

MANUAL PARA EL MONITOREO DE FAUNA SILVESTRE EN CHILE

Editado por:
Mariano de la Maza Musalem - Cristián Bonacic Salas



PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMÍA
E INGENIERÍA FORESTAL



Patrocinadores





MANUAL PARA EL MONITOREO DE FAUNA SILVESTRE EN CHILE

Editado por:

Mariano de la Maza Musalem - Cristián Bonacic Salas

Laboratorio Fauna Australis

Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal

Pontificia Universidad Católica de Chile

Enero, 2014

MANUAL PARA EL MONITOREO DE FAUNA SILVESTRE EN CHILE

Gestión del Curso

Eduardo Katz
Iván Benoit
CONAF

Edición

Mariano de la Maza
Cristián Bonacic

Apoyo en corrección de textos

Tomás Altamirano
José Tomás Ibarra
Nicolás Gálvez
Nicole Sallaberry-Pincheira

Fotografías

Equipo Fauna Australis

Diseño y Producción Editorial

Loyca Comunicación

Registro de Propiedad Intelectual N° 231.441

ISBN: 978-956-353-053-7

Este proyecto se realizó gracias al **“Convenio Marco de Cooperación”** entre la Corporación Nacional Forestal y la Pontificia Universidad Católica de Chile, suscrito con fecha 22 de julio del 2011.

Como citar este libro: De la Maza M. & C. Bonacic (Eds.). 2013. Manual para el Monitoreo de Fauna Silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 194pp.

LABORATORIO DE VIDA SILVESTRE FAUNA AUSTRALIS

Fauna Australis es un grupo de investigación en conservación de vida silvestre fundado en marzo 2001, para promover la investigación científica en Conservación de Vida Silvestre, Medicina de la Conservación y Bienestar Animal.

El grupo promueve la formación de equipos multidisciplinarios para enfrentar los problemas de Conservación Biológica, por ello, cuenta con la participación de estudiantes y profesionales de diversas disciplinas, tales como Agronomía, Ingeniería Forestal, Ingeniería Comercial, Biología, Geografía y Medicina Veterinaria.

Fauna Australis pertenece al Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente (DEMA) de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Teléfono: (56) (2) 354 4169

Correo: faunaaustralis@gmail.com

Web: www.fauna-australis.puc.cl

Twitter: [@FaunaAustralis](https://twitter.com/FaunaAustralis)

Facebook: [Fauna Australis](https://www.facebook.com/FaunaAustralis)



PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMÍA
E INGENIERÍA FORESTAL
DEPARTAMENTO DE ECOSISTEMAS
Y MEDIO AMBIENTE

Agradecimientos

El laboratorio de investigación Fauna Australis agradece a los participantes del curso **“Capacitación para la Implementación de un Sistema de Monitoreo de Especies de Fauna”**, especialmente a los administradores y guardaparques de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, quienes llegaron desde todos los rincones del país para aportar con sus conocimientos y ganas de mejorar la calidad de nuestro medio ambiente. La pasión que demuestran es una gran motivación para nosotros.

Un especial agradecimiento a Jerry Laker por facilitar las hermosas instalaciones del **“Kodkod, lugar de encuentros”** y por apoyar siempre la labor de conservación de nuestro equipo.

Los editores agradecemos a los integrantes del equipo que apoyaron la realización del curso, especialmente a Catalina Zumaeta, Lina María Forero, Jorge Leichtle, Tomás Ibarra, Nicolás Guarda y a cada uno de los autores de los capítulos del manual.

Finalmente, agradecemos a quienes aportaron con imágenes representativas de la fauna de nuestro país, así como con técnicas de estudio de ella.

Dedicado a todos quienes aman
y cuidan nuestro mayor tesoro, la Biodiversidad.

*“El trabajo en terreno consiste en duras faenas físicas,
interrumpidas por instantes de felices sorpresas”*

E. O. Wilson

Autores

Altamirano, Tomás PhD (c)

Ingeniero Forestal
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Beltrami, Esperanza MSc

Médico Veterinario,
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Bonacic, Cristián MSc, PhD

Médico Veterinario
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Cartagena, Guillermo

Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre
de Chile (ROC)

De la Maza, Mariano MSc

Biólogo
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Figari, María Emma

Bióloga
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Forero, Lina MSc

Médico Veterinario
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Gálvez, Nicolás MSc, PhD (c)

Ingeniero Agrónomo
Laboratorio Fauna Australis
Centro de Desarrollo Local (CEDEL)
Pontificia Universidad Católica de Chile

González, Andrés

Licenciado en Biología
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Guarda, Nicolás PhD (c)

Ingeniero Agrónomo
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Hernández, Felipe MSc PhD (c)

Médico Veterinario
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Leichtle, Jorge MSc

Médico Veterinario
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Muñoz, Ana

Licenciada en Biología
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Raab, Nicolás

Ingeniero Agrónomo
Centro de Cambio Global UC
Pontificia Universidad Católica de Chile

Sallaberry-Pincheira, Nicole MSc

Médico Veterinario
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Schmitt, Fabrice

Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre
de Chile (ROC)

Zumaeta, Catalina

Geógrafa
Laboratorio Fauna Australis
Pontificia Universidad Católica de Chile

Acrónimos y Abreviaciones	10
Prólogo	11
Introducción	12
Capítulo 1. Diseño del monitoreo	13
1.1 ¿Para qué monitorear la fauna en un ASP?	15
1.2 Objetivos	17
1.3 ¿Qué monitorear?	17
1.4 Metodología	19
1.4.1 Tipos de datos	19
1.5 Responsables	26
Capítulo 2. Equipo y registro de datos	27
2.1 Uso del equipo básico	29
2.1.1 GPS	29
2.1.2 Cartografía básica	32
2.1.3 Equipo meteorológico	39
2.1.4 Guías de campo	40
2.1.5 Binoculares	43
2.2 Observaciones y registro de datos	46
2.2.1 Registro de avistamientos	46
2.2.2 Registros fotográficos	50
Capítulo 3. Técnicas de monitoreo de fauna	51
3.1 Técnicas generales	53
3.1.1 Censo	54
3.1.2 Muestreo mediante Transectos	55
3.1.3 Muestreo mediante Puntos de conteo	57
3.1.4 Captura, marcaje y recaptura	59
3.1.5 Tipos de Muestreo	62
3.2 Técnicas de muestreo para mamíferos	63
3.2.1 Técnicas de muestreo directo	63
3.2.2 Captura	67
3.2.3 Cámaras trampa	71

Contenido

3.2.4 <i>Signos indirectos</i>	83
3.3 Técnicas de muestreo para Aves	93
3.3.1 <i>Observación y reconocimiento</i>	93
3.3.2 <i>Técnicas de muestreo directo</i>	94
3.3.3 <i>Monitoreo de nidos</i>	96
3.3.4 <i>Captura, medición y anillamiento</i>	103
3.4 Técnicas de muestreo para Anfibios y Reptiles	107
3.4.1 <i>Transectos de búsqueda</i>	108
3.4.2 <i>Transectos auditivos</i>	108
3.4.3 <i>Parcelas de hojarasca</i>	108
3.4.4 <i>Signos indirectos</i>	108
3.4.5 <i>Captura</i>	109
3.4.6 <i>Registros morfológicos</i>	111
3.5 Especies Invasoras	113
3.5.1 <i>Impactos</i>	113
3.5.2 <i>Manejo de especies exóticas</i>	114
Capítulo 4. Evaluación e interpretación de los resultados del monitoreo	117
4.1 Calcular promedios y graficar	119
4.2 Índices de Biodiversidad	122
4.3 Criterios de amenaza a la fauna	125
Capítulo 5. Muestras biológicas y bioseguridad	127
5.1 Obtención de muestras	129
5.1.1 <i>Muestreo invasivo</i>	130
5.1.2 <i>Muestreo no invasivo</i>	134
5.2 Análisis de muestras	137
5.2.1 <i>Materiales</i>	137
5.2.2 <i>Preparación de la muestra</i>	137
5.2.3 <i>Análisis de pelos</i>	138
5.2.4 <i>Análisis de restos óseos</i>	138
5.2.5 <i>Entrega de muestras</i>	138
5.3 Bioseguridad	139

Contenido

	5.3.1 Enfermedades zoonóticas	139
	5.3.2 Material de protección	140
Capítulo 6.	Compartir datos	143
	6.1 ¿Por qué es importante compartir los datos de fauna silvestre?	145
	6.2 Plataformas web	145
	6.3 LiveANDES	146
	6.4 eBird - Chile	152
Capítulo 7.	Estudios de caso	167
	7.1 Vicuñas, <i>Vicugna vicugna mensalis</i> , <i>Vicugna vicugna vicugna</i> , en Región de Arica y Parinacota	170
	7.2 Huemul, <i>Hippocamelus bisulcus</i> , en Reserva Nacional Ñuble y zonas aledañas	172
	7.3 Aves acuáticas, Santuario de la Naturaleza Laguna el Peral	174
Capítulo 8.	Monitoreo y Conservación: Síntesis	181
	8.1 ¿Qué es el monitoreo?	183
	8.2 Razones para el monitoreo de la fauna	184
	8.3 Monitoreo del hábitat	186
	8.4 Conclusiones	187
Anexos		188
Bibliografía		190
Glosario		192

Acrónimos y Abreviaciones

<i>ACF</i>	Área de Concentración de Fauna
<i>ASP</i>	Área Silvestre Protegida
<i>CMR</i>	Captura, Marcaje y Recaptura
<i>CONAF</i>	Corporación Nacional Forestal
<i>GASP</i>	Gerencia de Áreas Silvestres Protegidas
<i>GP</i>	Guardaparques
<i>SNASPE</i>	Servicio Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
<i>UICN</i>	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Prólogo

El principal objetivo del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, SNASPE, es conservar la biodiversidad presente en nuestro país para ésta y las futuras generaciones, cumpliendo así con el mandato constitucional (artículo 19 inciso 8°) que establece que es deber del Estado tutelar la preservación de la naturaleza. Esto se ve reflejado en la misión institucional de CONAF que señala *“Contribuir al desarrollo del país a través de la conservación de patrimonio silvestre y el uso sostenible de los ecosistemas forestales, para el servicio integral de la ciudadanía”*.

Para cumplir el imperativo legal de mantener la biodiversidad de las ASP y de otras áreas de concentración de fauna (ACF), cuya evaluación también es realizada por CONAF, es fundamental conocer nuestra biodiversidad, especialmente en lo referido a fauna de vertebrados, y evaluar periódicamente las variaciones que ésta sufre debido tanto a factores naturales como antrópicos. Como una forma de lograr que los criterios y las metodologías de evaluación sean coherentes y comparables tanto en el espacio como en el tiempo, es fundamental capacitar al personal encargado de la recolección de los antecedentes de terreno, para que éstos permitan analizar a cabalidad los cambios producidos y, eventualmente, tomar de forma oportuna las medidas conducentes a evitar daños ecológicos irreversibles.

Para lograr uniformar los criterios y metodologías de toma de datos en terreno, se acordó con la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) la realización de un curso teórico-práctico denominado ***“Capacitación para la Implementación de un Sistema de Monitoreo de Especies de Fauna”***, destinado al personal de terreno de CONAF, cuyo contenido permitirá cumplir los objetivos descritos anteriormente. El curso contó con la colaboración de la ONG ROC (Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile) y el Centro de Biodiversidad y Sustentabilidad ***“Kodkod, Lugar de Encuentros”***.

Este manual es resultado de ese curso.

Iván Benoit
Eduardo Katz

Introducción

La fauna silvestre de Chile, compuesta por aproximadamente 150 especies de Mamíferos, 450 especies de Aves, 109 especies de Reptiles y 56 especies de Anfibios, habita ecosistemas diversos desde el Altiplano hasta la Patagonia. Debido a que Chile es considerado una isla biogeográfica, limitado por la cordillera, el desierto, el mar y el continente antártico, una de sus principales características es la de poseer un importante porcentaje de especies endémicas. El 78% de los anfibios, el 56% de los reptiles, el 11% de los mamíferos y el 2% de las aves presentes en nuestro país se encuentran únicamente dentro de sus fronteras. La transformación del paisaje, agricultura, ganadería y actividad forestal han contribuido a una significativa declinación de muchos taxones a lo largo de todo el país. Adicionalmente, la minería, la caza, las especies invasoras y la expansión urbana, principalmente, han llevado a que 47% de los mamíferos, 14% de las aves, 72% de los anfibios y 90% de los reptiles nativos de Chile se encuentren en la lista roja con algún grado de problemas de conservación. Además, para una importante proporción de especies no existe conocimiento suficiente como para catalogarlas dentro de una categoría de conservación nacional (Lista Roja) o internacional (UICN), por lo que estos porcentajes podrían aumentar. Es por esto que resulta prioritario conocer más sobre las especies animales presentes en nuestro país, su distribución, abundancia y dinámicas poblacionales con el fin de determinar sus verdaderos estados de conservación y posibilitar su protección.

Para la conservación de fauna se requiere trabajo permanente y bien diseñado al interior de las Áreas Silvestres Protegidas. Dada la representatividad a nivel nacional y la superficie del territorio protegido al interior del SNASPE, se requiere contar con profesionales y guardaparques preparados para monitorear a la fauna.

En la actualidad todas las actividades censales y estimaciones poblacionales, así como la evaluación y parametrización de los factores que inciden en dichos valores, son realizadas con técnicas y protocolos metodológicos dispares.

Lo anterior genera resultados que, si bien permiten evaluar la circunstancia medida, no son siempre comparables entre sí y en muchos casos tampoco se pueden comparar, con un grado de precisión aceptables, con medidas similares tomadas en años precedentes.

La homologación de técnicas censales y muestrales mediante la elaboración de protocolos estrictos y válidos para las distintas regiones permitirá no solo mejorar y uniformar la toma de datos, sino también comparar dichos datos, tanto en el espacio como en el tiempo, permitiendo conocer a cabalidad el comportamiento poblacional de las especies de nuestro país.

En este manual se describen las bases de lo que constituye un monitoreo de fauna al interior de un ASP. Se detallan los requisitos, equipos y procedimientos para caracterizar a las especies y su ambiente, y se proponen los pasos a seguir para reportar los resultados obtenidos a partir del monitoreo.

Mariano de la Maza
Cristián Bonacic



Capítulo 1

Diseño del monitoreo

Diseño del monitoreo

1.1 ¿Para qué monitorear la fauna en un ASP?

La antigua concepción de que la diversidad dentro de un Área Silvestre Protegida (ASP) permanece inalterada a través del tiempo ya ha sido descartada, y en la actualidad se habla más bien de una concepción dinámica de “*flujo de la naturaleza*”, en la cual se establece un constante cambio en los ecosistemas y reservas biológicas, tanto por causas naturales como antrópicas (incendios, cambio climático, etc.). Lo anterior cobra especial importancia en cuanto a la diversidad de la fauna dentro de las reservas y parques nacionales, con variaciones espaciales y temporales de corto y largo plazo (estacionales y anuales) y con poblaciones con diversos grados de amenaza que dependen, en mayor o menor grado, de las áreas protegidas para su conservación. El establecimiento de un área silvestre protegida no asegura por sí mismo la conservación de la diversidad biológica incluida en ella. Para que un área protegida cumpla realmente su función, ésta debe ser administrada cuidadosamente y se deben conocer los factores que amenazan a su biodiversidad. Debido a esto, el manejo y la correcta administración de las ASP deben utilizar información generada mediante planes de monitoreo de largo plazo de dicha biodiversidad. Un desafío permanente para el adecuado manejo y protección de la fauna es su movilidad y vulnerabilidad frente a múltiples factores.

El monitoreo de fauna silvestre consiste en el seguimiento y registro de datos de un individuo, población o comunidad animal en el tiempo, con el fin de observar cambios espaciales y temporales en su abundancia, distribución o características generales que ayuden a un mayor entendimiento de su ecología y de los factores que influyen positiva o negativamente sobre ellos.

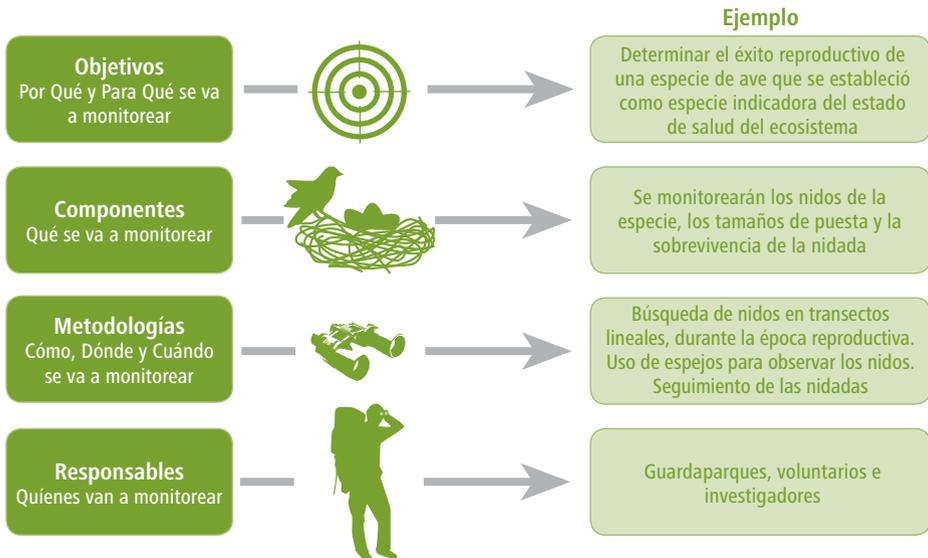
Dentro de las áreas protegidas, el monitoreo de la fauna silvestre debiera ser una actividad llevada a cabo de forma continua y con metodologías estándar que permitan realizar comparaciones espaciales y temporales.

Considerando la importancia del monitoreo de fauna para la adecuada adopción de medidas para su conservación, el rol del equipo de guardaparques es esencial debido a su conocimiento de la zona y a la interacción diaria con la fauna silvestre y con las actividades realizadas dentro de cada área protegida. Para cumplir con dicho rol se requiere conocer las metodologías básicas de monitoreo de fauna silvestre, para contribuir a un plan de monitoreo a largo plazo de la fauna silvestre dentro de las áreas protegidas.

Algunas aplicaciones específicas del monitoreo de fauna de las ASP son:

- Evaluar el cumplimiento de los objetivos del ASP en relación a su rol de protección de especies prioritarias.
- Obtener información que permita determinar planes de manejo de las ASP para su fauna
- Regular las actividades realizadas dentro del ASP (turismo, uso de recursos, etc.) que puedan afectar a la biodiversidad.
- Contribuir con antecedentes para la adecuada clasificación de las especies chilenas.
- Detectar de forma temprana las posibles amenazas a la biodiversidad.
- Generar información relevante para los programas de educación ambiental.
- Contribuir a la investigación científica y a una mejor comprensión de los procesos ecológicos esenciales, donde la fauna juega un rol preponderante.

Para diseñar un monitoreo a largo plazo de la fauna es necesario determinar, en primera instancia, los objetivos, luego los componentes a medir, las metodologías que se usarán y los responsables del monitoreo.



1.2 Objetivos

Todo plan de monitoreo debe tener un objetivo final que lo justifique. En el caso de un ASP, los objetivos de un monitoreo pueden ser diversos, desde el seguimiento de una especie en particular para su protección, hasta el seguimiento de comunidades para determinar zonas de mayor importancia para la fauna o generar planes de manejo dentro del área protegida.

Algunos objetivos específicos contemplan:

- a) Determinar amenazas a la conservación de especies.
- b) Determinar impactos de diversas actividades llevadas a cabo dentro del área (Ej. Turismo, minería, etc.) sobre las especies protegidas.
- c) Determinar fluctuaciones poblacionales de especies indicadoras dentro del ASP.
- d) Identificar factores que influyen en la presencia o abundancia de especies de interés.
- e) Determinar áreas de importancia para la biodiversidad dentro de las ASP.

El monitoreo debe ajustarse exclusivamente al objetivo definido, de forma de evitar un gasto innecesario de recursos (tiempo y dinero).

1.3 ¿Qué monitorear?

Una vez definido los objetivos específicos del monitoreo, deberá determinarse cuáles son las variables a medir que aseguran el cumplimiento de estos objetivos. Dependiendo del objetivo planteado, la definición de QUÉ MEDIR puede resultar más o menos difícil. Si el objetivo es monitorear las fluctuaciones poblacionales de una especie en particular, la decisión es simple, pues debe monitorearse simplemente la abundancia de esa especie en el tiempo. Por otro lado, si el objetivo es determinar la importancia relativa de diversos hábitats dentro del ASP para la biodiversidad, las variables no son tan claras.

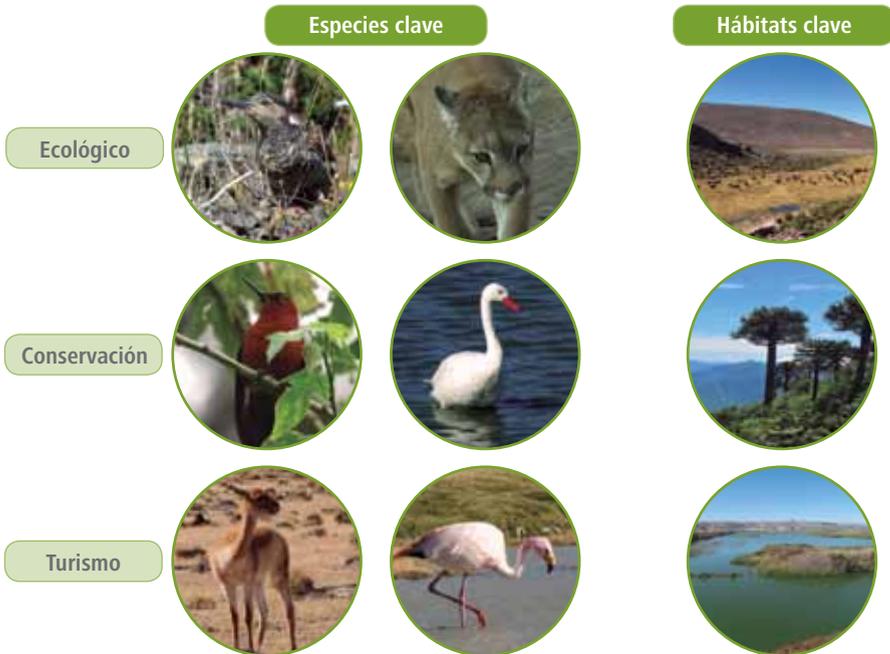
Pueden existir especies clave o hábitats clave, cuyo valor ecológico, de conservación o turístico supera el de otras especies o recursos. A ellos debe ponerse especial atención al momento de seleccionar los objetos del monitoreo.

Especies clave

Son especies cuya importancia ecológica, de conservación o turística es especialmente relevante. Su importancia puede radicar en su rol dentro de la red trófica (Ej. Puma como depredador tope) o en su rol de estructuración del hábitat (Ej. Carpintero Gigante que construye cavidades en los árboles), entre otros. También existen taxones que pueden ser indicadores de la "salud" de un ecosistema, debido a los requerimientos específicos que poseen en cuanto a su hábitat. El monitoreo de estas especies, por tanto, puede resultar de gran valor para un programa de monitoreo.

Hábitats clave

Son hábitats utilizados por una gran cantidad de especies de fauna o aquellos hábitats exclusivos de una especie prioritaria. Su presencia determina, de cierta forma, la biodiversidad presente en un ASP. Un humedal posee, probablemente, mayor importancia relativa para la diversidad de aves que un pastizal. Quebradas y zonas de vegetación nativa, entre otros, generan hábitats necesarios para una gran diversidad de fauna, por lo que identificar estos hábitats y enfocar los esfuerzos de monitoreo a estas zonas aumenta la eficiencia de cualquier plan de monitoreo.



Algunas especies y hábitats clave por su rol ecológico, de conservación o turístico.

1.4 Metodología

Luego de definir los objetivos de un plan de monitoreo y determinar qué es lo que se va a monitorear, debe decidirse:

- Tipos y niveles de datos necesarios: existen muchos datos para responder preguntas específicas.
- Diseños de muestreo (temporalidad y duración).
- Intensidad de muestreo (horas en terreno, esfuerzo de captura, etc. Depende de la variabilidad de los datos y de las técnicas utilizadas).

1.4.1 Tipos de datos

En un programa de monitoreo de fauna no basta con monitorear solamente a los animales, pues éstos dependen en gran medida del hábitat en que se encuentran. Por esto, los dos tipos de datos que deben considerarse en un monitoreo de fauna silvestre son de 1) Animales y 2) Hábitat.

1. Animales

Para especies individuales:

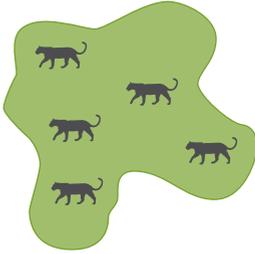
A) Presencia / Ausencia (Ej: Observaciones directas, huellas).

Objetivo: Verificar el uso de un hábitat por una especie.

Uso: Determinar posibles impactos en una especie y su hábitat por diversos factores (naturales o antrópicos).

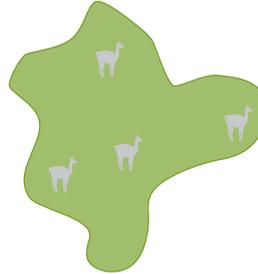
Precauciones: Posibilidad de no detección de alguna especie durante un muestreo. Se recomienda muestreos múltiples durante varios años (repeticiones por temporada del año).

Hábitat 1



Hábitat 1: Especie A= Presente, Especie B= Ausente

Hábitat 2



Individuos Especie A
Individuos Especie B

Hábitat 2: Especie A= Ausente, Especie B= Presente

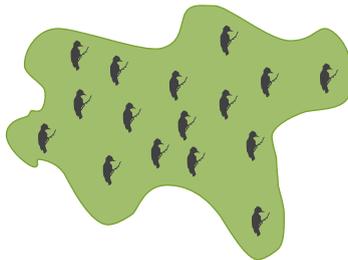
B) Abundancia y Densidad

Objetivo: Estimar tamaños poblacionales (por unidad de área).

Uso: Comparar abundancia en el tiempo y entre diferentes sitios. Determinar potenciales impactos externos.

Precauciones: Dificultad para determinar el tamaño exacto de la población. Generalmente no es necesario determinarlo con exactitud.

- 1.- Número total de individuos en una población (censos por observación directa o captura, marcaje y recaptura).

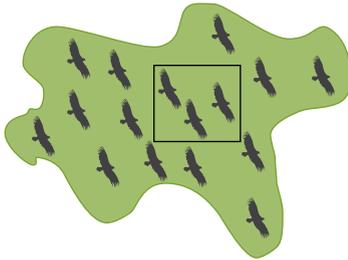


■ Área de Estudio

♣ Individuos

Nº de Individuos total = 16

- 2.- Número de animales por unidad de área o densidad (observaciones directas, huellas o capturas; por área).



■ Área de Estudio
✈ Individuos
□ Unidad de área o área de muestreo (100m²)
Densidad de Individuos = **3 ind/100m²**

- 3.- Abundancia o densidad relativa (contribución respecto de otras especies, en %).



■ Área de Estudio
🐺 Individuos Especie A = 13
🦊 Individuos Especie B = 7
Nº Individuos total = **20**
Abundancia relativa sp A = **13/20 = 0.65**
Abundancia relativa sp B = **7/20 = 0.35**

C) **Ordenamiento espacial y movimiento** (observaciones directas, marcaje, radiotelemetría).

Objetivo: Determinar necesidades de hábitat de especies individuales.

Uso: Para especies que requieren diferentes hábitats para diferentes funciones (reproducción, alimentación, etc.).



D) **Estructura poblacional** (proporción de sexos y edades).

Uso: Determinar las condiciones generales de una población natural.

Precauciones: Debe considerarse que muchas poblaciones tienen fluctuaciones naturales en la proporción de edades y sexos a lo largo del año.

E) **Productividad** (número de descendientes por hembra adulta o parejas).

Uso: Buen indicador de éxito de la población (mejor que estructura poblacional).

Desventajas: Puede ser difícil de obtener.

F) **Condición sanitaria** (% de individuos en mala condición).

Uso: Indicador de salud y bienestar de una población.

Desventajas: Difícil de obtener, generalmente requiere la captura de animales.

Para grupos de especies:

Objetivo: Comparar riqueza y abundancia de especies entre distintos hábitats.

A) **Presencia / Ausencia** (obtención de datos es similar al de especies individuales, pero su análisis, interpretación y uso son generalmente diferentes).

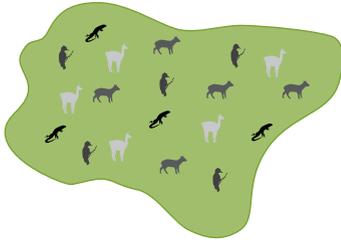
Objetivo: Determinar composición de las comunidades silvestres en distintos hábitats.

Uso: Útil en planificación de usos de tierra. Predicción de los grupos de animales que serán afectados si se altera un componente del hábitat o para determinar especies indicadoras de biodiversidad o salud ambiental.

Precauciones: Difícilmente se observan todas las especies presentes (considerar la intensidad del muestreo). No todas las especies responden de la misma forma a la alteración del hábitat.

B) **Abundancia y Densidad.** Cálculo de índices (Ej: Shannon-Weaver, basado en el número de especies y la abundancia de cada una de ellas).

Objetivo: Permite evaluar el valor relativo de distintos hábitats, basado en la diversidad de especies.



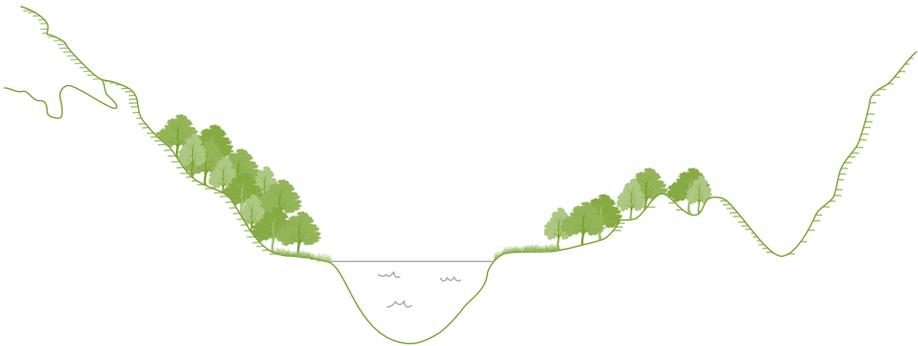
- Área de Estudio
 - Individuos Especie A
 - Individuos Especie B
 - Individuos Especie C
 - Individuos Especie D
- Riqueza = 4 especies
Composición = A, B, C y D
Abundancia total = 19 individuos

2. Hábitats

Objetivos: Realizar predicciones sobre poblaciones animales.

Métodos: Datos obtenidos de forma similar a datos de animales, pero más simples de obtener.

2 tipos generales: - Área o tipo de hábitat.
- Componentes del hábitat.



Área o tipo de hábitat:

Área delimitada por el investigador (bosque, humedal, pradera, etc.).

Mediciones espaciales:

1. Tamaño o área.
2. Ubicación y posición (distancia entre hábitats y heterogeneidad dentro del área).
3. Características de las zonas adyacentes.
4. Disponibilidad temporal (Ej: sotobosque no disponible porque queda cubierto de nieve en invierno).

Objetivos: Evaluar el potencial del hábitat de contener diversas especies de fauna silvestre a lo largo de las distintas estaciones.

Componentes del Hábitat:

Atributos abióticos y bióticos del hábitat (limitado a aquellos que son relevantes para la fauna silvestre).

- | | |
|--------------------------|--|
| Ej. Atributos abióticos: | - Tamaño y cobertura de rocas.
- Profundidad de nieve. |
| Ej. Atributos bióticos: | - Tamaño y densidad de árboles muertos en pie.
- Diferentes formaciones vegetales (pastos, árboles).
- Heterogeneidad vegetal. |

Precauciones: Asegurarse que datos de animales y hábitat puedan compararse (datos en el mismo sitio, nivel de muestreo determinado correctamente).

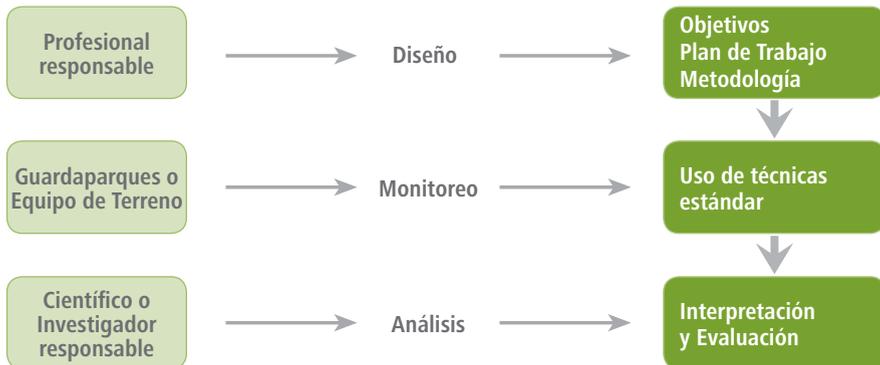
La clave del éxito en el monitoreo y toma de datos en fauna silvestre consiste en establecer objetivos alcanzables, para luego orientar el tipo y nivel de datos colectados a estos objetivos.

1.5 Responsables

Los involucrados en el monitoreo deben ser:

- El **responsable del monitoreo**, que puede o no ser el mismo que lo diseña, y debe ser el **principal interesado en los resultados**.
- El que **recoge la información o realiza el monitoreo**. Pueden participar científicos, estudiantes, pobladores locales, etc. En este caso están representados por el personal de cada ASP (guardaparques).
- El que **analiza la información y redacta el informe**. Debe ser alguien familiarizado con el diseño del monitoreo y con entrenamiento avanzado para este fin (científico o investigador responsable).

Equipo de Trabajo y Responsabilidades.



El monitoreo de fauna requiere un adecuado diseño, recopilación de información previa, selección de metodologías y un plan de terreno. El monitoreo es en sí mismo un trabajo en equipo, con un encargado de diseñarlo, un equipo de personas que lo lleven a cabo y los responsables del análisis y divulgación del mismo.



Capítulo 2

Equipo y registro de datos

Equipo y registro de datos

Antes de comenzar un programa de monitoreo de fauna silvestre, es necesario asegurarse de contar con el equipo básico para terreno (según el tipo de monitoreo) y de organizar la estructura de la toma de datos, para que ésta sea eficiente.

En este capítulo se describen los equipos básicos que deben incluirse en cualquier programa de monitoreo de fauna. Además, se entregan sugerencias para un correcto registro de los datos obtenidos.

2.1 Uso del equipo básico

El ejecutor del monitoreo de la fauna silvestre debe apoyarse con diversas herramientas básicas que le permitan una correcta observación e identificación de especies (guías de campo, binoculares), la asociación de cada observación a un lugar geográfico específico (GPS y cartografía) y la relación de las observaciones con diferentes características ambientales tales como lluvias, viento y temperatura (equipo meteorológico).

2.1.1 GPS

Para que la información registrada durante un monitoreo pueda ser utilizada de forma amplia, resulta fundamental la ubicación geográfica exacta del muestreo. Cuando un avistamiento o un plan de monitoreo de fauna es localizado mediante GPS, permite la generación de mapas detallados del lugar del avistamiento y su asociación luego con diversas variables geográficas y ambientales (altitud, vegetación, pendiente, etc.)

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS), es una herramienta que nos ayuda a determinar la ubicación de cualquier punto en la Tierra mediante coordenadas geográficas o UTM.

Un receptor GPS determina su ubicación recibiendo señales del sistema de satélites GPS. Mediante el cálculo de distancia a los satélites, es posible determinar la ubicación en la Tierra del receptor GPS.

Usos

- Registrar el punto exacto de un avistamiento (individuo, huella, nido, etc.).
- Generar rutas de observación o monitoreo de fauna.
- Orientación general (brújula).
- Calcular distancias, velocidad y tiempos de viajes.

Ventajas

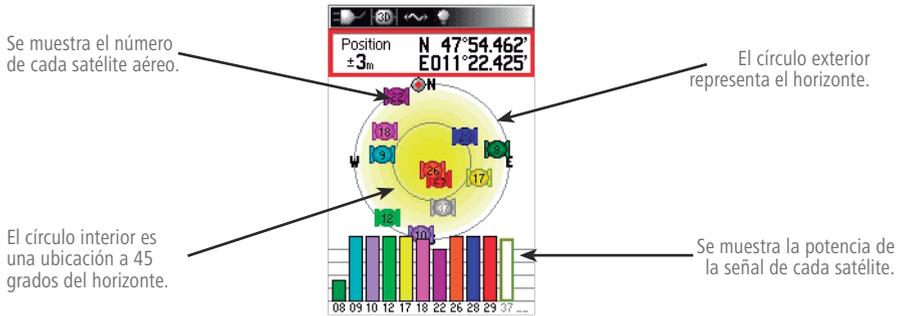
- Recibir las señales de los satélites no tiene ningún costo.
- Accesibilidad mundial, ya que las señales de los satélites llegan a cualquier parte de la superficie terrestre.
- La señal de los satélites puede ser recibida por varios GPS a la vez.
- Es preciso, ya que nos muestra la posición en coordenadas donde nos encontramos, con errores cercanos a los 15 metros (para los receptores comunes).

Procedimientos y recomendaciones a tener en cuenta al usar un GPS:

1. **Verificar las condiciones del GPS.** Comprobar que esté operativo para realizar el trabajo para la toma de datos. Verificar que los datos guardados en la memoria hayan sido respaldados y luego borrar los datos almacenados (si es necesario).
2. **Verificar el estado de la batería.** Si la batería del GPS está baja o si se usará por varios días, llevar baterías de repuesto. Es importante que las baterías del GPS se cambien al mismo tiempo para asegurar el buen funcionamiento del equipo.
3. **Verificar la programación.** Programar el sistema de coordenadas (UTM o geográficas) y del Datum (WGS84 o PSAD56 para Chile, dependiendo de la cartografía base que se posea o el Datum usado en la toma de los datos anteriormente).



4. **La disponibilidad de los satélites.** Para poder trabajar bien con el GPS, se necesita por lo menos tres satélites disponibles simultáneamente. Mientras haya más satélites visibles, mayor será la precisión. Tener una visión despejada del cielo ayuda a recibir la señal de los satélites.



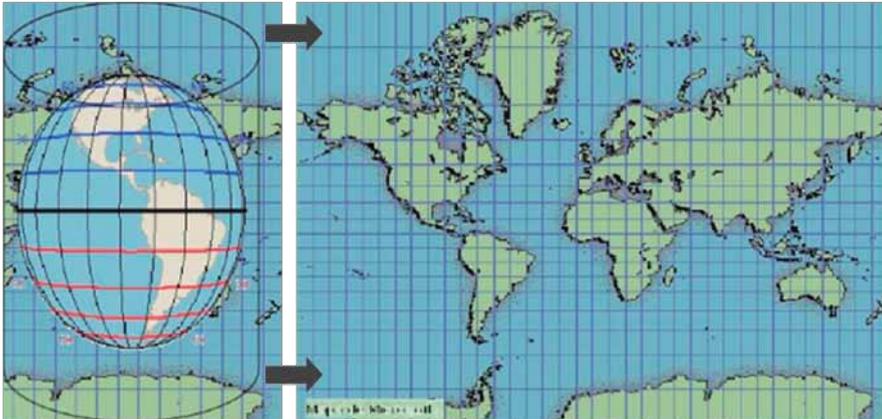
5. **Colectar puntos.** Al coleccionar puntos con el GPS (Waypoints) estos se guardan en la memoria del GPS, incluyendo las coordenadas geográficas, nombre, fecha y hora de captura. Es importante poner un nombre adecuado a los puntos, que luego podamos identificar. La forma más rápida es dejar el nombre que asigna el GPS por defecto, y anotar en una libreta la descripción de éste (ejemplo; punto 24: huella de puma).



Hay tres tipos básicos de proyección: cilíndrica, cónica y polar. La más común para nosotros es la proyección cilíndrica de Mercator.

Proyección Mercator (UTM). Es la creada por el cartógrafo Mercator. Corresponde al tipo cilíndrico, aunque modificado. Las direcciones o rumbos magnéticos pueden trazarse en línea recta sobre el papel. Los meridianos y paralelos se cortan en ángulos rectos. Los meridianos están a igual distancia, los paralelos se alejan hacia los polos, las tierras árticas aparecen exageradas.

La siguiente figura muestra que tanto meridianos como paralelos forman una cuadrícula oblicua tipo rejilla.



Coordenadas planas (UTM):

La proyección UTM al traspasar la forma de La Tierra al papel conserva correctamente los ángulos, pero distorsiona todas las superficies sobre los objetos originales así como las distancias existentes. En la proyección UTM existen 60 husos, los cuales comprenden una longitud de 6° cada uno entre el paralelo 80° de latitud norte y 80° de latitud sur. Chile se encuentra entre dos husos, 18 y 19 Sur, siendo este último desde la región de Arica y Parinacota hasta la región del Biobío y 18 desde la Araucanía al sur. Para Isla de Pascua se utiliza el huso 12 Sur.

Coordenadas geográficas:

Para determinar la ubicación de un punto dentro del mapa proyectado en el papel es necesario conocer sus coordenadas geográficas, estas son: Latitud y Longitud.

Latitud:

La latitud es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto.

- Se expresa en grados sexagesimales. (Ej. $33^{\circ}34'34''$)
- Todos los puntos ubicados sobre el mismo paralelo tienen la misma latitud.
- Aquellos que se encuentran al norte del Ecuador reciben la denominación Norte (N).
- Aquellos que se encuentran al sur del Ecuador reciben la denominación Sur (S).
- Se mide de 0° a 90° , correspondiendo la latitud de 0° al Ecuador y de 90° a los polos Norte y Sur.



Longitud:

La longitud es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Meridiano de Greenwich, medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto.

- Se expresa en grados sexagesimales. (Ej. $33^{\circ}34'34''$).
- Todos los puntos ubicados sobre el mismo meridiano tienen la misma longitud.
- Se mide de 0° a 180° .
- Aquellos que se encuentran al oriente (hacia la derecha del mapa) del meridiano de Greenwich (0°) reciben la denominación Este (E). Aquellos que se encuentran al occidente (hacia la izquierda del mapa) del meridiano de Greenwich reciben la denominación Oeste (W).

Datum

Para el caso de este manual, nos referiremos específicamente a lo utilizado oficialmente en nuestro país, definido por el Instituto Geográfico Militar, encargado de la cartografía nacional.

Debemos saber que nuestro planeta se representa de una manera simplificada como una esfera, pero en la realidad La Tierra no es redonda, sino que adopta una forma llamada "Geoide" por lo que se debe usar una fórmula de curvatura distinta para calcular la posición en cada punto de la Tierra (elipsoide); a esto se le denomina DATUM.

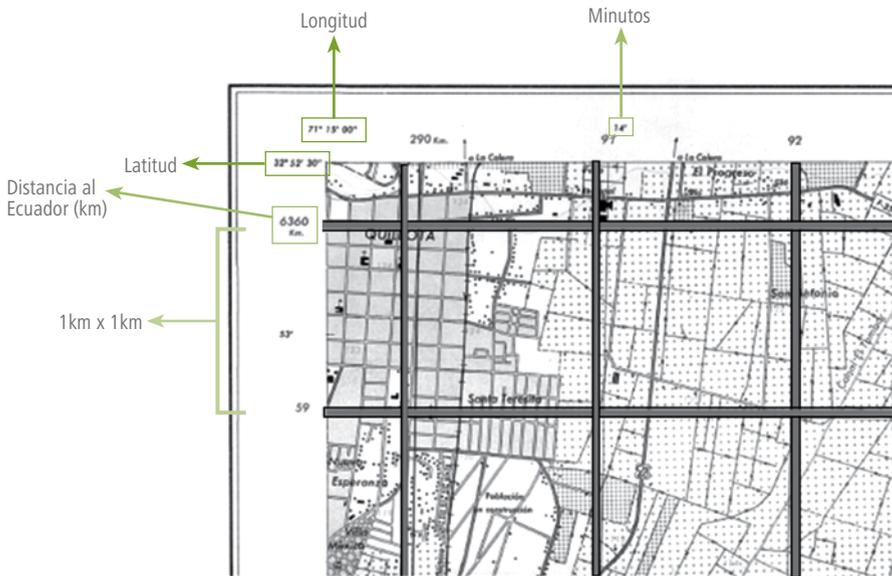
En Chile se utilizan tres Datum distintos. El más comúnmente utilizado se llama Datum Universal, también llamado WGS-84.

SAD69	Datum Sudamericano de 1969.
PSAD56	Sudamericano Provisorio del año 1956 *Utilizado en la mayoría de las cartas IGM.
WGS84 (SIRGAS)	World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984). *Implementado en Chile desde 1993 como datum oficial para toda la información geoespacial.

Antes de comenzar a coleccionar datos en terreno con el dispositivo GPS, debe configurarse el Datum con el cual se trabajará. De lo contrario, los datos no calzarán espacialmente con los que si se han tomado con uno, haciendo que el análisis de la información resulte más dificultoso.

Lectura e interpretación de coordenadas planas y geográficas en una Carta topográfica

En toda cartografía existen elementos complementarios además del mapa propiamente tal, los cuales son necesarios para su comprensión integral o para la decodificación de su simbología. Estos son: Título, Leyenda, Escala y Norte, además de otros elementos de identificación como coordenadas, fuente de datos, autor, y en algunos casos gráficos y recuadros que entreguen información complementaria.



Título y Leyenda

El título expresa en forma concisa el tema central, siendo a veces necesario agregar subtítulos para hacerlo más explícito.

La leyenda permite decodificar la simbología. Debe contener todos los elementos empleados en la simbología.

Escala

La escala indica el **grado de reducción del área cartografiada**. Es la relación entre la distancia medida sobre un mapa o plano y la distancia correspondiente medida sobre el terreno representado.

La escala es un elemento intrínseco de toda representación cartográfica y no solamente de la carta topográfica; pero en esta última, la escala es fundamental por cuanto es la indicación que posibilita la medición de las dimensiones x e y en la carta, es decir que tanto la medición de distancias como de superficies, se realiza por medio de la escala. La escala se puede indicar en forma numérica y gráfica.

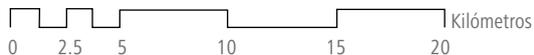
La escala numérica es un modo de expresar la relación matemática entre la realidad y el papel, indicándola como una razón o fracción, por ejemplo 1:25.000 o 1/25.000. Siendo ésta una relación matemática, ambos términos deben expresarse con la misma unidad. Por ejemplo:

$$1:25.000$$

$$1 \text{ cm} = 25.000 \text{ cm}; 1 \text{ mm} = 25.000 \text{ mm}$$

La escala gráfica indica la misma relación matemática entre la realidad y el papel, pero expresando el valor de P con una barra graduada y el valor de T en cifras. Existen distintos formatos para graficarlas.

Por ejemplo:

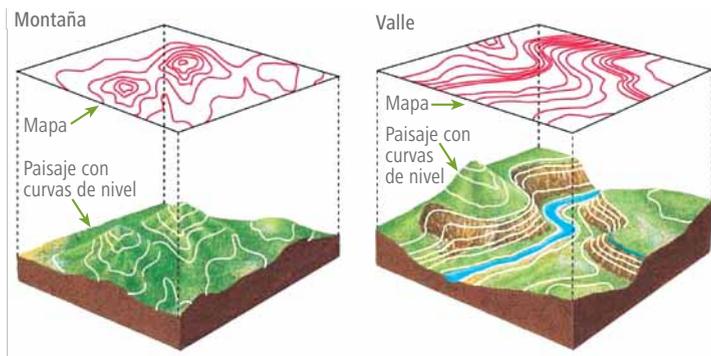


Curvas de nivel

Las curvas de nivel se definen como **líneas que unen puntos de igual altitud**. Ellas representan la tercera dimensión de la superficie terrestre y permiten conocer no sólo los **valores altimétricos del terreno**, sino también numerosas **características del relieve**.

Distancia entre una curva y otras: refleja la inclinación del terreno, a mayor proximidad de las curvas, la inclinación es más acentuada y viceversa. De este modo es posible interpretar las distintas inclinaciones que pueda presentar un área.

Disposición de las curvas de nivel: entrega información acerca de las formas del relieve de un área, por ejemplo: curvas concéntricas indican cerros, curvas en forma de "V" muestran escurrimiento de agua que corren en el sentido de la abertura de la "V", también se pueden considerar como quebradas.



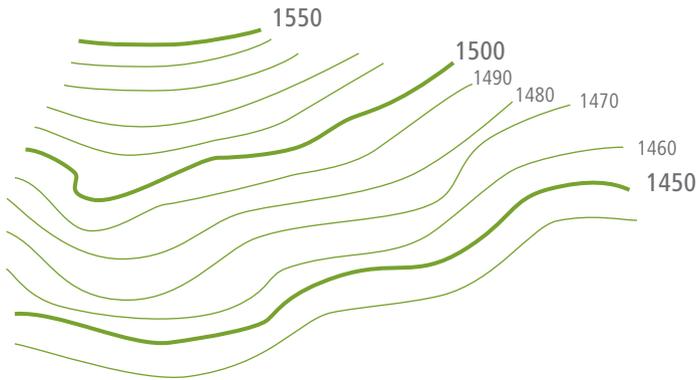
Dentro de una carta pueden distinguirse dos tipos de curvas de nivel;

- Curvas índices o principales.
- Curvas intermedias o secundarias.

Las curvas índices están representadas por una línea más gruesa que las restantes y muchas veces tienen escrita la altitud.

La distancia entre curvas depende de su distancia vertical, lo que se denomina **"equidistancia de las curvas de nivel"**. Esto tiene directa relación con la escala de la carta, generalmente 1/1.000 de ella, de este modo una escala de 1:50.000 debería tener curvas cada 50 metros de altitud (ojo: esto es lo ideal, pero no siempre se respeta esta norma).

Curvas de nivel principales (gruesas) y secundarias (delgadas).



2.1.3 Equipo meteorológico

Conocer los aspectos meteorológicos de un determinado ASP puede ser de gran valor, tanto para la administración, como para los visitantes e investigadores. La presencia de una estación meteorológica en un área protegida, y la recolección de sus datos, resulta vital para el monitoreo a largo plazo de la fauna, especialmente a la luz de los actuales y futuros cambios en el clima.

Hoy en día existen en el mercado estaciones meteorológicas capaces de entregar una gran cantidad de datos de interés, de manera simple y amigable para los usuarios. A continuación se presentan las variables meteorológicas más importantes que deben considerarse para cualquier plan de manejo o monitoreo.

Temperatura: La temperatura es una de las variables meteorológicas más importantes de registrar, ya que determina de gran forma la presencia o ausencia de especies y su comportamiento diario. De la misma forma, la temperatura determina procesos fenológicos, como floración o el desarrollo de frutos, determinando así la disponibilidad de alimentos para roedores y otros animales.

Humedad relativa: La humedad relativa se define como la cantidad de humedad que presenta el aire con respecto al máximo que éste pueda contener, por lo que su unidad de medición corresponde a un porcentaje (%). Cuando el aire alcanza un 100% de humedad relativa se genera un fenómeno de condensación manifestándose como rocío o niebla. Al contrario, cuando nos encontramos frente a bajas humedades relativas la atmósfera actúa como un gran “disecante” obteniendo la humedad de cuerpos de agua libre, plantas o el suelo. A medida

que transcurren más días con humedad relativa baja y sin la presencia de precipitaciones, sumado a altas temperaturas, las posibilidades de un incendio aumentan, afectando directa o indirectamente a la fauna.

Precipitaciones: Así como la temperatura, la cantidad de lluvia caída es un factor que influye directamente sobre las poblaciones animales, determinando su presencia y comportamiento. Un pluviómetro permite determinar la cantidad de lluvias anual, permitiendo examinar aspectos fenológicos dentro de un ASP.

Velocidad del Viento: Si bien la velocidad del viento no tiene un efecto determinante sobre la mayoría de la fauna, existen algunas especies que dependen de masas de aire y del viento para sus actividades diarias (Aves planeadoras, como el Cóndor y Jote). Un anemómetro sería indispensable para evaluar la actividad de estas especies.

Hoy en día existe una amplia gama de instrumentos de bolsillo capaces de realizar prácticamente todas las mediciones descritas, a excepción de las precipitaciones. Estos instrumentos resultan muy versátiles y logran una gran precisión, permitiendo considerar las variables ambientales para cualquier monitoreo de fauna y determinar de esta forma los aspectos que afectan la presencia y conducta de la fauna dentro de un ASP.



2.1.4 Guías de campo

Para una gran variedad de animales, la identificación en terreno es difícil debido a que éstos pueden compartir características de tamaño, coloración y conducta, o debido a la falta de experiencia del observador.

Las guías de campo están diseñadas para lograr una correcta identificación de la fauna en terreno, pues contienen fotos (o dibujos) e información clave de las especies que se encuentran presentes en un sitio específico (país, región, localidad, parque nacional, u otro). Su uso permite diferenciar especies físicamente parecidas, logrando un reconocimiento e identificación más preciso, lo cual resulta fundamental para el monitoreo a largo plazo de la fauna.

Ventajas

- Entrega **información básica de cada especie** respecto de su conducta, alimentación y distribución geográfica. Información útil para el avistamiento.
- Permite una correcta **identificación de especies**, especialmente útil para diferenciar especies similares.
- Entregan **nombres comunes y nombre científico** de cada especie, fundamental para el registro de las especies, debido a la variación geográfica de los nombres comunes.
- Buena herramienta para la **divulgación de la fauna y su conservación**. Las imágenes y la información entregada permiten generar conciencia en el público general.

Las guías de campo pueden ser específicas de un taxa o reunirlos a todos, puede contener todas las especies que están presentes en un sitio o ser una descripción de las especies más comunes para cada sitio. Para cumplir sus objetivos, la guía de campo debe considerar lo siguiente:

- a) Compacta y firme para permitir su uso en terreno.
- b) Ilustraciones o fotografías que permitan una fácil identificación de las especies.
- c) Organizada de forma clara, generalmente en orden taxonómico, para facilitar la búsqueda e identificación de especies.
- d) Información clave para la identificación. Datos sobre la conducta o hábitats utilizados por la especie son bastante útiles.
- e) Mapas con la distribución geográfica de las especies.

Cómo usar una Guía de Campo.

- 1° Observación detallada del animal.
- 2° Registro detallado de sus características en un cuadernillo.
- 3° Una vez descrito el animal con el mayor detalle posible, podemos compararlo con las guías específicas de fauna, para determinar con exactitud la especie observada.

Iguana Nombres común y científico

NOMBRE COMÚN: Iguana, Iguana ← **NOMBRE CIENTÍFICO:** *Crotaphytus reticulatus* **AUTOR:** Greenbaum, 1988 **ORIGEN:** Ecuador **SUB-GRUPO:** Iguana **FAMILIA:** Iguania

MAPA DE DISTRIBUCIÓN:  Mapa de distribución

DESCRIPCIÓN: **DESCRIPCIÓN:** pertenece entre La Sierra y Cajas, en las montañas (Cajabamba, Manabí, Napo).

DISTRIBUCIÓN: Desde Popocatepec (región de Anáhuac) hasta Compostela (región del Altiplano). Desde el nivel del mar hasta 3 500 metros.

ESTATUS DE CONSERVACIÓN: Vulnerable a nivel Nacional.

HABITAT: En zonas de pastizales que presentan un bosque.

ALIMENTACIÓN: Carnívoro, se alimenta de insectos: escorpiones de arañas, arañas y pequeños anélidos. Insectos comulgados de los árboles como las larvas. En su dieta aproximadamente el 80% corresponde a insectos, el 8,0% a anélidos, el 8,0% a arañas y el 2,0% a otros.

HABITAD: Principalmente terrestre y exclusivamente nocturno. Comienza a salir a las 18:00 para empezar a alimentarse.

REPRODUCCIÓN: Oviparos y la hembra de cuatro meses en una temporada del año. Son ovíparos y la hembra pone el huevo.

AVENAZA: Entre 1962 y 1988 se contabilizaron para especies de 9000 individuos pero después como especies, lo que indica significativamente su población. Actualmente, disminución de hábitat y presión caza ilegal.

CONSERVACIÓN: Necesita más protección que cualquier especie de iguana de las zonas costeras.

DESCRIPCIÓN DE LA SUBESPECIE andina

Longitud total:	47-73 cm
Longitud del cuerpo:	Menor tamaño que machos
Color:	Blanco con una franja amarilla y manchas negras
Color de la piel:	Verde brillante, con franjas amarillas y manchas negras, con franjas amarillas
Color:	Color blanco amarillento de machos, negro brillante de hembras. Las ventosas son amarillas de machos y negras de hembras
HABITAD:	Altiplano y subandino
Forma de vida:	Terrestre

Descripción de la especie e información general ←

Imagen representativa → 

Ejemplo del contenido básico de una guía de campo (tomado de Fauna Andina).

2.1.5 Binoculares

Su principal función es la de “*acercar*” al animal a nuestros ojos. El correcto uso de binoculares, sin embargo, requiere algo de práctica, de forma de no perder la oportunidad de una buena observación.

Ventajas

- Permite observar un animal que se encuentra lejos.
- Permite observar con detalle las características de un animal, para una identificación precisa.
- Permite realizar avistamientos desde cierta distancia sin perturbar a la fauna.

Desventajas

- Disminuye el campo de visión (el área que se observa con los binoculares es solo una parte de lo que se puede observar a simple vista).
- El precio puede ser una limitante.

Las características más importantes de los binoculares son su aumento y el diámetro del objetivo, cuyos valores se reflejan en el número con que se describen típicamente los binoculares (e.g. 10 X 40), donde el primer número es el aumento y el segundo es el diámetro del objetivo.

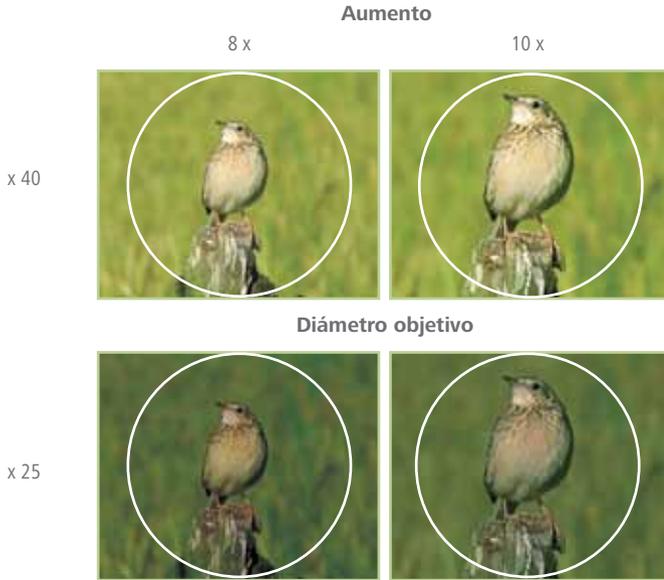
Aumento

El aumento es el “*acercamiento*” que logramos con el lente. Un aumento de 10x significa que el objeto que estamos observando se ve 10 veces más cerca de lo que realmente está. Un mayor aumento permite observar “*de más cerca*” el objeto que estamos mirando, sin embargo a medida que el aumento es mayor, se reduce el *campo de visión* del binocular (el área que se abarca visualmente).



Diámetro del objetivo

El diámetro del objetivo refleja el diámetro de los lentes anteriores del binocular (lentes objetivos). Este diámetro determina la cantidad de luz que ingresa al binocular. A mayor diámetro, se podrá ver objetos con mayor claridad y en condiciones de menor luminosidad ambiental. Un binocular de mayor diámetro del objetivo será, sin embargo, de mayor tamaño y más pesado que uno de menor diámetro.



Diferencias en el campo de visión y luminosidad de la imagen observada mediante binoculares con diferentes aumentos y diámetros del objetivo (para lentes de igual calidad).

Otra característica importante que debe tener cualquier binocular es el *anillo de corrección dióptrica* (generalmente en el ocular derecho). Esto no es más que una corrección a la pequeña diferencia en la visión que tienen todas las personas entre ambos ojos. Sin ésta corrección, al observar un animal, lo veremos muy bien enfocado por un lente, pero no completamente enfocado por el otro, lo cual impedirá un buen avistamiento.

Ajuste de la dioptría:

- a) Dirigir la vista con los binoculares hacia un objetivo lejano (>20m).
- b) Taparse o cerrar el ojo derecho (en el caso de que el anillo de corrección dióptrica se encuentre en el ocular derecho) y mover la rueda de enfoque hasta que el objetivo se observe nítidamente por el ojo izquierdo.
- c) Abrir el ojo derecho y cerrar el izquierdo para luego ajustar el anillo de corrección dióptrica (sin mover la rueda de enfoque) hasta que el objetivo se observe de forma nítida por el ojo derecho.

De esta forma, el binocular ha sido ajustado a su dioptría personal y no deberá ajustarse nuevamente.

Uso de los binoculares:

- a) Para encontrar un animal conviene realizarlo a simple vista, pues así tenemos una visión más amplia del área donde lo estamos buscando.
- b) Una vez localizado el objetivo (el animal), obsérvelo y utilice alguna estructura cercana a él (árbol, roca, etc.) de forma de guiarse una vez que utilice los binoculares.
- c) Sin perder de vista el objetivo, lleve los binoculares a sus ojos.
- d) El objetivo debería encontrarse en su campo de visión si no lo perdió de vista antes de colocarse los binoculares. Si no lo observa, puede guiarse por las estructuras que observó cercanas al objetivo.
- e) Una vez que el objetivo está dentro de su campo de visión, ajuste la rueda del enfoque para lograr una observación nítida del animal.

2.2 Observaciones y registro de datos

Una vez realizada cada observación en terreno, el correcto registro de ellas es esencial para que los datos colectados puedan ser utilizados tanto por el observador, como por otros investigadores que los requieran. Para ello se utilizan metodologías estándar de registro y la creación de bases de datos electrónicas con toda la información colectada de forma detallada.



Si las observaciones no son registradas de forma metódica y ordenada, o no son traspasadas a bases de datos electrónicas, es muy fácil perder información valiosa de la fauna silvestre.

2.2.1 Registro de avistamientos

Para que un avistamiento de fauna posea un valor como registro científico o de monitoreo de fauna, éste debe poseer información anexa al simple registro de la especie observada. Para darle valor a cualquier avistamiento de fauna, durante la actividad en terreno debe registrarse como mínimo lo siguiente:

- a) **Lugar exacto del avistamiento o de la localidad del monitoreo (marcar punto GPS):** Sin el punto exacto del avistamiento no es posible relacionar la presencia de la especie con condiciones particulares del hábitat donde se registró.
- b) **Fecha y hora del avistamiento o del inicio y término del monitoreo:** La actividad de la fauna varía de forma importante en las diferentes épocas del año (temporalidad) y posee horarios de mayor y menor actividad diaria.
- c) **Condiciones ambientales (lluvia, nubes, viento):** Éstas afectan de gran forma la actividad de la fauna. Si no se dispone de una estación meteorológica portátil, basta con determinar de forma discreta las condiciones ambientales (Lluvia = 3/3 si llueve muy fuerte; 2/3, si llueve normal; 1/3 si hay chubascos; 0/3, si no llueve). Lo mismo puede aplicarse a las nubes y el viento.

- d) **El o los observadores que participaron del avistamiento o monitoreo:** La experiencia del observador determina de cierta forma la rigurosidad del avistamiento y la posibilidad de errores en la identificación de especies. Por otro lado, la publicación de los datos debe mencionar a las personas que realizaron el trabajo en terreno.
- e) **Especie avistada:** Avistamiento único o lista de especies avistadas y el número de individuos por especie.

Información adicional sobre la conducta del animal o su estado sanitario aparente, entre otros, es siempre valorada.

Para mantener los datos ordenados y facilitar su registro, es conveniente disponer de fichas o planillas previamente diseñadas para rellenar con los datos recogidos en terreno.

¿Qué son las planillas?

Las hojas de datos o planillas son formas sencillas de visualizar datos en casillas contenidas en filas y columnas, y que pueden ser creadas en algunos programas como Microsoft Office Excel para luego ser impresas.

Hacer planillas previas al terreno y de acuerdo a los objetivos del estudio permite sistematizar la información obtenida en terreno, ordenarla de forma lógica y ahorrar tiempo en la recolección de datos. Además, facilita el intercambio de datos entre los pares y ofrece la posibilidad de utilizar metodologías estándar.

Consideraciones sobre la creación de planillas para estudios en vida silvestre

Hay variadas consideraciones al momento de crear hojas de datos o hacer protocolos sobre la toma de datos. Hay que planificar si las planillas serán especie-específicas o si se pueden colocar diferentes especies en una planilla; si será una hoja de datos que contemple todas las estaciones del año o se harán específicas para cada estación, cuántos individuos podrán estar representados en la hoja de datos, si se puede incluir en estas diferentes variables medidas o habrá una planilla para cada tipo de variable, etc. Todas estas consideraciones deben ser tomadas en cuenta antes de la toma de datos en terreno.

Existen además, diferentes maneras de categorizar los datos obtenidos en terreno, dependiendo de si son *cualitativos* o *cuantitativos*. Los datos *cualitativos* son aquellos no-numéricos, por ejemplo: lista de especies, tipo de hábitat, descripciones, etc. Estos pueden ser categorizados con el fin de realizar comparaciones, como por ejemplo: bajo, medio o alto. Sin embargo, esta aproximación puede no ser la más adecuada ya que puede ser subjetivo, y podría ser no replicable o difícil de analizar estadísticamente. Lo ideal es tomar datos *cuantitativos* o numéricos, que pueden ser continuos o discretos. Los datos discretos son aquellos que tienen un número finito de valores potenciales, por ejemplo el número de crías de puma que pueden ser sólo 1, 2, 3, 4, 5 o 6 cachorros por camada. Los datos continuos son aquellos que tienen un número infinito de valores potenciales, como por ejemplo el peso, altura, ámbitos de hogar, etc. Hay que tener en cuenta que datos que son cualitativos pueden ser ingresados numéricamente. Por ejemplo, datos de presencia o ausencia de una determinada especie en un lugar o de una determinada especie en la dieta de otra, en vez de ingresarse como “sí” o “no”, lo mejor sería poner “1” si está presente o “0” si no lo está. Este tipo de datos es más fácil de analizar con herramientas estadísticas. Al momento de tomar datos cualitativos e ingresarlos, también es más eficiente si se utilizan abreviaturas o si se les asignan números.

Una vez terminado el monitoreo de fauna o después de realizado un avistamiento, es recomendable (más bien absolutamente necesario) traspasar los datos desde el papel o ficha de registro a un archivo digital (Excel es una herramienta común y de gran utilidad para este fin, pues permite almacenar los datos, manipularlos, hacer análisis estadísticos y construir gráficos). De esta forma, respaldamos la información recogida en terreno y evitamos perder información de valor. Es importante no dejar pasar mucho tiempo antes de digitalizar los datos recolectados en terreno, de esta forma tendremos en la memoria los detalles de la actividad en terreno y podremos resolver dudas sobre los registros obtenidos.

Una posible desventaja de las planillas es que estas resulten poco flexibles a la hora de enfrentarse en la realidad del terreno. Por ello siempre es recomendable dejar una casilla para notas u observaciones, para dar mayor flexibilidad a la hoja de datos.

Pasos a seguir para crear una nueva planilla.

- Paso 1** Definir exactamente cuáles son las variables a medir en terreno, tanto del avistamiento/captura, como de las condiciones climáticas relevantes para el estudio. Solo éstas se incluirán en la hoja de datos o planilla.
- Paso 2** Dar el espacio adecuado a las casillas de acuerdo a la información que se va a registrar. Siempre agregar espacio para el nombre del observador/equipo, fecha, hora y ubicación del muestreo.
- Paso 3** Organizar la planilla en orden lógico según cómo se anotarán los datos en terreno.
- Paso 4** Organizar la planilla de modo de utilizar la menor cantidad de hojas en terreno.
- Paso 5** Dejar siempre una casilla para notas u observaciones anexas.
- Paso 6** Para aumentar la eficiencia de la toma de datos en terreno, se sugiere asignar abreviaturas o numeración a datos cualitativos. Por ejemplo, para tipo de hábitat: matorral y bosque: Mat y Bos, o 1 y 2.
- Paso 7** **MUY IMPORTANTE:** Evaluar las planillas en terreno antes de ser utilizadas para el monitoreo definitivo.
- Paso 8** Modificación de la planillas de ser necesario.

Ejemplo de planilla: Hoja de datos básica para el estudio de vida silvestre.

Observador(es):				Hora de Inicio:				
Fecha:				Hora de Término:				
Clima:				Tipo de Ecosistema				
Locación								
Especie	Hora	Señal	Ubicación (coordenadas geográficas)	Cantidad	Hábitat	Medidas	Comportamiento	Observaciones
Señal: 1=visual, 2=auditiva, 3=huellas, 4=fecas, 5=pelos, 6=nidos, 7=etc.								
Hábitat: LN=Ladera norte, LS=Ladera sur, Q=quebrada, etc.								
Medidas: Distancia a las observaciones, longitud o tamaño fecas, forma del nido, etc.								

2.2.2 Registros fotográficos

Los registros fotográficos o de video son una importante forma de obtener información de especies que no han podido ser reconocidas en terreno o de registrar conductas que pueden ser relevantes para investigadores o que tengan un valor educativo. Debido a lo anterior, la creación de bases de datos de imágenes también es una forma útil de monitorear las poblaciones de fauna y que pueden ser incluidas dentro de los planes de monitoreo.

Recomendaciones para fotografías de identificación y divulgación

1. Acercarse lo suficiente como para llenar el marco de la imagen con la especie objetivo.
2. Ser selectivo, dejar fuera de la imagen elementos que puedan distraer.
3. Enfocar bien la especie objetivo.
4. Capturar imágenes con luz adecuada proveniente desde atrás o el lado del fotógrafo, o con luz interesante.
5. Usar un trípode para imágenes desde larga distancia para evitar que la cámara se mueva.
6. Fotografiar a los animales haciendo algo (comiendo, corriendo o interactuando con otros), no solamente ahí parados.
7. Hacer que la imagen cuente una historia.



Capítulo 3

Técnicas de monitoreo de fauna

Técnicas de monitoreo de fauna

El monitoreo de la fauna silvestre tiene como algunos de sus objetivos principales determinar presencia, abundancia, densidad y tamaños poblacionales de las especies. Además, el estado sanitario, medidas morfológicas y estudios genéticos, entre otros, pueden obtenerse mediante la captura de individuos vivos o restos y desechos animales. Para ello, se reconocen diferentes técnicas de monitoreo para cada taxón (mamíferos, aves, reptiles y anfibios) tanto para la observación como para la captura. Es importante conocer estas técnicas y aplicarlas siempre de forma estándar para realizar un seguimiento de las poblaciones de fauna.

3.1 Técnicas generales

Existen diferentes aproximaciones para obtener información sobre la presencia y abundancia de las poblaciones de fauna silvestre. La más directa consiste en contar a todos los individuos de una población mediante un *censo*. Desafortunadamente, en muchas ocasiones (la mayoría) es imposible detectar a todos los individuos en una población. Debido a esto, se han desarrollado métodos que consideran el conteo de sólo una parte de los individuos que están presentes (muestra), para luego estimar la población total (para lo cual debe considerarse la posibilidad de detección de la especie). Estos métodos son útiles también para detectar cambios en la abundancia de las poblaciones, sin necesidad de estimar el tamaño de la población. Los principales métodos de muestreo utilizan *transectos*, *puntos de conteo* y *“captura, marcaje y recaptura”*.

Para determinar abundancias, deben realizarse varios muestreos por hábitat, dependiendo del área total que se quiere cubrir y de la variabilidad de la especie (a mayor variabilidad en la abundancia de la especie, deben realizarse más muestreos). Idealmente, se deben utilizar un **mínimo de cinco muestreos por hábitat**. Dentro de ellos, los transectos o puntos de conteo deben estar **separados entre sí** a una distancia significativa, para evitar registrar los mismos individuos en puntos o transectos vecinos. Por ejemplo, en el caso de animales grandes y de rápido desplazamiento como los camélidos, debe haber una distancia de al menos 1km entre muestreos. Por otro lado, en aves de bosque, la distancia entre muestreos puede ser de 100m.

Los muestreos deben **repetirse en el tiempo, utilizando los mismos transectos o puntos de conteo** (marcar con GPS), para determinar cambios en la abundancia de las especies durante el año y entre años. Las metodologías utilizadas deben ser las mismas para cada muestreo, de lo contrario no podrá compararse la información en el espacio ni en el tiempo.

3.1.1 Censo

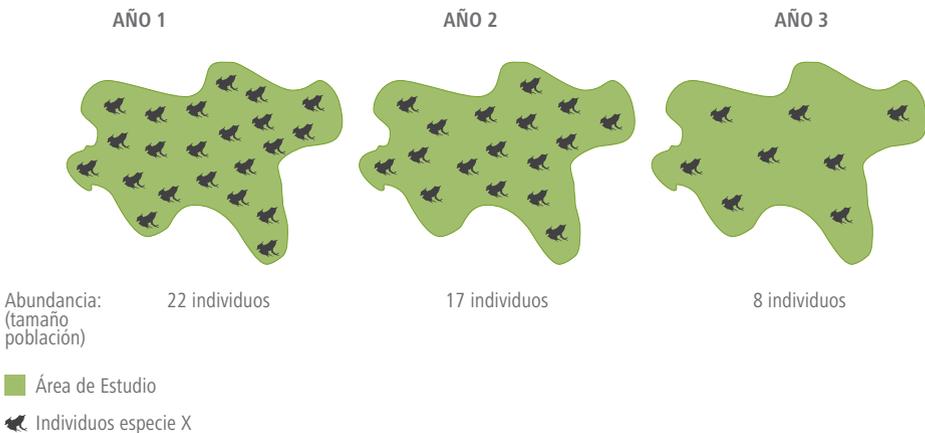
En ocasiones es posible contar todos los individuos de una población (especies de gran tamaño, muy conspicuos o sésiles). Sin embargo, este método es muy propenso a obtener errores de conteos (conteos incompletos).

Precauciones:

- No realizar el censo cuando las condiciones climáticas impidan una correcta detección de los individuos.
- Determinar con certeza el hábitat utilizado por la especie, para evitar la subestimación del tamaño poblacional de una especie debido a que el censo haya sido realizado en sólo una parte del hábitat ocupado por ella.

Otra forma de realizar un censo consiste en contar el número de individuos de una especie en áreas específicas donde ésta se agrupa. Para este caso, no es necesario contar todos los individuos de la población, pues **en muchas ocasiones simplemente queremos conocer cómo varía su abundancia en el tiempo**. Debe considerarse, eso sí, que todos los muestreos en el tiempo deben realizarse en los mismos sitios, de forma de poder comparar su abundancia.

Censo.



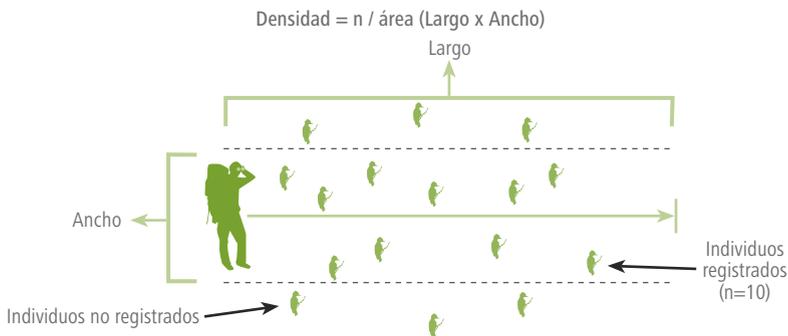
3.1.2 Muestreo mediante Transectos

El muestreo mediante transectos de observación se utiliza comúnmente para todos los taxones de vertebrados, adecuando la escala del transecto a cada taxa, especie y hábitat determinado.

En el muestreo por transectos, se registran los individuos observados (y escuchados) a lo largo de un recorrido lineal. La longitud de cada transecto debe definirse con anterioridad y depende de la especie que estamos muestreando (taxones con menor densidad de individuos necesitan transectos de mayor longitud). El transecto puede realizarse tanto a pie (común en el caso de las aves) o en vehículo (más utilizado para muestreo de grandes mamíferos), pero la velocidad durante el recorrido debe mantenerse constante y a velocidad reducida (<20km/hora). Durante el recorrido lineal se registran todos los individuos de la o las especies que se están muestreando. Para ello, existen dos posibilidades o tipos de transectos, el de **ancho fijo** y el de **ancho variable**.

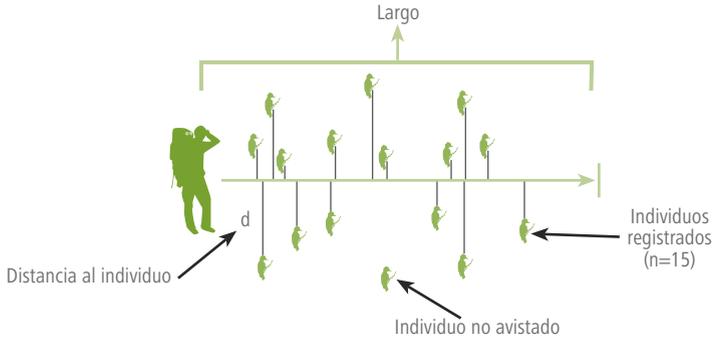
Transecto de ancho fijo

Debe determinarse con anterioridad, un “*ancho de transecto*”, que es la distancia a la que es posible avistar y reconocer los individuos hacia cada lado de la línea de transecto (puede variar desde aproximadamente 20m en transectos de aves en un bosque, hasta 1 km para transectos de mamíferos grandes en zonas abiertas), dependiendo de las condiciones de visibilidad, dado principalmente por características del hábitat. Solamente se registrarán los individuos que se encuentren dentro del ancho definido con anterioridad (se obviará a aquellos que se observen a una distancia mayor). La densidad de la especie para cada transecto se calcula finalmente dividiendo el número total de individuos registrados por el área total del transecto (largo x ancho):



Transecto de ancho variable

No se fija un ancho de transecto. Se registran **todos** los individuos avistados y se miden las distancias perpendiculares desde la línea del transecto a cada individuo (las distancias pueden ser obtenidas con precisión con el uso de equipos especiales llamados Range Finder). La densidad de individuos, entre otras variables, se determina mediante programas estadísticos (DISTANCE).



Ventajas:

- Cubre un área extensa en poco tiempo.
- Método eficaz de registro, ya que al estar en movimiento el observador evita recontar un mismo individuo.

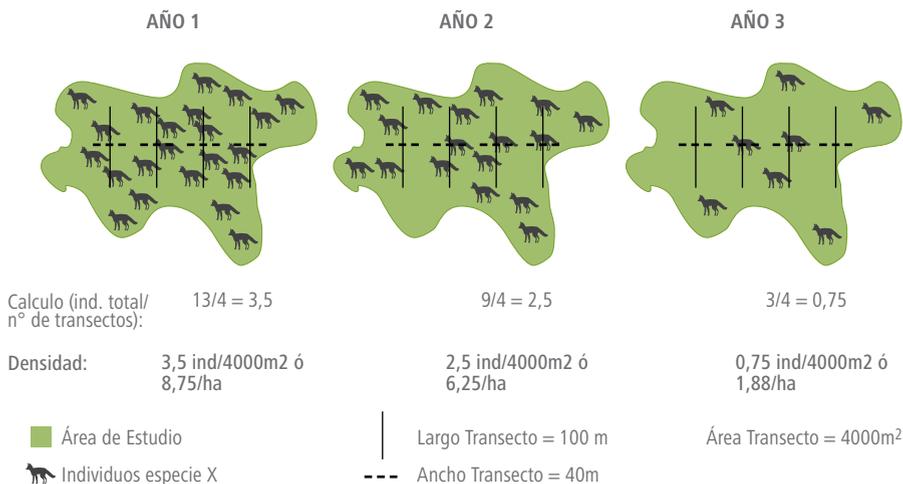
Desventajas:

- Especies menos visibles pueden ser pasadas por alto.
- Requiere de un terreno homogéneo para que el registro no se dificulte.

Precauciones:

- El itinerario debe ser lo más recto y claramente delimitado posible.
- Debe asegurarse que todos los individuos dentro del ancho de transecto sean avistados (para transectos de ancho fijo).

Muestreo (Transecto).

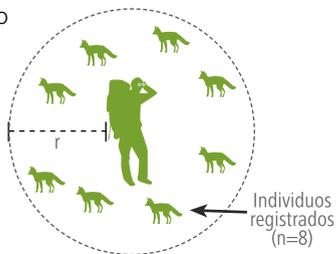


3.1.3 Muestreo mediante Puntos de conteo

El muestreo mediante puntos de conteo se utiliza comúnmente para aves u otras taxa menos conspicuas o en que el hábitat utilizado es más cerrado, por lo que se requiere de una mayor concentración para los registros.

Para los puntos de conteo, se realizan los registros dentro del área de una circunferencia, registrando los individuos observados y escuchados dentro de esta área durante un período de tiempo predeterminado (5 a 10 minutos aproximadamente, para aves). El área de la circunferencia se determina de forma similar al de los transectos, dependiendo principalmente de la especie muestreada y sus posibilidades de detección, tanto visual como auditivamente. La densidad de la especie para cada punto de conteo se calcula, de la forma más sencilla, dividiendo el número total de individuos registrados por el área total de la circunferencia:

$$\text{Densidad} = \frac{n}{(\pi * r^2)}$$



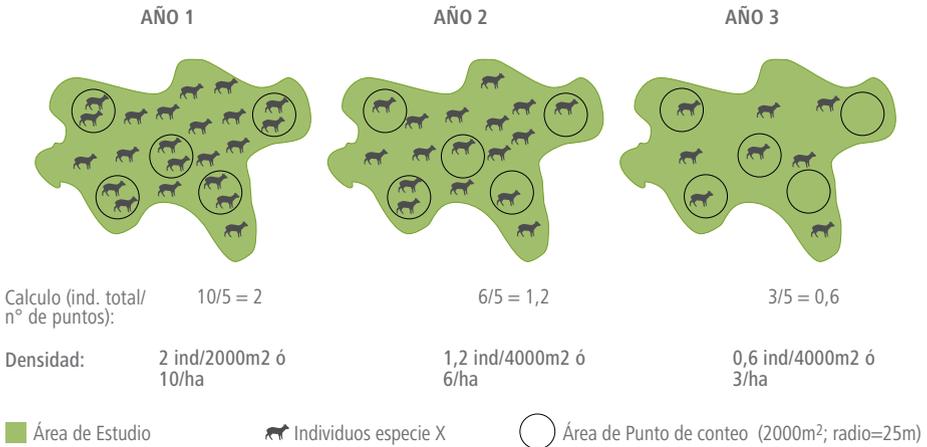
Ventajas:

- Al no estar en movimiento, el observador tiene la posibilidad de concentrarse totalmente en los registros.
- Al permanecer en un lugar fijo durante el muestreo, existe una mayor probabilidad de registrar las especies crípticas (que se mueven poco o son poco visibles).
- Útil en zonas de bosque y matorral arbustivo, para especies que pueden ser detectadas mediante su vocalización.

Desventajas:

- El tiempo de muestreo es poco eficaz, puesto que el área cubierta es menor que con los transectos.
- Existe una mayor probabilidad de recontar a un mismo individuo dentro del mismo punto, sobre todo para especies con mayor movilidad.

Muestreo (Punto de conteo).



3.1.4 Captura, marcaje y recaptura

Supongamos que capturamos una muestra de animales de una población y los marcamos, para luego soltarlos y que se mezclen entre la población. Luego de un tiempo, si volvemos a capturar una muestra de la población, es razonable pensar que la proporción de los individuos capturados durante este segundo muestreo, que presenten la marca, equivalen a la misma proporción de los individuos marcados originalmente en relación al total de la población de la especie.

Es decir, si en un primer muestreo capturamos 10 individuos y los marcamos para luego soltarlos y en un segundo muestreo capturamos otros 10 individuos, y solamente uno de ellos está marcado (10%), podemos estimar que la población de la especie es de 100 individuos (los 10 individuos marcados en un principio debieran ser el 10% de la población total).

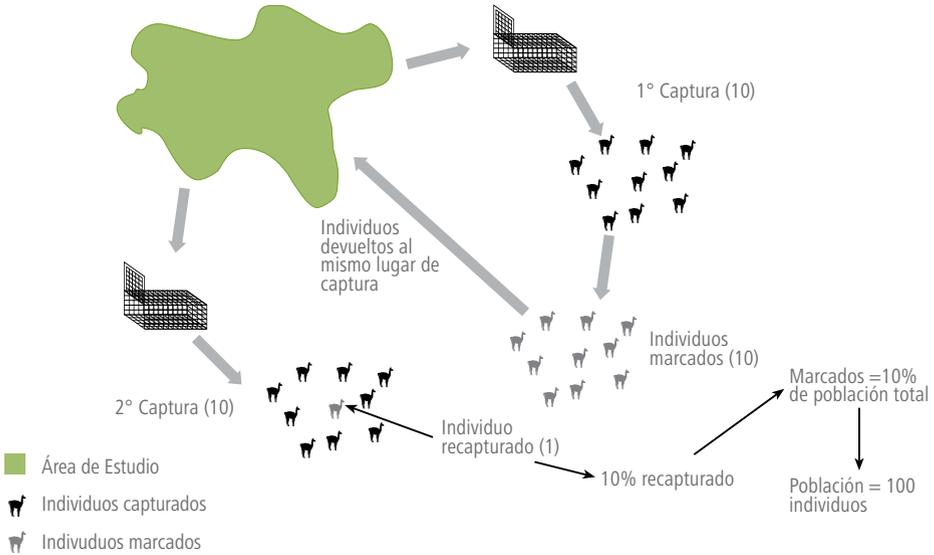
En esta premisa se basa la técnica de captura, marcaje y recaptura, y se representa con la siguiente fórmula:

$$N = n2 \times \frac{n1}{m2}$$

Donde N es el tamaño poblacional de la especie, n1 es la cantidad de individuos capturados y marcados durante el primer muestreo, n2 es la cantidad de individuos capturados durante el segundo muestreo, y m2 es la proporción de los individuos capturados durante el segundo muestreo que presentan una marca.

Este método ha sido utilizado con frecuencia y con muy buenos resultados, sin embargo asume que existe la misma posibilidad de capturar a cualquiera de los individuos de una población y que no existe inmigración ni emigración de individuos (población cerrada). Si lo anterior no se cumple, estaremos subestimando o sobreestimando el tamaño poblacional de la especie.

Esquema de la técnica de Captura, Marcate y Recaptura (CMR).



Uso, ventajas y desventajas de las técnicas de estudio de fauna.

Técnica	Uso	Ventajas	Desventajas
Censos	<ul style="list-style-type: none"> Tamaño poblacional Riqueza Abundancia Densidad 	<ul style="list-style-type: none"> Permite determinar con certeza el tamaño de una población 	<ul style="list-style-type: none"> Dificultad para contar a todos los individuos de una población
Transectos	<ul style="list-style-type: none"> Riqueza Abundancia relativa Densidad 	<ul style="list-style-type: none"> Cubre un área extensa en poco tiempo Se evita recontar individuos 	<ul style="list-style-type: none"> Especies crípticas pueden ser subestimadas Requiere de un terreno homogéneo
Puntos de conteo	<ul style="list-style-type: none"> Riqueza Abundancia relativa Densidad 	<ul style="list-style-type: none"> Concentración total en los registros Mayor probabilidad de registrar las especies crípticas 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo de muestreo es poco eficaz Probabilidad de recontar a un mismo individuo
CMR	<ul style="list-style-type: none"> Tamaño poblacional Riqueza Abundancia Densidad 	<ul style="list-style-type: none"> Permite estimar tamaño poblacional de forma sencilla 	<ul style="list-style-type: none"> Asume poblaciones cerradas e igual probabilidad de captura de todos los individuos

Es importante considerar que para todo monitoreo a largo plazo es indispensable utilizar siempre la misma metodología, de forma de obtener observaciones comparables en el tiempo y el espacio.

Trampas y marcas utilizadas para cada taxón.

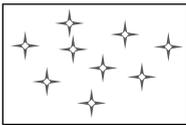
Taxón	Trampas	Marcas
Mamíferos	<ul style="list-style-type: none">• Sherman (micromamíferos)• Tomahawk (mamíferos grandes)• Red niebla (murciélagos)	<ul style="list-style-type: none">• Collar (GPS)• Crotal
Aves	<ul style="list-style-type: none">• Red niebla• Red de cañón	<ul style="list-style-type: none">• Anillos
Reptiles	<ul style="list-style-type: none">• Lacey• Trampa de malla	<ul style="list-style-type: none">• Pintura (de uñas)
Anfibios	<ul style="list-style-type: none">• Red acuática• Trampa de malla	<ul style="list-style-type: none">• Bandas elásticas• Corte de falanges (muy invasivo)

Existen, además, **técnicas de monitoreo indirecto o que no involucran mediciones de abundancia de individuos**, que poseen un importante valor para el seguimiento de las poblaciones. **Fecas y huellas** en el caso de los mamíferos y **nidos activos e inactivos** para las aves, entre otras, entregan información relevante sobre la ecología de las poblaciones de fauna. Para ello, también es importante capacitarse en la búsqueda de estas señales en el campo.

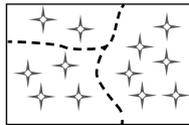
3.1.5 Tipos de Muestreo

Luego de determinar la técnica de muestreo que se utilizará, se debe decidir el tipo de muestreo a realizar. El tipo de muestreo dependerá tanto de la distribución espacial de la fauna como de la homogeneidad del hábitat.

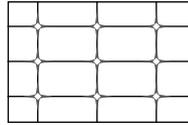
- a) **Muestreo aleatorio:** Se realiza en un ambiente homogéneo, o en la parte homogénea de un hábitat. Son simples, y consiste en seleccionar al azar las unidades de muestreo.
- b) **Muestreo estratificado:** Cuando los animales responden de forma diferente a diferentes hábitats o variables ambientales o paisajes. Cada estrato o hábitat definido se muestrea separadamente, lo que aumenta la precisión de los resultados.
- c) **Muestreo sistemático:** Se utiliza el muestreo sistemático a medida que el área de estudio se hace más grande, y en cierta medida va perdiendo su homogeneidad. Se selecciona la primera unidad de muestreo y las siguientes se seleccionan siguiendo algún criterio.



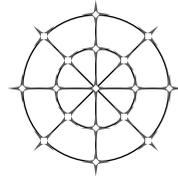
Aleatorio simple



Aleatorio estratificado



Sistemático



Sistemático

3.2 Técnicas de muestreo para Mamíferos

Los métodos de estudio en mamíferos dependen básicamente del tamaño de la especie, su hábitat y su historia natural. Por lo general, especies diurnas, comunes y altamente visibles son más fáciles de censar y muestrear que las especies nocturnas, raras o difíciles de detectar, como lo son la mayoría de los mamíferos en Chile. De acuerdo a esto y al grado de precisión que se requiera, será la técnica de muestreo a utilizar. Además, debe considerarse la complejidad y el costo en tiempo y dinero de cada técnica.

3.2.1 Técnicas de muestreo directo

Avistamiento en Transectos Lineales

Si bien es posible obtener registros de la presencia de mamíferos mediante observación directa, este método requiere de un gran esfuerzo en terreno y el éxito de la observación varía de acuerdo a múltiples factores.

El conteo de individuos a través de un *“recorrido o transecto lineal”* se aplica para aquellas especies fácilmente detectables y para aquellas que presentan una distribución agregada (grupos de individuos). De acuerdo a la historia natural de la especie a observar, los transectos pueden ser diurnos, nocturnos, o ambos. Asimismo, un transecto lineal se puede realizar caminando, en vehículo, o desde avionetas y botes, según la especie.

Por ejemplo, para contabilizar Lagomorfos (conejos, liebres, etc.) se suele preferir transectos nocturnos y en vehículo, y para camélidos sudamericanos (Guanaco, Vicuña, etc.) transectos diurnos en vehículo y también censos aéreos. Si bien los carnívoros son muy difíciles de observar, se podrían detectar en prospecciones nocturnas y en vehículo para abarcar una mayor área.

En los transectos nocturnos, se utilizan focos busca-caminos de alto poder y el ejemplar puede ser visualizado por el brillo del ojo contra la luz. El uso de binoculares o lentes de visión nocturna, térmica o infrarroja, permite la identificación del individuo con mayor facilidad. Para el caso de especies como la Taruca, el censo nocturno con focos en las zonas de cultivo en terrazas ha sido efectivo.

Ventajas y Desventajas del uso de Transectos Lineales para contabilizar Mamíferos:

En general, este método no se recomienda para la mayoría de los mamíferos, debido a que su detectabilidad no suele ser muy alta. Particularmente en carnívoros no es una metodología muy utilizada, pues no funciona bien para especies con baja densidad de individuos, no es aplicable a todo tipo de hábitats y depende de la disponibilidad de senderos y caminos transitables.

Ventajas	Desventajas
Es un método popular y que puede ser aplicado por una persona con nivel medio de experiencia, luego de capacitación.	Los observadores varían enormemente en su capacidad de observar a los animales, particularmente si el hábitat no es muy abierto, lo que genera sesgo.
Es económico si el transecto se lleva a cabo a pie.	Requiere de gran esfuerzo físico y de tiempo en terreno. Para grandes ungulados y camélidos sudamericanos, es más efectivo realizar censos aéreos, lo que aumenta el costo de la técnica.
Es aplicable a todas las especies que pueden identificarse visualmente con facilidad y que poseen alta densidad.	Si se observan demasiados individuos, puede haber problemas al registrar las distancias perpendiculares con precisión.

Radiotelemetría

La radiotelemetría es una metodología muy confiable y ha sido un gran aporte para el conocimiento de animales crípticos, como los carnívoros. Esta técnica se basa en la instalación de un equipo transmisor (o emisor) de ondas de radio en el animal de forma de poder localizar la señal en un sistema geográfico. La instalación de este equipo involucra necesariamente la captura y sedación del animal, por lo que en el equipo de investigadores se requiere de un médico veterinario especialista y el equipo necesario para una captura segura del animal (trampas, dardos, anestésicos, entre otros). Cada uno de estos transmisores posee una frecuencia diferente, permitiendo identificar a cada animal por separado y conocer aspectos de su movimiento y actividad.

Esta técnica es útil para obtener datos sobre:

- Movimientos de los animales, patrones de migración, dispersión y patrones de actividad.
- Estimación del ámbito de hogar, tamaño de los territorios y cuantificación del área utilizada por el animal.
- Uso del hábitat o preferencia de hábitats.
- Supervivencia y mortalidad.
- Estimaciones sobre el tamaño de la población.
- Patrones de comportamiento y relaciones intra e interespecíficas.

El Equipo:

El equipo de radiotelemedría consta de tres dispositivos: el **transmisor**, generalmente instalado en un collar, el **receptor** y una o más **antenas**. El transmisor es capaz de enviar una señal de radio configurada en forma de pulsos en una frecuencia determinada para cada collar, la cual es recibida por el receptor. La antena permite determinar la dirección de la que proviene la señal y su intensidad dependerá de la distancia del animal y de objetos que puedan estar obstruyendo (como vegetación, rocas, elementos metlicos).

Hoy en día existen tecnologías que permiten el seguimiento del animal sin la necesidad de permanecer en terreno registrando la señal. Los collares satelitales y aquellos con sistema GPS permiten enviar la señal en forma remota (satelital) o almacenar los puntos registrados (GPS) para una descarga posterior. Si bien con estos equipos disminuye el esfuerzo del trabajo de campo, el costo del equipamiento es mayor. El seguimiento satelital es más útil en animales de gran tamaño y que se muevan grandes distancias, prefiriéndose el seguimiento GPS y convencional para aquellos animales de tamaño mediano a pequeño, que se desplazan solamente algunos kilómetros.

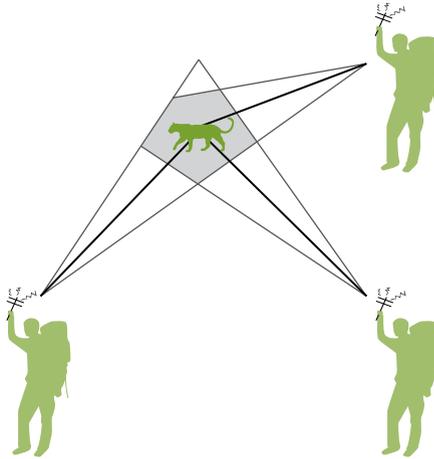
Estimación de la localización del Animal:

Las técnicas utilizadas para obtener la localización del individuo se resumen en dos amplias categorías: las que usan la triangulación (radiotelemedría) y aquellas en las que no se utiliza (GPS y satelitales).

La técnica de la triangulación consiste en estimar la posición del emisor (animal con radiocollar), localizando dos o más puntos de recepción de la señal (idealmente tres), para lo cual se registran las coordenadas indicadas en el GPS, y la dirección o ángulos desde donde se recibí la señal del collar con una brújula. La posición del animal es calculada como el punto en que las direcciones de las señales obtenidas se cruzan.

Los collares satelitales se programan para enviar señales a intervalos de tiempo determinados y, en los GPS la información es almacenada en el dispositivo, luego enviada a los satélites y finalmente al usuario.

Ilustración que grafica el método de triangulación para estimar la posición de un animal con radiocollar.



Las líneas más oscuras indican la dirección de las señales y el área de error se muestra en el polígono gris.

Equipo de Radioteleetría e investigadora realizando un seguimiento.



Ejemplar de Guiña (*Leopardus guigna*) con radiocollar.



Ventajas y desventajas de la Radiotelemetría.

Ventajas	Desventajas
Ha permitido acceder a un segmento de la fauna que, bien por sus hábitos huidizos o por las características del medio donde viven, eran inalcanzables con los métodos de estudio tradicionales.	Captura y manejo de los animales, con los inconvenientes que se derivan: estrés, efectos de anestesia, etc.
Conocer en todo momento los movimientos un individuo.	Alto presupuesto y tiempo en terreno.

La radiotelemetría requiere equipos tecnológicos, entrenamiento y seguimiento en terreno de los animales. Esto, junto con la necesidad de captura de los animales para la instalación del collar, lo convierte en un método complejo para el monitoreo de la fauna.

Las características del radio collar y las opciones de registro dependen del objetivo del estudio y requieren un diseño realizado por especialistas.

3.2.2 Captura

Captura *In Vivo* de Ejemplares

La captura de especies silvestres ha evolucionado mucho en los últimos años, siendo una práctica muy extendida en la actualidad. Entre los objetivos de las capturas están la necesidad de conocer las especies presentes en un área específica, los estudios que requieren el marcaje de animales para su seguimiento y el traslado de animales para repoblar determinadas zonas.

La captura de animales silvestres debe ser realizada por personal experto. Estas prácticas son muy delicadas, ya que representan una situación muy estresante para los animales, que en ocasiones pone en peligro su vida. Además, para el empleo de sustancias anestésicas, es indispensable la presencia de un veterinario experimentado en su manejo y el equipo apropiado para actuar en casos de emergencia (heridas por la captura o problemas durante la anestesia).

En la actualidad, existe gran diversidad de técnicas de captura, pudiendo elegirse la más adecuada para una especie y lugar determinados, dando preferencia a aquellas que sean seguras para los animales, ocasionen el mínimo estrés y la mínima mortalidad. La elección de la técnica también ha de considerar el costo económico y el riesgo que pueda existir para las personas, cuando se trate de animales agresivos.

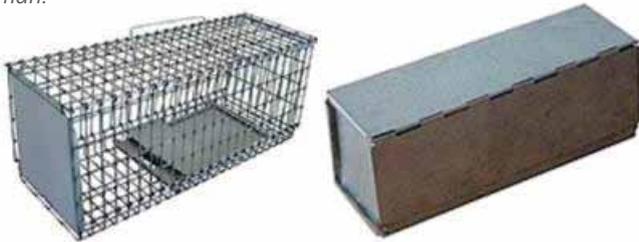
A continuación, se detallan algunas de las trampas y metodologías más utilizadas para la captura de pequeños mamíferos (micromamíferos, como roedores), mamíferos medianos (pequeños felinos y cánidos) y mamíferos grandes.

Micromamíferos

La captura de micromamíferos es una de las prácticas más frecuentes para determinar de manera directa la presencia de especies de roedores y para efectuar diversos estudios en este grupo. Existen diferentes modelos de trampas diseñados para capturar roedores, según su tamaño y hábitos. Las trampas más comúnmente utilizadas en nuestro país son:

Trampas tipo Sherman: Son trampas de captura viva construidas en aluminio y en variedades no plegables y plegables, lo que las hace livianas y de fácil transporte. Se suele utilizar cebo (por ejemplo, cebos con mantequilla de maní y avena), el que es depositado al interior de la trampa. El peso ejercido por el animal al ingresar en la trampa, libera el mecanismo de acción que mantiene la puerta abierta. Una ventaja de este tipo de trampa, es que la puerta no se bloquea fácilmente con los cuartos traseros del animal y la tasa de mortalidad es baja. La disposición de estas trampas en terreno puede ser en transectos o grillas, en lugares propicios de paso del animal.

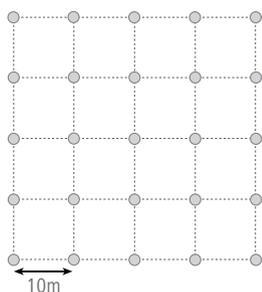
Trampas Sherman.



Trampas Sherman sin protección y protegidas contra lluvias.



Instalación de Trampas Sherman en forma de Grilla y manipulación de Roedor.



Mamíferos Medianos

Trampas - Jaula: Son jaulas de tamaño variable, según la especie que se pretenda capturar, generalmente metálicas y fijadas al suelo. La trampa más utilizada para carnívoros es la trampa Tomahawk. Pueden tener una o dos puertas en forma de V, impidiendo que el animal escape de la jaula. Se colocan en los pasos de los animales, que previamente se han detectado por los rastros y según la especie animal que queramos capturar y se utilizan distintos tipos de cebo en el interior de la trampa. Al entrar a comer el cebo, los animales accionan un dispositivo que hace que se cierre la puerta. También se pueden diseñar trampas artesanales, las que son adaptadas a los requerimientos de la especie.

Luego de cebadas, las jaulas deben ser revisadas al menos cada 12 horas. Las jaulas son menos eficaces que cepos y lazos, pero más seguras ya que minimizan el daño al animal capturado.

Trampa Tomahawk.



Trampa Tomahawk instalada y cebada.



Caja trampa de madera diseñada para Guiña (*Leopardus guigna*).



Mamíferos grandes

Cepos y lazos: Los cepos buscan capturar al animal mediante el agarre de sus extremidades. Para capturar individuos vivos se utilizan cepos acolchados, que reducen al mínimo los riesgos de daño al ser accionados por el animal. Los más utilizados son los de marca “Victor SoftCatch”, que tienen una cobertura de goma en cada mandíbula y un eslabón giratorio, que permiten los movimientos rotatorios de la pata del animal una vez que ha sido capturado. Éste se instala a ras de suelo, muy firme, y se tapa con tierra, arena u hojas. Se puede colocar atrayente olfativo para estimular la visita del animal al sector y debe ser revisado mínimo cada 6 horas para evitar daño en el animal.

También existen los lazos o “snares”, que permiten la captura de zorros y pumas, entre otros, mediante un lazo metálico con resorte. Estos sistemas de captura requieren revisión permanente e, idealmente, un sistema de radio que envíe una señal al activarse la trampa, con el fin de evitar que el animal capturado resulte dañado al intentar escapar.

Para el caso de mamíferos de mayor tamaño que forman grupos, como por ejemplo para camélidos sudamericanos (Vicuñas y Guanacos), es posible realizar métodos de captura por arreo.

Cepo "Victor SoftCatch".



Trampa de lazo tipo "snare".



3.2.3 Cámaras trampa

Hace unas décadas, los científicos comenzaron a ver el potencial de poder obtener información adecuada de especies que presentaban serias dificultades para ser observadas directamente, como es el caso de carnívoros en ambientes boscosos. Entre las décadas de los 60 y 80, aprovechando los avances tecnológicos, hubo un gran desarrollo de mecanismos fotográficos activados por el paso de los animales, permitiendo aumentar los esfuerzos de muestreo total, disminuyendo el esfuerzo del investigador en terreno. Posteriormente en los 90, se empiezan a desarrollar sistemas con venta comercial. Un sistema destacado es el Trailmaster® (análogo), que hasta comienzos del siglo actual fue utilizado en varias investigaciones de vida silvestre. A inicios del 2000, comienzan a utilizarse los primeros equipos digitales comerciales, que llegarían a revolucionar la forma en que se realizan los estudios por la capacidad que tienen para almacenar un sin número de fotos, así como por su duración en terreno y facilidad de instalación. En efecto, las cámaras trampa análogas (con rollo) han cedido paso a la era digital, y ya muy pocas, o tal vez ninguna investigación o monitoreo de vida silvestre las utiliza. En sus inicios, las cámaras digitales fueron cuestionadas por su rapidez de gatillo, es decir, el lapso de tiempo transcurrido entre la detección del animal y la foto. Si esta es muy lenta, el animal es detectado, pero podría no aparecer en la foto, implicando una pérdida de datos. Este es un tema no menor, ya que puede significar perder información luego de invertir mucho en el monitoreo (compra de equipo, logística, instalación, mantenimiento y análisis de datos). El desarrollo digital ha permitido obtener cámaras cada vez más rápidas (Reconyx; velocidad de gatillo <math><0.2</math> segundos). Además, por la capacidad de almacenar un mayor número de fotos (a diferencia de rollos fotográficos limitados a 24 o 36 fotos), las cámaras digitales pueden ser ajustadas para sacar varias fotos de un mismo individuo cuando este gatilla la detección (hasta 10 fotos). Esto permite asegurar el

registro, en el caso de que el animal gatille la primera foto y después ya no se encuentre en el área de detección de la cámara. También, permite obtener registros del comportamiento del animal.

Se ha postulado que las cámaras trampa han logrado una revolución en la forma en que la sociedad interactúa con la vida silvestre, existiendo una gran diversidad de usuarios y aplicaciones. Por ejemplo, científicos han vuelto a detectar especies que se pensaban extintas o fuera del rango de distribución conocido, o aprendido más sobre su uso de hábitat, interacción con otras especies y los efectos de distintos tipos de manejo forestal sobre las poblaciones. También, personas con motivaciones naturalistas que logran determinar la diversidad de animales que utilizan el patio trasero de sus hogares, o nos deslumbran con fotos de comportamientos inéditos para una especie. Sin duda, las cámaras trampa son una herramienta que aumenta nuestra capacidad para observar el mundo natural y conocer de forma más completa los ecosistemas donde trabajamos.

¿Cómo operan?

Las cámaras trampa funcionan mediante un sensor infrarrojo que, dadas ciertas condiciones de movimiento, gatilla la cámara para la toma de fotos. Es el mismo principio que ocupan las luces de seguridad que se prenden con el movimiento de personas. Las condiciones de movimiento o sensibilidad del sensor (baja, media, alta) pueden ser establecidas por el usuario, por lo que su ajuste dependerá de la especie objetivo.

Tradicionalmente han existido dos sistemas de cámaras: activo y pasivo. El sistema activo, utilizado principalmente por la compañía Trailmaster®, será descrito brevemente ya que la mayoría de las cámaras actuales utiliza el sistema pasivo.

Activo: Mediante dos dispositivos permite cruzar un rayo infrarrojo a través del sendero objetivo. Un dispositivo emite el rayo (emisor) y el otro lo recibe (receptor). El rayo infrarrojo enviado por el emisor no es constante, sino que a modo de pulsaciones. El receptor se conecta a una cámara vía un cable, y cuando el rayo se rompe (deja de recibir señal infrarroja), éste envía una señal a la cámara para que saque una foto. El usuario puede determinar cuántas pulsaciones deben ser bloqueadas para que se gatille una foto, pudiendo realizar ajustes según el tamaño de la especie objetivo. Así, probablemente un animal grande necesite bloquear un mayor número de pulsaciones para gatillar una foto, en comparación a un animal pequeño.

Pasivo: También ocupa rayos infrarrojos, pero solo utilizando un emisor. Los rayos se disponen en forma de abanico, pudiendo tener un alcance entre 3 a 10 metros. El emisor gatilla fotos vía dos criterios que funcionan de forma simultánea. Primero, por el número de rayos en el abanico

que se bloquean y en un determinado período de tiempo. Es decir, una especie grande como un jabalí, bloqueará más ventanas en un período corto de tiempo en comparación a una guiña, que bloqueará menos ventanas en el mismo tiempo. Muchos sistemas permiten ajustar esto para la especie objetivo. Por otro lado, se gatillan fotos cuando el sensor capta diferenciales de temperatura entre un objeto y el ambiente circundante. De este modo, la temperatura corporal del animal resaltarán de la temperatura ambiente, indicándole al sensor que un animal se encuentra en el área de detección. Por esta razón, hay que tener especial cuidado de que el sensor no reciba luz solar directa, ya que de esta forma se pueden llegar a gatillar cientos de fotos sin que sea un animal el causal.

Cámaras trampa en el mercado

En el mercado podemos encontrar un gran número de formatos y marcas de cámaras. El desarrollo de modelos con mejoras sustanciales ocurre de forma anual, por lo que el recambio de tecnología es exponencial. A la gran mayoría de las cámaras digitales se les puede colocar tarjetas de memoria entre 4 y 8 Gb, lo cual permite almacenar un importante número de fotografías. En la figura de abajo se detallan algunas marcas que hemos utilizado en Chile, y mostramos algunas características según lo aprendido en terreno. Estas corresponden a criterios generales sobre las marcas, y no de un modelo específico, ya que el desarrollo de estos es muy rápido. Para más información sobre modelos de estas marcas, incluyendo precio exacto (sin incluir importación), rapidez de gatillo (tiempo transcurrido entre detección del animal y gatillo de la foto), pruebas comparativas entre modelos y un análisis exhaustivo de sus ventajas y desventajas, recomendamos visitar www.trailcampro.com.

Ventajas y desventajas de algunas cámaras trampas

Marca	Tipo	Precio (\$USD)	Confiabilidad (1-5) (a)	Dificultad instalación	Ventajas	Desventajas
Trailmaster Activa (b)	Análoga (Rollo)	>500	4	Alta	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor disponibilidad de ángulos donde posicionar la cámara debido a extensión del cable. • Facilidad para verificar área a ser fotografiada. • Alta calidad (c) de las fotos, especialmente nocturnas (uso de flash). • Múltiples ajustes que puede definir el usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conspicuas debido a la magnitud de la instalación (cables) y flash emitido. • Dificultad para encontrar dos postes u árboles paralelos donde posicionar el emisor y receptor frente a frente. • Uso de rollo no permite confirmar fácilmente el correcto funcionamiento de la cámara. • Alto costo de mantenimiento (rollos, pilas, revelado). • Conexiones externas (cables) expuestas a condiciones de humedad y roedores.
Trailmaster Pasiva	Análoga (Rollo)	>500	4	Media	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor disponibilidad de ángulos donde posicionar la cámara debido a extensión del cable. • Facilidad para verificar área a ser fotografiada. • Alta calidad de las fotos, especialmente nocturnas (uso de flash). • Múltiples ajustes que puede definir el usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conspicuas debido a la magnitud de la instalación (cables) y flash emitido. • Uso de rollo no permite confirmar fácilmente el correcto funcionamiento de la cámara. • Alto costo de mantenimiento (rollos, pilas, revelado). • Conexiones externas (cables) expuestas a condiciones de humedad y roedores.

Marca	Tipo	Precio (\$USD)	Confiabilidad (1-5) (a)	Dificultad instalación	Ventajas	Desventajas
Reconyx	Digital	>500	5	Baja	<ul style="list-style-type: none"> Alta calidad de las fotos. Alta rapidez de gatillo (<0.2 segundos). Tiene brazos y soportes que facilitan la instalación a árboles, postes y rocas. Múltiples ajustes que puede definir el usuario. Prolongada duración de baterías (>3 meses). Menor perturbación de animales (uso de flash infrarrojo). Facilidad para esconder y pasar desapercibida. 	<ul style="list-style-type: none"> Alto costo
Stealthcam	Digital	< 250	2	Baja	<ul style="list-style-type: none"> Bajo costo. Prolongada duración de baterías (>3 meses). Varios ajustes que puede definir el usuario. Menor perturbación de animales (uso de flash infrarrojo). Facilidad para esconder y pasar desapercibida. 	<ul style="list-style-type: none"> Deficiente mecanismo de soporte de instalación (sistema de amarre). Fotos de baja calidad. Rapidez de gatillo lenta (> 3 segundos).

Marca	Tipo	Precio (\$USD)	Confiabilidad (1-5) (a)	Dificultad instalación	Ventajas	Desventajas
Bushnell	Digital	<250	4	Baja	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo. • Fotos de calidad aceptable. • Prolongada duración de baterías (>3 meses). • Varios ajustes que puede definir el usuario. • Buena rapidez de gatillo (<0.8 segundos). • Menor perturbación de animales (uso de flash infrarrojo). • Facilidad para esconder y pasar desapercibida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiente mecanismo de soporte de instalación (sistema de amarre). • Fotos nocturnas de variable calidad (ajustes son necesarios).

- (a) Calificación en base a confiabilidad en terreno de funcionamiento correcto y obtención de datos de buena calidad (bajo el supuesto de una adecuada instalación).
- (b) Aunque Trailmaster® se ha discontinuado, se incluye a modo de información comparativa. En algunos lugares se sigue utilizando debido a inventarios existentes con anterioridad.
- (c) Calidad de fotos se refiere nitidez de la imagen nocturna.

Ejemplos de fotografías con los distintos tipos de cámaras trampa



a) Trailmaster activas y pasivas. Fotos nocturnas con flash.



b) Bushnell. Fotos nocturnas con flash infrarrojo. En algunas ocasiones cuando el objeto está muy cerca a la cámara se satura la imagen.



c) Stealthcam. Fotos nocturnas con flash infrarrojo. En algunas ocasiones cuando el objeto está muy cerca a la cámara se satura la imagen.



d) Reconyx. Fotos nocturnas con flash infrarrojo. En algunas ocasiones cuando el objeto está muy cerca a la cámara se satura la imagen.

¿Qué información podemos obtener?

Enmarcaremos los tipos de información en temas relevantes a la investigación y monitoreo de fauna silvestre, basado en cámaras trampas, con un especial enfoque en Áreas Silvestres Protegidas (ASP). Es de suma importancia cumplir supuestos y criterios metodológicos de cada uno de estos puntos, para asegurar una correcta implementación de un diseño de muestreo. De lo contrario, se corre el riesgo de malgastar tiempo y recursos, obteniendo información que no logre el objetivo de mejorar la información base y manejo de las ASP. A continuación, realizamos una breve reseña de cada uno de estos temas de investigación:

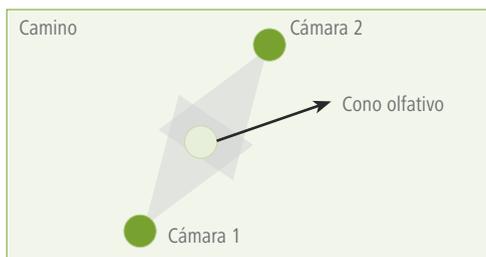
(a) *Historia natural e información base*

- **Confirmación de presencia:** Se puede obtener evidencia de la presencia de especies en el total o en un hábitat particular de una ASP. Aun cuando esto no requiere de mucha sofisticación metodológica, hay que tener cuidado de realizar un esfuerzo de muestreo adecuado y considerar que es casi imposible determinar la ausencia de una especie en un 100%.
- **Riqueza:** Con un diseño adecuado se puede determinar la riqueza de especies (número de especies distintas) en un ASP o hábitat en particular, requiriendo tener un diseño metodológico adecuado.
- **Patrones de actividad:** Dado que cada foto registra la hora y fecha, se pueden elaborar perfiles de actividad de fauna. Con los mismos datos obtenidos para los puntos anteriores, se pueden elaborar los perfiles de actividad. El programa *CameraBase* para recopilar y procesar datos de cámaras trampas, elabora estos datos automáticamente a partir del ingreso de fotos.

(b) *Uso de hábitat y parámetros poblacionales (requieren de rigurosidad metodológica y analítica para su estimación).*

- **Abundancia relativa:** Generalmente interpretado como una aproximación a la abundancia o uso de un hábitat particular, su estimación considera la frecuencia de fotografías de una determinada especie por un período de tiempo de muestreo. Particularmente, se calcula dividiendo el número de fotos independientes por cada 100 días de trapeo o trampas-noche. Requiere rigurosidad metodológica en cuanto a la distancia entre cámaras y definición de fotos independientes. En la actualidad, dicha aproximación es considerada deficiente para comparar abundancia entre especies o relaciones de hábitat de una especie en particular. El programa *CameraBase* permite calcular esto de una forma simple y rápida.

- **Densidad:** Es un parámetro que indica el número de individuos en un área o superficie determinada. Se puede estimar siempre y cuando se logren diferenciar individuos por patrones particulares del pelaje (e.g. rayas, manchas). Existen experiencias donde individuos de especies como el puma (*Puma concolor*) han sido distinguidos por marcas, cicatrices, forma de cola y manchas en ejemplares juveniles, para estimar su densidad poblacional. Para la individualización es necesario obtener fotografías de ambos lados del animal, mediante la instalación de cámaras en lados opuestos y ambas dirigidas al lugar de paso de este.



- **Probabilidad de ocupación y detección:** Utilizando datos de detección y no-detección, se puede calcular la probabilidad de ocupación de un sitio o la proporción de sitios ocupados por una especie. Si logramos un diseño adecuado para poder inferir a toda la ASP (e.g. muestra aleatoria de la ASP), podemos estimar la proporción del área ocupada por una especie en particular. Se trata de un enfoque probabilístico que también permite evaluar si, condiciones del hábitat u otras variables, influyen positiva o negativamente sobre la presencia de la especie. La ventaja de este enfoque es que no es necesario identificar individuos, utilizando sólo el dato de presencia de la especie. Además, corrige la interpretación de los datos por la probabilidad de detectar a la especie, que difícilmente se puede asumir como perfecta (i.e. 100%), siendo factible que la especie se encuentre presente pero la técnica de muestreo no sea capaz de detectarla (problemática a considerar para muchas de las especies que habitan las ASP de Chile).

Diseño de muestreo

Una vez que se posee claridad respecto a los criterios de monitoreo, es posible determinar un diseño de muestreo apropiado. Sin embargo, hay algunos temas generales que son fundamentales a considerar de antemano en cualquier escenario:

- a) **Número de sitios y esfuerzo:** El valor de este criterio dependerá de requerimientos

metodológicos según los objetivos propuestos, así como de restricciones logísticas y económicas dadas por el número de cámaras que se dispongan, y presupuesto para su instalación y mantención. En general, es recomendable muestrear la mayor cantidad de sitios posible en un plazo mínimo de 90 días. Generalmente, para especies poco comunes (e.g. güiña), es recomendable muestrear varios sitios por poco tiempo, mientras que para especies relativamente comunes (e.g. zorro culpeo o chilla) se podrán muestrear menos sitios, pero por períodos más prolongados.

- b) **Distancia entre estaciones:** En este sentido, consideramos que en un muestreo simple de presencia de especies o para determinar riqueza en un hábitat particular de una ASP, se debería disponer una grilla de muestreo donde los sitios estén separados por 1 a 2 km de distancia.
- c) **Eventos independientes:** El hecho de que las cámaras digitales se puedan ajustar para sacar varias fotos (1 a 10) de un mismo individuo cuando este es detectado, justifica que éstas sean tratadas como un solo evento. Sin embargo otros criterios metodológicos deben ser utilizados para considerar dos eventos separados, que dependerán del objetivo y parámetros del estudio. Por ejemplo, es posible que, según el objetivo que queremos lograr, determinemos que eventos de una misma especie que ocurran dentro de un plazo de 24 horas sean considerados como un único evento (e.g. si un zorro culpeo es registrado a las 10 am, y luego a las 7 pm, esto se consideraría como un solo evento). Para otros objetivos, como descripción de patrones de actividad, es comúnmente utilizado el criterio de una hora entre eventos.

Instalación y mantención

Luego de definir los objetivos de monitoreo y diseño de muestreo, es necesario tomar los resguardos necesarios para la instalación y mantención de las unidades en terreno. Los criterios aplicados a estas actividades son fundamentales para la obtención de datos útiles para su posterior análisis. A continuación, se entregan recomendaciones generales a este respecto, que contribuirán al aprendizaje personal adquirido por el encargado del monitoreo del ASP.

Instalación:

1. **Lectura del manual:** Primero que nada es muy importante revisar el manual del modelo de cámara trampa que se esté utilizando. Cada modelo posee sus propias características, que van desde cómo se ajusta la fecha y hora hasta el nivel de sensibilidad al movimiento del sensor. Por lo tanto, resulta importante familiarizarse con los detalles de los equipos antes de ir a terreno y cometer errores (e.g. dejar las cámaras por un mes en terreno y

posteriormente darse cuenta que se ajustaron erróneamente, y no se sacaron fotos o éstas resultaron de mala calidad).

2. **Lista de materiales:** Asegurar que se cuenta con todos los implementos necesarios antes de ir a terreno (e.g. pilas cargadas, tarjetas de memoria), ya que el despliegue de esfuerzos para alcanzar lugares remotos, y llegar a estos sin lo indispensable para instalar las cámaras, significa desaprovechar recursos limitados para la actividad.
3. **Selección de sitio:** Esta decisión debe estar basada en el diseño anteriormente definido, la especie objetivo, así como también las condiciones del sitio. Si el diseño definió sobreponer una grilla en un hábitat determinado, es necesario instalar sistemáticamente las cámaras a la distancia requerida (la utilización de GPS será una gran ayuda para esto). A nivel de micro-sitio, es decir, el punto exacto de muestreo, debemos intentar instalar los equipos en un lugar que asegure el paso de animales. Cabe recordar que estos utilizarán caminos de forma similar a la nuestra, buscando vías de fácil tránsito para hacer uso eficiente de su energía. A partir de nuestra experiencia, podemos señalar que senderos en bosque, fondos de quebradas y pasos entre valles utilizados por ganado, serán probablemente utilizados por diversas especies. Otro aspecto importante es evaluar la posibilidad de robo o que personas ajenas al proyecto intervengan las cámaras. Para contrarrestar esto, es recomendable evitar el uso de senderos con gran afluencia de público, además de instalar carteles informativos que reseñen el objetivo del estudio, pidiendo no tocar los equipos. Además, muchas cámaras poseen códigos que las protegen de la intervención de terceros. Finalmente, se recomienda no instalar cámaras en sitios que reciban luz directa, por las razones descritas anteriormente respecto a la detección por diferencias de temperatura.
4. **Altura, distancia y ángulo:** La altura de instalación dependerá de la especie objetivo. Sin embargo, un rango entre 30 y 60 cm es generalmente adecuado para obtener un campo de detección aceptable. También hay que considerar una distancia de 50 y 120 cm entre la cámara y el área objetivo (i.e., el área donde se estima que pasará el animal). Cabe destacar que los rayos infrarrojos tienen gran alcance y en algunos modelos logran captar movimientos hasta a 10 metros de distancia. En condiciones de bosque esto no ayuda, ya que un animal puede estar escondido entre la vegetación fuera del área objetivo, y por ende, la foto no dejará ver la especie que gatilló la foto, quedando como un registro sin identificar. Para ello, se recomienda apuntar la cámara hacia abajo, permitiendo así restringir el área de detección y asegurar que lo que gatilla el sensor se encuentre disponible para el campo visual de la cámara.
5. **Ajuste de sensibilidad:** El ajuste de la sensibilidad de la cámara dependerá de la especie objetivo de estudio. Por ejemplo, si queremos evitar fotos de roedores y aves, debemos ajustar el equipo a modos menos sensibles (medio a bajo). Para esto, resulta recomendable realizar pruebas de instalación previas.
6. **Número de fotos por evento:** Este ajuste varía entre modelos, pero por lo general podemos encontrar que se pueden obtener entre 1 y 10 fotos por cada evento. El número escogido

dependerá de tres criterios centrales. Primero, la capacidad de la tarjeta de memoria dictará cuántas fotos potenciales podrá acumular. Si es una tarjeta de memoria con baja capacidad (2 Gb) o contamos con una tarjeta con alta capacidad (8 Gb), pero no podremos revisar las cámaras con mucha frecuencia (una vez por mes), debemos seleccionar pocas fotos por evento (2 a 3). Finalmente, será necesario evaluar las condiciones de sitio. Por ejemplo, si un sitio cuenta con la presencia de ganado vacuno, un individuo puede gatillar cientos de fotos en un lapso de una hora, llenando la tarjeta de memoria de fotos innecesarias, por lo que el criterio debería estar apuntado a reducir el número de fotos por evento (1 a 2). En general, tres fotos por evento es un número adecuado para diversos objetivos.

7. **Ajuste de la hora y fecha:** Configurar la cámara con la hora y fecha correctas constituye uno de los ajustes más importantes. Esto evitará muchos problemas al momento de ingresar los datos.

Mantenición:

1. **Frecuencia de revisión:** La frecuencia de chequeos de los equipos debería ser mayor hacia el inicio del muestreo para asegurar la realización pronta de ajustes, en el caso de que el funcionamiento no sea óptimo al inicio. Idealmente, no deberían transcurrir más de 10 a 15 días entre revisiones, pero dependerá de las capacidades logísticas del muestreo. De todos modos, se recomienda confeccionar un calendario para tener claridad de la rotación de revisiones.
2. **Revisar ajustes:** Puede ocurrir que, cuando se revisan las cámaras en terreno, éstas puedan resultar alteradas en los ajustes previamente establecidos. Por esto, resulta fundamental realizar una nueva revisión de los ajustes y restablecerlos en caso que sea necesario (fecha y hora).
3. **Materiales:** Es relevante destacar la necesidad de llevar materiales de recambio necesarios en caso de agotamiento de pilas, tarjeta de memoria llena, cámaras robadas, dañadas o con dificultades técnicas. Si es posible, se puede llevar un dispositivo para descargar las fotos en terreno, de manera de respaldar los registros que se tengan hasta ese momento.
4. **Bitácora y revisión:** Durante la revisión, se deben seguir los siguientes pasos, señalados en una bitácora única para cada cámara:
 - a. Fecha de revisión
 - b. Revisores (quiénes revisaron la unidad)
 - c. Funcionamiento de la unidad al llegar al sitio (recomendamos gatillar un evento al llegar e irse, para que quede un registro de esto).
 - d. Descarga de fotos (para no perder datos, se recomienda bajar las fotos de manera de respaldar la información que se tenga hasta ese momento).
5. **Comentarios:** Comentar algún otro aspecto relevante sobre el funcionamiento de los equipos o condiciones del hábitat que puedan haber cambiado (Ej: extracción de leña). Posteriormente, toda la información recopilada debería ser traspasada a una planilla de cálculo.

Formato de ingreso de datos

La manera en la cual registramos los datos y los acumulamos será muy importante para su posterior análisis. Recomendamos el uso del programa gratuito *CameraBase* (www.atrium-biodiversity.org/tools/camerabase/), desarrollado especialmente para poder procesar y manipular datos de cámaras trampa. Las ventajas de utilizar este programa son múltiples. Primero, permite centralizar todos los datos de distintos muestreos realizados en una o varias ASP de una región. Esto permitirá compatibilizar la forma en que se registran los resultados de los muestreos, donde se pueden intercambiar y facilitar datos para sus análisis.

Es fundamental registrar para cada cámara la siguiente información:

- a. Número de la unidad
- b. Localización geográfica (preferentemente en coordenadas UTM y su respectivo Datum)
- c. Fecha de instalación
- d. Hábitat (tipo de formación general)
- e. Comentarios (comentario general sobre las condiciones del sitio)

3.2.4 Signos indirectos

Información sobre la distribución y abundancia de los organismos es fundamental no sólo para entender su ecología y conducta, sino también para determinar su estado de conservación, evaluar posibles amenazas y diseñar programas de manejo con una mayor probabilidad de éxito. Desafortunadamente, en algunas especies es muy difícil generar este tipo de información y requiriere estudios extensos y costosos. Particularmente nos referimos a aquellas que (i) tienen grandes territorios, (ii) habitan en densidades bajas, (iii) son difíciles de detectar, (iv) tienen preferencia por ambientes de difícil acceso y/o (iv) son de hábito nocturno.

En este tipo de organismos, en que la probabilidad de observación directa es muy baja, en general vamos a depender del hallazgo de signos indirectos para la generación de datos sobre presencia. Fundamentalmente nos referimos a **huellas, deposiciones y pelo**. Otros signos de presencia posibles de encontrar son revolcaderos (i.e. guanaco, liebre), restos de alimento (i.e. semillas de *Retamilla ephedra* partidas por loro), restos de presa atribuibles a algún depredador (i.e. puma), y/o madrigueras o galerías características (i.e. conejo, cururo).

En este capítulo abordaremos tres temas principales: (1) Dónde buscar signos de presencia de fauna, (2) cómo realizar un adecuado registro y (3) cómo determinar la especie a la que

pertenecen. En general nos concentraremos más bien en huellas y fecas, probablemente los signos de presencia que con mayor frecuencia se encuentran durante las actividades habituales de personal de CONAF.

¿Dónde encontrar signos de presencia de fauna?

Los signos de presencia de fauna pueden fácilmente pasar desapercibidos. Es habitual que observadores no entrenados no detecten signos evidentes para el “ojo” experto, como la impresión parcial de una huella, restos de una deposición semienterrada o cubierta por vegetación, o el olor de una carcasa en descomposición. Por lo mismo el **entrenamiento del observador** no sólo en lo que respecta al criterio de búsqueda, sino también a la capacidad de detectar los signos cuando se encuentran en su campo visual, resulta fundamental. Conocimiento sobre **dónde mirar y qué buscar**, ayuda mucho a mejorar la capacidad de encontrar algún signo de presencia.

El criterio específico de búsqueda de signos va a depender en gran medida de los objetivos del estudio, de la zona geográfica y de la especie de interés. Sin embargo, en general podemos distinguir dos tipos de estudio:

1. Aquellos que se basan en la **búsqueda sistemática de signos en trayectos predefinidos**, que son recorridos repetidas veces en el tiempo. Habitualmente se realizan por senderos humanos y/o de fauna silvestre, aunque pueden incorporar tramos fuera de ellos. Este tipo de estudios son útiles como programas de monitoreo para detectar cambios en la abundancia de especies que utilizan extensamente los trayectos muestreados. Por ejemplo, un mismo sendero se puede recorrer diez veces en cada estación registrando fecas frescas de zorro. Esto permitiría monitorear cambios en la frecuencia de fecas (número de fecas promedio por transecto) entre ambientes (i.e. bosque vs estepa andina), estaciones (i.e. invierno vs verano) y entre años. A su vez, se podría considerar el número de fecas un proxy (indicador) de la abundancia de zorro. Por lo mismo, pese a que no se está contando el número de zorros en la zona, se está tomando una medida correlacionada con la abundancia de la especies.
2. Un segundo tipo de estudios busca **maximizar la probabilidad de detección de presencia de una determinada especie**. Este tipo de estudios se utiliza sobre todo en especies con preferencia de hábitat muy específica o con baja probabilidad de detección, y cuando interesa determinar si está presente o no en una zona. Por ejemplo, pese a que el puma suele utilizar senderos humanos, es poco habitual encontrar señales de su paso, sobre todo porque el sustrato suele ser rocoso, suelo duro o está cubierto de hojarasca. Además, el puma no suele defecar en los senderos, prefiriendo en general lugares más bien ocultos.

Por lo mismo, un estudio de presencia de puma puede ser más exitoso si se concentra en buscar signos de presencia (sobre todo deposiciones que perduran más en el tiempo), en roqueríos o posibles refugios para la especie donde es más probable encontrar signos de presencia dado que la especie se encuentra presente. Un muestreo sistemático en senderos puede no detectar signos de la especie pese a que ésta se encuentra presente. En estos casos dirigiremos nuestra búsqueda hacia aquellos lugares que consideramos frecuentados en mayor medida por la especie de interés, según criterios alimentados por la experiencia personal, por el conocimiento local tradicional y por la literatura. Este criterio suele irse afinando con el paso del tiempo, a medida que el observador va contando con un mayor número de éxitos y fracasos que van orientando su búsqueda.

Pese a que el criterio específico de búsqueda va a variar ampliamente según el estudio, la eco-región, la geografía y la especie de interés, existen algunas recomendaciones generales que pueden mejorar nuestra capacidad de encontrar signos de presencia de fauna:

1. La mejor forma para buscar signos, es **desplazarse a pie**. El avance a baja velocidad, cercanía al suelo y rápido acceso a equipo para registro, hace que en general se prefiera al avance a caballo o en vehículo.
2. Al desplazarse en búsqueda de signos, el observador debe estar **atento y mantener su vista en el suelo**, escaneando permanentemente sus alrededores en un radio de al menos 7 metros.
3. **Destinar la jornada únicamente a la búsqueda de signos**, evitando realizar otras actividades paralelas. Nuestra capacidad de concentración y campo visual son limitados, requiriendo un elevado grado de atención para detectar signos que muchas veces se encuentran parcialmente cubiertos o son poco claros. Ya que debiéramos estar mirando siempre hacia abajo, esta actividad no es compatible con otras que requieran lo contrario, sin comprometer los resultados de ambas.
4. Poner especial atención y cuidado con ciertos lugares que presentan condiciones ideales para encontrar huellas, que podemos denominar **“huelleros naturales”**. Ya sea por el sustrato o humedad, estos micro sitios suelen generar buenas impresiones de las huellas de la fauna que por ahí transita. En general puede tratarse de tramos con tierra más arcillosa, o con una fina capa de polvo. También depresiones que suelen tener un mayor grado de humedad, además de los puntos en que los senderos cruzan esteros o quebradas. Los bordes de río y lechos secos suelen ser excelentes lugares para encontrar huellas debido a la presencia de tierra más fina, la poca pendiente y mayor grado de humedad. Es muy importante tratar de identificar huelleros naturales en los trayectos que se muestrea, dedicándose atención a observarlos.

-
5. **El trabajo en equipos de al menos dos personas** permite mejorar sustancialmente la capacidad de detección de signos. No sólo se tiene el doble de atención, sino que también los criterios y formas de observación se complementan. Lo que pasa desapercibido para un observador puede ser detectado por el otro.
 6. El movimiento de los animales, suele dejar **senderos o huellas**, claramente perceptibles. Estos muchas veces coinciden con los senderos que usa el ser humano o el ganado. La razón se encuentra en que todos buscamos el camino de menor esfuerzo. Sobre todo en la etapa inicial de los estudios y cuando no se tiene un criterio muy claro de búsqueda, puede ser una buena aproximación priorizar el avance por dichos senderos de fauna, sobre todo aquellos con pocos indicios de uso humano.
 7. Es recomendable **revisar literatura o consultar expertos** sobre la conducta de las especies de interés del estudio-monitoreo. Esto puede orientar la búsqueda y mejorar la eficiencia de uso de tiempo, evitando perder tiempo prospectando zonas de poco interés desde la perspectiva de la especie.

¿Cómo registrar signos indirectos de presencia de fauna?

Al encontrar cualquier potencial signo de presencia de fauna, se debe realizar un adecuado registro que permita: (1) capturar la información relevante para el estudio y (2) solicitar la opinión de 3as personas para identificar la especie a la que pertenece un determinado signo.

Para realizar un adecuado registro, **el observador debe portar siempre** al menos:

- a. Libreta de notas.
- b. Planillas específicas para la toma de datos.
- c. GPS.
- d. Cámara de fotos digital.
- e. Pie de metro.
- f. Material para colecta de muestras (bolsas de papel, bolsas herméticas, marcador permanente, guantes de látex).

La mayoría de las veces la información relevante a **registrar en cada signo detectado** va a considerar **como mínimo**:

- a. Identificador de la observación (i.e. RC491).
- b. Fecha y hora de observación.
- c. Coordenadas GPS (Se recomienda guardar el punto con el identificador de la observación).

- d. Tipo de signo (fecas, huellas, pelos, etc.).
- e. Especie a la que se atribuye el signo.
- f. Observaciones o medidas específicas para cada tipo de signo.
- g. Fotografías adecuadas para cada tipo de signo.

Además del hallazgo de los signos, muchas veces nos va a interesar su frecuencia en función del esfuerzo de muestreo (ej. número de fecas de zorro por kilómetro caminado). Las medidas más utilizadas del esfuerzo de muestreo son distancia recorrida y tiempo de muestreo, por esta razón **es importante registrar siempre el punto GPS y la hora de inicio y término de los recorridos**, además de puntos intermedios que permitan reconstruir el trayecto.

Identificando la especie a la cual pertenecen los signos

Luego de la detección, es fundamental realizar una correcta identificación de los signos de presencia. Errores o imprecisión en la determinación de la especie a la que pertenecen los signos, resultan en información errónea y resultados no válidos. Sin embargo, puede existir cierto grado de incertidumbre debido a: (1) similitud entre signos de distintas especies, (2) variación intrínseca en los atributos que nos permiten asignar un signo a una u otra especie y (3) alteración de los signos producto del clima, de la acción de algún otro animal o simplemente del paso del tiempo. Así, **es clave - al momento de registrar un signo de presencia - anotar el grado de certeza en la identificación y sólo considerar para efectos del estudio aquellos sobre los que se tenga total seguridad**. Cuando exista incertidumbre, debe tratar de consultarse un experto.

Los criterios para distinguir fecas y huellas de las distintas especies se encuentran ampliamente descritos en la literatura.

Impresión parcial de huella de puma.



En ocasiones, producto de las características del sustrato, sólo una parte de la huella es visible, lo que dificulta su detección e identificación.

Feca atribuible a puma en la Reserva Nacional Ñuble.



Cuando hay abundante vegetación, las fecas pueden estar sólo parcialmente visibles. Algunas especies, como el puma, pueden enterrarlas ocasionalmente.

Huellas de puma en lecho seco en la Reserva Nacional Río los Cipreses.



Bordes de río, lugares donde se acumula humedad y zonas con suelo muy fino (arcilloso-limosos) constituyen excelentes "huelleros naturales".

Recuadro 1: Toma de muestras de fecas y pelo

1. *Marcar el punto GPS asignando un identificador (ej. 12-en-01).*
2. *Rotular el envase adecuado indicando: (1) Identificador - (2) Fecha - (3) Unidad - (4) Lugar - (5) Coordenadas (UTM, X, Y, H) - (6) Tipo de muestra - (7) Especie probable - (8) Diámetro de tratarse de fecas.*
 - a. *Para fecas recomendamos usar bolsas de papel, que permitan que salga la humedad excesiva. Debido a la fragilidad de dicho envase, recomendamos cubrirlo con una bolsa hermética que la proteja durante el transporte.*
 - b. *Para pelo, se puede usar solamente una bolsa hermética.*
3. *Utilizando guantes de látex, coleccionar la muestra. **Recomendamos tener cuidado y evitar acercarse las muestras al rostro, pues hay enfermedades que pueden transmitirse de animales silvestres al ser humano.***
4. *En el caso de fecas, es recomendable dejar al menos una parte de la deposición en el lugar, pues pueden ser importantes en la comunicación entre individuos de la especie (ej. usados como punto de definición de los territorios). Es importante que las fecas que ya fueron registradas sean marcadas de alguna forma para evitar su doble conteo en instancias posteriores (puede usarse una pirca de piedras, banderillas enterrables e incluso cinta forestal).*
5. *Las muestras deben almacenarse adecuadamente hasta su análisis o envío a otras instituciones. Para el caso de muestras de pelo, se debe evitar el daño mecánico a las bolsas y desgaste de los rótulos.*
6. *Las fecas deben congelarse para evitar su deterioro, la aparición de hongos y mal olor.*

Recuadro 2: Observaciones específicas para huellas y fecas

1. Huellas

Siempre se debe registrar el **tipo de sustrato** (barro, arena, arcilla, polvo). Cada unidad debiera definir los tipos de sustrato existentes en la misma y generar un instructivo al respecto.

Dependiendo del tipo de estudio y de la especie de interés, se podría solicitar algunas medidas específicas. Sin embargo, **al menos se debiera registrar el ancho y largo total de la huella**, como se muestra en la figura. Estas medidas pueden ayudar a determinar la especie a la que pertenecen.

Ancho (a) y largo (b) de una huella de puma (i) y guanaco (ii).



2. Fecas

Se recomienda hacer una **breve descripción del lugar donde se encontró** (puede ayudar a identificar la especie), además de la **morfología general** de la deposición. Si se realiza un buen registro fotográfico, podría no ser necesario exhibirse mucho en este sentido. **Lo que sí es fundamental medir, es el diámetro del segmento mayor sin deformidad evidente**, pues durante el traslado la muestra puede dañarse.

Forma de medir el diámetro de una feca.



Como se aprecia en la foto, se debe medir el segmento de mayor tamaño que no presenta deformidades producto de pisoteo o del clima. Se deben tomar dos medidas perpendiculares, indicando "alto" y "ancho".

Recuadro 3: Forma de realizar el registro fotográfico de signos

Para que los registros fotográficos sean útiles es clave la toma de fotografías adecuadas. Conocimiento básico sobre el uso de cámaras fotográficas es necesario, aunque en la mayoría de los casos el uso del **modo automático** va a ser suficiente para obtener buenas fotografías.

Debe siempre tomarse una fotografía general del lugar donde se encontró el signo, para luego continuar con el detalle.

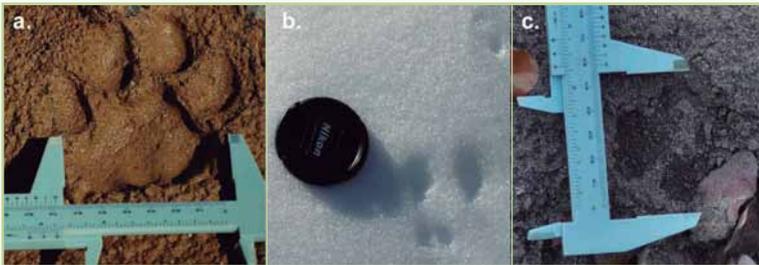
Forma adecuada de registrar una feca.



(a) Plano general de la ubicación, (b) detalle del grupo de segmentos y (c) detalle de los elementos más relevantes.

Siempre debe **incorporarse en la fotografía un elemento de medida** (ideal pie de metro) para utilizarse como referencia.

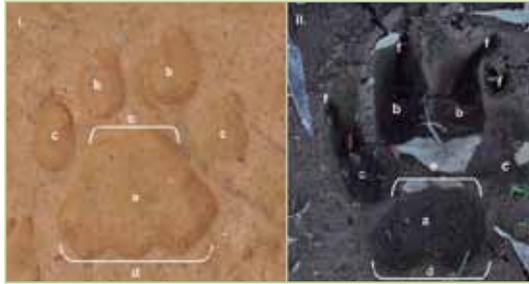
Forma adecuada de registrar huellas.



(a) puma, (b) roedor (cuando no se tenga pie de metro se puede recurrir a otro elemento de tamaño conocido y (c) zorro.

Las fotografías de detalles deben siempre tomarse perpendiculares al signo, idealmente a no menos de 50 cm de distancia. Esto evita alteración en las proporciones.

Terminada la actividad de terreno, los **archivos fotográficos deben rotularse con el identificador del signo en el nombre de archivo**. Se recomienda adjuntarlas a los informes, ya sea en físico o digital. Esta etapa es clave para evitar futuras confusiones y pérdida de información.



Elementos de una huella de (i) puma y (ii) perro: (a) cojinete plantar, (b) dedos interiores, (c) dedos exteriores, (d) borde posterior del cojinete, (e) borde anterior del cojinete, (f) marcas de uñas.



Elementos de la morfología de las deposiciones que deberían describirse: (a) forma de los bordes, (b) presencia de estrangulaciones y (c) número y aspecto general de los segmentos. Las fecas de puma (i) suelen estar compuestas de varios segmentos definidos por estrangulaciones. Dichos segmentos pueden estar unidos o separados, pero mantienen una forma cilíndrica (diámetro constante en cada segmento). Los extremos suelen ser redondeados, pudiendo presentar una pequeña protuberancia cóncava en su extremo. El diámetro es bastante regular y en general cercano a 3 cm. El color es en general blanco, incluso aunque la feca tenga pocos días de antigüedad. Por su parte, las fecas de zorro (ii) suelen tener una coloración más bien negra, conteniendo frecuentemente restos de semillas. Si bien pueden presentar segmentos, no suelen estar definidos por estrangulaciones claras como en el caso del puma y presentan un diámetro variable, angostándose hacia un extremo. El diámetro rara vez supera los 2.5 cm. Las fecas de perro (iii) pueden tener una forma y tamaño altamente variable. Por lo general no presentan las estrangulaciones y segmentación bien definidas de las fecas de puma. Su coloración es más bien café y puede no presentar restos de pelo y hueso.

3.3.2 Técnicas de muestreo directo

A pesar de la dificultad inicial para su reconocimiento, las aves son uno de los taxones más fáciles de monitorear, debido principalmente a su abundancia y características de mayor actividad y vocalización. Ésto, junto con la característica de varias aves como indicadores de “salud” de un ecosistema, las convierte en uno de los grupos de fauna silvestre más estudiados en todo el mundo. Las técnicas utilizadas para el monitoreo de las poblaciones de aves dependen del objetivo inicial y varían principalmente de acuerdo a las características del hábitat en que éstas se encuentran y a las características específicas del grupo de aves a monitorear.

a) *Censo*

Características: Contar todos los individuos (de una o varias especies) presentes en un lugar específico.

Objetivo: Determinar tamaño poblacional.

Tipo de aves: Para aquellas aves diurnas de tamaño medio a grande cuyas poblaciones se agrupan en un hábitat determinado que posee una buena visibilidad y que permite detectar a todos los individuos presentes.

Ejemplos: Patos en un humedal; Flamencos en un salar; Pingüinos en una isla.

b) *Transectos*

Características: Registrar todos los individuos observados o escuchados durante un recorrido lineal.

Objetivo: Determinar riqueza, abundancia relativa y/o densidad de especies.

Tipo de aves: Para aves diurnas en un hábitat abierto que permita un recorrido lineal y con buena visibilidad.

Ejemplos: Aves playeras; aves de pastizales, bofedales o matorrales abiertos.

c) ***Puntos de conteo***

Características: Registrar todos los individuos observados y escuchados durante un tiempo predefinido en un área circular de radio predeterminado.

Objetivo: Determinar riqueza, abundancia relativa y densidad de especies.

Tipo de aves: Para aves de todo tamaño que están presentes en hábitats de vegetación densa, donde el recorrido lineal es dificultoso y existe una baja visibilidad. Eficiente para aves crípticas de menor actividad y vocalización.

Ejemplos: Aves de bosque.

d) ***Playback (señuelos acústicos)***

Características: Reproducir artificialmente (mediante una grabación) la vocalización de la especie que se está monitoreando para obtener respuestas con el fin de registrar su presencia y abundancia relativa. En general después de cada reproducción, se tiene un período de escucha durante al menos un minuto, esperando escuchar alguna respuesta de la o las especies objetivo, para luego repetir la reproducción de la misma u otra especie (cada vocalización se repite al menos dos veces).

Objetivo: Determinar presencia y abundancia relativa de especies.

Tipo de aves: Para aves crípticas o de actividad nocturna, difíciles de observar mediante las otras técnicas.

Ejemplos: Aves rapaces nocturnas, especies raras o poco abundantes.

3.3.3 Monitoreo de nidos

La nidificación es una etapa clave en el ciclo de vida de las aves. Cada etapa en este proceso: búsqueda de pareja y sitio de nidificación, periodo de puesta de huevos, incubación, periodo de cría y vuelo, es vital para el éxito o fracaso de éste. Las características del hábitat donde ocurre la nidificación son fundamentales tanto por la posibilidad de que ésta se lleve a cabo, como para su posterior éxito. De esta manera, por ejemplo, para los pájaros carpinteros es muy importante la presencia de árboles viejos para poder excavar sus cavidades-nido y lograr una reproducción exitosa. Es por esto que encontrar un lugar adecuado para la reproducción, seguro contra depredadores y condiciones ambientales adversas, es un factor clave en la nidificación. Por ello, estudiar la ecología reproductiva de las aves provee información trascendental para su conservación y el manejo sustentable de su hábitat.

La búsqueda y monitoreo de nidos es la forma más directa de obtener información sobre el éxito reproductivo de las aves en un ambiente dado. Además, entrega información valiosa sobre cuáles son las características del hábitat más importantes para la nidificación de las diferentes especies, y cómo éstas se relacionan entre sí (algunas especies facilitan la reproducción de otras aves), entregando información sobre la calidad del hábitat. El monitoreo de nidos nos permite conocer importantes rasgos de la vida de las aves, como por ejemplo tamaños de puesta (número de huevos), tiempo de incubación, tiempo de cría, estado de desarrollo de las crías al abandonar el nido, número de puestas por temporada, entre muchas otras características. Lo anterior resulta de gran importancia para la evaluación de potenciales impactos negativos, naturales o antrópicos, sobre las poblaciones de aves, y su vulnerabilidad frente a diversas actividades de manejo del hábitat.

Existen distintos hábitos de nidificación en las aves. Por ejemplo, existen las aves que realizan nidos abiertos directamente sobre el suelo (como el Pilpilén - *Haematopus palliatus*), nidos abiertos en formas de taza (como el Fío fío - *Elaenia albiceps*), nidos abiertos colgantes (como el Picaflor chico - *Sephanoides sephaniodes*), nidos abiertos en forma de plataforma (como el Huairavo - *Nycticorax nycticorax*) y nidos en cavidades (como el Carpintero gigante - *Campephilus magellanicus*).

Nidos en cavidad (Golondrina chilena) y en forma de copa (Fio-fío).



La metodología para la búsqueda y monitoreo de nidos depende principalmente de los objetivos del estudio, y del hábitat y hábitos reproductivos de la especie en cuestión. A continuación, detallaremos la metodología utilizada más comúnmente para la búsqueda y monitoreo de nidos, enfocados principalmente en hábitats con alguna vegetación asociada, donde el esfuerzo de búsqueda presenta mayores dificultades. Esta metodología no necesariamente resulta ser la más efectiva para otro tipo de ambientes.

Búsqueda de nidos

Encontrar nidos en terreno, para la mayoría de las especies, requiere de un trabajo arduo y constante, que muchas veces puede resultar frustrante. La paciencia y conocimiento del hábitat y especie(s) de estudio son fundamentales para lograr una búsqueda exitosa. La técnica utilizada para encontrar los nidos variará de acuerdo a la etapa en que se encuentren los mismos. A continuación se enumeran los detalles más importantes a considerar para cada una de éstas:

1. **Etapa de construcción del nido.** Para conseguir un estimador exacto del éxito reproductivo y determinar con mayor certeza la duración de cada periodo, este es el momento ideal para localizar los nidos. Además, ésta suele ser una de las mejores etapas, ya que es posible observar a los adultos trasladando material para los nidos. Es altamente recomendable concentrar la búsqueda en esta etapa.
 - Concentrar el esfuerzo en seguir a los adultos trasladando material (ramitas, hojas, plumas, etc.) para el nido, más que en la búsqueda directa del nido.
 - Observar la trayectoria de las aves a simple vista, utilizando los binoculares cuando ya se ha establecido algún área específica.

-
- El material del nido puede ser muy pequeño, y muy difícil verlo a simple vista, por lo que es muy importante también observar el comportamiento de los adultos, como por ejemplo la interiorización reiterada de un individuo en un mismo arbusto o sitio apropiado para la nidificación.
 - Evitar seguir a los individuos desde muy cerca, para no interferir con su comportamiento y con un posible cambio en el sitio específico de nidificación. Además, existen muchas especies que no delatarán la ubicación del nido si sienten la presencia de un extraño.
 - Una vez localizado el nido, no acercarse mientras él o los adultos estén observando. Es preferible determinar la ubicación exacta y estado del nido horas más tarde, para evitar el abandono, ya que durante esta etapa muchas especies no dudarán en abandonar el nido al sentirse amenazadas.
2. ***Etapas de puesta de huevos.*** Sin duda, la etapa más difícil para detectar nidos, ya que las hembras sólo irán al nido a poner huevos, y muchas especies ponen sólo un huevo cada uno o dos días.
- Si la especie presenta dimorfismo sexual, es decir, existe una diferencia morfológica notoria entre el macho y la hembra, es recomendable concentrar el seguimiento de los adultos en las hembras.
 - Si se encuentra una hembra quieta en un lugar sin alimentarse, es posible que mire repetidamente el nido.
3. ***Etapas de incubación.*** En esta etapa es relativamente difícil detectar nidos, es necesario focalizarse en detalles y señales conductuales de los adultos para localizarlos. Entonces, se hace determinante la experiencia y conocimiento de la ecología de la(s) especie(s) que tenga el observador.
- Las hembras, y el macho en el caso de que incuben ambos sexos, pueden alimentarse con mayor rapidez, para volver pronto al nido.
 - Algunas especies suelen emitir un sonido antes de salir del nido y al llegar. Otras especies, incluso tienen vocalizaciones especiales para el momento en que están cerca del nido.
 - Si en el transcurso del seguimiento del adulto, éste es perdido de vista, es recomendable volver al punto inicial desde donde fue detectado, ya que es muy probable que desde ahí nuevamente se logre ver.
4. ***Etapas de cría de polluelos.*** Esta etapa es la más fácil para detectar nidos, ya que ambos adultos generalmente se encuentran alimentando a los polluelos y retirando bolsas fecales del nido (los polluelos defecan formando bolsas compactas de color blanco). Además, los polluelos suelen emitir sonidos que delatan la presencia del nido. Es un periodo muy activo

por parte de los adultos, por lo que el área-nido puede detectarse desde lejos, ya sea por la vocalización de los adultos o por la gran actividad que tienen en la búsqueda y caza de alimentos para los polluelos.

- Los adultos generalmente no entregarán el alimento a los polluelos si sienten la presencia de un observador muy cerca, e incluso pueden dejar caer el alimento o esconderlo en algunas ocasiones. Este comportamiento podría indicar que el nido está muy próximo. En este caso, es conveniente alejarse unos metros y seguir al adulto con binoculares.
- Es posible también, mediante binoculares, observar la extracción de bolsas fecales desde el nido, las que son liberadas generalmente a más de 10 metros del nido.

Etapas del período reproductivo de las aves.



Si en alguna de estas etapas el nido falla, ya sea debido a depredación, eventos climáticos, o cualquier otra razón, lo más probable es que los adultos hagan un segundo intento de nidificación en otro sitio, generalmente cercano. De igual manera, las especies que logran una nidada exitosa tempranamente en la temporada reproductiva, es probable que realicen otro intento de nido, utilizando, en muchos casos, el mismo nido construido anteriormente. Es importante considerar que las especies estarán más sensibles y menos tolerantes a la perturbación del nido durante la segunda nidada, por lo que es recomendable extremar las precauciones para no provocar el abandono del nido.

Monitoreo de nidos activos

Lo primero es definir “*nido activo*”. Hay diferentes formas de hacerlo, pero la más certera y recomendada es considerar un nido activo cuando se pueda asegurar la presencia de al menos un huevo o un polluelo en el nido, dado que una pareja de adultos podría terminar la etapa de construcción del nido y aun así nunca poner un huevo en él.

Por lo tanto, un nido activo está determinado por la presencia de huevos o polluelos. De esta manera, un segundo intento de nidificación en el mismo nido debe considerarse como otro nido activo. Así, un nido comienza con la puesta del primer huevo y finaliza con el vuelo del último polluelo o con el fracaso de la nidada. Al encontrar un nido activo, se le debe asignar un código (o número) único, así como también al sustrato donde se encuentra (suelo, arbusto, árbol, roca, cavidad, entre otros). Esto último, es muy importante para mantener el orden en el monitoreo e identificar el área exacta en los siguientes periodos.

La frecuencia de monitoreo de los nidos activos variará según el objetivo del estudio (puede que solamente se requiera determinar la existencia del nido). Para obtener información precisa, es recomendable hacer un seguimiento de éstos cada tres o cuatro días. Existen procesos claves que, de ser parte de los objetivos del monitoreo, requieren determinar con exactitud la fecha en que ocurren, estos son: el inicio de puesta de huevos, inicio de incubación, eclosión de los huevos y vuelo de los polluelos. Por ejemplo, si es que los polluelos parecen ya listos para volar, y se prevé que esto ocurrirá antes de la próxima visita programada, ésta debería adelantarse con el fin de obtener la fecha exacta en que los polluelos dejan el nido. Lo anterior es igualmente válido cuando se acerca el momento de la eclosión.

Si un nido parece inactivo por razones distintas al vuelo de los polluelos, se deberá revisar en detalle para lograr dilucidar las causas de esto. Por ejemplo, si no están los huevos o los polluelos, se debe registrar bien el nido en sí y unos 10 metros a la redonda buscando indicios de depredación (cáscaras de huevo, partes del nido, entre otros). Esto debe quedar debidamente registrado y descrito. Generalmente, si hay depredación en etapa de huevos, quedarán las cáscaras en el interior del nido o muy cerca, y si la depredación ocurre en etapa de polluelos, podrían verse las plumas, además de rastros de sangre o incluso restos de los polluelos. La depredación por culebras, podría complicar esta interpretación, ya que no suelen dejar rastros.

Equipo básico para la búsqueda y monitoreo de nidos:

- Hoja de datos.
- Binoculares y telescopio terrestre de ser necesario.
- Espejo pequeño con vara telescópica.

Consideraciones generales

- Existen especies menos tolerantes a la “*perturbación*” de su nido (Ej. Chercán, Cachudito) que podrían eventualmente abandonarlo si es que no se toman las precauciones del caso. Es muy importante conocer la sensibilidad de las especies a monitorear antes de realizar la búsqueda y manipulación de sus nidos.
- La medición de características del hábitat en que las especies se están reproduciendo es clave para determinar selección de sitios de nidificación y evaluar el éxito reproductivo asociado a éste.
- Es altamente recomendable retornar a sitios previos de nidificación, ya que muchas especies suelen continuar utilizando el área para su reproducción durante varios años.
- Es muy importante ser preciso en la determinación del número de huevos o polluelos en el interior del nido, o en determinar la causa de fracaso de una nidada. Estos datos son los que después permitirán determinar con precisión los tamaños de puestas y número de polluelos, la duración de cada etapa y realizar análisis de sobrevivencia y mortalidad, entre muchas otras cosas.
- El seguimiento de nidos podría llamar la atención de depredadores, por lo que deben tomarse los datos necesarios rápidamente y de haber algún tipo de medición que se requiera hacer (como medir polluelos por ejemplo), es preferirle hacerlo varios metros lejos del nido.
- Realizar un protocolo de búsqueda y seguimiento podría ser de gran ayuda para estandarizar el área de búsqueda, las metodologías y el esfuerzo de muestreo. Esto último, con el fin de poder comparar entre años y áreas de estudio, obteniendo el mayor provecho de los datos recolectados.
- Solamente debe manipularse el nido en caso de que sea absolutamente necesario y forme parte de los objetivos del monitoreo. No deben manipularse los nidos ni perturbar a los adultos simplemente para observarlos. De igual forma, debe considerarse el menor grado de perturbación en cada procedimiento que requiera la manipulación del nido, huevos, polluelos y/o los adultos.

3.3.4 Captura, medición y anillamiento

La cantidad de información que se puede obtener con un ave en la mano es enorme. El valor de capturar un ave está dado por la información que se puede obtener de ella, gran parte de la cual no es posible obtener de otra forma. Las principales ventajas y desventajas de capturar a un ave son:

Ventajas	Desventajas
a) Fácil identificación.	
b) Información morfológica, ecológica, fisiológica, poblacional y genética, entre otras.	
d) Evidencia física de los registros (ejemplares, fotografías, tejidos, muestras de sangre, entre otras), en caso de decidir colectarla.	a) Sesgo hacia las aves que se interceptan con su superficie. (e.j. aves de sotobosque).
e) Detectar algunas especies difíciles de registrar con otros métodos.	b) Es un método invasivo y puede ser mortal para el ave capturada.
f) Uso para educación ambiental.	

Las capturas en aves pueden realizarse de diversas maneras dependiendo de la especie y ambiente en que nos encontremos. Por lo tanto, existen distintas metodologías, las que dependerán de la(s) especie(s) objetivo, de su tamaño, hábitat y hábitos de vida principalmente. Por ejemplo, no se utilizará la misma metodología para un ave de bosque que para un ave costera o de humedal. Una de las metodologías más utilizadas para la captura de aves son las redes de captura. A pesar de que existen otros métodos, en esta sección nos concentraremos en éstas. Es posible encontrar distintos tipos de redes de captura, dependiendo de la forma en que ésta se realice. De esta manera, podemos encontrar distintos tipos de redes de captura. Así, las más frecuentemente utilizadas son las (i) *redes niebla* y las (ii) *redes de cañón*. Las primeras, se instalan verticalmente, siendo invisibles a la vista de las aves y es una forma de captura pasiva, es decir, la red está estática. Existen disponibles de diversos largos (3, 6, 9, 12 o 18 metros) y de distintos tamaños de nudos (dependiendo del tamaño de las especies que se quieren capturar). Por otro lado, la red de cañón, es una red de captura activa y que se dispone horizontalmente, permite atrapar aves en un gran número, como las aves de costa marina (ej. gaviotas). Consta de proyectiles de pólvora que se encuentran en pequeños cañones atados a la red, por lo que se requiere un permiso de manejo de explosivos. Cuando las aves están en zona de captura, estos se disparan simultáneamente quedando la mayoría de los individuos bajo la red.

Red niebla utilizada para estudiar la ecología de las aves del bosque templado andino y un picaflor chico capturado.



Una vez capturada un ave, y luego de ser liberada con extremo cuidado de la red (e introducida a una bolsa de resguardo), se procede a anillar y registrar las medidas morfológicas. Las medidas que se tomarán dependerán del objetivo de estudio, siendo las siguientes las más comúnmente registradas:

- a) **La masa corporal o peso:** para ello se utiliza una pesola o una balanza, registrándose el peso del ave dentro de la bolsa de resguardo, para luego medir la bolsa en solitario. El peso de la bolsa se resta al peso de la bolsa con el ave dentro, obteniendo el peso del ave.
- b) **Largo y ancho del pico:** para lo cual se utiliza un pie de metro, registrándose la distancia entre la base del cráneo y la punta del pico (largo) y el ancho del pico en la zona de mayor grosor de éste (ancho).
- c) **Largo del tarso:** utilizando nuevamente un pie de metro, se mide la distancia entre la "rodilla" del ave y su "tobillo".
- d) **Largo de la cola:** para lo cual se utiliza una regla metálica, registrándose la distancia desde la base de la cola hasta su extremo.
- e) **Largo del ala:** para lo cual se utiliza una regla especial que posee un tope en la punta.
- f) **Largo total:** para lo cual se utiliza nuevamente una regla con tope, registrándose la distancia entre la punta del pico y el extremo de la cola, con el ave de espalda y estirada sobre la regla.



El anillo, con un código único (o combinación de colores), es el que permite individualizar y realizar un seguimiento en futuras capturas del individuo. A partir del anillamiento y seguimiento de individuos es posible obtener información sobre:

- Movimientos de aves, tales como dispersión de juveniles y migración.
- Estimación de parámetros demográficos y dinámica de poblaciones, tales como producción anual y sobrevivencia.
- Investigación ecológica que requiera individualización, como patrones de muda, cargas parasitarias y selección de hábitat.
- Monitoreo de poblaciones e individuos.

Condiciones especiales

- El uso de redes de captura de aves debe ser precedido por una capacitación en su uso y en la manipulación de las aves. Por ello, en este manual no se detallará la metodología de anillamiento. Además, para realizar trampeo de aves, debe obtenerse un permiso especial que asegure el conocimiento adecuado de las técnicas utilizadas (www.snaa.cl/oficina.html).
- El bienestar de las aves es prioritario, por lo que:
 - Si la liberación demora mucho, debe cortarse la red y liberar al ave sin realizar las mediciones.
 - Utilizar bolsas de género para evitar el stress y lavarlas adecuadamente para cada actividad de muestreo en terreno.
 - Solo expertos deben manipular las aves.
 - Siempre considerar el código de ética del anillador (cuadro siguiente).

Código de Ética del Anillador

1. *Los anilladores son los responsables principales de la seguridad y bienestar de las aves que estudian, de manera que los riesgos, lesiones y muerte sean mínimos. Algunas reglas básicas:*
 - *Maneje cada ave de manera cuidadosa, suave, callada, con respeto y en el menor tiempo.*
 - *Capture y procese solo las aves que puede manejar con seguridad.*
 - *Cierre las trampas o redes de niebla cuando haya depredadores en el área.*
 - *No anille bajo condiciones climáticas adversas.*
 - *Evalúe frecuentemente la condición de las trampas y redes de niebla y repárelas rápidamente.*
 - *Entrene y supervise a los estudiantes de manera apropiada.*
 - *Revise las redes de niebla tan frecuentemente como las condiciones lo dicten.*
 - *Revise las trampas tan frecuentemente como se recomiende para cada tipo de trampa.*
 - *Cierre todas las trampas y redes de niebla de manera apropiada al final del anillado.*
 - *No deje trampas o redes de niebla colocadas y sin atención.*
 - *Utilice los tamaños de anillos y pinzas para cerrar adecuadas para cada ave.*
 - *Trate a las aves lesionadas de manera humanitaria.*
2. *Evalúe constantemente su propio trabajo para asegurar que está fuera de todo cuestionamiento.*
 - *Reevalúe los métodos si ocurren lesiones o muertes.*
 - *Pida y acepte críticas constructivas de otros anilladores.*
3. *Ofrezca evaluaciones honestas y constructivas sobre el trabajo de otros para ayudar a mantener los estándares más altos posibles.*
 - *Publique innovaciones en anillado, captura y técnicas de manejo.*
 - *Eduque a posibles anilladores y entrenadores.*
 - *Reporte cualquier manejo inadecuado de aves al anillador.*
 - *Si no mejora, haga un reporte a la Oficina de Anillado.*
4. *Asegure que sus datos sean correctos y completos.*
5. *Obtenga permiso previo para anillar en propiedades privadas y terrenos públicos donde se requiera autorización.*

Fuente: North American Banding Council, 2003

Tabla resumen de técnicas de monitoreo de aves.

Método de muestreo	Aves de bosque	Aves playeras	Aves acuáticas	Aves de matorral	Aves de pastizal	Aves rapaces diurnas	Aves rapaces nocturnas
Censos *		+	+		+		
Puntos de conteo	++	+	+	+	+	Δ	
Transectos	Δ	++	+	++	++	+	
Redes niebla	++	+	+	++	+	Δ	Δ
Redes de cañón		++			Δ		
Señuelos acústicos	+		Δ	Δ		+	++

++ Método mayormente utilizado; + Método utilizado en algunos casos; Δ Método aplicable en sólo algunos casos;

* La factibilidad de realizar un censo dependerá de los límites espaciales y temporales determinados por el investigador.

3.4 Técnicas de Muestreo para Anfibios y Reptiles

Los reptiles y los anfibios, son excelentes “semáforos” del estado de salud medioambiental. Al ser animales delicados, son los primeros en verse afectados y disminuir en número ante alteraciones de su ecosistema, lo que da la voz de alerta que algo no está bien en un ambiente determinado.

Al igual que para mamíferos y aves, es posible utilizar diferentes técnicas para el estudio de la herpetofauna (anfibios y reptiles). Para comenzar, debemos tener claras las diferencias en el comportamiento de anfibios y reptiles.

Los anfibios poseen una piel húmeda y delicada, por lo que no es fácil verlos en horas de mayor radiación solar y generalmente los encontramos escondidos bajo troncos, piedras, entre la hojarasca o en zonas inundadas. En el caso de los reptiles, los avistamientos generalmente son diurnos y en aéreas de mayor radiación solar. Dependiendo de la especie y sus hábitos específicos, los reptiles pueden encontrarse en el borde de caminos, sobre piedras, troncos o directamente en el suelo.

3.4.1 Transectos de búsqueda (anfibios y reptiles)

Es la técnica más sencilla y económica. Consiste en caminar a través de una recta buscando individuos por una distancia predeterminada. La unidad de esfuerzo se expresa en área prospectada, permitiendo detectar riqueza (número de especies), densidad (individuos por área) y abundancia relativa (número de individuos por especie) para dicha área.

3.4.2 Transectos auditivos (para anfibios)

Durante la temporada reproductiva, sapos y ranas macho utilizan vocalizaciones o “cantos” para llamar la atención de las hembras y competir contra otros machos. Al igual como ocurre en las aves, estos cantos son únicos para cada especie, permitiendo su identificación. Durante un transecto auditivo deben registrarse todos los anfibios escuchados a lo largo de un transecto de longitud predeterminada. El uso de playback es un importante complemento y su uso es similar al explicado en este manual para aves.

3.4.3 Parcelas de hojarasca (para anfibios)

Una variante de los puntos de conteo. Para realizar esta técnica es necesario seleccionar aleatoriamente dentro de un hábitat determinado un conjunto de pequeñas parcelas (áreas definidas) con sustrato de hojarasca. Cada una de estas debe ser examinada cuidadosamente, pudiéndose recolectar información sobre riqueza y abundancia relativa de especies. Esta técnica es eficaz para el estudio de especies de anfibios que utilizan éste hábitat y cuyo avistamiento se dificulta debido a la mimetización con las hojas del suelo.

3.4.4 Signos indirectos (anfibios y reptiles)

Otras posibles técnicas para el estudio de la herpetofauna están basadas en señales indirectas de su presencia, entre las que destacan:

- **Huellas (reptiles):** Si bien la utilización de huellas para el estudio de reptiles puede ser complejo debido al tamaño relativamente pequeño de los reptiles que habitan en nuestro país, puede entregar datos sobre la presencia de especies de mayor tamaño, como las culebras y la iguana chilena.

- **Mudas (reptiles):** Una de las características más representativas de los reptiles es la muda regular de piel o ecdisis. Un ojo bien entrenado es capaz de encontrar estos restos de muda.
- **Fecas y egagrópilas (anfibios y reptiles):** Mediante el estudio del contenido de fecas de animales y egagrópilas (regurgitados de aves rapaces) es posible identificar ciertas estructuras que no son digeridas por depredadores como gatos silvestres, zorros o aves rapaces. Huesos, uñas y escamas pueden ser identificadas dentro de estos restos al compararlas con muestras de referencia.

*Observación mediante lupa de los restos de una mandíbula de lagartija del género *Lialoemus* encontrada en las fecas de un puma en el PN Volcán Isluga.*



3.4.5 Captura

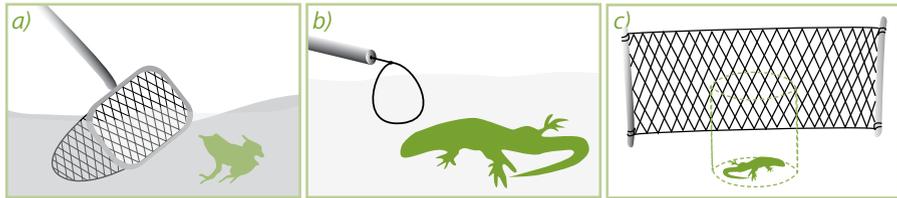
En ciertas ocasiones es necesario realizar captura de anfibios y reptiles para poder recopilar información que no se logra mediante la simple observación, si bien hay técnicas que son más seguras que otras, nos referiremos a las más conocidas:

a) Utilización de redes (anfibios): Consiste en atrapar anfibios en el agua mediante la utilización de redes, con la precaución de no dañar la vegetación acuática, que sirve de refugio a la fauna.

b) Noosing o laceó (reptiles): Esta técnica consiste en capturar a los reptiles mientras están termoregulando mediante el uso de una "caña o lazo", que posee un nudo corredizo que

permite capturar al animal por el cuello. Tiene el inconveniente de ocupar demasiado tiempo, ya que debe encontrarse a los individuos con anterioridad.

c) Trampa de malla (anfibios y reptiles): Estas trampas consisten en una barrera de malla de al menos 5m de longitud y unos 15 a 20cm de altura. En los extremos de estas barreras se entierran tarros o embudos en los que caen los reptiles o anfibios al tratar de bordear el cerco. Al utilizar este tipo de trampas se debe tener la precaución de revisarlas en intervalos cortos y regulares de tiempo para evitar la mortalidad de individuos.



Marcas

En el caso de los anfibios, hasta hace poco tiempo el método más ampliamente utilizado para el reconocimiento de los anfibios luego de su captura consistía en el corte del dedo de un pie. Recientemente se han desarrollado técnicas menos invasivas, como aprovechar el hecho de que la mayoría de los anfibios poseen marcas de la piel altamente variables. Otras técnicas incluyen la utilización de bandas elásticas de colores, pinturas fluorescentes, microchip, tatuajes, etc. Para los reptiles, la técnica más simple consiste en “pintar” con esmalte de uñas de diferentes colores a cada individuo, la utilización de plumones permanentes y el pegar en el dorso pequeñas marcas plásticas de diferentes colores.

3.4.6 Registros morfológicos

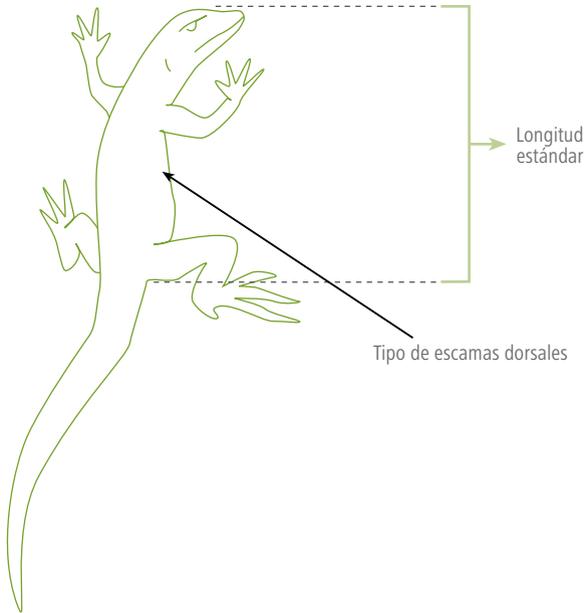
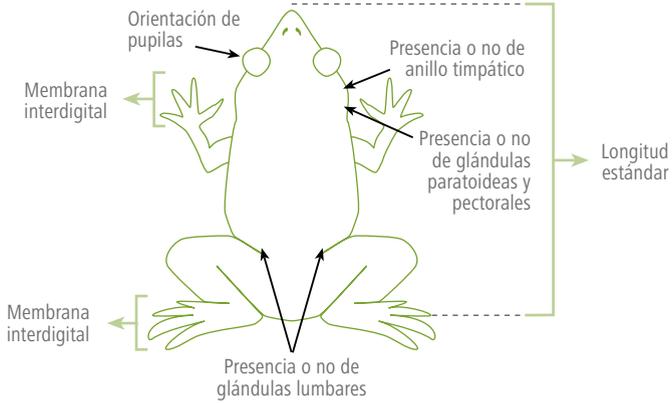
Anfibios

Longitud estándar			
Hocico	Corto		Aguzado
Aspecto	Frágil	Proporcionado	Macizo
Coloración dominante			
Bandas longitudinales			
Bandas transversales			
Manchas o lunares			
Pupila	Horizontal		Vertical
Anillo timpánico	si		no
Pliegue postocular	si		no
Glándulas paratoideas	si		no
Glándulas pectorales	si		no
Glándulas lumbares	si		no
Membrana interdigital	Completa	Incompleta	Ausente
Sexo	Macho	Hembra	Indeterminado
Hábitat			
Alimentación			

Reptiles

Longitud estándar				
Aspecto	Frágil	Proporcionado	Macizo	
Coloración dominante				
Bandas longitudinales				
Bandas transversales				
Manchas o lunares				
Escamas del dorso	Lanceoladas	Redondeadas quilladas	Redondeadas lisas	Granulares
Sexo	Frágil	Proporcionado	Macizo	
Hábitat				
Alimentación				

Morfología de Anfibios y Reptiles.



3.5 Especies invasoras

Las invasiones biológicas se consideran dentro de los principales factores que amenazan la biodiversidad biológica a nivel mundial, siendo el cambio climático y el efecto del ser humano algunas de sus principales causas. Las invasiones biológicas han causado una amplia alteración de la biota terrestre, cambiando los roles de las especies nativas en la comunidad, alterando procesos evolutivos y produciendo cambios radicales en la abundancia de especies, incluyendo la extinción de algunas. Estas alteraciones constituyen una de las grandes amenazas a la biodiversidad global sólo precedida en importancia por la destrucción de hábitats. Entender sus impactos y conocer los principales métodos de control de especies invasoras debiera ser parte de cualquier programa de monitoreo y manejo de un ASP en Chile.

Las invasiones biológicas son fenómeno en que una especie expande su rango de distribución original debido a actividades humanas. La especie pasa a ocupar extensas regiones en las que antes no se encontraba.

3.5.1 Impactos

- **Disminución o extinción de especies nativas:** las especies exóticas pueden ser vectores de enfermedades. También pueden competir con las especies nativas por los recursos o eliminarlas directamente depredando sobre ellas.
- **A nivel ecosistémico:** las especies invasoras pueden devastar ecosistemas completos, desecar cuencas de agua o desviarlas, causando una profunda alteración del paisaje.
- **A nivel económico:** las invasiones biológicas poseen consecuencias negativas, tales como pérdidas en cosechas agrícolas, bosques, pesquerías, entre otros. También existe un alto costo económico asociado a combatir las invasiones biológicas.

Principales invasiones biológicas en Chile.

Nombre común	Nombre científico	Área habitada	Daño
Conejo europeo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Chile Central	Restringe el establecimiento y permanencia de la flora nativa.
Liebre europea	<i>Lepus europaeus</i>	De la III a la XII región	Daña la vegetación nativa, los cultivos, huertos y plantaciones forestales. Compite con el ganado y los mamíferos nativos por los pastos.
Castor	<i>Castor canadensis</i>	Tierra del Fuego e Isla Navarino	Daña árboles y vegetación. Inunda bosques nativos ribereños y modifica el ecosistema.
Jabalí	<i>Sus scrofa</i>	IX a la XI región	Erosiona el sotobosque, dado su hábito de comer raíces. Depreda sobre la fauna nativa.
Ciervo rojo	<i>Cervus elephus</i>	IX a XI región	Se alimenta de árboles nativos y evita la regeneración.
Cotorra argentina	<i>Myiopsitta monachus</i>	II a la XII región de forma discontinuada	Daña las plantaciones frutales y cultivos de cereales. No se ha estudiado su impacto en la flora nativa.
Visión	<i>Mustela vison</i>	X a XI región	Depreda la fauna nativa, principalmente aves.

3.5.2 Manejo de especies exóticas

El manejo de especies exóticas, siempre debe partir del principio precautorio de que toda especie exótica es potencialmente perjudicial a menos que existan antecedentes o información científica confiable que acrediten lo contrario.

Estrategias de manejo

Según lineamientos de UICN para el manejo de especies exóticas, las estrategias de manejo de especies exóticas son:

- Prevención:** Tiene como fin evitar la introducción tanto intencional como accidental de especies exóticas a las áreas protegidas o a un sector de las mismas.

-
- b) **Detección temprana:** El objetivo es hallar especies exóticas introducidas o establecidas recientemente, y se basa en un sistema de relevamientos regulares en sitios o áreas de interés. La detección temprana constituye un paso fundamental para lograr erradicaciones o contenciones exitosas.
 - c) **Erradicación:** Tiene como función remover todos los individuos de la población con una baja o nula probabilidad de reinvasión en un periodo definido. La mejor etapa para erradicar una especie invasora es durante las primeras fases de la invasión.
 - d) **Control:** Estrategia a seguir cuando la erradicación no es posible o conveniente. El control implica limitar la abundancia de la población problema, por medio de un esfuerzo constante y sostenido a largo plazo. Consiste en reducir la abundancia y/o acotar la distribución de una invasión.
 - e) **Mitigación:** Es la estrategia a elegir si la erradicación o el control no son posibles, convenientes o han fallado al manejar una especie exótica. A diferencia de la erradicación o el control, las actividades de mitigación no afectan directamente a la especie invasora, si no los recursos que se desean proteger.

Cuando la selección de las estrategias mencionadas no sea posible o conveniente, deberá evaluarse la conveniencia de **implementar un plan de monitoreo** de los impactos de la invasión.

Métodos de control y erradicación de fauna

Tanto los programas de control como de erradicación deben seguir cuatro fases esenciales: **definición del problema, elaboración del programa, implementación del programa y evaluación y monitoreo.**

El personal implicado en el control de las especies invasoras debe contar con una sólida formación en cuanto al reconocimiento de la especie de la que se trata y en las técnicas a utilizar.

Los métodos de control y erradicación de fauna se pueden clasificar de acuerdo a su carácter en:

- a) **Control físico:** Implica técnicas de trapeo y caza, los cuales deben ser parte de un programa integrado de control.

-
- b) **Control químico:** Incluye venenos, narcóticos, tóxicos, anticoagulantes, etc. Para el uso de este método es necesario extremar las precauciones, usando dosis mínimas, concentrando su aplicación a las áreas infectadas o a individuos concretos.
- c) **Control biológico:** El control biológico implica la utilización de un ser vivo para regular las poblaciones exóticas. El control biológico es considerado aquí en su sentido más amplio, incluyendo el uso de enemigos naturales (depredadores, competidores, parásitos o patógenos), de sustancias de origen biológico o de la alteración de procesos biológicos. Este tipo de control debe ser sometido a rigurosos análisis de riesgos, para evitar efectos negativos no deseados.



Capítulo 4

Evaluación e interpretación de los
resultados del monitoreo

Evaluación e interpretación de los resultados del monitoreo

En las secciones anteriores vimos la importancia de diseñar bien y aplicar las metodologías correctas en un monitoreo de fauna. Ahora, una vez tomados los datos en terreno, debemos analizarlos de forma que podamos interpretar los resultados y publicar la información más relevante obtenida de ellos.

El objetivo de este manual no nos llevará a describir los análisis estadísticos asociados a los datos obtenidos en terreno, pues esto por sí mismo es tema para una guía específica, y la finalidad de este manual es principalmente mejorar la capacidad de generar los datos en terreno con metodologías estándar. Sin embargo, la capacidad de interpretar al menos en forma cualitativa los datos conseguidos en el campo es deseada para todos los responsables del monitoreo, especialmente para quienes serán los encargados de obtener los datos en terreno (Guardaparques), pues de otra forma se pierde un incentivo clave para el éxito del monitoreo.

Clave para una adecuada interpretación de los datos es mantener un orden en su registro y en el traspaso de la información a una base de datos (*ver capítulo 2*). Una vez que tenemos los datos ordenados correctamente en una hoja de Excel, su análisis e interpretación es fácil.

4.1 Calcular promedios y graficar

Supongamos que quisimos saber cómo varía para distintos años la abundancia de una especie de ave, el Rayadito, dentro del Parque Nacional Huerquehue. La metodología utilizada para ello fue la siguiente: el muestreo se realizó mediante puntos de conteo, para lo cual se utilizaron 5 puntos (para abarcar distintas zonas del parque), y fue repetido con la misma metodología durante cinco años seguidos. La tabla con los datos brutos es la siguiente:

Año	Nº Punto de conteo	Abundancia del ave
2007	1	7
2007	2	8
2007	3	6
2007	4	9
2007	5	8
2008	1	8
2008	2	7
2008	3	9
2008	4	10
2008	5	9
2009	1	9
2009	2	7
2009	3	8
2009	4	6
2009	5	9
2010	1	10
2010	2	7
2010	3	9
2010	4	8
2010	5	11
2011	1	3
2011	2	4
2011	3	2
2011	4	3
2011	5	3

¿Cómo interpretamos esta información recolectada durante cinco años de monitoreo?

Para comenzar, tenemos diferentes valores de abundancia para el ave dentro de un mismo año, uno por cada punto de conteo, lo cual hay que llevar a un solo valor de abundancia anual promedio (debido a que en este caso no estamos comparando variación dentro de un mismo año y el muestreo se realizó en una sola época). Para ello simplemente se suman todos los valores de abundancia para un año y se dividen por el número de puntos de conteo realizados. En nuestro ejemplo, para el año 2007 sería:

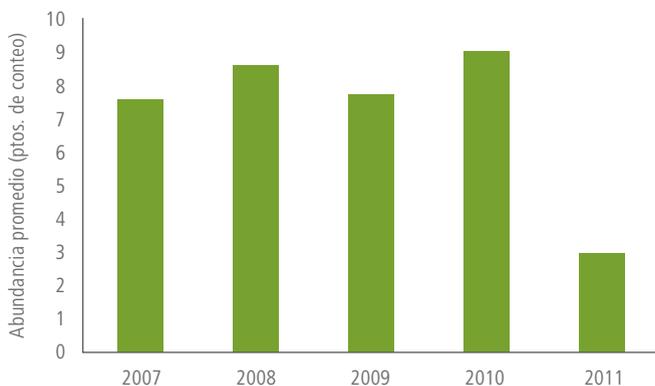
$$\frac{7 + 8 + 6 + 9 + 8}{5} = \frac{38}{5} = 7,6$$

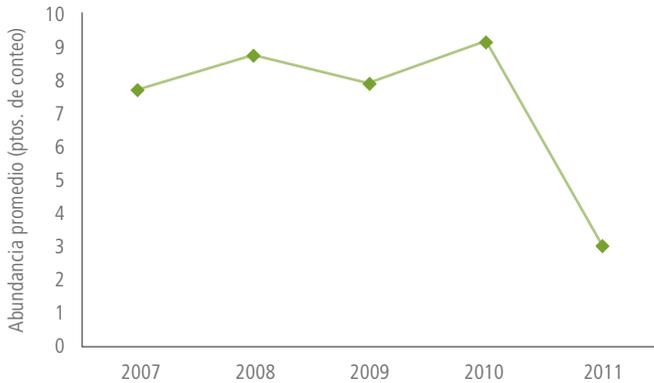
Esto quiere decir que, para el año 2007, la abundancia promedio de Rayaditos por punto de conteo fue de **7,6 individuos**.

De la misma forma se calcula el promedio para cada año y se conforma una nueva tabla con los promedios anuales, la cual quedaría de la siguiente forma:

Año	Abundancia promedio del ave
2007	7,6
2008	8,6
2009	7,8
2010	9
2011	3

Ya tenemos un valor único de abundancia relativa de la especie para cada año de monitoreo, lo cual ya nos permite sacar conclusiones. Sin embargo, siempre es recomendable graficar los datos para generar información más clara y visualmente atractiva. Para el caso de un monitoreo en el tiempo, se pueden utilizar diferentes tipos de gráficos, pero siempre son recomendables las series de tiempo (la fecha en el eje horizontal y la variable medida en el eje vertical unidas por una línea), pues permiten observar claramente los cambios de la abundancia en el tiempo. A continuación se muestran 2 diferentes gráficos que podemos utilizar en este caso:





Ambos gráficos nos muestran las diferencias en la abundancia de la especie para los diferentes años, sin embargo el gráfico de abajo (línea de tiempo) refleja con mayor claridad la disminución de la abundancia entre los años 2010 y 2011. Finalmente, podemos interpretar los resultados del monitoreo: Se produjo una importante disminución en la abundancia de Rayaditos durante el último año de monitoreo. Luego, podemos investigar las causas que podrían explicar este fenómeno o confirmar los impactos de algún proceso o actividad llevada a cabo dentro del Parque sobre la población de Rayaditos.

4.2 Índices de Biodiversidad

La biodiversidad no se mide únicamente de acuerdo a la diversidad de especies de animales o plantas presentes en un sitio determinado, sino que incluye su variabilidad tanto genética como de ecosistemas. Sin embargo, aún se utilizan algunos índices de diversidad biológica que se basan únicamente en el número de especies diferentes y su abundancia dentro de una comunidad. Si bien estos índices no hablan de la biodiversidad en su totalidad, son útiles para obtener información sobre la diversidad de especies, considerando la actual destrucción de los hábitats naturales para la fauna. Estos índices permiten comparar la diversidad de especies entre dos o más hábitats (no tiene sentido calcular el índice para un solo sitio, pues no posee interpretación).

Objetivos:

- Evaluar la importancia relativa de diferentes hábitats para la diversidad de fauna.
- Evaluar cambios en la diversidad de especies en el tiempo para un mismo hábitat.

Precauciones:

- Estos índices no discriminan por el valor ecológico de las especies. Una especie en peligro de extinción pesa lo mismo que una especie común, o incluso que una especie introducida (podría subestimarse el valor ecológico de un hábitat que posee pocas especies, pero con amenazas a su conservación).

Índice de Shannon - Wiener

Es uno de los índices más utilizados y está basado en la riqueza de especies (número de especies diferentes en una comunidad o hábitat) y en la equidad entre especies (cuán equivalentes son las abundancias para las distintas especies dentro de una comunidad o hábitat). Por ejemplo, si tenemos una muestra de 20 individuos en una comunidad pertenecientes a solo dos especies diferentes, la mayor equidad posible equivale a diez individuos para cada especie. Si en otra comunidad con las mismas u otras dos especies, una de ellas posee en la muestra quince individuos y la otra solamente cinco, existe una menor equidad y el índice de diversidad de Shannon será menor, a pesar de que ambas comunidades poseen dos especies. Por supuesto, si la equidad es igual para ambas comunidades, pero una de ellas posee una mayor riqueza de especies, ésta tendrá un mayor índice de diversidad.

La ecuación para calcular el índice de Shannon - Wiener es la siguiente:

$$H = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde p_i es la proporción de los individuos de la especie i del total de individuos para la comunidad y H es el valor del índice para esa comunidad, siendo un valor del índice mayor interpretado como una mayor diversidad.

Veamos un ejemplo:

Queremos comparar el índice de diversidad de aves en dos bofedales dentro del Parque Nacional Volcán Isluga. Para ello, realizamos para cada bofedal un muestreo mediante transectos de observación. Los muestreos se realizan siguiendo las mismas metodologías y en la misma época para ambos bofedales. Los resultados del muestreo son los siguientes (se observan todos los cálculos necesarios):

Bofedal A

Especie	Abundancia	p_i	$\ln(p_i)$	$p_i(\ln p_i)$
1-Tortolita de la Puna	84	0,33	-1,11	-0,37
2-Piuquén	4	0,02	-4,16	-0,06
3-Plebeyo	91	0,36	-1,03	-0,37
4-Cuervo del Pantano	34	0,13	-2,02	-0,27
5-Flamenco Chileno	43	0,17	-1,78	-0,30
Total	256	1,00	-10,11	-1,37

Bofedal B

Especie	Abundancia	p_i	$\ln(p_i)$	$p_i(\ln p_i)$
1-Tortolita de la Puna	93	0,73	-0,31	-0,23
2-Becacina de la Puna	4	0,03	-3,46	-0,11
3-Suri	2	0,02	-4,15	-0,07
4-Flamenco Chileno	28	0,22	-1,51	-0,33
Total	127	1,00	-9,43	-0,74

De acuerdo a la fórmula vista antes, el índice de Shannon para cada comunidad es el negativo de la suma de todos los valores de $p_i(\ln p_i)$ para cada especie. Tenemos entonces que el índice de diversidad H para el bofedal A = **1,37**, mientras que para el bofedal B = **0,74**. Ahora, podemos interpretar entonces que:

1. ¿El bofedal A es más biodiverso que el bofedal B?

El índice nos dice que **sí es más biodiverso** (al menos a nivel de especies), debido a que posee un mayor número de especies (cinco, versus las cuatro especies en el bofedal B) y probablemente posee una mayor equidad (esto es más difícil de determinar a simple vista).

Precaución: Si el muestreo se realizó solamente en una ocasión (un año y una estación), debemos considerar que la ausencia de alguna especie puede deberse únicamente a que no se encontraba en ese momento, pero no podemos descartar su presencia en el humedal. Es por esto que se recomienda repetir los muestreos en distintas épocas del año y durante varios años consecutivos, de forma de obtener resultados más representativos de la diversidad existente.

2. ¿El bofedal A posee mayor valor ecológico que el bofedal B?

Esto no lo podemos determinar simplemente comparando los índices de diversidad. A pesar de ser más diverso, para comparar el valor ecológico de diferentes hábitats, debemos considerar además la composición de especies. Por ejemplo, en el bofedal B se observó 4 individuos de Becacina de la Puna, una especie bastante escasa y muy difícil de observar. Además, se observó en el humedal B dos individuos de Suri, una especie que se encuentra Casi Amenazada a nivel mundial.

El índice de diversidad nos permite comparar la biodiversidad entre dos o más hábitats (o un mismo hábitat en años diferentes), pero la interpretación de éstos índices deben complementarse con información anexa sobre estados de conservación o incluso con la evaluación de especies carismáticas, en el caso que el objetivo sea determinar áreas de interés para el turismo, por ejemplo.

4.3 Criterios de amenaza a la fauna

Uno de los principales objetivos del monitoreo de fauna dentro de las ASP es recolectar información sobre los grados de amenaza que enfrentan las especies de nuestro país, con el fin de clasificarlas dentro de las categorías de conservación tanto a nivel nacional, como internacional. Para ello, resulta fundamental conocer los criterios para generar estas categorías, de forma de diseñar el monitoreo e interpretar los resultados de acuerdo a ellos. La UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) es el organismo internacional encargado de determinar los estados de conservación de las especies a nivel mundial. Para ello, se evalúa la información existente para cada especie de acuerdo a cuatro criterios:

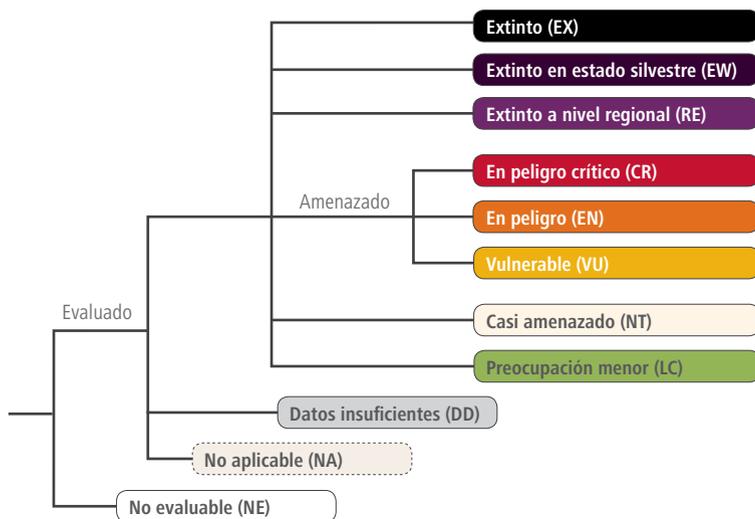
- 1) **Tamaño Poblacional:** El número de individuos total de una especie resulta de gran relevancia para evaluar su grado de amenaza. Una reducción de la población refleja posibles impactos negativos sobre ella y, dependiendo del grado de esta disminución, la especie puede ser catalogada en alguna de las categorías de amenaza.
- 2) **Distribución Geográfica:** El área total donde se distribuye una especie determina de forma directa e indirecta las potenciales amenazas a su conservación. Para especies con distribución acotada, la principal amenaza radica en posibles eventos naturales o causados por el hombre que afecten específicamente el área de distribución de la especie, aumentando

la probabilidad de extinción de la especie. La disminución del área de distribución de una especie y/o la fragmentación de su hábitat, aumentan su grado de amenaza.

- 3) **Proporción de individuos maduros:** La cantidad de individuos en edad reproductiva de una población incide directamente sobre su capacidad de mantenerse en el tiempo. Poblaciones con una baja proporción de parejas reproductoras poseen mayores amenazas a su conservación.
- 4) **Probabilidad de extinción en las próximas generaciones:** De acuerdo a los criterios anteriores, se evalúa la posibilidad de que una especie se extinga dentro de las décadas siguientes, clasificándolas de acuerdo a éste riesgo dentro de las diferentes categorías de amenaza.

Es fundamental considerar estos criterios a la hora de establecer los objetivos del monitoreo de fauna en las ASP, de forma de cumplir con la información que nos permita clasificar la mayor cantidad de especies chilenas dentro de estas categorías. Además, estos criterios servirán de base para la evaluación e interpretación de los resultados del monitoreo, pues destacan las características más importantes a considerar para la protección de la fauna en las ASP.

Categorías de conservación según la UICN.





Capítulo 5

Muestras biológicas y bioseguridad

Muestras biológicas y bioseguridad

Durante las actividades de monitoreo de fauna es frecuente encontrar material biológico que, si bien puede no ser el objetivo final del monitoreo, puede aportar información valiosa. La recolección de fecas de mamíferos permite, entre otras cosas, identificar las presas que está consumiendo la especie. De la misma forma, fecas, pelos y restos animales encontrados permite la extracción de ADN de la especie para reconocimiento de individuos o estudios de ecología molecular, filogenéticos o filogeográficos de las especies. La extracción de sangre de individuos vivos capturados permite extraer ADN y realizar estudios de presencia de enfermedades, entre otros. Es por esto la importancia que el equipo de monitoreo de fauna conozca las metodologías que deben aplicarse para la obtención y almacenamiento correcto de este tipo de muestras biológicas, con el fin de no perder esta información.

La recolección de muestras biológicas es de suma importancia para el seguimiento de las poblaciones animales, ya que son fuente de valiosa información para estudios científicos y programas de conservación de fauna silvestre. Además, debido a la gran dificultad y tiempo necesario en terreno para la obtención de muestras, ya que son muy escasas y muchas veces se encuentran en lugares de difícil acceso, su observación fortuita y recolección permite ahorrar esfuerzos para generar información de vital importancia.

Un adecuado registro anual de animales muertos permite aportar antecedentes sobre la historia de vida de las especies y puede ser fundamental como información base para determinar causas naturales de mortalidad y aquellas causadas por el ser humano. De igual forma, al manipular material biológico (vivo o muerto), es necesario tener consideración especial con la Bioseguridad. Sin la precaución correspondiente, existe la posibilidad de contraer infecciones o enfermedades transmitidas por la vida silvestre a los humanos o viceversa (antropozoonóticas).

5.1 Obtención de muestras

Para realizar conservación basada en la evidencia es de suma importancia realizar estudios de la fauna silvestre y del ambiente que los rodea. Es por esto que en el ámbito de la conservación y el manejo de vida silvestre, la recolección de muestras biológicas es clave. Dependiendo del estudio a realizar se necesitan distintos tipos de muestras, preservadas o fijadas de diferentes maneras. Hay dos tipos de muestras: *invasivas* y *no invasivas*.

5.1.1 Muestreo invasivo

Las muestras invasivas corresponden a muestras donde necesariamente **se debe capturar el animal** para poder obtenerla. Un ejemplo claro de esto es la obtención de muestras sanguíneas para estudios genéticos, ecotoxicológicos o hematológicos. Este procedimiento siempre se debe realizar con los estándares más altos **de bienestar animal y de bioseguridad**.

Los protocolos de captura de fauna silvestre dependen de la especie, pero generalmente hay dos tipos de captura: *Inmovilización física* e *inmovilización química*.

Inmovilización física

En el caso de la inmovilización física, ésta se puede realizar de diversas maneras. Un ejemplo claro son la aves. La mayoría de la aves en terreno se capturan y sujetan con inmovilización física, ya que es lo mejor para su fisiología. Factores a considerar son varios como ver si son voladoras o no, individuales o grupales, época del año o condición fisiológica, etc. Para dar un ejemplo claro y esquematizado podemos analizar el caso de los pingüinos. En estas especies, la captura manual se realiza con un lazo de ahorque para poder sacar el individuo del nido, mientras que luego se sujeta de manera manual de la cabeza, del cuerpo y de la patas.

Captura de un pingüino magallánico para realizar la sujeción física en Puñihuil, Chiloé.



Para mantener el máximo estándar de bienestar animal, se debe colocar una capucha sobre sus ojos para que no vea lo que está ocurriendo y se sienta más tranquilo.

Dependiendo de la especie con la cual se está trabajando, el sitio de obtención de una muestra sanguínea es diferente. En el ejemplo práctico de los pingüinos, los sitios de venipunción (zona donde se inserta una aguja para obtener una muestra sanguínea) son la vena metatarsal medial (en el área interna de las patas donde tiene escamas), la yugular derecha (en el lado derecho del cuello) o en la vena ulnar (zona interna de la aleta).

Zona de venipunción metatarsal en pingüino de Humboldt en el Parque Nacional Pan de Azúcar.



Luego de la obtención de la muestra de sangre y de todas las mediciones que se deben realizar del individuo, éste debe ser liberado en el sitio donde se obtuvo (en este caso, su nido) con el mayor cuidado posible para disminuir el estrés.

Inmovilización química

Se refiere al uso de anestésicos para poder trabajar con el animal inmóvil. En el caso de especies donde se debe utilizar inmovilización química, ésta generalmente se puede realizar de dos maneras. Primero, se puede utilizar un rifle con dardos anestésicos, lo que se denomina inmovilización química a distancia y usualmente se utiliza para animales de gran tamaño y peligrosos como son el puma (*Puma concolor*) o herbívoros grandes como los guanacos (*Lama guanicoe*) y huemules (*Hippocamelus bisulcus*). El anestésico se calcula estimando el peso del animal que se anestesiará, y debe ser manejado por un médico veterinario.

Otra forma de realizar una inmovilización química para la obtención de muestras sanguíneas es capturando el animal en una trampa diseñada para la especie y luego inocular el anestésico directamente de manera intramuscular. Este método se utiliza para especies de menor tamaño como son las guiñas (*Leopardus guigna*) o los micromamíferos, donde no es necesario ni conveniente utilizar un rifle. En el caso práctico de las guiñas se puede obtener una muestra

de sangre de la vena cefálica la cual es muy pequeña en estas especies, pero suficientemente grande para poder obtener una muestra necesaria.

Obtención de muestra de sangre de la vena cefálica de Gato guiña para estudios epidemiológicos en la Araucanía.



Mantención de muestras sanguíneas en terreno

Según el objetivo por el que se requiere obtener la muestra de sangre, varía el cómo se debe guardar. Muchas veces las muestras de sangre se pueden guardar en *Vacutainers* con heparina o EDTA, dependiendo de la especie que se está estudiando, para luego guardarlo en un refrigerador a 4°C hasta llegar al laboratorio para poder analizarla. Para poder hacer análisis citológicos (de las células de la sangre) es necesario realizar frotis sanguíneos en terreno y teñirlos para su futura observación en el laboratorio.

Frotis sanguíneos en terreno.



Para estudios ecotoxicológicos, es necesario guardar la muestra en tubos denominados *criotubos*, que resisten temperaturas muy bajas, y luego colocar la muestra completa dentro de un tanque de nitrógeno líquido que se encuentra a -196°C . Dado que esta temperatura es extremadamente baja, puede ser muy peligroso si llega a estar en contacto con la piel de un ser humano, por lo tanto se deben tomar todas las precauciones del caso: utilizar dos pares de guantes, trabajar con mascarillas y en un ambiente ventilado.

Manipulando un tanque de nitrógeno líquido para mantener muestras de sangre para estudios eco-toxicológicos en terreno.



Otra forma de mantener muestras de sangre en terreno, suficientemente buenas para análisis genéticos, es fijarlas con etanol al 70%. Esto se puede realizar justo después de obtener la muestra de sangre o en el campamento base. Estos tubos con las muestras de sangre en etanol se pueden mantener a temperatura ambiente por todo el tiempo necesario, no es necesario refrigerar.

Si se está manipulando un animal, siempre se debe tener un veterinario en el equipo de trabajo, especialmente si se utilizarán anestésicos. Siempre se debe tomar en consideración el bienestar animal del individuo en estudio y, por lo tanto, los protocolos de obtención de muestras deben ser los adecuados para la especie.

5.1.2 Muestreo no invasivo

Carcasas de animales

Es común para los guardaparques de las áreas silvestres protegidas encontrar animales muertos durante sus patrullajes en las zonas menos habitadas. Usualmente, estos sucesos solamente quedan en los registros, sin embargo, esta es información muy importante para los estudios de fauna silvestre.

Cuando se encuentra un animal muerto, lo primero que se debe hacer es registrar el punto mediante GPS, tomar una fotografía del área, con el animal muerto y también de las lesiones que éste pudiera tener. En varias ocasiones, esta fauna muerta se encuentra en muy mal estado de descomposición o momificación, sin embargo esta información igual es útil. Se debe realizar un registro de cada uno de estos sucesos, con el nombre de la especie, fecha, localidad donde se encontró (georeferenciado), estado del animal (fresco, en estado de descomposición, momificación), y otras observaciones importantes, como son las laceraciones evidentes que pudiera tener, si es adulto o juvenil, cuántos individuos muertos se pueden evidenciar, si hay animales carroñeros alimentándose de él, y una posible causa de muerte si acaso es evidente. Luego se deben tomar muestras de estos ejemplares.

Animales encontrados muertos durante terreno (Zorro gris, Quique y Bandurrilla).



En el caso que el animal se encuentre en malas condiciones, las muestras que se debieran obtener es de tejido muscular (si es posible diferenciarlo) o de tejido en general, si el ejemplar se encuentra momificado, para luego colocarlo dentro de un tubo *falcon* con alcohol al 70%.

Obtención de muestras de tejido de animales encontrados muertos en terreno (Guanaco y lobo marino) y tubos Falcon.



Estas muestras se pueden almacenar a temperatura ambiente y pueden servir para estudios genéticos.

En animales que se encuentran frescos, se puede obtener una mayor cantidad de información, ya que es posible sacar muestras de los órganos para estudios histopatológicos. Estas muestras deben ser extraídas con cuidado y guardadas en formalina diluida al 10%. También se deben obtener muestras de órganos y fijarlas en alcohol al 70% y guardarlas a temperatura ambiente para estudios genéticos y epidemiológicos.

Fascos con animales encontrados muertos en terreno fijados en alcohol 70% o formalina al 10%.

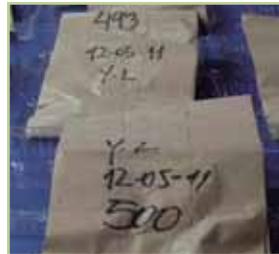


Si el sistema gastrointestinal se encuentra intacto, es importante abrirlo y buscar muestras de parásitos (helmintos) y guardarlos en etanol al 70% ya que sirven para estudios parasitológicos de las especies. También se puede recolectar el contenido estomacal para estudios de dieta. Todos estos datos deben ser anotados en una tabla y los frascos deben ser rotulados con el nombre de la muestra, la fecha y la localidad de dónde se obtuvieron. También es de suma importancia anotar el nombre de la persona que colectó la muestra en los frascos ya que si hay alguna duda de las muestras obtenidas, o de los datos anotados, debe saberse a quién preguntar.

Fecas

En terreno es común no solo encontrar carcasas de animales muertos, sino también muestras de fecas. Si éstas se encuentran frescas, deben recolectarse con guantes y depositarlas en frascos de plástico estériles y guardarlos en alcohol al 70% ya que pueden servir para estudios genéticos de la especie, de su dieta y de los parásitos presentes en las heces.

Metodología para la recolección y almacenamiento de fecas en terreno.



Si las fecas están secas (lo cual es lo más común) se deben recolectar y guardar en bolsas de papel, para luego analizarlas con el fin de determinar la dieta del animal. Para estudios de dieta utilizando estas fecas, es de gran valor guardar muestras de pelo y huesos cuando se encuentran animales muertos, ya que se pueden utilizar como puntos de comparación con los restos de huesos, exoesqueletos y pelos encontrados en la fecas.

5.2 Análisis de muestras biológicas

5.2.1 Materiales (para análisis de fecas)

- ✓ Bandejas plásticas o plumavit (el plumavit es menos resbaloso por lo tanto es más fácil manipular muestras en ese material).
- ✓ Cajas plásticas tipo cassata de helado.
- ✓ Pinzas finas para manipular pelos y restos óseos.
- ✓ Microscopio (hasta 40X).
- ✓ Lupa.
- ✓ Esmalte de uñas transparente.
- ✓ Portaobjetos.
- ✓ Capsulas o placa Petri (o algún recipiente que sirva para lavar los pelos).
- ✓ Detergente/lavalozas.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Amoniaco ().
- ✓ Agua oxigenada ().
- ✓ Marcador permanente fino.
- ✓ Clave de reconocimiento (clave de pelos, de dentadura y cráneos).
- ✓ Tamiz o colador con malla fina.

5.2.2 Preparación de la muestra

1. Tomar la feca almacenada o recién colectada y ponerla en un recipiente plástico duro tipo casata de helado, previamente rotulada con el código de la muestra.
2. Llevar la(s) casata(s) con la(s) feca(s) a una estufa/horno de secado para muestras y secar a 65°C por dos horas (*Desparasitación*).
3. Dejar las fecas (todavía en los recipientes) sumergidas en agua con detergente por 18 horas.
4. Lavar las muestras con abundante agua, utilizando el tamiz para eliminar restos de tierra y dejar solamente pelos, huesos, semillas, etc. Al mismo tiempo desmenuzar cuidadosamente con las manos hasta desarmar totalmente la muestra (*Lavado*).
5. Estrujar o apretar la muestra contra el tamiz para eliminar toda el agua posible y devolverla al recipiente.
6. Llevar las muestras ya lavadas y desmenuzadas en sus respectivos recipientes a la estufa nuevamente, por un período de 2-5 horas a 65°C (cuantas horas sean necesarias para dejarlas libres de agua y humedad) (*Secado*).
7. Una vez secas, comenzar con el análisis.

5.2.3 Análisis de pelos

En general se pueden distinguir dos tipos de pelos. Los de *cobertura* que son los que sirven como aislante térmico (son los más finos), y los pelos *guardianes* o de *guarda* (los más gruesos, cuidado con confundir los pelos guardianes con los bigotes) son de protección.

Para el análisis de pelos se usarán los pelos **guardianes**. A partir de la muestra seca obtenida anteriormente, se separan los pelos de los restos óseos y se identifican los pelos guardianes para su posterior análisis.

En un principio se pueden separar los pelos por su aspecto macroscópico (color, forma, grosor, etc.), lo que sirve para distinguir el pelo *guardián* del pelo de *cobertura*.

5.2.4 Análisis de restos óseos

Ya con los restos óseos separados de los pelos, identificar aquellos que pueden servir (cráneos, restos de cráneos, dentadura, mandíbulas). Si no se encuentra ninguno de los mencionados anteriormente, se puede distinguir si los huesos son de micromamíferos o no. Esto por el tamaño, forma y longitud. Cuando no son de micromamíferos, aparecen como trozos gruesos grandes sin forma (uno con forma sería por ejemplo un fémur o metatarso de liebre o conejo).

Finalmente, mediante lupa o microscopio, se debe comparar los ítems encontrados en las fecas con las claves de identificación de pelos y restos óseos para determinar el género o la especie de la presa presente en la dieta.

5.2.5 Entrega de muestras

En caso de no contar con el material necesario para procesar y analizar las muestras previamente descritas, las muestras se pueden enviar a distintos laboratorios y/o universidades para ser procesadas. Es muy importante no dejar de recolectar las muestras porque es valiosa la información que se puede obtener de ellas. La metodología más simple y útil para almacenar diversas muestras es la refrigeración (NO congelar). Las muestras se pueden transportar en un “cooler” hasta que llegue a mano de científicos, para su análisis.

5.3 Bioseguridad

5.3.1 Enfermedades zoonóticas

En 1967 la FAO (*Food and Agriculture Organization*) define zoonosis como “*enfermedades e infecciones transmitidas naturalmente entre animales vertebrados y humanos*”. Al comprometer tanto la salud humana como la salud animal, es importante que tanto técnicos como profesionales en continuo contacto con la fauna silvestre o doméstica, conozcan los riesgos y la forma de prevenir dichas enfermedades, mediante el seguimiento de un protocolo para el manejo de muestras tanto en terreno como en el laboratorio.

La **bioseguridad** en el estudio y manejo de fauna busca prevenir la transmisión de enfermedades entre la fauna y el ser humano, implicando las medidas de protección necesarias para evitar infecciones, lesiones traumáticas y reacciones alérgicas causadas por el contacto con la vida silvestre.

La mayoría de las enfermedades infecciosas y parasitarias cumplen con un ciclo biológico que involucra varias especies animales, por lo tanto la sobrevivencia del patógeno dependerá que en el ambiente estén todos los reservorios, los individuos susceptibles y los factores externos que faciliten su presencia y propagación.

El ejemplo más común es la transmisión del Hanta virus, el cual puede eliminarse fácilmente teniendo las precauciones adecuadas, como ventilación y uso de productos de desinfección. La enfermedad tiene un ciclo biológico en medio silvestre que circula en el ratón colilarga (*Oligoryzomys longicaudatus*) para el cual el ser humano, al estar en contacto con partículas del virus, manifiesta sintomatología e incluso puede llegar a causarle la muerte.

Especies invasoras como la rata negra (*Rattus rattus*) son transmisoras de *Leptospira*, una bacteria que afecta a los riñones de la mayoría de los mamíferos y que se encuentra presente en las fecas y orina de estos animales, pudiendo permanecer en el medio ambiente por un largo periodo de tiempo.

La exposición frecuente a microorganismos y accidentes en los trabajos de conservación y manejo de fauna hacen del personal en esta área uno de los más susceptibles a contraer enfermedades. Las principales vías de entrada de patógenos al organismo son las mucosas (boca, fosas nasales, conjuntivas, heridas o piel intacta), por lo que es imprescindible cumplir con algunas indicaciones de bioseguridad.

5.3.2 Material de protección

En cuanto al material a utilizar es preferible aquellos hechos de fibras lavables y resistentes a cambios de temperatura extremas, que permitan ser desinfectados o esterilizados sin sufrir daños o deformaciones.

Material de protección necesario para el trabajo de toma de muestras de micro-mamíferos; máscara, guantes, protección de ojos, capa para proteger la ropa.



Productos de desinfección

Existen diferentes productos en el mercado que permiten realizar desinfección e incluso esterilización del material que normalmente se utiliza para trabajo en terreno. Estos productos se utilizan especialmente para la limpieza y desinfección de instrumentos, como trampas metálicas, guantes, mascarillas y gafas, entre otros. Algunos de los más utilizados son:

- Mezcla de amonio cuaternario, solución al 80% (Metaquat).
- Hipoclorito de sodio (Cloro).
- Etanol (96%).
- Alcohol etílico.
- Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada).

Deben considerarse las recomendaciones de uso para cada uno de los productos anteriores con el fin evitar daños a las personas y animales, debido a su toxicidad.

Lavado y desinfección con jabón neutro, cloro y etanol (lysol) del material de terreno para el muestreo de micromamíferos en la Araucanía.



Protocolo de bioseguridad

Es importante cumplir con las normas de higiene. Lavado de manos antes y después del trabajo, evitar el consumo de alimentos, y mantener el equipo limpio y en un lugar aireado son los aspectos prioritarios.



- a) **Limpieza de manos y guantes protectores:** Debe ser con jabón neutro siempre antes y después de realizar algún trabajo en terreno. De no ser posible, utilizar alcohol gel para luego poner los guantes.

-
- b) **Uso de gafas protectoras:** Los ojos además de ser los órganos más sensibles del cuerpo ante la entrada de microorganismos u objetos punzantes o contaminantes, son la herramienta más útil en terreno, por lo tanto la prevención de enfermedades o lesiones es de vital importancia.
 - c) **Uso de mascarilla:** El ingreso de los agentes patógenos al cuerpo humano tiene como vía principal la nariz y boca, por lo que el uso de mascarillas protectoras y filtros purificadores de aire son el método más efectivo para evitar enfermedades.
 - d) **Botas de caucho:** El transporte de microorganismos no solo afecta a los seres humanos sino también a la fauna. Para evitar el traspaso de bacterias y hongos, como la quitridiomycosis, enfermedad altamente patógena para los anfibios del país, es importante tener en cuenta el uso de botas que puedan ser lavadas fácilmente antes y después de visitar cada sitio.
 - e) **Información:** Personas que no estén al tanto de los estudios de vida silvestre que se estén llevando a cabo, pueden sentirse atraídas por los instrumentos que se utilizan durante el estudio y que permanecen en terreno sin vigilancia continua, como las cámaras trampa, trampas Sherman entre otros. El contacto con estos objetos puede significar un riesgo biológico. Para evitarlo, es recomendable instalar avisos alertando a las personas del potencial riesgo.

Otras medidas de prevención

- a) Evitar ingresar a lugares poco ventilados y con escasa iluminación (madrigueras de roedores, cuevas, troncos huecos y matorrales densos, entre otros). De ingresar, ventilar el lugar por al menos 30 minutos antes.
- b) No dejar alimentos o mochilas en el suelo durante la noche donde puedan pasar roedores u otros animales.
- c) Mantener bolsas plásticas suficientes para separar los residuos y evitar la contaminación de alimentos por el contacto con productos químicos.
- d) Al guardar los objetos que se utilizaron en terreno, debe asegurarse que se encuentren limpios y secos. Antes de ser utilizados nuevamente deberán ser limpiados y desinfectados.

La importancia de seguir el protocolo de bioseguridad y utilizar las medidas de protección necesarias implican que un proyecto de conservación sea o no exitoso, donde no solo se obtengan los resultados deseados acerca de la vida silvestre, sino además se mantenga al mínimo el transporte de patógenos entre humanos y fauna. La seguridad del personal y de la vida silvestre dependerá, en estricto sentido, de que se cumplan los protocolos de bioseguridad.



Capítulo 6

Compartir datos

Compartir datos

6.1 ¿Por qué es importante compartir los datos de fauna silvestre?

Una de las características negativas más recurrentes de la investigación científica a nivel nacional y mundial, es que en muchos casos, la información recolectada en el campo durante el trabajo con fauna, se pierde en la memoria de quien realizó el estudio, pues solo una pequeña fracción de la información registrada en terreno será publicada en un artículo científico, y la divulgación de éstos datos y las demás observaciones en el campo no publicadas se perderán o no serán de utilidad para otros investigadores o para las autoridades encargadas de la protección del medio ambiente. Es por esto que, hoy en día, existen variadas redes y plataformas web que incentivan la colaboración y divulgación de todos los datos obtenidos en el campo que puedan ser de utilidad para el mismo observador u otros investigadores. La presencia de especies raras o con problemas de conservación y denuncias sobre caza ilegal, entre otros, son información que aunque no sean parte de los objetivos de un estudio particular, pueden lograr gran importancia sumados a otras observaciones.

6.2 Plataformas web

En la actualidad existen varias opciones para registrar datos de avistamientos de fauna. En la mayoría de ellas, cualquier persona común puede ingresar avistamientos, previo registro. La suma de la información de muchos observadores con el tiempo será de mucha utilidad para estudios de distribución geográfica de especies o el efecto del cambio climático sobre las poblaciones naturales, o incluso para reconocer la presencia de especies que no se habían detectado para una zona específica.

Debido al gran apoyo a la conservación de la fauna silvestre de nuestro país que significan estas plataformas, es importante utilizar estas herramientas como parte del monitoreo a largo plazo de la fauna silvestre en las áreas protegidas de Chile. El entrenamiento en su uso por parte de las personas encargadas del monitoreo será crucial para lograr sumar una gran cantidad de datos de incalculable valor.

Es por esto que, junto con la capacitación en el registro de datos y la metodología para ello, estas herramientas cierran el ciclo de información tomada en el campo y compartida a nivel nacional con el fin de conocer con mayor profundidad lo que está sucediendo con la fauna en nuestras áreas silvestres protegidas.

El compartir datos en la web mediante una plataforma abierta permite:

- a) Registrar nuevas especies al interior las ASP.
- b) Mantener registros en el tiempo para el seguimiento de las poblaciones animales.
- c) Educar al público con información real de cada ASP.
- d) Evaluar el efecto en el tiempo de las acciones de conservación llevadas a cabo dentro de las ASP.

6.3 LiveANDES (Animales Nativos, Distribución de Especies Silvestres)

“LiveANDES: Observar, compartir y conservar”

LiveANDES (En Inglés: Advanced Network for Distribution of Endangered Species) es una plataforma web para ingresar, explorar y compartir datos georreferenciados de la fauna silvestre de nuestro país con el fin de acumular una gran cantidad de datos y con ello poder estudiar tanto la distribución geográfica de las especies, como realizar análisis más avanzados y aportar con esto a planes de manejo y conservación de especies con algún grado de vulnerabilidad.

Otro de los objetivos centrales del proyecto es aportar al conocimiento y conservación de las especies promoviendo la observación e intercambio de registros, tanto por parte de los científicos, aficionados y guardaparques, como del ciudadano en general.

En este contexto, cualquier persona con interés en esta área puede ingresar un avistamiento, lo que será de gran utilidad para científicos y organismos públicos y privados preocupados de la conservación y manejo de vida silvestre, puesto que muchas veces los esfuerzos de muestreo de los científicos no logran resultados positivos como encontrarse con especies poco vistas como si podría ser registrado por un aficionado que visita áreas naturales con frecuencia. A su vez los usuarios pueden aprender más sobre la distribución de especies, organizar sus avistamientos y aportar a la conservación.

En la actualidad, LiveANDES permite ingresar y explorar datos de vertebrados terrestres de Chile (Mamíferos, Anfibios, Reptiles, Aves), además de tener la posibilidad de ingresar denuncias con referencia espacial de animales muertos, caza ilegal, maltrato, etc. las cuales se espera puedan llegar a los entes fiscalizadores.

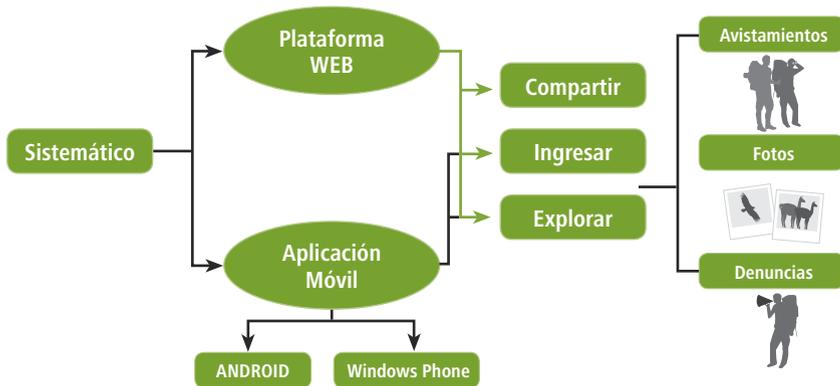
Además LiveANDES cuenta con una aplicación móvil gratuita, disponible para celulares con sistemas operativos Windows Phone y Android donde se pueden ingresar registros en terreno

con o sin fotos y con la posibilidad de dejarlos en modo de espera para cuando se tenga conexión a internet (lo que ocurre con frecuencia en zonas aisladas).

LiveANDES permite que un guardaparque mantenga todos sus registros y observaciones de fauna almacenados con la fecha, hora, lugar exacto, fotos y tipo de avistamiento. Dicha información puede ser vista y analizada a nivel local o regional por otros usuarios y permanece en la web.



Esquema general de LiveANDES



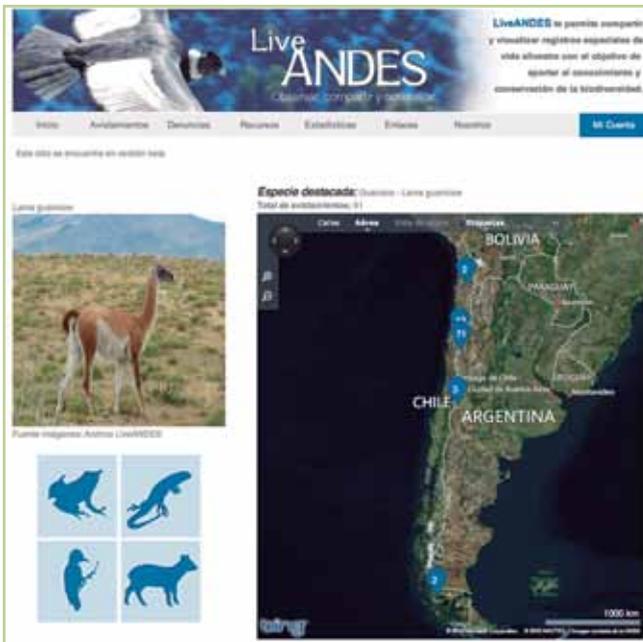
LiveANDES permite traspasar información de avistamientos de fauna al interior de la ASP directamente desde la libreta de notas del guardaparque y la cámara fotográfica a un mapa en el computador.

Vistas de aplicación móvil de LiveANDES



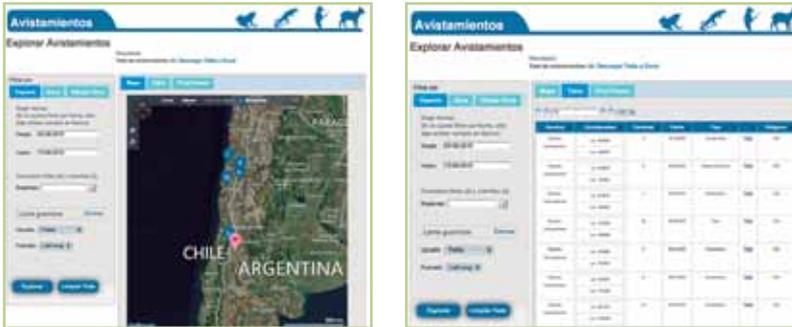
LiveANDES posee, además, una versión para teléfonos celulares, que permite ingresar las observaciones directamente en terreno, enviados al portal web una vez que se tenga señal.

Vista de inicio de LiveANDES



El portal www.liveandes.org permite ingresar los avistamientos, previo registro del usuario.

Explorar avistamientos en mapa y en tabla



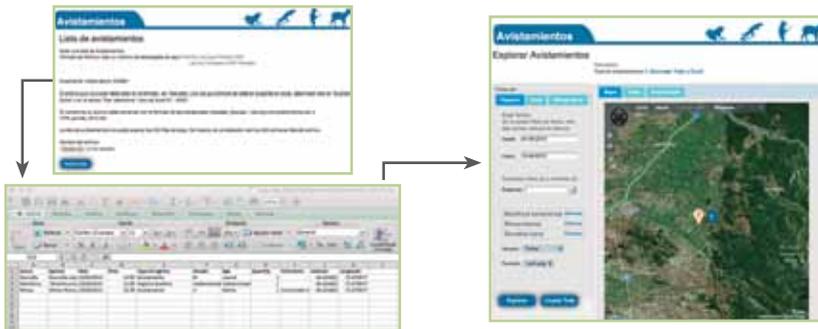
LiveANDES permite buscar tus registros o los de otros usuarios, por especie o zona de interés.

Ingresar avistamientos en sólo 3 pasos

El ingreso de datos se realiza paso a paso, definiendo el lugar, fecha, tipo de avistamiento y especie avistada. Antes de grabar el avistamiento, el portal entrega al usuario un resumen del registro ingresado.

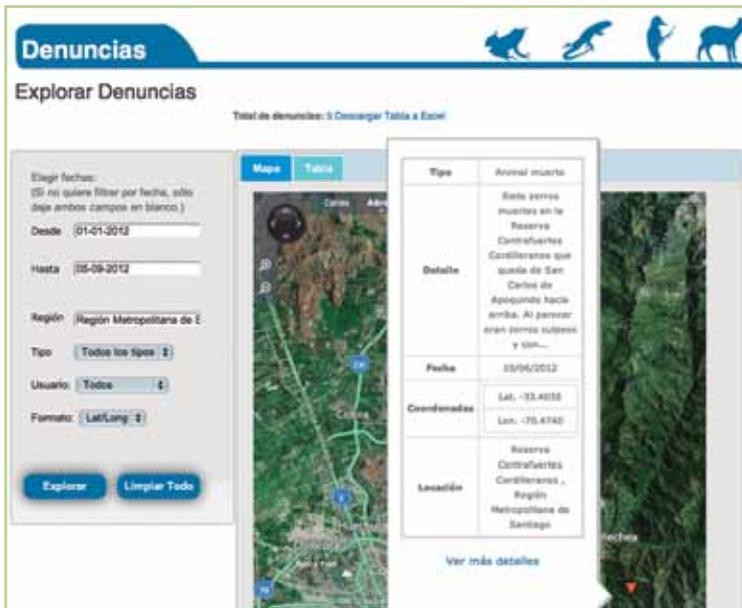


Ingresar lista de varios avistamientos simultaneamente



LiveANDES permite ingresar una lista de avistamientos directamente al portal a partir de una planilla de datos Excel, facilitando el ingreso de datos y disminuyendo el tiempo requerido para ello.

Portal de denuncias



Por último, y centrado en el uso práctico que puede darse a esta plataforma, es posible ingresar los datos que cada unidad del SNASPE ha almacenado en plantillas Excel por mucho tiempo, de forma de mantener una cuenta que respalde los datos y permita visualizarlos y analizarlos con posterioridad. La funcionalidad de denuncias también resulta muy útil para monitorear y hacer denuncias sobre irregularidades que se presentan en las áreas protegidas o en zonas aledañas.

“Los invitamos a registrarse como usuarios, tener su cuenta con nombre de la unidad que les corresponda o de manera personal y unirse a esta red para la conservación de nuestra fauna”.

Pueden encontrar LiveANDES en el sitio www.liveandes.org y descargar la aplicación móvil en:

<http://www.windowsphone.com/es-CL/apps/d93070cb-d5d8-47d5-893b-6e63efdca0aa>

6.4 eBird-Chile

eBird es un proyecto desarrollado por el Laboratorio de Ornitología de la Universidad de Cornell y la Sociedad Nacional Audubon de Estados Unidos. En Chile, eBird es coordinado por la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), www.redobservadores.cl/.

eBird es una herramienta sencilla para llevar un seguimiento de las aves observadas en cualquier lugar de Chile o el resto del mundo. La información almacenada en eBird se puede descargar en cualquier momento y en un formato amigable como es Excel, lo que permite el fácil manejo y distribución de esta información.

La base de datos eBird es utilizada por aficionados, científicos, manejadores de fauna y conservacionistas que quieren saber más sobre la distribución y patrones de desplazamiento de las aves a través del país y en América.

La base de datos de eBird puede ser utilizada por:

- **Los observadores de aves**, para hacer seguimiento de sus observaciones personales y mantener listados de todas las aves que han visto, verlas por localidades específicas o por períodos específicos de tiempo.
- **Los científicos**, para descubrir los patrones de distribución y los movimientos de las aves en todo el continente, incluyendo rutas migratorias, áreas de invernada y de reproducción, fechas de llegada y de partida, expansiones o contracciones de las áreas de distribución de las especies y muchas otras relaciones ambientales importantes.
- **Los conservacionistas**, para identificar áreas o sitios importantes para las aves a partir de las áreas de distribución actuales, dar seguimiento a las tendencias de las poblaciones para ayudar a diseñar planes de manejo o conservación para especies amenazadas o en peligro de extinción.
- **Los educadores ambientales**, para enseñar a sus alumnos sobre el trabajo de los científicos y en general sobre las aves, incluyendo la obtención, análisis e interpretación de resultados.
- **Cualquier persona**, para descubrir dónde se encuentran las especies a lo largo del año, qué aves están regularmente en una localidad específica, cuándo llegan o cuándo se van ciertas especies a sus áreas de invernada o reproducción, y muchas otras posibilidades.

Al nivel de un sitio administrado por CONAF, por ejemplo, eBird permite realizar de forma inmediata y actualizada: el listado de las aves observadas (históricamente o solo por un periodo determinado), determinar las fechas de llegada o ida de las especies migratorias, visualizar las abundancias relativas en el curso del año, o conocer los grupos más importantes observados para cada especie.

Para comenzar

Para comenzar, sólo necesitas ingresar a eBird (1):

<http://ebird.org/content/chile>



Si estás registrado, pincha en **“Regístrate”** (2) e ingresa tu nombre de usuario y tu contraseña. Con esto, entrarás directamente en tu cuenta, para comenzar a cargar datos.

Si aún no estás registrado, luego de pinchar **“Regístrate”** (2), pincha en **“Crea una nueva cuenta de usuario”**. Entrarás al área de registro, donde deberás ingresar tus datos, como nombre, nombre de usuario, contraseña, dirección de e-mail, etc. Una vez que te hayas registrado, podrás ingresar a tu cuenta siguiendo el paso 2 anterior.

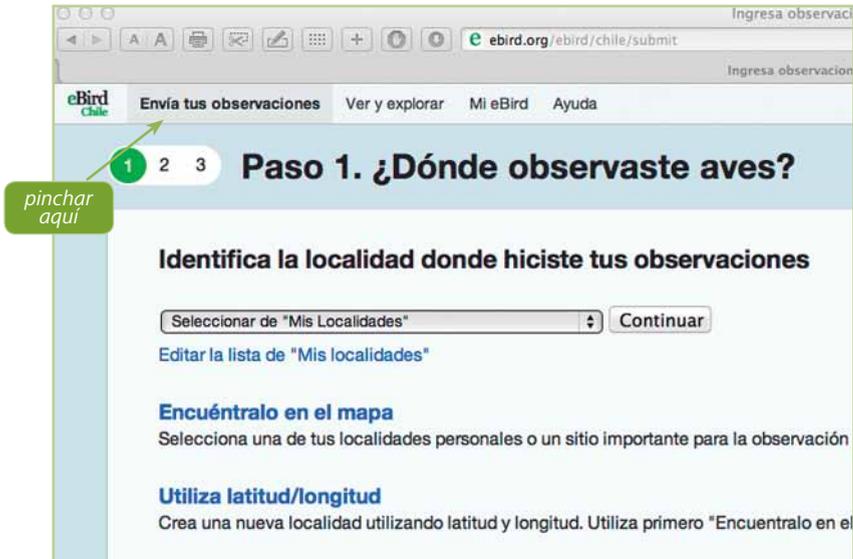
Se pueden hacer cuentas individuales, o cuentas que ocupan un grupo de observadores (por ejemplo: *“CONAF Reserva El Yali”*).

Una de las cosas importante al comenzar a utilizar eBird, es definir cómo se quiere leer los nombres de las aves. Para eso se debe ir en la parte *“Preferencias”*, y elegir *“español (Chile)”* si quieres ver los nombres comunes chilenos. También se puede configurar que además del

nombre común aparezca el nombre científico, lo que te podrá permitir una identificación más clara de las especies (cuando los nombres regionales difieren, por ejemplo).

Cargando datos

Para enviar un listado de avistamientos de aves, pincha en la sección *“Envía Tus Observaciones”* en el menú superior:



Ingresando registros: Localidad

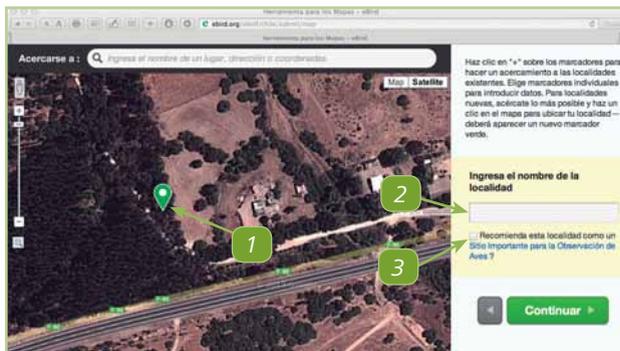
Lo primero al ingresar datos es indicar la localidad donde se realizaron las observaciones. Para esto, la primera vez deberás utilizar algunas de las siguientes funciones:

Encuétralo en el mapa: esta función te dará acceso a un mapa satelital (tipo Google Earth®), donde podrás encontrar tu localidad en forma fácil:

Herramienta Zoom



Te recomendamos utilizar la herramienta Zoom para llegar rápidamente al área de tu localidad. Una vez localizado el sitio de observación, márcalo con el puntero (1) e ingresa su nombre (2). Si piensas que otros observadores van a visitar este sitio, y podría ser una localidad de interés para la observación de aves, marca la celda (3).



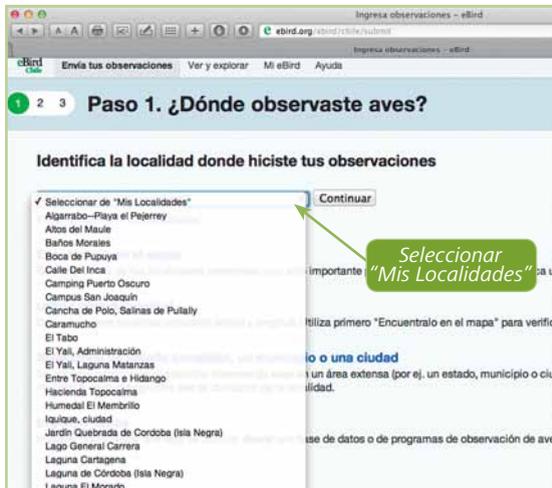
Si ya existe un marcador rojo correspondiendo al sector de avistamiento, pincha en este marcador y el nombre aparece automáticamente en el cuadro (2).

Todos los sitios administrados por CONAF aparecen como “Sitios importantes para la observación de las aves”, por lo que ya existen marcadores rojos para todos ellos.

Cuando éstos existen, es importante sumar tus avistamientos a estos “*sitios importantes*” en lugar de crear nuevos sitios de observación cercanos: entre más datos se agregan en un sitio, más interesantes serán los análisis que se puedan hacer en ellos.

Utiliza Latitud/Longitud: en este caso, debes ingresar el nombre de la localidad junto con sus coordenadas geográficas, por lo que quizás será útil sólo en el caso de disponer de un GPS.

Una vez que hayas ingresado una localidad en alguna de estas formas, ésta quedará en adelante en tu lista propia de localidades, por lo que en las siguientes ocasiones bastará que la selecciones de “*Mis localidades*”:



Ingresando registros: Fecha y esfuerzo

Luego de ingresar la localidad, debes ingresar los datos de tu jornada de observación: fecha (1), tipo de observación (2), hora de inicio (3), duración (4), distancia recorrida (en el caso de transectos) (5), elevación (6), número de personas que participaron (7) y comentarios de la jornada (8).

The image shows a web form titled "Fecha y esfuerzo" with the following fields and callouts:

- 1:** Points to the location field: "El Yal, Laguna Materos, Valparaiso, CL".
- 2:** Points to the "TIPO DE OBSERVACION:" section, specifically the "Con Desplazamiento" option.
- 3:** Points to the "HORA DE INICIO:" field.
- 4:** Points to the "DURACION:" field, specifically the "Minutos" sub-field.
- 5:** Points to the "DISTANCIA RECORRIDA:" field.
- 6:** Points to the "Número de Personas que Salieron a Observar Aves:" field.
- 7:** Points to the "Comentarios:" field.
- 8:** Points to the "Comentarios:" field.

Tipos de observación:

Transecto (*traveling*): el tipo más común, que corresponde a observaciones hechas durante una caminata.

Puntual (*stationary*): este tipo será el que utilizarás al hacer conteos puntuales.

Incidental: cuando hayas hecho algún avistamiento casual, sin que la observación de aves haya sido tu propósito principal.

Pon atención a que las unidades seleccionadas para distancia, elevación y duración sean correctas.

En los comentarios será útil que ingreses información de las condiciones del tiempo (despejado, nublado, temperatura, etc.) y observaciones relevantes que afecten a toda la jornada.

Ingresando registros: ¿Qué viste o escuchaste?

El último paso en la carga de datos es el ingreso de las especies observadas. Con base en la localidad ingresada y la temporada del año, eBird seleccionará aquellas especies más típicas de la región.

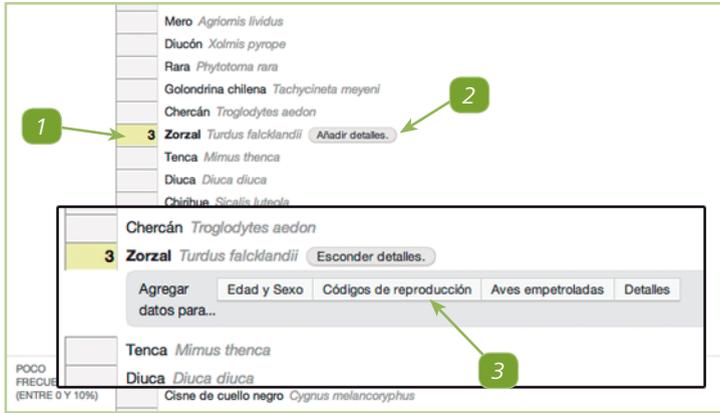
Las aves escuchadas durante una jornada también son consideradas especies observadas. Sin embargo, uno tiene que estar familiarizado con las vocalizaciones de las especies (cantos, reclamos, llamadas) para poder realizar una correcta identificación por esta vía.

Si ya tienes registros anteriores para la localidad, puede ser útil que actives la función “Mostrar los más probables”, con lo que aparecerán las especies ordenadas según su frecuencia en las últimas observaciones cargadas.



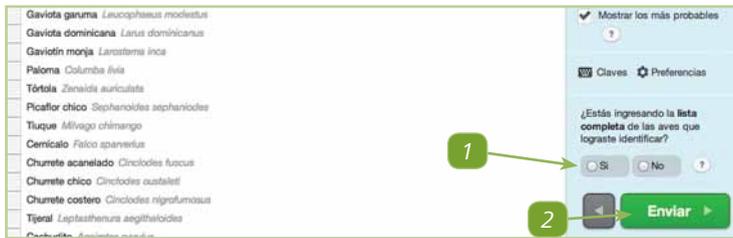
“Mostrar los más probables”

Es importante que, al cargar tus registros, incluyas la información relativa a códigos de reproducción. Esto se hace ingresando el número de individuos de una especie (1) y pinchando en “Añadir detalles” a la derecha del nombre de la especie (2). Luego emergerá un menú, donde debes pinchar en “Códigos de reproducción” (3).



Si bien es recomendable, no es necesario haber contado o estimado todos los individuos presentes para considerar completa tu lista (se puede indicar con una “x” las especies observadas pero no contabilizadas).

Para finalizar el envío de la lista, no olvides marcar si en tu lista has incluido o no, todas las aves que identificaste en la salida (1).



Para terminar, envía la lista (2) para que quede cargada en tu base de datos.

Aun cuando eBird ofrece la posibilidad de modificar listas ya ingresadas, es importante que evites “mejorar” tu información con detalles a posteriori. Intenta recoger y registrar toda la mejor y más completa información posible en terreno y luego, cuando cargues los datos a eBird, intenta ser fiel a esos apuntes de terreno. Por lo mismo, intenta cargar en eBird tus registros apenas vuelvas de terreno, cuando aún tu memoria de la jornada esté fresca. Si esperas uno o

dos días, se volverá mucho más difícil interpretar los apuntes correctamente, ya que en terreno puede que tus apuntes no siempre queden muy ordenados o tu caligrafía puede no ser del todo legible.

Calidad de los datos en eBird

Con la finalidad de mantener la calidad de los datos, eBird presenta una serie de filtros que automáticamente informan acerca de aquellos registros de aves inusuales (sin importar el observador). Estos filtros se basan en los valores, o límites de filtros, para cada especie y para cada región (que presentan límites de filtros distintos en función de la distribución de la especie). Por ejemplo, un número superior al esperable de carpintero negro puede requerir del filtro de datos, como también la presencia de un churrín del sur fuera de su rango histórico de distribución, o el de un fío-fío en invierno.

Por lo tanto, los registros son filtrados según los siguientes criterios:

1. Rareza.
2. Reporte fuera del rango de la temporada.
3. Número elevado de individuos.

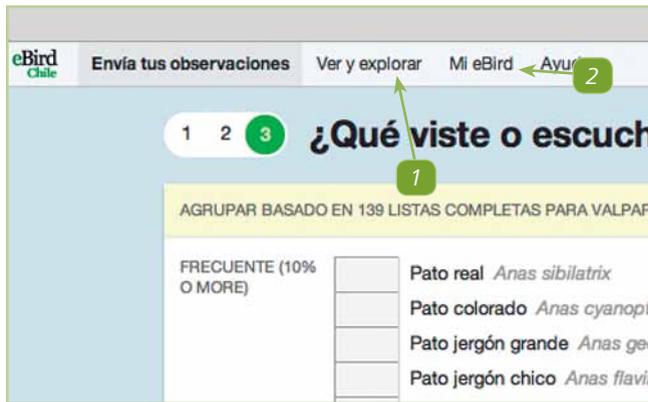
eBird ha desarrollado una red de editores regionales voluntarios, tanto de científicos como de observadores aficionados, conocedores de la distribución y la abundancia de aves en sus respectivas áreas. Este grupo de voluntarios trabaja en conjunto para verificar los registros de aves raras, al igual que aquellos datos marcados por los filtros automáticos. Si un registro no puede ser respaldado con detalles escritos (o incluso fotografías o videos) del observador, se mantendrá en nuestra base de datos, pero no se exhibirán de forma pública. Debido a que estos registros permanecen archivados a perpetuidad en la Universidad de Cornell, existe la opción de poder observar los datos en su totalidad (verificados y no verificados) para aquellos científicos interesados.

Estos registros continúan apareciendo en las listas personales de los usuarios, independiente de la decisión de quienes los verifiquen.

Utilizar los datos en eBird

eBird te permite administrar y obtener información de avistamientos en una forma muy amplia. Te invitamos a que navegues por eBird y descubras las numerosas herramientas que ofrece. Utiliza el menú superior para acceder a estas otras áreas de trabajo:

Ver y explorar (1): Aquí podrás obtener información estadística por especies y/o por localidades de los avistamientos dentro de un determinado período de tiempo. Puedes revisar también el primer y último registro histórico de una localidad, revisar los conteos máximos, etc.



Mi eBird (2): Aquí podrás revisar tus propios registros y administrar tus listas, pudiendo corregirlas si descubres errores u omisiones, compartirlas con quienes te hayan acompañado en una salida o bajar tus registros en un formato de planilla, por si quieres tener un respaldo o realizar análisis por tu cuenta de los registros.

Ejemplos de utilización

Ejemplo 1: Determinar la lista de las especies de un "Sitio importante para la observación de las aves" (en este ejemplo, las aves de la Reserva Nacional El Yali).

Para esto, ve a "Ver y explorar datos" y elige "Todas las Aves en una localidad"(1).



Después de elegir el país (1) y región (2) donde se encuentra el sitio que te interesa, pincha en "Los Sitios importantes para la observación de Aves" (3) y "Continue" (4).



En la lista de sitios que aparece, elige uno o varios sitios. Por ejemplo, puedes hacer el listado de todo lo que se ha visto en “Reserva Nacional El Yali” (1), “Reserva Nacional El Yali, Albufera” (2), y “Reserva Nacional El Yali, Laguna Colejuda” (3).

The screenshot shows a list of 20 sites with checkboxes. Three sites are selected, indicated by green callouts:

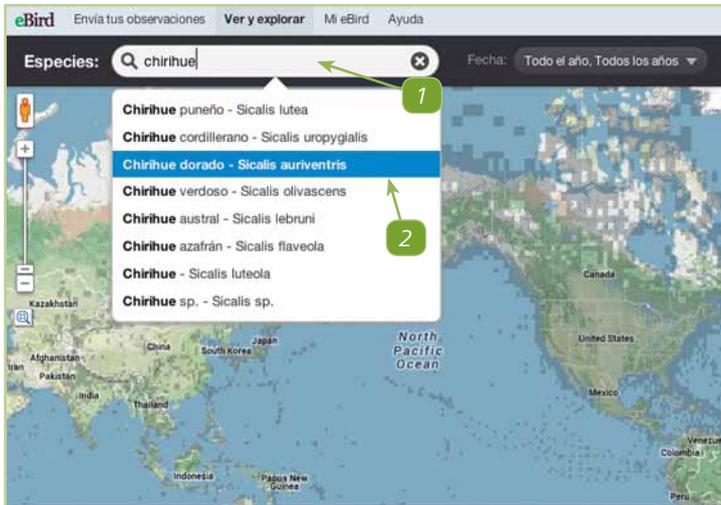
- Callout 1 points to "Reserva Nacional El Yali" (checked).
- Callout 2 points to "Reserva Nacional El Yali, Albufera" (checked).
- Callout 3 points to "Reserva Nacional El Yali, Laguna Colejuda" (checked).

Pinchando en “Continúe” al pie de la página, aparece el listado de las especies observadas en estos tres sitios. Las marcas verdes indican en qué época del año se observaron estas especies. Las marcas verdes más anchas indican que la abundancia relativa es importante. Pinchando en “Map” (1) puedes ver el detalle de cada avistamiento.

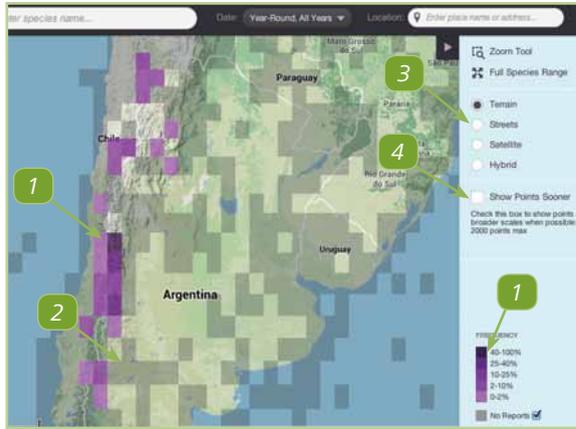


Ejemplo 2: Ver todos los avistamientos de una especie en particular (en este ejemplo, el Chirihue dorado).

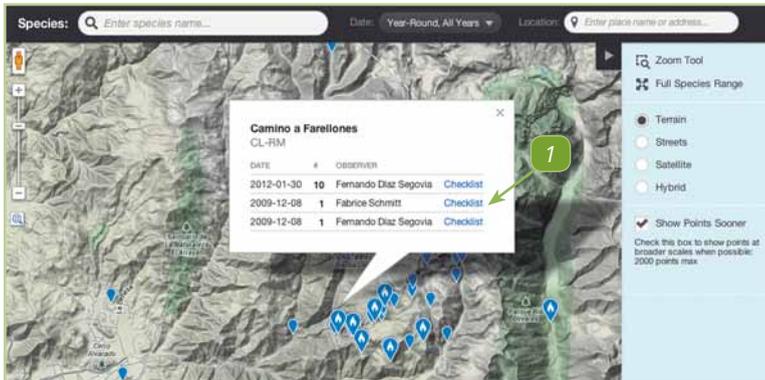
En la sección “Ver y Explorar datos”, elige esta vez “Mapas de distribución”. En la pantalla que aparece, ingresa el nombre de la especie en el espacio correspondiente (1), y luego elige la especie de interés (2).



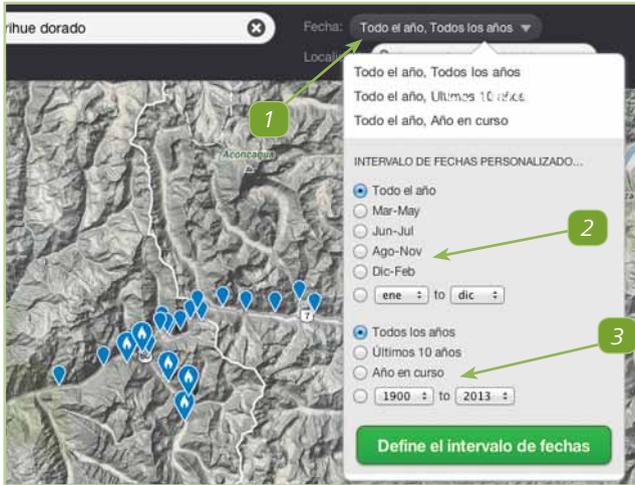
En el mapa obtenido, aparecen las cuadrículas con avistamientos de Chirihue dorado. Entre más oscuro es el color (1), más alta es la frecuencia de listados con esta especie. Las cuadrículas grises (2) son cuadrículas para las cuales hay listados en eBird, pero sin avistamientos de Chirihue dorado. Puedes cambiar el fondo del mapa a tu gusto (3).



Utilizando la herramienta "Zoom", o eligiendo la opción "Show Points Sooner" (4), puedes ver todos los avistamientos de Chirihue dorado con un marcador azul. Pinchando en estos marcadores azules, aparece el detalle de estos avistamientos: lugar de avistamiento, fecha, cantidad y nombre del observador. Si quieres ver más detalles sobre otros avistamientos realizados por uno de estos observadores, puedes pinchar en "Checklist" (1).



Si uno quiere ver los avistamientos de un periodo particular, se puede cambiar el intervalo de las fechas gracias a las opciones de fechas (1). Se puede elegir dentro de qué meses (2) y años (3) se quiere visualizar los avistamientos.





Capítulo 7

Estudios de caso

Estudios de caso

Para ilustrar las metodologías descritas en el manual, y con la intención de aplicar esta metodología a casos específicos de monitoreo de la fauna chilena, en este capítulo se describen y discuten algunos ejemplos reales de censos de fauna silvestre llevados a cabo por personal de Conaf durante los años 2009 - 2011, descritos en el informe de *“Sistematización de la información regional sobre censos de especies y de Áreas de Concentración de Fauna (ACF), así como las acciones relevantes de conservación de especies amenazadas, efectuadas durante los últimos tres años”*, de septiembre 2012.

Se seleccionaron tres ejemplos, dos censos de especies individuales y un censo de un área de concentración de fauna (ACF). Los ejemplos fueron escogidos por el tipo de muestreo realizado y las características generales que permitieran realizar sugerencias aplicables a otros monitoreos. En general, las falencias en la metodología del monitoreo se repiten, por lo que las sugerencias para los tres ejemplos que presentamos son aplicables a la gran mayoría de ellos.

Los ejemplos analizados son los siguientes:

1. **Vicuñas**, *Vicugna vicugna mensalis*, *Vicugna vicugna vicugna*, en Región de Arica y Parinacota.
2. **Huemul**, *Hippocamelus bisulcus*, en Reserva Nacional Ñuble y zonas aledañas.
3. **Aves Acuáticas**, Santuario de la Naturaleza Laguna el Peral.

7.1 Vicuñas, *Vicugna vicugna mensalis*, *Vicugna vicugna vicugna*, en Región de Arica y Parinacota

Nombre del Lugar Censado: Parque Nacional Lauca, Reserva Nacional Las Vicuñas-Monumento Natural salar de Surire.

Ubicación Geográfica y Administrativa: Región de Arica y Parinacota.

Superficie Censada: 400.000 ha.

Breve Descripción Ambiental: Desierto y estepa desértica de altura.

Metodología de Censo: Conteo total a pie y en vehículo.

Periodicidad del Censo: Anual (Octubre).

Tabla de Resultados:

Tabla 1. Abundancia numérica de vicuñas expresada por categoría. Censo Vicuñas desarrollado en el Parque Nacional Lauca el año 2009.

Año	Adultos			Sub Total	Crías	Juveniles	Total
	Machos	Hembras	Solitarios				
2009	541	2.058	37	2.636	675	950	4.261

Tabla 2. Abundancia numérica de vicuñas expresada por categoría. Censo Vicuñas desarrollado en la Reserva Nacional Las Vicuñas-Monumento Natural salar de Surire en el año 2010.

Año	Adultos			Sub Total	Crías	Juveniles	Total
	Machos	Hembras	Solitarios				
2010	952	3.549	35	4.536	886	1.904	7.326

Tabla 3. Abundancia numérica de vicuñas expresada por categoría. Censo Vicuñas desarrollado en los 32 sitios establecidos para el área de manejo de la vicuña en la provincia de Parinacota en el año 2011.

Año	Adultos			Sub Total	Crías	Juveniles	Total
	Machos	Hembras	Solitarios				
2011	1.401	5.123	82	6.606	1.389	2.598	10.593

Se aprecia que el mayor aporte a la abundancia lo hace la categoría de las hembras, seguida de las tropillas y crías (Tablas 1, 2 y 3).

La densidad para el censo del año 2009 fue de 4,70 vicuñas por km² y para el año 2010 de 5,81 vicuñas por km². Se debe indicar que la densidad de vicuñas correspondiente al año 2010 sufrió una modificación, ya que por la definición de los sitios de censo al interior de la Reserva Nacional Las Vicuñas, se está trabajando en determinar la nueva superficie.

Aspectos positivos del monitoreo

- La metodología general utilizada para el censo es la adecuada para la especie debido a su ámbito de hogar y características de movilidad.
- La periodicidad (anual) del censo es adecuada.
- Las tablas de datos son de gran utilidad al separar por sexo y edad de los individuos.
- Valor del monitoreo a largo plazo de la especie.

Aspectos a mejorar del monitoreo

- En la metodología no se describe el esfuerzo realizado (número de horas de observación o distancias recorridas).
- No están descritas las distancias recorridas a pie y en vehículo, si los recorridos fueron realizados por rutas o fuera de ellas y si se siguieron las mismas rutas todo los años.
- No se describe el número de observadores ni su identidad.
- No se describe el equipamiento utilizado (binoculares, telescopios, etc.).

Otras sugerencias

- La interpretación de los resultados del monitoreo es adecuada, sin embargo depende de que el esfuerzo en todos los años haya sido el mismo, lo cual no se encuentra detallado en las metodologías.

7.2 Huemul, *Hippocamelus bisculus*, en Reserva Nacional Ñuble y zonas aledañas

Nombre del Lugar Censado: Reserva Nacional Ñuble y zonas aledañas.

Ubicación Geográfica y Administrativa:

-Región: Biobío

-Comuna(s): Pinto, Antuco.

-Coordenadas geográficas medias: Zona Relbún- Monte Alto: 19H 281657/5900861

Sector Las Catalinas: 19H 278210/5891365

Sector Lago Laja: 19H 290896/5863972

Superficie Censada: 4.000 ha aproximadamente

Breve Descripción Ambiental: Zona cordillerana, de pendiente leve a moderada, desde los 1.200 a sobre los 2.000 m.s.n.m. incluye zona de bosques y despejadas de vegetación.

Metodología de Censo: Dada la realidad local de la especie, es decir, ser una población de pocos ejemplares y con un comportamiento huidizo, es muy difícil observar directamente a los ejemplares, por lo que, los presentes resultados, corresponden más a un MONITOREO que a un censo propiamente tal.

Por lo anterior, tanto, el número, como la distribución de sexos y edades, son estimativos, y están basados, en el hallazgo de evidencias directas (avistamientos) e indirectas (huellas y heces) de la especie, durante prospecciones realizadas, siendo las evidencias indirectas, las más comunes de registrar.

Los monitoreos, son realizados a través de recorridos a pie, desde media falda a la cumbre de los cerros a revisar.

Periodicidad del Censo: Mensual

Tabla de Resultados:

Censo de primavera – verano

Año	Adultos			Crias/Juveniles	Total
	Machos	Hembras	Solitarios		
2009	6	3	9	1/0	10
2010	4	1	5	0	5
2011	5	2	7	0/1	8

Razones de variación: En el año 2010, el número es menor, ya que no se censaron todos los sitios. En el año 2011, varía ya que se comenzó a utilizar el monitoreo de la especie a través de cámaras trampa, cuya metodología debe ajustarse y complementarse con la técnica de prospecciones.

Aspectos positivos del monitoreo

- La metodología utilizada es adecuada para una especie con baja densidad poblacional (búsqueda de señales indirectas y cámaras trampa).
- Georreferencia exacta de los sitios de muestreo.

Aspectos a mejorar del monitoreo

- No se describe el número de observadores ni su identidad.
- No están descritos los horarios de monitoreo y el número de transectos de búsqueda.
- No se describe el número de cámaras trampa utilizadas ni el esfuerzo utilizado para esta metodología.
- La periodicidad de monitoreo podría ser más alta de lo necesario para determinar variaciones interanuales de la especie.
- Se utilizan diferentes metodologías para cada año sin compararlas en el análisis (no hay validación de las técnicas).

Otras sugerencias

- Los datos de abundancia entre años no son comparables, debido a que se utilizaron metodologías diferentes.

7.3 Aves Acuáticas, Santuario de la Naturaleza Laguna el Peral

Nombre del Lugar Censado: Santuario de la naturaleza, Laguna El Peral.

Ubicación Geográfica y Administrativa: Está ubicado en los 33° 30' latitud Sur y 71° 36' longitud Oeste. Se encuentra en la comuna El Tabo, entre las localidades de Las Cruces y Playas Blancas, y sus altitudes van desde los 9 a los 12 msnm. El Santuario de la Naturaleza Laguna El Peral está situado a 1 km al sur de Las Cruces, junto a la ruta costera.

Superficie del ACF Censada: Se realiza censo de los diferentes ambientes del Santuario que presenta una superficie de 25 hectáreas, con un espejo de agua de 16 ha rodeado de totora y una franja de dunas con vegetación nativa y algunas especies introducidas como el Chocho o lupino para control de las dunas.

Breve Descripción Ambiental: Respecto a la vegetación se distingue un pajonal ribereño de trome y totora. En el ambiente acuático se identifica el pinito de agua, que es la base alimentaria de las aves herbívoras del lugar. Entre los escasos árboles y arbustos que se desarrollan en los terrenos circundantes a la laguna se pueden mencionar el molle, boldo, huigán, y quilo, entre las nativas, además en el sector de dunas domina un matorral arbustivo de chocho o lupino, planta introducida que contribuye a la fijación de las dunas.

Metodología Censal: Se realizan censos mensuales a través de un recorrido perimetral del terreno del santuario anotando todas las aves contactadas visual o auditivamente. Para las aves acuáticas y de pajonal se utilizan de apoyo los miradores existentes en el área y conteos puntuales. También se efectúan diversos transectos para censar las especies relacionadas con ambiente abierto o de matorral bajo.

Equipo Censador: Los censos son realizados por Sr. Ignacio Miranda, administrador del Santuario de la Naturaleza Laguna El Peral y Sra. Rosa Abornoz, guardaparque.

Periodicidad del Censo: Mensual

Censo Informado:

P-V: primavera – verano: Febrero;

O-I: otoño – invierno: Julio.

Tabla1*. Censos de la avifauna acuática, ribereña y terrestre del Santuario de la Naturaleza Laguna El Peral de Febrero y Julio de los años 2009, 2010 y 2011.

Nombre Vulgar	Nombre	2009		2010		2011	
		Feb	Jul	Feb	Jul	Feb	Jul
Podicipediformes							
Pimpollo	<i>Rollandia rolland</i>	24	20	38	34	34	42
Blanquillo	<i>Podiceps occipitalis</i>	4	6	8	2	4	2
Huata	<i>Podiceps major</i>	6	6	4	4	4	6
Picurio	<i>Podilymbus podiceps</i>	45	8	10	6	8	6
Pelecaniformes							
Yeco	<i>Phalacrocorax brasilarius</i>	48	48	42	24	28	36
Ciconiformes							
Huairavillo	<i>Ixobrychus involucris</i>	4	6	4	4	4	6
Garza cuca	<i>Ardea cocoi</i>	2		2		1	1
Garza grande	<i>Casmerodius albus</i>	6	2	4	4	4	6
Garza chica	<i>Egretta thula</i>	204	362	280	130	220	110
Garza boyera	<i>Bubulcus ibis</i>	320	322	292	106	174	54
Huairavo	<i>Nycticorax nycticorax</i>	64	80	92	72	64	52
Anseriformes							
Cisne de cuello negro	<i>Cygnus melanocorypha</i>	54	40	45	25	68	42
Pato anteojo	<i>Anas specularis</i>	4					
Pato jergón chico	<i>Anas flavirostris</i>	36	36	26	8	26	8
Pato real	<i>Anas sibilatrix</i>	44	32	18	4	20	6
Pato gargantillo	<i>Anas bahamensis</i>			2		2	
Pato jergón grande	<i>Anas georgica</i>	58	54	34	36	58	22
Pato colorado	<i>Anas cyanoptera</i>	18	14	2	4	6	6
Pato cuchara	<i>Anas platatea</i>	62	58	48	32	52	28
Pato rana de pico delgado	<i>Oxyura vittata</i>	49	42	40	32	46	30
Pato rinconero	<i>Heteronetta atricapilla</i>	8	6	4	4	8	4
Passeriformes							
Churrete acanelado	<i>Cinclodes fuscus</i>	8		4		2	
Churrete	<i>Cinclodes patagonicus</i>	4		2		2	2
Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	14	16	12	14	12	12
Trabajador	<i>Phleocyptes melanops</i>	12	14	14	8	8	12
Mero	<i>Agriornis livida</i>	2				2	2
Diucón	<i>Xolmis pyrope</i>	4	4	4	2	2	4
Dormilona tontita	<i>Muscisaxicola macloviana</i>	8				8	4
Colegial	<i>Lessonia rufa</i>	14	14	6	32	4	6
Run-run	<i>Hymenops perspicillatus</i>	2					

Nombre Vulgar	Nombre	2009		2010		2011	
		Feb	Jul	Feb	Jul	Feb	Jul
Passeriformes							
Fio-fio	<i>Elaenia albiceps</i>	16	4	8		8	4
Siete-colores	<i>Tachuris rubigrastra</i>	16	22	12	12	10	12
Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>	18	24	24	28	12	18
Rara	<i>Phytotoma rara</i>	8	6	4	4	8	4
Golondrina chilena	<i>Tachycineta meyeni</i>	564	572	464	94	258	328
Golondrina dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	10	10	12		6	4
Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	8	14	16	20	12	10
Zorzal	<i>Turdus falcklandii</i>	12	18	10	16	10	12
Tenca	<i>Mimus thenca</i>	10	16	22	18	12	14
Chirihue	<i>Sicalis luteiventris</i>	8	50	46	16	32	12
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	18	18	20	28	16	26
Trile	<i>Agelaius thilius</i>	64	72	42	40	54	34
Loica	<i>Sturnella loyca</i>	8	8	10	8	4	14
Mirlo	<i>Molothrus bonariensis</i>	16	16	14	20	16	8
Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>	38	42	26	24	20	16
Diuca	<i>Diuca diuca</i>	6	4	6	4	4	4
Jilguero	<i>Carduelis barbata</i>	26	16	16	8	16	4
Bandurrilla	<i>Upucerthia dumetaria</i>					1	2

*La tabla de censo no se muestra completa.

Observaciones

Considerando la reducida superficie del Santuario es sorprendente la gran diversidad de aves que se registran en el Santuario de la Naturaleza Laguna El Peral. Se estima que las aves se ven favorecidas por la protección que tiene el área. Los grupos con mayor diversidad y abundancia son los órdenes Passeriformes, Anátidos Charadriiformes y Ciconiformes, con 28, 10, 7 y 6 especies respectivamente. Los números elevados de registros de garza chica, garza boyera y huairavo se debe a que el santuario tiene sectores de amplios pajonal donde estas especies descansan y nidifican en colonias. Asimismo, se cuenta con especies poco comunes de observar en otros cuerpos de agua como son huairavillo, run-rún, pato rinconero, entre otras.

Aspectos positivos del monitoreo

- Se muestran las coordenadas geográficas del sitio de estudio.
- La metodología para las aves acuáticas del humedal es la adecuada.
- Se detalla los observadores que realizaron el censo.

Aspectos a mejorar del monitoreo

- La metodología utilizada no es clara para el caso de las aves que no ocupan el espejo de agua. ¿Se contabilizarán todos los individuos (censo) o los individuos avistados en un transecto (muestreo)?
- No se describe el equipamiento utilizado (binoculares, telescopio, etc.)
- No se detalla el esfuerzo de muestreo (número de transectos, horarios, etc.)
- La periodicidad recomendada para el monitoreo de aves es estacional, pues las variaciones mensuales, por lo general, no son altas.

Otras sugerencias

- Para áreas que poseen diferentes tipos de hábitat, como en este caso, donde podemos diferenciar entre espejo de agua, totoral y matorral, es necesario adecuar una técnica de muestreo para cada una de estas zonas. Las aves de matorral no deben ser censadas sino muestreadas, debido a la dificultad de determinar su abundancia absoluta y la posibilidad de recontar a los individuos si se realiza un censo.
- Para la interpretación de los resultados del censo o monitoreo es de gran ayuda el uso de gráficos que muestren la variación en la riqueza o abundancia de especies. Sin ellos, la interpretación visual es muy difícil. Ayuda también comparar índices de biodiversidad.

Consideraciones finales

El monitoreo llevado a cabo por el personal de Conaf durante los últimos años posee un valor incalculable para la conservación de la fauna nativa de nuestro país. El esfuerzo de cada guardaparque u observador en terreno resulta vital en la adquisición de conocimiento sobre la distribución y abundancia de fauna dentro de las ASP. Sin embargo, debemos avanzar un paso más, con el fin de aumentar la eficiencia y lograr la homologación de las técnicas de monitoreo a lo largo de todo el país. Una correcta planificación del monitoreo antes de su realización, así como la toma de datos precisos y comparables en el espacio y el tiempo resultan fundamentales para generar programas de conservación significativos.

En general, los programas de monitoreo revisados en este capítulo poseen cualidades y falencias bastante comunes que podemos resumir de la siguiente forma:

Cualidades

- Por lo general, las metodologías utilizadas son las correctas para la especie o grupo de especies que se van a monitorear.
- Existe un seguimiento a largo plazo de las especies, recopilando información de gran valor ecológico.
- La periodicidad del monitoreo es, en general, la adecuada a los objetivos.

Falencias

- Muchos monitoreos presentan falencias en la descripción y/o aplicación de las metodologías. En ocasiones no se detalla el esfuerzo realizado o directamente varía de un año a otro.
- En muchos casos, falta la referencia geográfica específica de cada punto de monitoreo.
- No se detallan los horarios en que se realizan los monitoreos (lo cual es muy importante para replicarlos y que sean comparables en el tiempo).
- La interpretación por lo general se dificulta debido a la ausencia de gráficos o análisis claros.
- Por lo general los objetivos del monitoreo no son claros.

Conclusiones

Para que un monitoreo a largo plazo de fauna silvestre cumpla con los requerimientos que lo hagan replicable y comparable tanto en el tiempo como en el espacio, deben considerarse los pasos descritos en el presente manual, dentro de los cuales debemos destacar:

1. Debe conocerse a cabalidad la o las especies que se van a monitorear (hábitat, actividad, conducta, sensibilidad a perturbaciones, etc.).
2. Deben plantearse y conocerse con exactitud los objetivos del monitoreo antes de realizar el esfuerzo de terreno.
3. Debe entregarse información precisa del lugar donde se realizó el muestreo.
4. Deben describirse con exactitud las metodologías utilizadas para el monitoreo y el esfuerzo en terreno (tipos de datos recolectados, número de muestreos realizados, distancias recorridas, horario de las actividades, entre otros).
5. Debe utilizarse siempre la misma metodología para el monitoreo en el tiempo (mismas técnicas y esfuerzo en terreno).
6. Las técnicas utilizadas deben seguir el método estándar y no desviarse de éste (conocer bien las técnicas antes de utilizarlas).
7. No se debe asumir que diferentes observadores poseen las mismas capacidades en terreno (debe capacitarse a quienes realizan un monitoreo para generar capacidades y homologar la toma de datos y deben detallarse los observadores y su actividad en el informe de los resultados).
8. El monitoreo no debe ser demasiado ambicioso (en un monitoreo a largo plazo es preferible poca información repetida en el tiempo que mucha información que no sea posible replicar).
9. Cualquier información adicional registrada en terreno puede ser útil más adelante, aun cuando no se encuentre dentro de los objetivos del monitoreo (avistamiento de especies raras o conductas interesantes poseen gran valor y deben documentarse).

-
10. Compartir los datos les da mayor valor a éstos (no tiene sentido realizar trabajos de terreno si la información no es publicada o entregada a las personas interesadas: comunidades, científicos, turistas, etc.).
 11. El monitoreo debe ser realizado por un equipo de trabajo encargado de planificarlo, desarrollarlo, interpretarlo y evaluarlo. Para ello se requiere de equipo un responsable principal, un equipo en terreno y científicos responsables del análisis.



Capítulo 8

Monitoreo y Conservación: Síntesis

Monitoreo y Conservación: Síntesis

8.1 ¿Qué es el monitoreo?

El monitoreo de fauna al interior de un ASP es una actividad fundamental para el cumplimiento de los objetivos del plan de manejo. Es decir, conocer las especies, sus características poblacionales, su distribución y dinámica en el tiempo, así como detectar problemas o impactos directos o indirectos de la acción del hombre o fenómenos naturales sobre ella son la base de una buena gestión.

Un inventario consiste en averiguar si hay algo que realmente está presente (especies, hábitat, etc.) al interior del área protegida, la magnitud de su ocurrencia, y su condición. El monitoreo en cambio, es la determinación de cambios en su ocurrencia. El inventario es el primer paso del monitoreo. El inventario tiende a ser estático y se puede considerar como “*lo que hay*”. El monitoreo permite describir los cambios que las especies y sus ambientes han tenido en el tiempo. Un área protegida sin un adecuado plan de monitoreo de su fauna y ambientes no puede definir políticas, ajustes a las normas y acciones de manejo ni evaluar la calidad y efectividad de sus acciones de conservación.

El monitoreo es la observación regular y el registro de actividades que se desarrollan en un proyecto o programa. Es un proceso rutinario de recopilación de información sobre todos los aspectos del proyecto de conservación. Monitorear consiste en comprobar cómo las actividades del proyecto están progresando en el tiempo. Se trata de la observación, sistemática y con el propósito de cumplir con los objetivos del plan de manejo. El monitoreo también implica dar retroalimentación sobre el progreso del proyecto a las autoridades, los donantes, ejecutores y beneficiarios del proyecto como un todo.

Los informes a partir del monitoreo permiten que la información recopilada pueda ser usada en la toma de decisiones para mejorar el desempeño del proyecto y contribuir a la conservación de la fauna y su entorno al interior de un área protegida.

Propósito del monitoreo

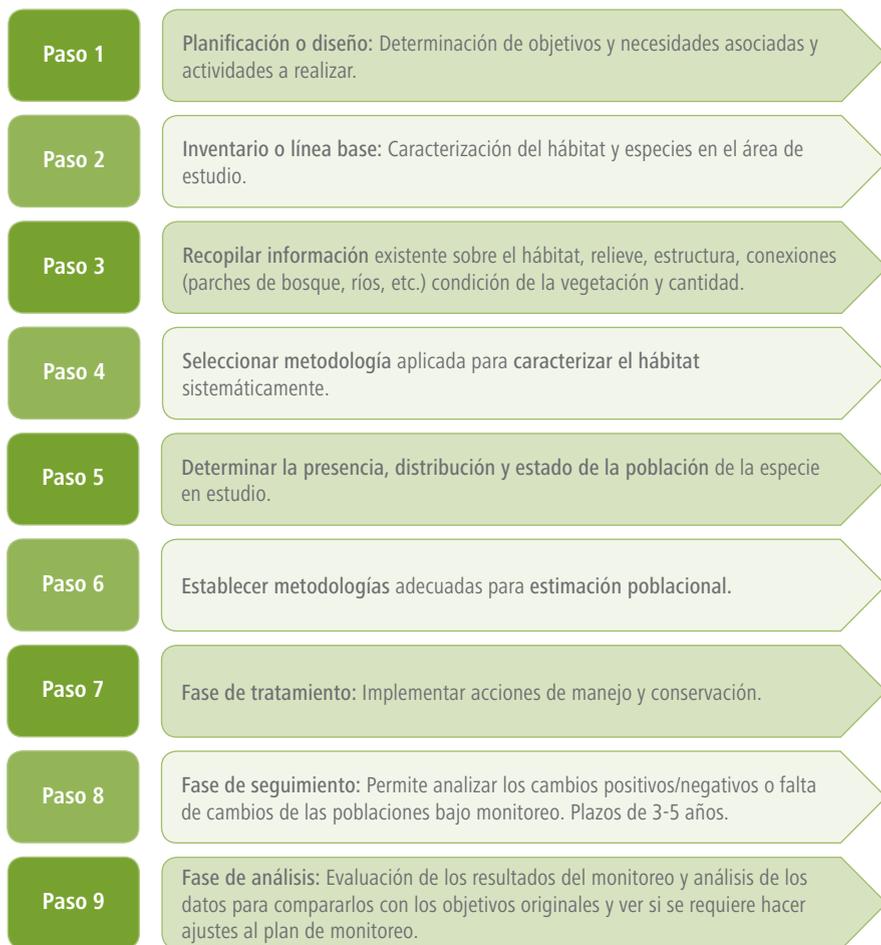
- Permite hacer un adecuado análisis de la situación de la especie y su ambiente.
- Determinar si las acciones de conservación están dando resultado.
- Identificar los problemas que enfrentan las especies y su ambiente para encontrar soluciones apropiadas.

-
- Asegurar que todas las actividades que se lleven a cabo cuenten con el personal adecuado, equipos, logística y tiempo necesario.

8.2 Razones para el monitoreo de la fauna

- Obtener datos de referencia/línea base para comparar con los datos futuros de las especies al interior del área protegida.
- La necesidad de identificar los hábitats preferidos o necesarios para las especies existentes al interior del área silvestre protegida.
- La necesidad de determinar si las especies están sufriendo impactos negativos bajo la situación de manejo actual o cambios en el manejo (e.g. construcción de un muelle al interior de un lago o habilitar una nueva zona de camping).
- Definir zonas de interés para observación de fauna, caza deportiva, protección de lugares de reproducción.
- Obtener datos sobre especies como indicadores del estado del ecosistema.

Etapas del monitoreo



8.3 Monitoreo del Hábitat

Se define hábitat como el entorno que provee de todo lo que las especies de fauna necesitan. En su hábitat las especies encuentran refugio, alimento-agua, otros individuos de su especie para reproducirse y todo lo que necesitan para mantenerse como una población viable en el tiempo. En su hábitat, las especies también enfrentan factores físicos y biológicos que pueden alterar su conducta, sus posibilidades de vida, enfermedades y predadores potenciales. Finalmente, el factor antrópico es fundamental y a veces el más preponderante para que una especie tenga una población viable en un lugar determinado.

El plan de monitoreo de hábitat para una especie en estudio incluye:

- *Oferta de alimento:* Todas las especies de fauna tienen preferencias alimentarias, independientemente de otros alimentos que pueden estar disponibles.
- *Cubierta o refugio:* Todos los animales silvestres necesitan algún grado de cubierta o refugio para defenderse del mal tiempo u ocultarse de los predadores. roqueríos, cuevas, zonas extensas de bordes de ríos, árboles muertos para nidificar, etc.
- *Agua:* Todos los animales necesitan agua. Las fuentes de agua son las aguas superficiales, rocío, nieve y vegetación suculenta. En algunas áreas protegidas se crean fuentes de agua que concentran fauna, lo que tiene buenas y malas consecuencias para las especies de fauna.
- *Espacio y disponibilidad de hábitat:* Todos los animales se desplazan, algunos defienden territorio y otros tienen migraciones locales, estacionales, altitudinales o a gran escala. Por ello, el tamaño del área protegida y la forma, relieve, pisos altitudinales y tamaño del área influyen sobre la fauna directamente.
- *Otras necesidades especiales:* Algunas especies tienen necesidades de hábitat específicas como cavidades en árboles muertos o tipos de roca y sedimento para hacer sus cuevas de nidificación. Sin estos atributos específicos del hábitat simplemente no pueden sobrevivir ni reproducirse.
- *Disposición espacial de los elementos del hábitat:* La disposición espacial de los alimentos, refugios, zonas de descanso, sitios de reproducción, distancia al agua, densidad de la vegetación y factores antrópicos, inciden directamente sobre la calidad del hábitat para las especies de fauna.

8.4 Conclusiones

El objetivo del monitoreo puede estar orientado a una especie en particular o a un grupo de especies (comunidad biológica) en un sitio determinado del ASP. Independientemente del objetivo final del monitoreo, nunca debemos olvidar que:

1. Se debe planificar previamente.
2. Se deben recopilar todos los antecedentes sobre la historia natural de la especie y su ambiente.
3. Se deben seleccionar las técnicas y métodos apropiados.
4. Se debe entrenar a los guardaparques en las técnicas a utilizar, bioseguridad, registro de datos y preparación de reportes.
5. Se debe realizar periódicamente y a largo plazo.
6. Se debe re-evaluar cada cierto tiempo y realizar las modificaciones necesarias.

Reflexiones finales

El rol de los guardaparques al interior de un ASP es muy diverso y va desde la protección y seguridad de los visitantes, hasta la educación ambiental. Sin embargo, el monitoreo y protección de la fauna y su hábitat es una tarea fundamental para cumplir con los objetivos que estipula la ley y los convenios internacionales de biodiversidad, recursos naturales, y otros. Nuestra real efectividad en las labores de conservación del patrimonio natural no puede ser evaluada, mejorada o mantenida en el tiempo sin un adecuado monitoreo de la biodiversidad.

Anexos

Curso "Capacitación para la Implementación de un Sistema de Monitoreo de Especies de Fauna"

Agradecemos la participación del personal de Conaf durante el desarrollo de este curso, llevado a cabo entre los días 24 y 27 de Septiembre del 2012, el cual sirvió como base para la creación del presente manual.

Asistentes

Región	Participante
XV	Leonardo Choque Quispe
I	Jorge Valenzuela Oyarzún
II	Fernando Aravena Pérez
III	Jorge de la Riva Williams
IV	Claudio Rojas Cuello
V	Iván Velásquez García
RM	Carlos Peña Muñoz
VI	Álvaro Aguilar Cid
VII	Leonardo Cáceres Rencoret
VIII	Benito Millalen Sandoval
IX	Basilio Guiñez Lillo
XIV	René Cárdenas Millar
X	Rolando Paredes Oyarzún
XI	Jonathan Lara Vergara
XII	Irene Ramírez Merida
IPA	Pedro Lazo Hucke
IX	Oscar Pontigo Ardiles
Oficina Central	Iván Benoit Contesse
SAG	Marcela Alcaide Valdivieso
MMA	Leonardo Alarcón
Gerencia	Eduardo Katz

Instructores:

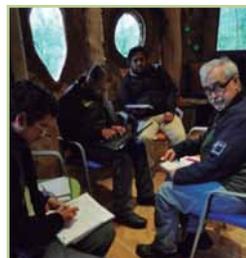
Cristian Bonacic, Tomás Ibarra, Nicolás Guarda, Mariano de la Maza, Catalina Zumaeta, Lina Forero, Jorge Leichtle, Jerry Laker, Heraldo Norambuena.

Imágenes Curso

Salón de clases "Wildlife Pavillion" en Kodkod, y participantes del curso.



Algunas actividades durante el curso: uso de equipamiento en terreno, charlas y trabajo en grupos.



Bibliografía

Altamirano T.A., J.T. Ibarra, F. Hernández, I. Rojas, J. Laker & C. Bonacic. 2012. Hábitos de nidificación de las aves del bosque templado Andino de Chile. Fondo de Protección Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 113pp.

Ballard G., G. Geupel & N. Nur. 2004. Influence of mist - netting intensity on demographic investigations of avian population. *Studies in avian biology*, N° 29: 21 - 27.

Bonacic C. & J.T. Ibarra. 2010. Fauna Andina: historia natural y conservación. Serie Fauna Australis. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. División Andina, Codelco Chile. 192pp.

Ceballos G., R. List, R. Medellín, C. Bonacic & J. Pacheco. 2010. Los Felinos de América: Cazadores sorprendentes. *Telmex*. 304pp.

Desante D., J. Saracco, O'Grady, K. Burton & B. Walker. 2004. Methodological considerations of the monitoring avian productivity and survivorship (MAPS) program. *Studies in Avian Biology*, N° 29: 28 - 45.

Frankham R., J.D. Ballau, D.A. Briscoe 2011. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, Cambridge. 619pp.

Guarda N., N. Gálvez, F. Hernández, A. Rubio, O. Ohrens & C. Bonacic. 2010. Manual de verificación: Denuncias de depredación en ganado doméstico. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. 80pp.

Martin T.E. & G.R. Geupel. 1993. Nest-monitoring plots: Methods for locating nests and monitoring success. *Journal of field Ornithology* 64: 507-519.

North American Banding Council. 2003. *Guía de estudio del anillador de Norteamérica*. 74pp.

Hamblen C. 2004. *Conservation: Studies in Biology*. Cambridge University Press, United Kingdom. 368pp.

Iriarte J., Lobos G. & Jaksic F. 2005. Especies de vertebrados invasores en Chile y su control y monitoreo por agencias gubernamentales. *Rev Chilena de Hist Nat* 78. 143–154 pp.

Iriarte, A. & F. Jaksic. 2012. *Los Carnívoros de Chile*. Ediciones Flora & Fauna Chile y CASEB, P. U. Católica de Chile, 260pp.

Krebs, 2006. *Mammals*. Sutherland, W J. (Eds.) In: *Ecological Census Techniques*. 2nd edition. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Ralph C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D.F. DeSante & B. Milá. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46pp.

Roa, M. & C. Bonacic. 2010. *Calera de Tango, Reserva de Vida*. Serie Fauna Australis. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 135pp.

Sutherland, W. 2000. *The Conservation Handbook Research, Management and Policy*. Blackwell Science, 296pp.

Telford Jr. S.R. 2009. *Hemoparasites of the Reptilia: Color atlas and text*. CRC Press, Florida, USA. 376.

Weiss D.J. & K.J. Wardrop 2010. *Veterinary Hematology*. 6th Edition. Blackwell Publishing Ltd., Iowa, USA. 1206pp.

West G., D. Heard & N. Caulkett 2007. *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia*. Blackwell Publishing, Iowa, USA. 713pp.

Glosario

Abiótico: Sin vida ni derivado de seres vivos. Componente sin vida del ecosistema.

Abundancia: Es el número de individuos totales de una especie en un hábitat cualquiera.

Biodiversidad: Conjunto de todas las especies de plantas y animales, su material genético y los ecosistemas de los que forman parte.

Biótico: Que posee vida o derivado de seres vivos.

Composición: Es la lista de las especies presentes en un hábitat cualquiera.

Conservación: Esfuerzo consciente para evitar la degradación excesiva de los ecosistemas. Uso presente y futuro, racional, eficaz y eficiente de los recursos naturales y su ambiente.

Densidad: Es el número de individuos de una especie por un área determinada.

Ecología: Ciencia que estudia relaciones de los organismos entre sí y con su ambiente; esto es, con el conjunto de factores físicos externos que actúan en los seres vivos.

Ecosistema: Unidad natural que consiste en todos los organismos (factores bióticos) de un área funcionando junto con todos los factores no vivos (abióticos) del medio ambiente. Funcionan como un todo.

Ectotérmico: Animal de sangre fría que obtiene el calor del ambiente para poder desarrollar sus actividades normales.

Endémico: Animal o planta que se considera exclusivo del país o región en que vive. Propio de un lugar.

Especie: Conjunto de individuos que se reproducen naturalmente entre sí, y producen descendencia fértil. Categoría taxonómica básica definida por un nombre binomial, en latín (e.g., el fío fío corresponde a la especie *Elaenia albiceps*).

Hábitat: Es el ambiente que ocupa una población biológica. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.

Humedal: Es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada.

Nativo: Es una especie originaria de una región o ecosistema determinado. Una especie nativa no es necesariamente endémica (e.g., el puma es nativo de Chile pero no endémico ya que vive en toda América, desde Canadá al estrecho de Magallanes).

Riqueza: Es el número de especies diferentes en un hábitat cualquiera.

Taxón o Taxa: Unidad sistemática que designa un nivel jerárquico en la clasificación de los seres vivos, como la especie, el género, la familia, el orden y la clase.



Mariano de la Maza

Biólogo y Magíster en Recursos Naturales, Área Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ha realizado investigación en diversos grupos de fauna silvestre chilena, especializándose en ecología de aves del bosque templado. Actualmente se desempeña como profesional de la Corporación Nacional Forestal, en el Departamento de Conservación de la Diversidad Biológica.



Cristian Bonacic

Médico Veterinario de la Universidad de Chile, Magíster en Vida Silvestre de la Universidad de Reading y Doctor en Zoología de la Universidad de Oxford. Director y fundador del laboratorio Fauna Australis del Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Investigador en vida silvestre por más de 20 años en Chile.



La conservación de la diversidad biológica en las Áreas Silvestres Protegidas de Chile depende de su correcto manejo, el cual debe considerar las acciones para determinar tanto el estado general, como la variación temporal de esta diversidad.

El monitoreo de la fauna silvestre dentro de cada ASP resulta fundamental para evaluar el cumplimiento de sus objetivos de conservación.

Este manual tiene el propósito de entregar a guardaparques y administradores de las ASP las herramientas metodológicas básicas para una estandarización del monitoreo de vertebrados terrestres a nivel nacional.