- Uso del hábitat, movimientos
- Comportamiento, actividad y fisiología
- Demografía e historia de vida

Información



- Activo
- Trampeo generalmente dirigido o sistemático

Diseño



- Esfuerzo alto a muy alto (hs/hombre)
- Áreas pequeñas
- Costo alto a muy alto

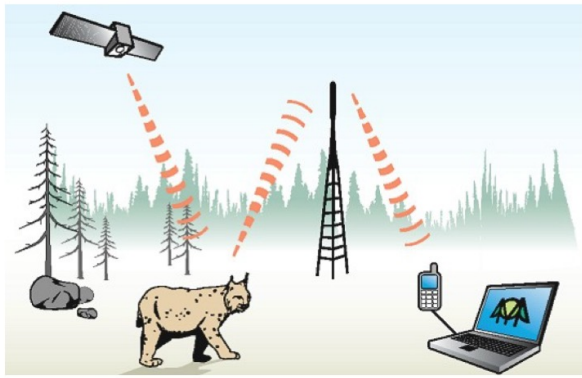
Desventajas



- Información muy detallada, fuera del momento de la captura
- Identificación confiable

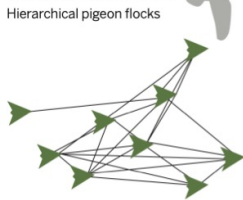
Ventajas



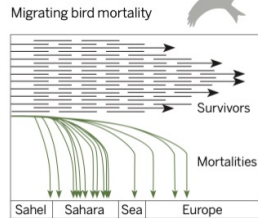


Captura: Telemetría + Biologging

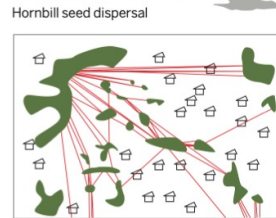
A | Collective motion



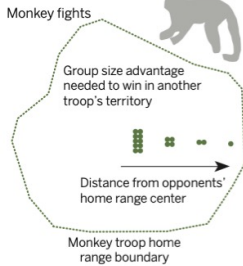
B | Life history



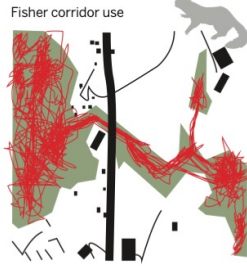
C | Ecosystem services



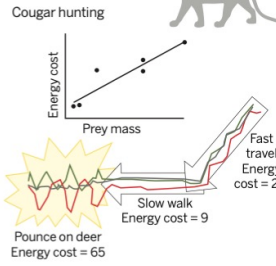
D | Social behavior



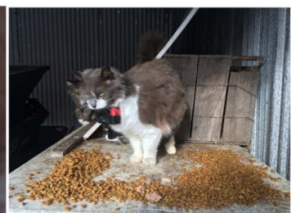
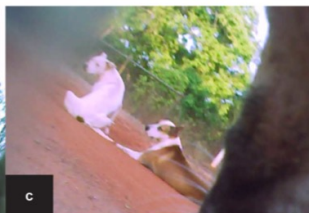
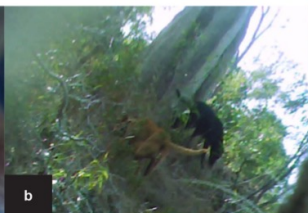
E | Conservation behavior



F | Ecophysiology



Kays et al. 2015. Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. Science 348:aaa2478.



Técnicas alternativas indirectas: Registros de rastros

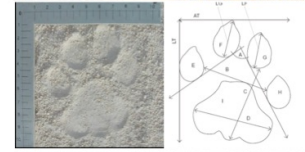
- Ocurrencia
- Abundancia Relativa
- Uso relativo del hábitat
- Comportamiento

Información



- Registro casual
- Prospección sistemática pasiva (Conteo en transectos o grillas)
- Prospección sistemática activa (Huelleros con/sin cebo)

Diseño



- Dependencia de sustrato y clima
- Dificultad para diferenciar especies
- Generalmente, no distingue individuos

Desventajas

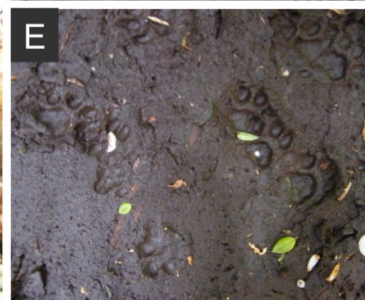
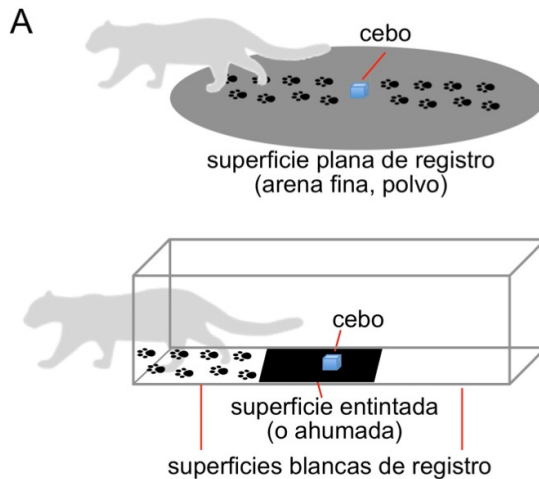


- Bajo costo
- Bajo esfuerzo (horas/hombre)
- Aplicabilidad sobre grandes áreas

Ventajas



Técnicas alternativas indirectas: Registros de rastros



Técnicas alternativas indirectas: Registros madrigueras y galerías

- Ocurrencia
- Abundancia Relativa
- Uso relativo del hábitat
- Comportamiento (e.g. dieta, reproducción)
- Generalmente complementario

Información



- Registro casual
- Prospección sistemática pasiva (Conteo en transectos, grillas o áreas)
- Prospección sistemática activa (uso de refugios artificiales)

Diseño



- Dependencia del ambiente
- Dificultad para diferenciar especies
- Generalmente, no distingue individuos

Desventajas



- Bajo costo
- Bajo esfuerzo (horas/hombre)
- Aplicabilidad sobre grandes áreas

Ventajas

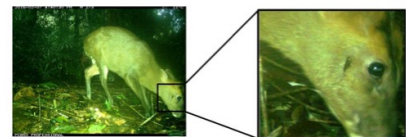
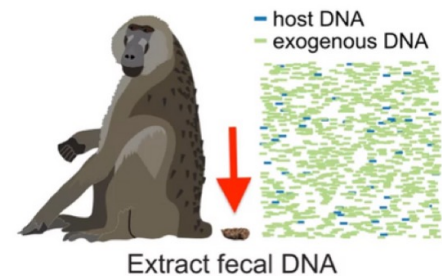


Técnicas alternativas indirectas: ADN



Fecal:

- Estudios de Biodiversidad (identificación de especies, ADN del hospedador en células epiteliales del intestino, ADN de la flora bacteriana)
- Estudios Poblacionales (ADN microsatélite, células epiteliales del intestino, combinado con captura-marcaje-recaptura)
- Estudios Epidemiológicos (ADN parásitos)



Ambiental:

- Estudios de Biodiversidad (identificación de especies, combinados con herramientas de metagenómica son tremendamente poderosos)
- Estudios Poblacionales (ADN microsatélite, distintas fuentes, incluyendo material biótico, abiótico y otros organismos)



Sensores Automáticos: Cámaras trampa y grabadores de sonido

- Ocurrencia
- Abundancia relativa (potencialmente absoluta)
- Uso relativo del hábitat
- Comportamiento

Información



- Activo (cebo) o Pasivo
- Oportunista, sistemático, aleatorio
- Transectos, grillas

Diseño



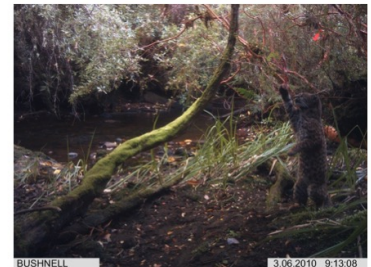
- Costo moderado a alto
- Gran cantidad de información a procesar

Desventajas

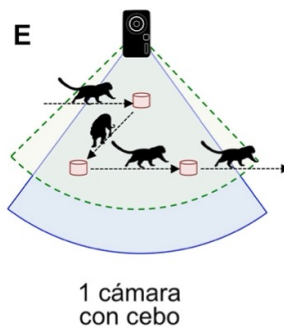
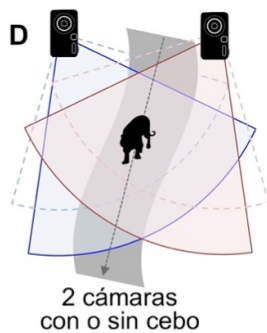
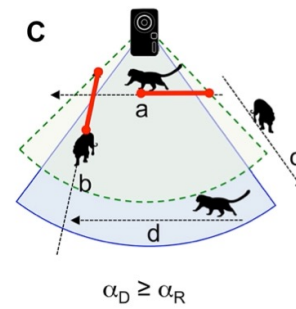
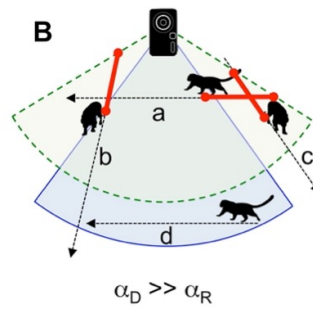
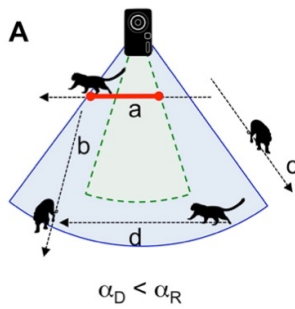


- Información detallada
- Identificación mayormente confiable
- Esfuerzo medio
- Áreas relativamente extensas

Ventajas



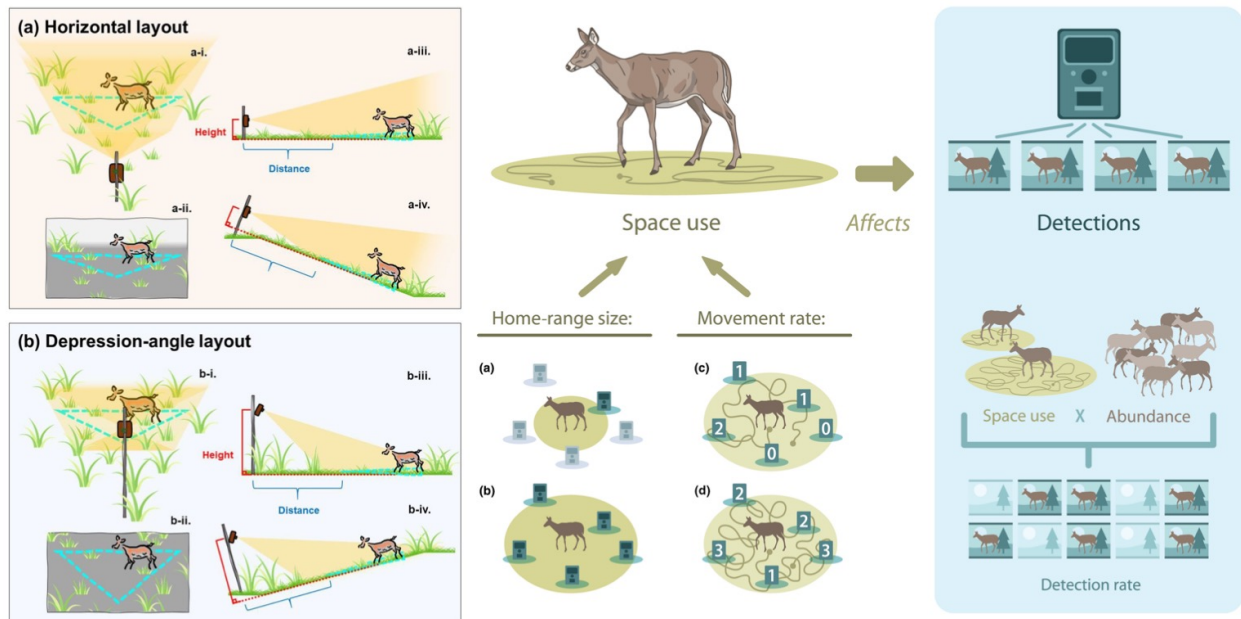
Cámaras trampa: Disposición



α_D : ángulo de detección \dashrightarrow recorrido del individuo \triangle área de detección --- sendero
 α_R : ángulo de registro --- distancia entre detección y registro \triangle área de registro \square cebo

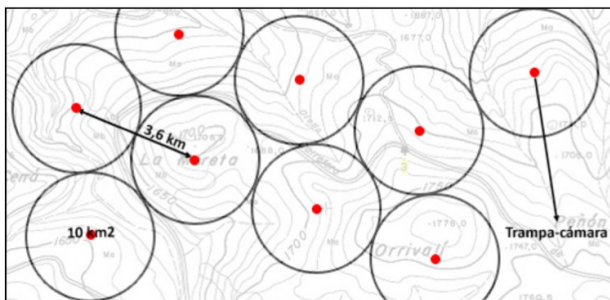
Cámaras trampa: Tasas de Registro

La disposición de la cámara en la estación de fototrampeo, y la abundancia, ámbito de hogar y tasas de movimiento de los individuos pueden afectar su tasa de registro.



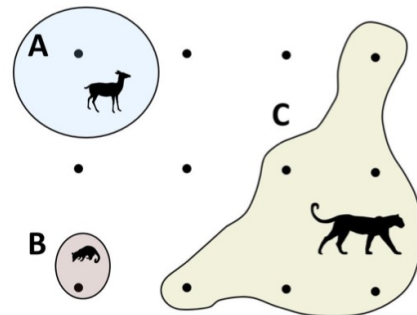
Broadley, K., Burton, A. C., Avgar, T., & Boutin, S. (2019). Density-dependent space use affects interpretation of camera trap detection rates. *Ecology and evolution*, 9(24), 14031-14041.

Cámaras trampa: Diseño de Muestreo



Ejemplo: relevamiento de pumas, Norte de Chile.

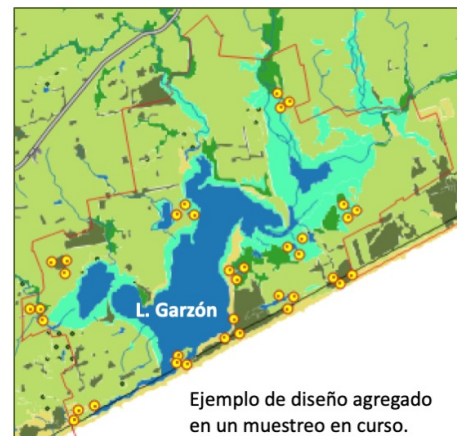
En: Iriarte, J.A. (2008) Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España.



En: Abrams, et al. 2018. Studying terrestrial mammals in tropical rainforests. A user guide for camera-trapping and environmental DNA. Leibniz-IZW, Berlin, Germany.

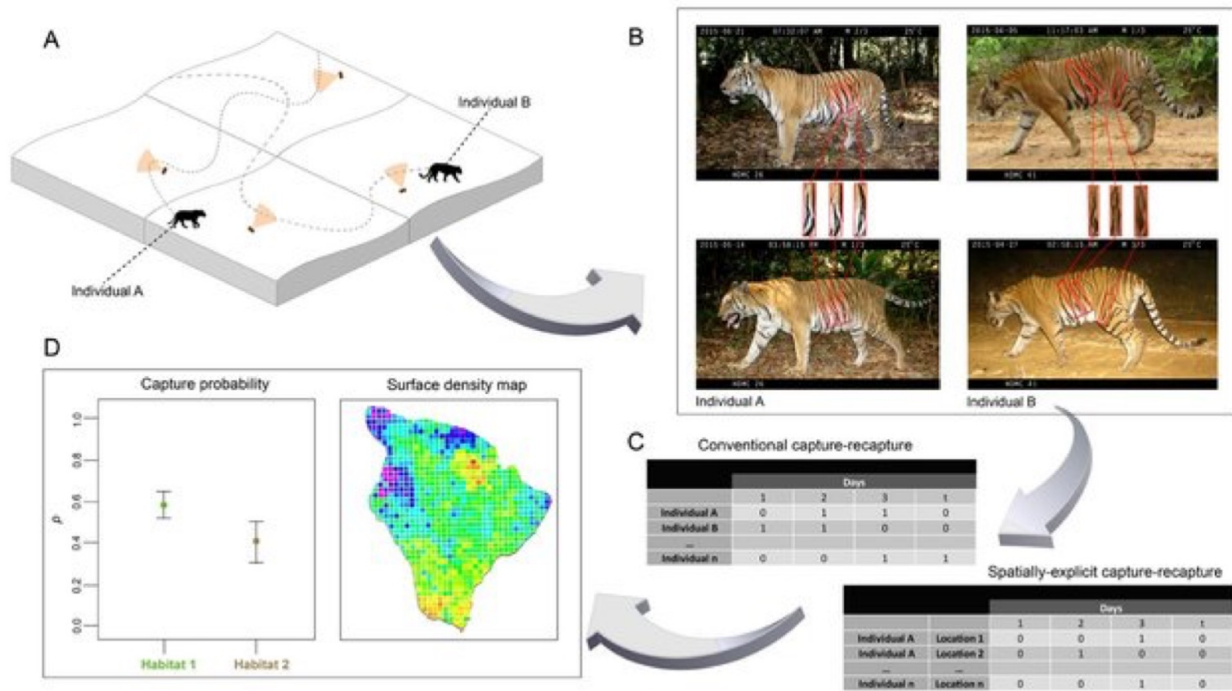
La distancia entre cámaras depende del objetivo del trabajo.

- Ocupación ('ocupancia'), distribución, uso de hábitat: 1 o 2 veces el diámetro máximo promedio del territorio o área de acción (home-range)
- Uso de microhabitats, abundancia (métodos de captura-recaptura espaciales): 2 o más cámaras dentro de un home-range "típico".
- Combinación de usos en diseños agregados, esquemas multinivel.



Ejemplo de diseño agregado en un muestreo en curso.

Cámaras trampa: Marcaje Recaptura



Wearn, O. R., & Glover-Kapfer, P. (2017). Camera-trapping for conservation: a guide to best-practices. *WWF conservation technology series*, 1(1), 181.

Cámaras trampa: Marcaje Recaptura



Las marcas naturales permiten el uso de técnicas de marcaje-recaptura sin manipulación.

Cámaras trampa: Marcaje Recaptura



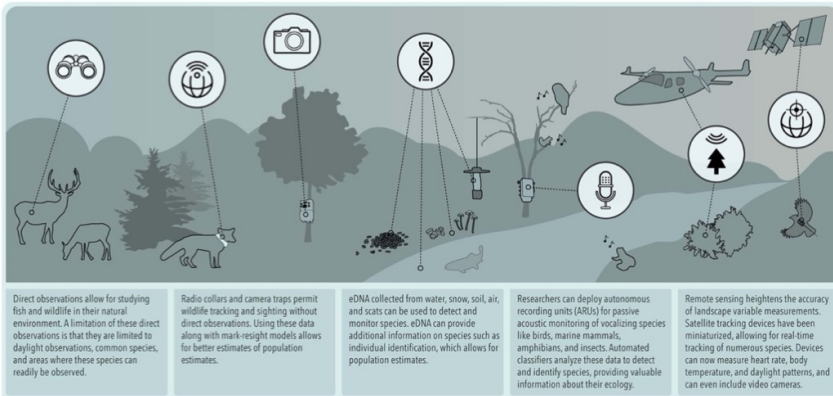
Las marcas naturales permiten el uso de técnicas de marcaje-recaptura sin manipulación.

Cámaras trampa: Ecología e Historia de Vida

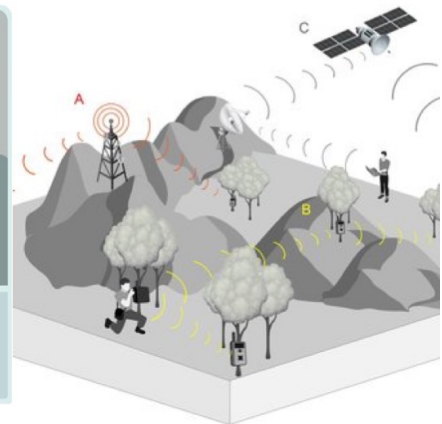


Automatización, Nuevas Tecnologías

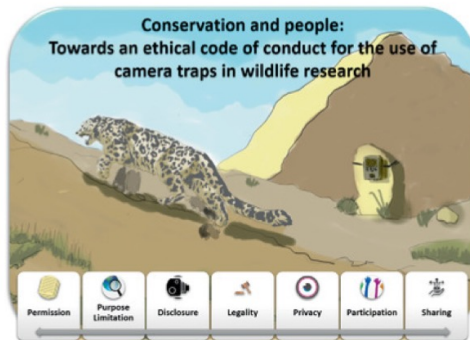
Nuevas tecnologías (e.g. tipos de dispositivos, capacidades e intercomunicación de los mismos), generan abren nuevas posibilidades y generan desafíos (e.g. manejo de la información, aspectos éticos).



Tosa et al. (2021) *The Rapid Rise of Next-Generation Natural History*. *Front. Ecol. Evol.* 9:698131



Wearn & Glover-Kapfer (2017) *Camera-trapping for conservation: a guide to best-practices*. *WWF conservation technology series*, 1(1), 181.



Involucramiento Social, Ciencia Ciudadana

Welcome

iSeeMammals

What would you like to do?

Record Bear Observation

Start a Hike

Set up Camera Location

i) Record observations of black bears/sign.

Date	5/29/2017 11:02
Certainty	I'm positive this was a bear!
Classification	Tracks/prints
Hikers	2 people
Description	Saw at creek

ii) Track a hike where you might see wildlife.

Started	2/11/2017 11:41
Ended	2/13/2017 13:22
Number of hikers	Just me
Hike here again?	Possibly

iii) Set up a camera to detect bears and wildlife.

My first camera

This camera is INACTIVE.

Restart Camera

Add Another Camera

History	
STOPPED	5/2/2017 9:38
STARTED	4/20/2017 22:36
STOPPED	12/27/2016 11:35

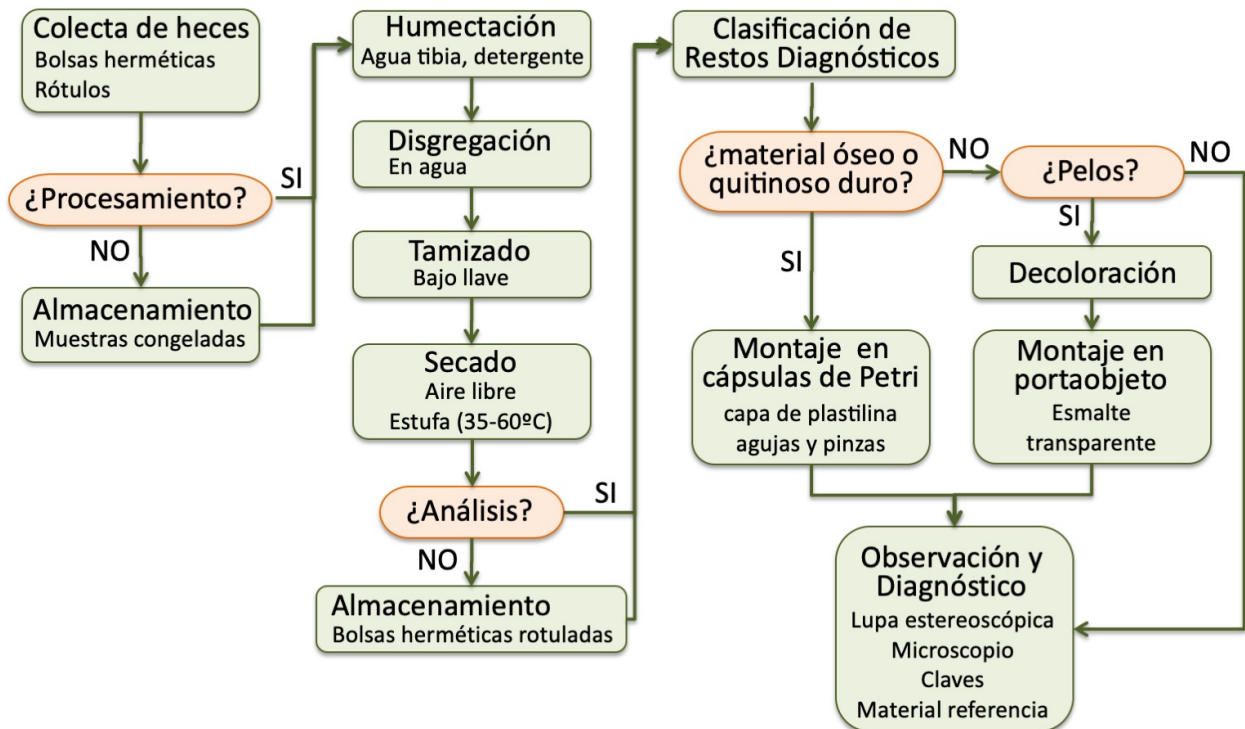
Estudios dietarios: Recolección y análisis de heces

- **Recolección de heces:**
 - Con guantes de látex, ambientes abiertos, evitando contacto.
 - Depositadas en bolsas herméticas, rotuladas.
 - Almacenamiento del material congelado.
- **Tratamiento en gabinete (lab. húmedo):**
 - Manipulación con guantes de látex y mascarilla.
 - Disgregación en agua tibia con detergente y cloro.
 - Lavado y tamizado bajo grifo.
 - Secado sobre papel absorbente, a la intemperie o en estufa (60°C).
- **Determinación de dieta:**
 - Separación de restos diagnósticos no digeridos en lupa estereoscópica (guantes + mascarilla).
 - Comparación de partes duras con claves y material de colección.
 - Preparados microscópicos de pelos decolorados e improntas sobre gelatina o esmalte transparente.



Estudios dietarios: Recolección y análisis de heces

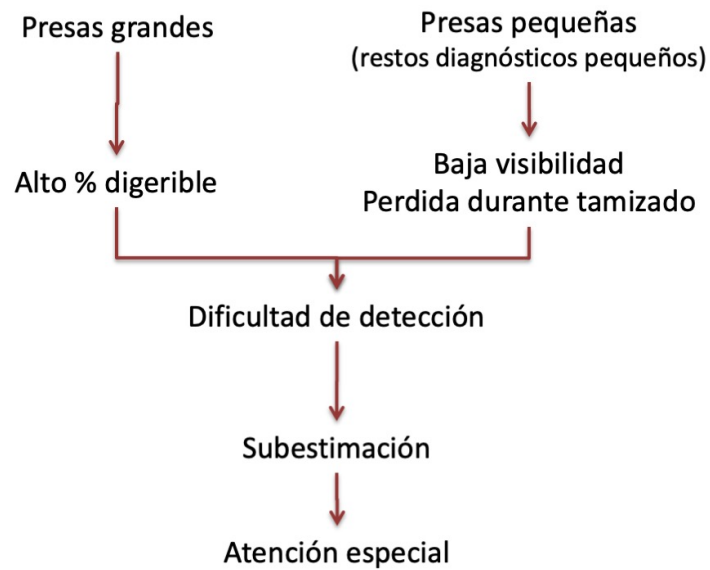
Recolección y análisis de heces



Estudios dietarios: Recolección y análisis de heces

Recolección y análisis de heces

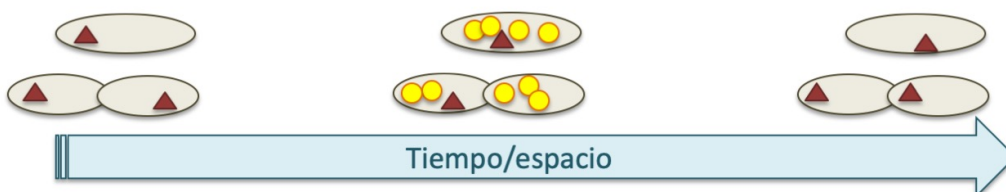
Detectabilidad: fuente importante de sesgos al cuantificar composición de la dieta.



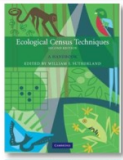
Estudios dietarios: Recolección y análisis de heces

Recolección y análisis de heces

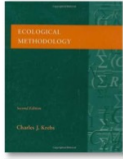
Frecuencia Numérica Relativa (FN) $\frac{\text{n}^\circ \text{ items presa de la categoría}}{\text{n}^\circ \text{ items presa totales}}$	Proporción de individuos depredados de cada categoría presa	Sensible a diferencias en detectabilidad, tendiendo a subestimar presas grandes con pocos restos no digeridos (e.g. carroña)
Frecuencia de Ocurrencia (FO) $\frac{\text{n}^\circ \text{ heces positivas para la categoría}}{\text{n}^\circ \text{ de heces totales}}$	Regularidad ("asiduidad") del consumo de cada categoría	Subestima la importancia de presas agregadas temporal/espacialmente



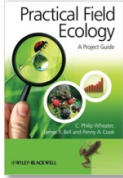
Bibliografía Recomendada



Sutherland, W.J. (ed.) (2006). *Ecological Census Techniques: A Handbook*, 2nd ed. Cambridge Univ. Press.
Introducción básica sobre muestreo y diseños de muestreo. Lenguaje sencillo, no requiere conocimientos avanzados de estadística. Enfoque más metodológico.



Krebs, C.J. (1999). *Ecological Methodology*, 2nd ed. Addison-Welsey Euc. Pub.
Discusión básica diseños experimental y de muestreo. Referencia clásica.



Weather, C.P. & P.A. Cook (2011). *Practical Field Ecology*. Wiley-Blackwell.
Descripción detallada de metodologías de campo para distintos tipos de organismos y variables ambientales, y discusión muy básica de técnicas analíticas y formas de presentación de resultados.



Boitani, L., & Fuller, T. (Eds.). (2000). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press.



Boitani, L., & Powell, R. A. (Eds.). (2012). *Carnivore ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford University Press.