



Documento General

# **Manual para Evaluación de Línea Base Componente Fauna Silvestre**

D-PR-GA-009

Francisco Chávez Escobar  
Julio Cerda Cordero

**2012**



**Autores de imágenes:**

Francisco Chávez: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 16, 24.

Julio Cerda: 11, 15, 17, 23.

Patricio Contreras: 13, 19, 20, 22.

Alfredo Zuñiga: 12, 21.

Nicolás Soto: 18.

Luis Espinoza: 9.

Diseño:  
DEPARTAMENTO DE COMUNICACIONES, SAG

Primera Edición: Agosto de 2014.

# ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	5
II. APROXIMACIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
III. DISEÑO DE MUESTREO	9
i. Muestreo Aleatorio Simple	10
ii. Muestreo Sistemático	12
iii. Muestreo Estratificado Aleatorio o Sistemático	13
IV. ESTACIÓN DE MUESTREO	15
V. ORDENAMIENTO PARA OBTENER MUESTRAS	17
i. Parcelas cuadradas o rectangulares	17
ii. Parcelas circulares	18
iii. Transectos	19
VI. MÉTODOS DE CAPTURA O REGISTRO DE FAUNA SILVESTRE	20
i. Registro visual	20
a. Conteo visual	20
b. Método de Encuentros Visuales (Visual Encounter Surveys, VES)	22
c. Búsqueda activa (Time Constraint Search, TCS)	22
d. Trampas cámara	23
ii. Registro auditivo	25
iii. Trampas	27
a. Lazos	27
b. Redes de aro o manuales	28
c. Trampas tipo Sherman	29
d. Trampas Tomahawk	31
e. Las redes de niebla	32
iv. Métodos indirectos	33
a. Detección de huellas y fecas	34

b. Estaciones de atracción olfativa	35
c. Identificación a través de restos óseos y dientes	36
<b>VII. ESFUERZO DE MUESTREO</b>	<b>38</b>
i. Época del año para el levantamiento de información	38
ii. Estación de muestreo y número de muestras	39
iii. Duración del muestreo	40
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO</b>	<b>46</b>

# I INTRODUCCIÓN

Este documento es un complemento para la “Guía de Evaluación del Componente Ambiental Fauna Silvestre, 2012 “ y su objetivo es entregar un conjunto de referencias técnicas y métodos de muestreo para apoyar a los funcionarios evaluadores SAG (en adelante evaluadores) de Líneas de Base de Fauna Silvestre, de competencia del Servicio en Estudios de Impacto Ambiental (EIA).

Se espera con esta contribución que los informes, elaborados por los evaluadores, ponderen si lo presentado por el titular se ajusta a técnicas y métodos utilizados habitualmente en los estudios e investigación de fauna silvestre, describiendo adecuadamente la línea base o para generar, cuando corresponda, las solicitudes de aclaraciones, rectificaciones y adiciones pertinentes sobre ella.

El evaluador debe entender que en el documento se presenta una recopilación no exhaustiva de técnicas, métodos e información bibliográfica, pero sí de aquellas de uso mas frecuente, quedando a iniciativa del propio evaluador la búsqueda de antecedentes complementarios en función de sus propios conocimientos, de la complejidad del EIA o del área en estudio.

Es importante considerar que independiente de la cantidad de información disponible sobre la presencia de fauna silvestre en el área de influencia donde se desarrollará un proyecto, resulta indispensable el levantamiento de datos en terreno, por parte del titular, para describir el componente ambiental fauna silvestre en su dimensión actual. Esta es la información que debe ser evaluada, siendo la bibliografía presen-

tada por el titular solo una referencia que puede, eventualmente, ser utilizada para validar u observar los resultados obtenidos de las campañas de terreno, presentadas en el EIA.

## 2 APROXIMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

El propósito del titular en esta parte del estudio es reunir información básica sobre el área del proyecto, mediante la búsqueda de fuentes bibliográficas, de datos y la información basada en mapas (EPA y DEC, 2010).

Si bien es cierto el titular puede omitir esta parte en la presentación de la línea de base de fauna silvestre (lo cual no es objeto de observación), si es necesario que los evaluadores posean conocimientos sobre la existencia de bibliografía donde puedan consultar en caso de requerirlo.

La información disponible para la fauna silvestre de Chile, se puede separar en dos bloques:

- i. Documentos de referencia, que presentan mapas con distribución de especies a escala nacional o de grandes superficies y que no son consistentes, en la mayoría de los casos, con la dimensión espacial de los EIA.

En este tipo de documento, los datos resultantes, provienen de la extrapolación de ambientes similares en que los ejemplares, que se describen, han sido visualizados alguna vez. Entre estos documentos podemos mencionar la mayoría de las guías de campo y de descripción de la fauna de Chile (revisar Anexo I).

Estas distribuciones por lo general no son exactas por lo que resultan inadecuadas para formular pronunciamientos destinados al

Informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones Rectificaciones o Adiciones (ICSARA).

- ii. Documentos que cuentan con registros precisos o mejor aun georreferenciados y que han sido obtenidos a través de la aplicación de métodos validados y por personal idóneo.

Dentro de este tipo de documento se pueden mencionar: las publicaciones científicas con levantamiento de información en terreno, algunos trabajos de prospección de fauna silvestre realizados por el SAG y ciertas bases de datos de avistamiento y registro de especies que se encuentran on-line (Ej.: [www.ebird.com](http://www.ebird.com)).

La información que se puede obtener de este ultimo tipo de documentos o del propio conocimiento del evaluador de un proyecto determinado, pueden ser adecuados para realizar observaciones sobre el levantamiento de información, presentado por el titular. La aplicación de lo señalado en este párrafo puede permitir detectar por ejemplo: el no registro de una especie determinada o la inclusión de alguna que no existe en un área dada.

### III DISEÑO DE MUESTREO

En la mayoría de las ocasiones en que se realizan levantamientos de línea base para EIA, resulta prácticamente imposible realizar un censo de fauna, ya que esto implica contabilizar a todos los individuos de un área determinada, siendo necesario recurrir a estimaciones efectuadas con métodos adecuados y por personal capacitado. Por lo anterior el evaluador, deberá ponderar y decidir si la información levantada por el titular es representativa, es decir, que permite caracterizar aceptablemente la riqueza de especies y estimar la abundancia de los individuos de cada una de dichas especies, en un lugar determinado, sobre la base de la aplicación de métodos validados.

En realidad existen varias consideraciones que justifican el levantamiento de información o estudios en general de fauna silvestre, a partir de muestras representativas, por sobre la implementación y realización de censo. Según Navarro (2004), hay tres razones principales por las cuales se deben tomar muestras en lugar de realizar censos:

1. Puede ser impráctico un censo completo debido al costo y el esfuerzo involucrado (ej. un zoólogo puede no tener suficiente tiempo para muestrear cada animal en un área).
2. El muestreo es más rápido que un conteo completo (Ej. una administración gubernamental puede decidir tomar una muestra del 10% de la población porque los resultados de un censo completo pueden estar parcialmente obsoletos en el momento en que sean procesados).

3. Una muestra relativamente pequeña pero bien organizada puede dar mejores resultados que una muestra grande que no puede ser administrada debido a la falta de recursos.

Si la densidad poblacional fuera perfectamente igual en toda el área a muestrear, bastaría contar los animales en cualquier punto de muestreo y generalizar el resultado para toda el área. Sin embargo, la disposición espacial y abundancia de los animales varía de un lugar a otro; el propósito del diseño espacial es que los resultados de las muestras extraídas de una parte de la población se puedan generalizar para toda la unidad (Ojasti y Dallmeier, 2000).

Existe una gran variedad de diseños de muestreo que son utilizados para estudios en vida silvestre, por lo cual es importante que el evaluador cuente con información sobre aquellos de uso más frecuente y los patrones de distribución de las especies en estudio y pueda estar en condición de ponderar si el diseño utilizado por el titular es el adecuado para el levantamiento de información sobre la base del diseño que haya elegido.

## **i. Muestreo Aleatorio Simple**

Una muestra aleatoria simple presupone un arreglo espacial al azar, en un ambiente homogéneo, donde cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser obtenida en la muestra y que el procedimiento de selección de las unidades sea realmente al azar, de esta manera lo que es importante aquí es el proceso de selección más que el resultado (Garton *et. al*, 2004; Navarro, 2004; Ojasti y Dallmeier, 2000).

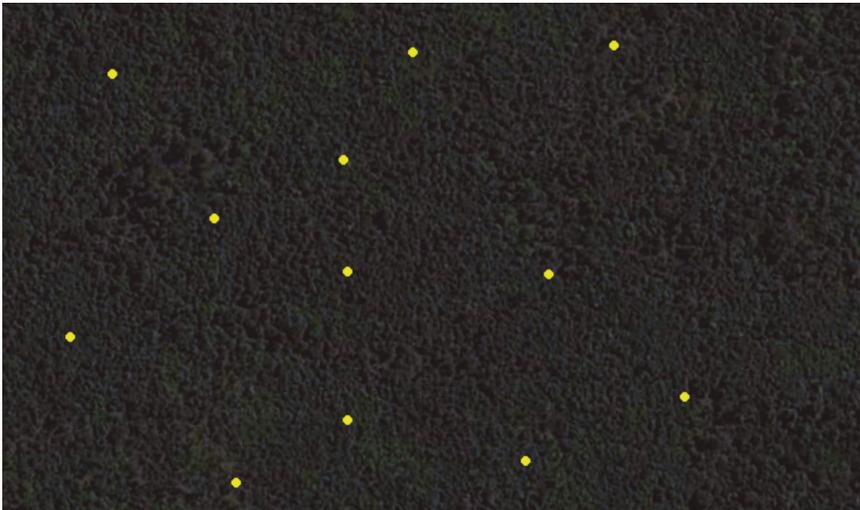
El muestreo al azar no se utiliza ampliamente por el excesivo tiempo necesario para localizar muestras realmente aleatorias. Además, las muestras verdaderamente aleatorias producen ocasionalmente estimaciones pobres por casualidad, debido a la escasa cobertura espacial de la zona o población de interés (Garton *et. al*, 2004; Ojasti y Dallmeier, 2000).

Un ejemplo de estos métodos al azar ocurre cuando el investigador se pone de espaldas al mapa del área de estudio y lanza un alfiler para obtener el centro de la estación o punto de muestreo (Garton *et. al*, 2004).

Uno de los problemas que puede ocurrir es seleccionar dos veces el mismo punto. Para este caso hay dos opciones: muestreo con reemplazo que implica un muestreo repetitivo en la parcela correspondiente (o un solo muestreo, pero tomando en cuenta el resultado más de una vez en los cálculos), o muestreo sin reemplazo, o sea, ignorar la selección repetitiva de una misma parcela (Ojasti y Dallmeier, 2000).

En resumen, para poder utilizar este diseño de muestreo se debería contar al menos con las siguientes condiciones:

1. Que el área de muestreo este compuesta por un ambiente homogéneo.
2. Que las muestras sean obtenidas realmente al azar.



*Imagen N°1.*

Demostración muestreo Aleatorio Simple. Bosque siempre verde, Región de los Lagos.

## ii. Muestreo Sistemático

Una muestra sistemática se toma mediante la selección de las estaciones o puntos de muestreo a intervalos regulares. Este método es más fácil de realizar y menos sujeto a errores, por parte de los investigadores, que el muestreo aleatorio simple (Garton *et. al*, 2004, Ojasti y Dallmeier, 2000).

Un muestreo sistemático válido requiere la colocación al azar del primer punto o estación de muestreo, seguido de la disposición sistemática del resto, por lo general a lo largo de un transecto o en un patrón de grilla. Este enfoque proporciona a menudo una mayor información por unidad de muestreo que el muestreo aleatorio simple, porque la muestra se distribuye uniformemente a lo largo de toda la población o del área de estudio (Garton *et. al*, 2004).

El muestreo sistemático no satisface la premisa de aleatoriedad, pero facilita la localización de las muestras en el campo. El tiempo invertido en el muestreo se reparte entre la localización (búsqueda, traslado) y la revisión de las muestras (Ojasti y Dallmeier, 2000).

Según Navarro (2004), el muestreo sistemático proporciona ventajas por las siguientes razones:

1. Es fácil de llevar a cabo en el campo, y por tanto, a diferencia de las muestras simples aleatorias y las muestras aleatorias estratificadas, está menos expuesto a errores de selección que cometen los investigadores en el campo.
2. Puede proporcionar mayor información que la que el muestreo aleatorio simple por unidad de costo.



*Imagen N°2*

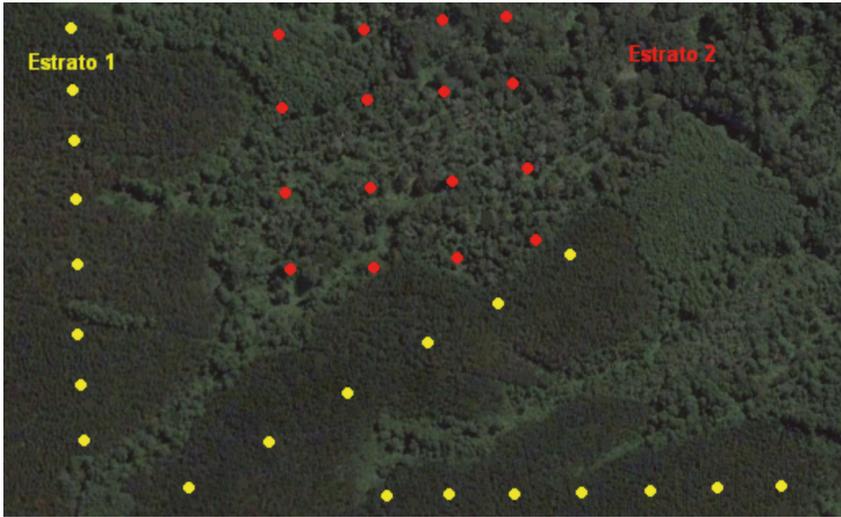
Demostración muestreo Sistemático. Desierto de Atacama. Región de Antofagasta.

### iii. Muestreo Estratificado Aleatorio o Sistemático

En muchas situaciones, resulta obvio que varias subpoblaciones existen dentro de una población total. Si las características de estos subconjuntos permiten crear diferentes grupos similares entre si, el muestreo estratificado será el de mayor utilidad (Garton *et. al* 2004).

Las subpoblaciones se conocen como "*estratos*", y lo que se debe hacer luego de identificar estos estratos es extraer una muestra aleatoria simple o sistemática de de cada uno de ellos (Garton *et. al*, 2004, Navarro, 2004; Ojasti y Dallmeier, 2000). Generalmente los estratos, se seleccionan sobre la base de los hábitats presentes en el área de estudio (ej. Bosques, Matorrales, Humedales, Roqueríos) (Garton *et. al*, 2004).

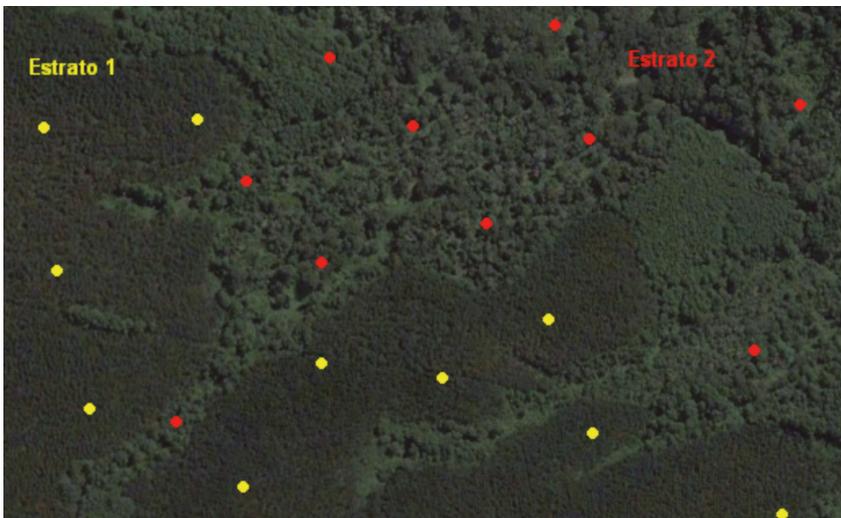
Además de incrementar la exactitud del resultado en áreas heterogéneas, el muestreo estratificado permite cuantificar la utilización de los hábitats y la distribución interna de los animales en el área de estudio (Ojasti y Dallmeier, 2000).



*Imagen N°3*

Demostración muestreo estatificado sistemático. Matriz silvícola. Región de la Araucanía.

El número de muestras por estrato puede ser proporcional a su superficie; asignando un número mayor de muestras para los estratos de mayor tamaño (Siniff y Skoog 1964; Rodríguez y Núñez, 1987 en Ojasti y Dallmeier, 2000). Además se debe tener en cuenta que si los estratos no son diferentes, el muestreo estratificado aleatorio no será tan preciso como el muestreo simple al azar (Garton *et. al*, 2004).



*Imagen N°4*

Demostración muestreo estatificado al azar. Matriz silvícola. Región de la Araucanía.

## IV ESTACIÓN DE MUESTREO

Corresponde al lugar específico de donde se obtendrán las muestras. Estos lugares de muestreo variarán de acuerdo al taxón que se pretende muestrear, a las técnicas que se utilizarán y al horario de muestreo. Por ejemplo, si en una estación de muestreo se quiere muestrear tanto anfibios como reptiles, resulta apropiado utilizar la técnica denominada Método de Encuentros Visuales (Visual Encounter Surveys, VES), sin embargo en la mayoría de los casos estos dos taxones utilizan ambientes diferentes, por lo cual sus puntos de muestreos no podrían coincidir.

En la gran mayoría de los casos, las estaciones de muestreo, se escogen subjetivamente según las facilidades disponibles, como son: clima, acceso, caminos existentes, tiempo y fondos, etc (Ojasti y Dallmeier, 2000).

Un criterio básico que se debe considerar para la selección de una estación de muestreo, es la distancia que debe existir entre cada una de estas, esto con el objetivo de diferenciarlas (por cuanto dos muestras muy cercanas pueden constituir en la práctica la misma muestra). Por lo anterior, es importante tener en consideración el concepto de "*pseudoreplicas*", las cuales, se producen cuando las unidades de muestreo o estaciones de muestreo, no son independientes, es decir, que son realmente sub-muestras en lugar de repeticiones, pero son tratados, erróneamente como muestras independientes. Este es un problema generalizado en el trabajo de campo que debe ser evitado siempre que sea posible. Una prueba sencilla para determinar si existe pseudoreplicación es verificar si los valores de 2 observaciones sucesivas son más

similares que los valores de 2 observaciones extraídas completamente al azar de la población investigada. Si es así, las sucesivas observaciones son probablemente repeticiones y el muestreo debe ser corregido (Garton *et. al*, 2004).

Es importante considerar que si se requiere muestrear en diferentes épocas del año (verano - otoño - invierno - primavera), los muestreos deben ser realizados siempre en las mismas estaciones de muestreo, que deberían ser establecidas al inicio del trabajo.

La ubicación de todos los puntos de muestreo debe estar representada en un mapa georreferenciado, lo cual permitirá su ilustración.

## V ORDENAMIENTO PARA OBTENER MUESTRAS

El ordenamiento para la obtención de datos dentro de una unidad de muestreo (estación de muestreo), depende de los objetivos del estudio, de la abundancia, movilidad y detectabilidad de los objetos a muestrear y de su arreglo espacial (Ojasti y Dallmeier, 2000).

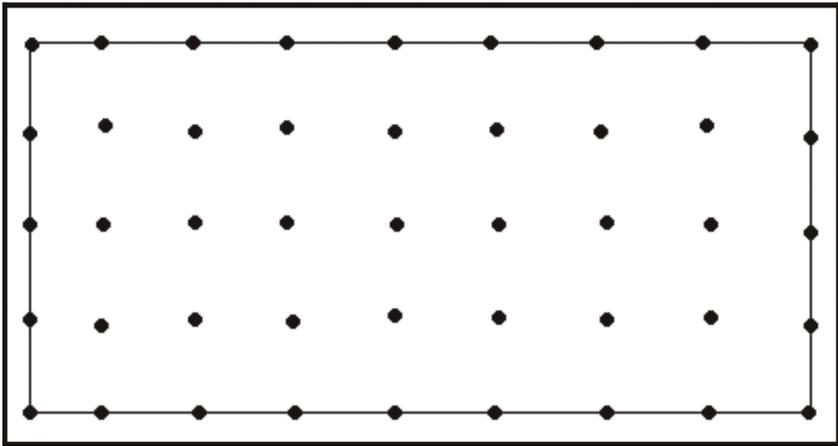
Por ejemplo cuando se utilizan trampas:

- Para realizar inventarios de especies, la ubicación de las trampas a lo largo de un transecto es la manera más fácil a utilizar.
- Para obtener estimaciones de la densidad de los organismos, es recomendable colocar las trampas en disposición de retícula (grilla) o circular. En el arreglo de retícula, el espacio entre ambas líneas de trampa debe ser siempre constante, para el mismo estudio, pudiendo variar la distancia de las trampas dependiendo de las especies a muestrear y del ambiente.
- Para el arreglo circular, las trampas son colocadas a la misma distancia en cada una de las líneas que salen del centro. La separación entre trampas de diferentes líneas se incrementa conforme se alejan del centro del círculo (Sélem-Salas *et. al*, 2004).

### i. Parcelas Cuadradas o Rectangulares

Estas simplifican el diseño y son adecuadas para la cuantificación de objetos fijos, tales como nidos, heces, animales muertos, alimento disponible y se emplean también en el conteo aéreo (Ojasti y Dallmeier, 2000).

Por otra parte ha sido uno de los ordenamientos más frecuente en los estudios poblacionales de micromamíferos, principalmente para medir abundancia. Para esto se establece una grilla de trampas en un cuadrulado imaginario del terreno, colocándose las trampas en los nodos de esta red. El tamaño de la red depende de la especie y el tipo de estudio. Se han usado grillas de 6, 10 y 15 metros entre cada trampa. El número total de trampas en la grilla dependerá de la disponibilidad de ellas, de las condiciones del terreno, de los objetivos del trabajo y del ámbito de hogar de los animales (Quiroz, 2009).



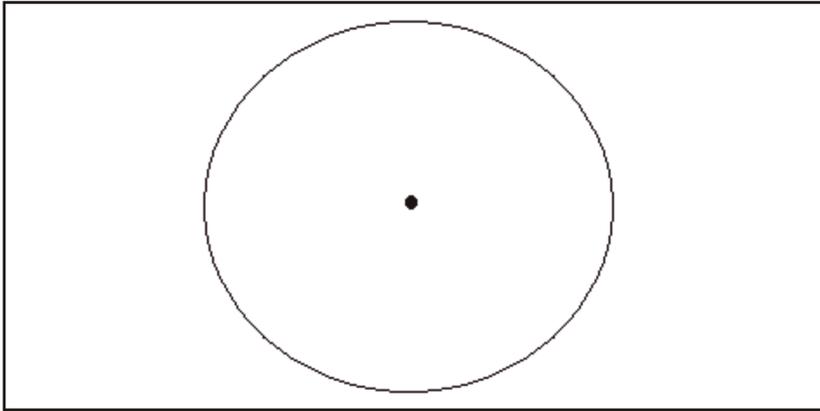
*Imagen N°5*  
Demostración Parcela Cuadrada.

## ii. Parcelas circulares

Las parcelas circulares tienen menos perímetro por área, por lo cual minimizan los problemas de borde (por dudas de incluir o excluir objetos en el límite de la parcela).

Este ordenamiento, es utilizado principalmente en los conteos auditivos; para definir el alcance de cada parcela es necesario establecer un punto central y estimar el área de alcance en cuanto al perímetro que se estará registrando. Se emplea principalmente en levantamientos ornitológicos (Ojasti y Dallmeier, 2000). Existen algunas técnicas estandarizadas que fijan a priori un radio de alcance, sin embargo, es

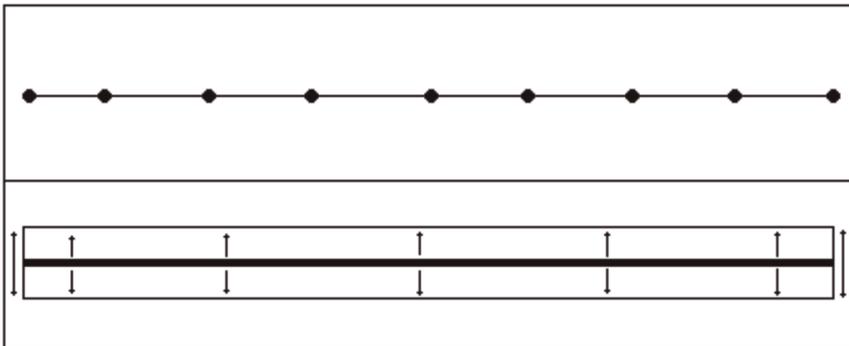
prudente definir esto en cada caso, ya que las condiciones para captar vocalizaciones pueden cambiar dependiendo del ambiente que se requiera muestrear.



*Imagen N°6*  
Demostración Parcela Circular.

### iii. Transectos

Los transectos son muestras largas y estrechas, se utilizan para muestrear animales móviles y en alerta. El tamaño de esto puede variar dependiendo del taxón, el ambiente y la técnica o metodología de muestreo, sin duda es el ordenamiento más utilizado para el levantamiento de información de fauna silvestre.



*Imagen N°7*  
Demostración Transecto.  
Arriba: Transecto con trampas Sherman. / Abajo: Transecto búsqueda activa.

## VI MÉTODOS DE CAPTURA O REGISTRO DE FAUNA SILVESTRE

Debido a que el titular debe registrar la mayor diversidad de especies posibles para el área de influencia del proyecto y dado a las notables diferencias de tamaño, costumbres y hábitat, para su captura o registro debería recurrir a muy variados métodos, artefactos y técnicas para levantar esta información. El evaluador debe asegurar que los métodos de captura o registro utilizados sean adecuados para obtener la riqueza real del área caracterizada.

### i. Registro visual

#### A. CONTEO VISUAL

Para aplicar este método, es indispensable que el titular o su equipo posean conocimientos que permitan identificar especies durante la observación y además tener la habilidad para contabilizar, con precisión, una gran cantidad de individuos al mismo tiempo (conteo de aves acuáticas).

Es importante considerar que se requiere que los observadores cuenten con implementos de apoyo para optimizar el trabajo. Se usan comúnmente binoculares 10 x 50 o 10 x 40. En sitios abiertos (zona costera o humedales), son recomendables monoculares o Scope 30 a 60 x 70 a 90.



*Imagen N°8*

Uso de binoculares para conteo.

En áreas extensas y abiertas (estepa, desierto) son aceptables los conteos mediante sobrevuelos y también fotografías aéreas de buena resolución y escala adecuada. Estas técnicas han sido descritas para ciervos, guanacos, ñandúes y también para grandes concentraciones de aves de mediano y gran tamaño.



*Imagen N°9*

Uso de scope para conteo.

## **B. MÉTODO DE ENCUENTROS VISUALES (VISUAL ENCOUNTER SURVEYS, VES)**

La utilización del método de encuentros visuales implica la búsqueda sistemática y constante de ejemplares de herpetofauna y también para la búsqueda de evidencias indirectas (ver métodos indirectos) a lo largo de un transecto. La aplicación de este método es recomendable para la estimación de la riqueza de especies, así como para la estimación de la abundancia relativa (Espinoza, 2008).

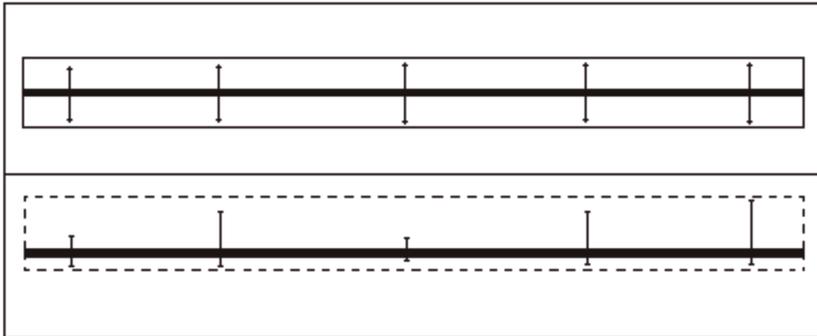
Una variación de este método lo constituye el avistamiento nocturno desde vehículos en marcha, que ha sido utilizado para detectar presencia de diversos mamíferos de mediano y gran tamaño, por ejemplo zorros, pumas, lagomorfos, chingues entre otros. Este método asociado a diferentes programas computacionales permite estimar abundancias relativas en transectos a lo largo de caminos. Es efectivo en caminos en terrenos planos y con vegetación baja o abierta y condiciones climáticas favorables; requiere además de dos observadores (uno para cada lado del transecto), dotados de focos halógenos.

## **C. BÚSQUEDA ACTIVA (TIME CONSTRAINT SEARCH, TCS)**

La búsqueda activa, consiste en el examen visual y manual de eventuales refugios y madrigueras de individuos. Considera el muestreo a lo largo de los transectos, en donde se realiza una búsqueda minuciosa bajo los sustratos presentes (rocas, palos, troncos, manto superficial) (Espinoza, 2008; EPA y DEC, 2010).

El evaluador debe saber que los métodos de encuentros visuales (VES) y el de búsqueda activa (TCS), se pueden aplicar en dos tipos de transectos; de banda y de línea. En ambos casos, el observador se desplaza a lo largo de una línea recta de longitud conocida y registra los hallazgos presentes en ambos lados. A continuación se describen ambas modalidades:

- **Transecto de banda:** El ancho de un transecto de banda, se establece a priori, este depende de la visibilidad que existe en la estación de muestreo y se cuentan todos los animales que estén dentro de la banda.
- **Transecto de línea:** En el transecto de línea, se cuentan todos los animales detectados, al mismo tiempo que se miden las distancias entre cada animal y la línea base, a fin de poder calcular el ancho efectivo del transecto.



*Imagen N°10*

Demostración Transecto.

Arriba: Transecto de banda. / Abajo: Transecto de línea.

Estimar la abundancia de transectos de banda puede ser relativamente sencillo y confiable, pero a expensas de la información que se pierde al excluir los objetos observados fuera de la banda. Esta es una desventaja apreciable cuando la densidad poblacional es baja. El transecto de línea o de ancho variable es mejor para cuantificar poblaciones esparcidas porque aprovecha todas las observaciones (Ojasti y Dallmeier, 2000). El evaluador debería ponderar en función del objeto muestreado cual es el tipo de transecto mas recomendado.

## D. TRAMPAS CÁMARA

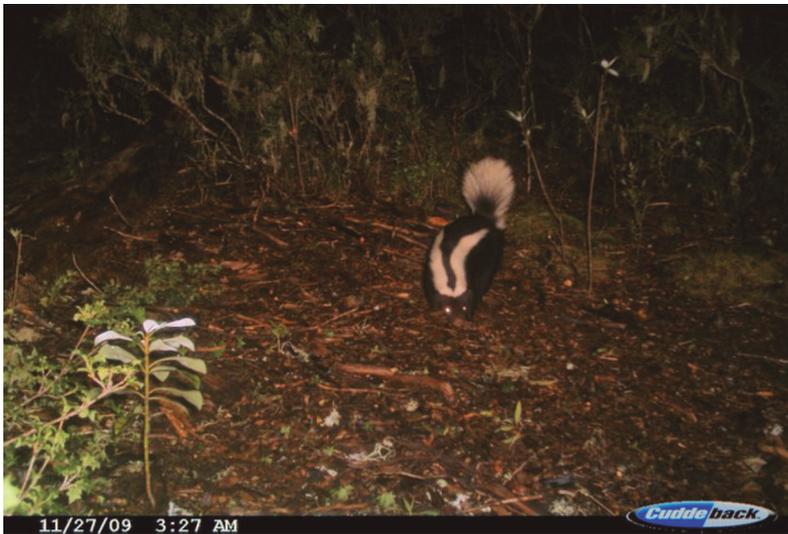
Son cámaras fotográficas con sensores infrarrojos de movimiento, instaladas en el área de estudio y programadas para un número de horas y de días de registro. Posteriormente, se revisan y se recolecta

la información que incluye fecha y hora de cada fotografía (en películas o tarjetas de memorias). Para optimizar la captura de imágenes, se instalan las trampas-cámara en grupos, con un atractor en el centro del perímetro, esto, con el objetivo de captar al o los ejemplares desde diferentes perspectivas y así poder individualizarlo mejor (EPA y DEC 2010; Muñoz y Sanhueza, 2006).



*Imagen N°11*  
Cámara Trampa.

El análisis de los registros se hace mediante software, que utilizan modelos para generar estimaciones de abundancia basándose en el número de individuos registrados y la proporción de repeticiones del mismo individuo. En algunas especies es posible identificar individuos por características fenotípicas como manchas, forma de las orejas, o por otras señales como cicatrices, estado de desarrollo etc. (Muñoz y Sanhueza, 2006).



*Imagen N°12*  
Fotografía Cámara Trampa.

## ii. Registro Auditivo

La identificación y estimación de abundancias de especies crípticas a través del registro de señales auditivas es muy útil y facilita la ubicación de ellas en el área de estudio. El registro de cantos o llamados es usado frecuentemente para construir índices de abundancia, ya que

provee datos sobre la presencia y número de individuos (Sélem-Salas *et. al*, 2004; EPA y DEC, 2010).

La efectividad de este método requiere adiestramiento previo en el reconocimiento de los cantos de cada especie de interés o posible de encontrar en el área de estudio (Espinoza, 2008). Esta última información no siempre está disponible para el área de estudio.

La técnica se basa en que muchas especies emiten vocalizaciones, las que pueden:

- a) identificarse en terreno ó,
- b) grabarse para realizar posteriormente el análisis de los registros y lograr la identificación de las especies (Sélem-Salas *et. al*, 2004).



*Imagen N°13*

Uso de Play-Back. Megáfono más reproductor de MP3 con vocalizaciones.

Una aplicación bastante útil de la percepción acústica, para aves (principalmente rapaces nocturnas) y anfibios, es la reproducción de vocalizaciones (Play-Back / megáfono), pre-grabadas y amplificadas, ya

que esto permite identificar algunas especies que responden frente al llamado (EPA y DEC, 2010).

Para el caso de anfibios, se puede utilizar estimulación del canto mediante «señuelos acústicos», para esto se puede emplear el CD “Voces de anfibios de Chile” (Penna, M. 2005) o generar material propio. El recorrido debe realizarse en la época reproductiva y principalmente en lugares húmedos y en horas de mayor actividad, crepúsculo y primeras horas de la noche (Espinoza, 2008).

### iii. Trampas

Una trampa es cualquier sistema o dispositivo para capturar animales, donde éstos deben obtenerse sin lesiones o sufrimiento innecesario. Existen de variados tipos de acuerdo con las diferentes especies, su tamaño, costumbres y hábitat. Su uso y transporte requiere autorización por parte del Servicio Agrícola y Ganadero.

#### A. LAZOS

Para confeccionar este artefacto, se utilizan hilos delgados naturales o de nylon, formando una pequeña lazada en el extremo de una vara fina o de una caña de pescar, para acercarla cuidadosamente al individuo pasando el lazo por la cabeza hasta el cuello. Los inconvenientes de esta técnica se deben a que, muchas veces, pequeñas hierbas, el viento, etc., dificultan el enlazado (Donoso, 1966).



*Imagen N°14*  
Lazo.

Este método es usado para captura de reptiles; sin embargo reemplazando los hilos por cuerdas y varas de mayor consistencia pueden también ser utilizado para la contención de animales más grandes.

## B. REDES DE ARO O MANUALES

Consisten de un marco circular que sostiene una red, con un tubo que permite su manipulación. Para la captura de los organismos, las redes son deslizadas con mucho cuidado detrás del animal cuando se encuentra en los sitios de percha, alimentación, caminos, cuerpos de agua, o al salir de la madriguera.

Al realizarlo de esta manera, se evita que el animal detecte la red y salga lastimado con el aro que la sostiene (Sélem-Salas *et. al*, 2004).



*Imagen N°15*  
Red de Aro.

Utilizada principalmente para la captura de anfibios o como material de apoyo en cualquier tipo de captura de fauna de pequeño o mediano tamaño.

### C. TRAMPAS TIPO SHERMAN

Son cajas de aluminio con puertas en ambos extremos, una de las cuales, cuando la trampa esta armada permanece cerrada y la otra se cierra por medio de una placa en el piso de ella, que se activa cuando el animal la pisa, permitiendo que la puerta se cierre rápidamente. Los animales son atraídos mediante el uso de un cebo, por lo general se utiliza avena, frutas, mantequilla de maní o pescado (EPA y DEC, 2010; Sélem-Salas *et. al*, 2004). Las trampas pueden ser plegadas permitiendo el transporte de una gran cantidad de ellas en poco espacio.

La distancia entre cada trampa es muy variable, por lo general se utiliza entre 10 y 20 metros, y se disponen en grillas o transectos (descritos anteriormente).

Se ha demostrado, en diferentes lugares, que las tasas de captu-

ra con trampas Sherman, suelen mejorar después de varias noches o días de muestreo según corresponda, tal vez porque los animales son inicialmente desconfiados de objetos extraños y olores desconocidos (EPA y DEC, 2010). En todo caso, es esencial que se haya medido el esfuerzo de muestreo en términos del número de trampas y de noches o días para capturar el mayor número de ejemplares y calcular el esfuerzo de captura, que se expresa como porcentaje.

Las condiciones de frío extremo o calor excesivo pueden ser perjudiciales para el bienestar animal ya que el aluminio, con el que se construyen, es un excelente conductor térmico. De esta manera, siempre que sea posible para el bienestar animal, las trampas deben colocarse evitando la exposición directa a los rayos solares o protegiéndolas de los fríos extremos (bajo 0 grado), para evitar los efectos de dichas condiciones; de igual manera las trampas deben ser revisadas como máximo 8 hrs después de ser activadas.



*Imagen N°16*  
Trampa Sherman.

pecies a capturar suelen tener patrones horarios de actividad diferentes, de tal manera que algunas especies pueden ser sub-estimadas; por ejemplo, hay especies de roedores que inician su actividad en el atardecer teniendo mas posibilidades de ser capturadas que otras especies que inician su actividad avanzada la noche, ya que las trampas estarían ocupadas por las primeras.

#### D. TRAMPAS TOMAHAWK

Estas son más grandes que las tipo Sherman, funcionan o se activan de la misma forma y son construidas en alambre grueso y malla, pueden ser rígidas o plegables facilitando así su transporte. Estas trampas son utilizadas para capturar especies de mayor tamaño, por ejemplo mus-télidos, félidos y cánidos.

Su uso para obtener información de línea de base de fauna está disminuyendo, debido a las bajas tasas de captura y a los inconvenientes que puede generar la manipulación de especies agresivas; en su reemplazo se esta utilizando cada vez mas las "Cámaras Trampas".



*Imagen N°17*  
Trampa Tomahawk.

Las trampas Tomahawk pueden ser dispuestas a lo largo de un transecto, o en forma de cuadrícula (grilla). La distancia entre cada trampa debe ser mucho más amplia que la utilizada con las tipo Sherman, ya que las especies objetivo son más grandes, por lo tanto tienen mayores rangos de hogar. Como referencia en un estudio realizado por Wayne et. al (en EPA y DEC ,2010), con *Dasyurus geoffroii* (Mamífero-marsupial perteneciente al Orden Dasyuromorpha, endémico del continente australiano, que pesa entre 900 y 1300 g y mide de 36 a 46 cm de longitud) se demostró que la separación óptima de las trampas para capturar esta especie es de 200 m; sin embargo, con especies de amplio rango de hogar muy móviles, posiblemente la separación entre cada trampa deba ser mayor, por ejemplo para zorro Chilla.

Se deben tener similares consideraciones de bienestar animal mencionadas en las trampas tipo Sherman. El tipo de cebo usado es generalmente carnes u atractores olfativos.

## E. LAS REDES DE NIEBLA

La red de niebla es una malla fina de fibra sintética (nylon o poliéster) sostenida por un marco rectangular de varias líneas de nylon. Esta red debe ser colocada entre dos varas o tubos de metal, en las estaciones de muestreo. Las redes pueden colocarse de diferentes maneras de acuerdo al hábitat, topografía, especies a capturar, vegetación y condiciones climáticas (Sélem-Salas *et. al*, 2004).

En su operación o uso el titular debe revisar frecuentemente las redes para retirar lo más pronto posible los ejemplares capturados, evitando que se enreden, se dañen o rompan la red.

Este método es adecuado para levantar líneas bases de quirópteros y algunas aves crípticas, difíciles de percibir por medio de conteos visuales o auditivos.



*Imagen N°18*  
Red de Niebla.

#### **IV. Métodos indirectos**

Estos métodos son utilizados como complemento de los antes descritos. Su uso como única técnica de muestreo es insuficiente, pero pueden aportar información adicional que enriquezca la línea base presentada por el titular. En general, tienen la utilidad indicada tratándose de meso mamíferos y mamíferos grandes.

## A. DETECCIÓN DE HUELLAS Y FECAS

El hallazgo de huellas y fecas es una buena opción para detectar y estudiar a los mamíferos silvestres, excluyendo los micromamíferos. Ellas tienen una forma y aspecto característico y pueden aportar información útil para registrar la presencia, preferencia de hábitat y uso del territorio (Muñoz y Sanhueza, 2006).



*Imagen N°19*  
Heces de zorro.

Un inconveniente de ambos registros, deriva de la similitud de formas que pueden tener ellas en algunas especies emparentadas taxonómicamente (Ejemplo: zorro Chilla y zorro Culpeo).

En Chile existen al menos dos manuales que contienen información sobre huellas de mamíferos, elaborados por: Muñoz 2008 y Skewes 2009 (ver Anexo I), en cambio, descripciones de heces solo se encuentran en algunas publicaciones científicas.



*Imagen N°20*  
Huella de Huiña.

## B. ESTACIONES DE ATRACCIÓN OLFATIVA

El método consiste en atraer a los animales, hacia estaciones de muestreo *ad hoc*, en donde pueda ponerse en evidencia su presencia sobre la base de la identificación de las huellas dejadas.

Las estaciones son, básicamente, un círculo de tierra tamizada de 50–200 cm de radio, limpio de huellas antiguas, en cuyo centro se dispone, a ras de suelo, un atrayente olfativo en un sustrato adecuado (yeso). Muchos autores han utilizado como atrayente orina de gato montés americano (*Lynx rufus*). Este atrayente ha resultado útil para varias especies de mamíferos carnívoros (Ej: cánidos, félidos, mustélidos) (Muñoz y Sanhueza, 2006).



*Imagen N°21*

Estación de atracción olfativa.

### C. IDENTIFICACIÓN A TRAVÉS DE RESTOS ÓSEOS Y DIENTES

Los restos óseos y dientes de micromamíferos pueden ser encontrados en heces o eagrópilas, los que pueden ser identificados a nivel de especie mediante el uso de claves. Para micromamíferos chilenos (roedores y marsupiales) existe al menos una clave, elaborada sobre la base de características de los cráneos, piezas dentales y mandíbulas (Reise, 1973 en Sanhueza, 2006).

Es importante al aplicar esta técnica considerar la superficie de terreno que se está estudiando en el EIA, ya que se debe tener en cuenta que los ámbitos de hogar de las especies que producen las heces



*Imagen N°22*

Identificación de huesos de micromamíferos.



*Imagen N°23*

Asta de Huemul.

y las egagrópilas son, por lo general, bastante amplios, por lo cual el método no es preciso para superficies pequeñas, ya que restos antes indicados podrían pertenecer a individuos que habiten fuera del área de interés.

Los restos óseos de mesomamíferos y grandes mamíferos también pueden ser considerados como complementos de la línea base (Ej.: cornamenta de huemul, caparazones de armadillos).

## VII ESFUERZO DE MUESTREO

El esfuerzo de muestreo, en términos de diseño, duración, cronología y técnica empleada, es fundamental para validar la línea base realizada ya que permite ponderar si la información presentada es suficiente para describir la línea base que realmente representa la fauna silvestre del lugar. De igual manera, sin ser objetivo de este documento, la calidad de la línea base presentada será insumo fundamental para la evaluación y valoración de impactos que pueda generar un proyecto así como las medidas de mitigación, reparación y compensación que él incluya.

### **i. Época del año para el levantamiento de información**

La época del año es un factor que incide en el resultado que puede tener el levantamiento de línea base de fauna, en una especie, en un grupo de ellas o toda la comunidad del área de estudio. Dentro de este criterio se pueden definir dos aspectos: la estacionalidad reproductiva (para todos los vertebrados) y el carácter migratorio, específicamente en las aves (Quiroz, 2008). Ambos factores pueden determinar fluctuaciones en la riqueza y abundancia de especies que deben quedar expresadas, al menos en el ciclo anual e incluso en periodos más largos.

Por lo tanto resulta importante considerar no sólo la estación o meses del año de máxima actividad, si no también la época mas desfavorable e idealmente en las cuatro estaciones del año, cuando ellas son manifiestas. Lo anterior para discriminar especies residentes, migratorias o de características singulares.

Para los levantamientos de información es importante considerar los períodos de máxima actividad de algunas especies, periodos de apareamiento, nidación, cría o lactancia, para los cuales resulta fundamental tener en cuenta: la experiencia de quien lo realice, y por otra parte, los cuidados que debe garantizar el titular en la captura y manipulación de los ejemplares.

Las abundancias varían dependiendo de los taxones existente, la época del año, la latitud, las migraciones y los ciclos circadianos, entre otros factores. Por ejemplo: en Chile la época de primavera y verano son adecuadas para el muestreo de aves acuáticas, ya que es en esta época cuando se produce la llegada de especies migratorias que provienen del hemisferio norte, sin embargo, debemos considerar que también existen otros tipos de migraciones, quizás de distancias menores, pero que sin duda condicionan la presencia de algunas especies (por ejemplo, migraciones Este-Oeste en el cono austral chileno argentino). En este mismo caso, también se debería considerar que esta es una época reproductiva, lo que provoca que muchas especies se dispersen para anidar.

Dado lo anterior, se debe prestar atención a resultados de líneas bases con baja riqueza o abundancia, cuando han sido efectuadas en una sola época del año.

## **ii. Estaciones de Muestreo y Número de muestras**

Además de lo señalado en el título precedente, es necesario considerar el número de estaciones de muestreo y la repetición del esfuerzo en cada una de ellas (número de muestras) para asegurar la precisión y representatividad de la línea base presentada por el titular.

El número de estaciones de muestreo requerido, para levantar una adecuada línea base, debe considerar diversos factores ambientales y metodológicos, tales como: la superficie del área de influencia, homogeneidad de ambientes, conocimiento previo del patrón de distribución y movilidad de las especies, cobertura de la técnica de muestreo em-

pleada, el estado actual del área de influencia del proyecto.

El número de repeticiones, en cada estación de muestreo, es variable y también está relacionado con los mismos factores señalados en el párrafo anterior. Sin perjuicio de lo señalado, es deseable que el titular incluya un muestreo periódico, incluyendo por lo menos las cuatro estaciones de año, para cada punto de muestreo.

El número de muestras requeridas para la obtención de la información debería estar relacionado con: la superficie del área de influencia, el conocimiento previo disponible sobre riqueza y abundancia de especies, la heterogeneidad de ambientes presentes, el estado actual del área de influencia del proyecto, entre otros.

### **iii. Duración del muestreo**

En general resulta difícil evaluar cual es la duración adecuada de cada campaña de terreno y del total de días de muestreo. Es frecuente que los titulares decidan arbitrariamente la duración de las campañas de terreno, evidenciando que se privilegian factores de costo por sobre la representatividad de la línea base que debe lograrse a través de un adecuado muestreo.

Es necesario tener en cuenta, para expresar conformidad, con la duración de los muestreos realizados, variables tales como, extensión del terreno a prospectar, tipo y número de trampas, equipo humano utilizado, cebos, época del año, patrón de actividad de las especies, etc. En algunos lugares como Australia, luego de recopilar bastante experiencia, se ha recomendado una duración promedio, para cada campaña de terreno en cada estación o punto de muestreo de siete días (incluyendo noches según corresponda) cuando se hagan los estudios generales de inventario. La duración de los muestreos es importante, ya que mientras más largos sean los tiempos de muestreo serán más las posibilidades de detectar nuevas especies; por otra parte el tiempo de muestreo debiera ser expresado para cada taxón, tipo de técnica o trampa utilizado, no siendo adecuada la pre-

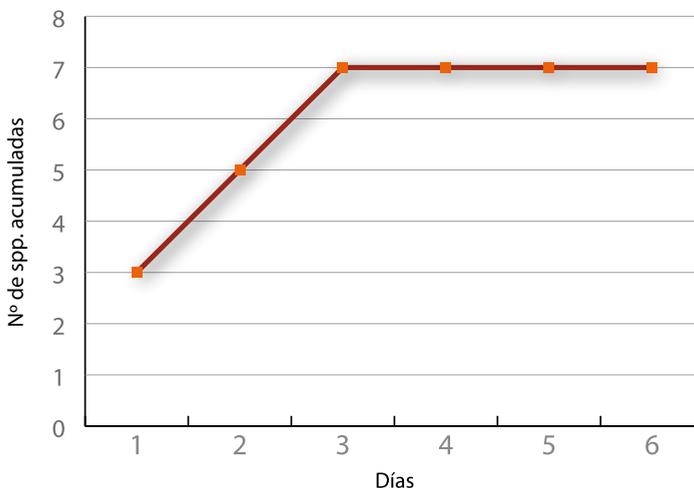
sentación de esta información en forma agrupada (EPA y DEC, 2010).

Para evaluar si los muestreos efectuados por el titular para determinar riqueza y abundancia de especies en la línea base fueron adecuados se pueden utilizar entre otros los siguientes métodos:

- a. En cuanto a la riqueza de especies, uno de los métodos que se puede utilizar es el de curvas de acumulación.

Este método consiste en graficar el esfuerzo de muestreo realizado por el titular v/s la cantidad de especies detectadas. El esfuerzo de muestro debe ser referido a: tipo de método de muestreo empleado, número de especialistas, duración de la campaña, entre otros.

El gráfico debiera reflejar que, en algún momento, independientemente de la mantención del muestreo, no es posible detectar nuevas especies. Por ejemplo: En una parcela de muestreo en la cual se determinó el número de especies (roedores) la cantidad de noches de trampeo requeridos, para lograr representatividad del muestreo, se estableció cuando se verificó que no se lograba capturar especies nuevas, no obstante se continuara muestreando, como se había arbitrariamente predeterminado.



*Imagen N°24*

Curva de Acumulación; se demuestra gráficamente que al cuarto día de muestreo se han registrado la totalidad o la mayoría de las especies.

- b. Para la estimación de abundancia se pueden utilizar también diversos métodos.

Los índices de abundancia relativa permiten estimar el número de individuos de una determinada población, con una precisión aceptable y menor esfuerzo de muestreo que el requerido por los censos (donde es necesario contar el total de los individuos, obteniéndose así la abundancia absoluta o densidad). Esto no implica, que los índices de abundancia relativa sean tanteos preliminares de escasa utilidad, por el contrario, la mayoría de las decisiones de manejo de fauna silvestre y estimaciones poblacionales se fundamentan en estos índices (Ojasti y Dallmeier, 2000).

Un índice se define como una combinación de diferentes medidas, generalmente no homólogas (Simpson *et. al*, 1960). En su forma más usual, señalan el número promedio de individuos o sus rastros detectados por unidad de esfuerzo muestral, o sea implica una cuantificación simultánea de ambas variables.

La premisa de fondo de los índices de abundancia es que su valor guarda proporcionalidad con la densidad real. Los índices no presuponen que todos los individuos en la unidad muestreada sean detectados, pero se requiere que cada individuo tenga la misma probabilidad de serlo.

Estos permiten además detectar variaciones en el tiempo y de un lugar a otro siendo de esta manera también muy útiles para evaluar los efectos de un proyecto determinado en sus diferentes etapas de ejecución. Para generar datos realmente comparables, la técnica empleada para obtener los datos debe mantenerse constante (Ojasti y Dallmeier, 2000).

Es importante no confundir los índices de abundancia con otros índices tales como los de estructura comunitaria, ya que estos últimos describen la participación de cada especie dentro de una comunidad,

pero no el número de individuos de una determinada población.

Uno de los métodos para estimar abundancia relativa que ha sido ampliamente descrito en la literatura es el de "*Captura marcaje y recaptura*" en el cual se debe capturar, marcar (individualizar cada ejemplar) y liberar las especies en estudio en una misma estación de muestreo hasta obtener solo ejemplares marcados.

Es recomendable que este método sea aplicado al menos en una estación de muestreo por cada estrato o ambiente prospectado, para poder corregir con sus estimaciones los resultados de otras técnicas menos precisas utilizadas en el levantamiento de información.

Los principales supuestos para el empleo del método "*Captura marcaje y recaptura*" son:

- Todos los ejemplares tienen la misma probabilidad de ser capturados
- La población es cerrada
- Las marcas no se pierden
- Las marcas no afectan a los individuos ni favorecen la predación.

## IX BIBLIOGRAFÍA

- ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY AND DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND CONSERVATION. Technical Guide - Terrestrial Vertebrate Fauna Surveys for Environmental Impact Assessment (eds B.M. Hyder, J. Dell and M.A Cowan). Perth, Western Australia. 2010.
- ESPINOZA, L. Técnicas de muestreo de anfibios, En revista Enlace N° 70 Diciembre de 2008, Sociedad de Vida Silvestre de Chile. 2008.
- GARTON, E; J, RATTI y J, GIUDICE. Research and Experimental Design. Chapter 3 In 1 Braun, Clait (ed.). Techniques For Wildlife Investigations and Management. The Wildlife Society, Bethesda, MD. 2004.
- MUÑOZ, A. Huellas y Signos de Mamíferos de Chile. CEA Ediciones. 2008. 111p.
- MUÑOZ, AY R, SANHUEZA. Algunas Técnicas de campo para el estudio de zorros. En revista Enlace N°67 Diciembre de 2007, Sociedad de Vida Silvestre de Chile. 2007.
- MURRAY, M; S, BELL y G, HOYE. Flora and fauna survey Guidelines: Lower Hunter Central Coast Region 2002. Lower Hunter y Central Coast Regional Environmental Management Strategy, NSW. 2002.
- NARANJO, E. Estimaciones de abundancia y densidad en poblaciones de fauna silvestre tropical. pp. 37-46. En: E. CABRERA, C. MERCOLLI y R. RESQUÍN (eds.). Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia y Latinoamérica. CITES Paraguay-Fundación Moisés Bertoni - University of Florida. Asunción, Paraguay. 2000.
- NAVARRO, J. Introducción al Diseño y Análisis del Muestreo de Poblaciones Finitas En: Bautista, F., H. Delfín, J.L. Palacios y M.C. Delgado.

Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Univ. Nac. Aut. de México, Univ. Aut. de Yucatán, CONACYT e Instituto Nacional de Ecología, México. 2004.

OJASTI, J. Y F, DALLMEIER. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. SI/MAB Series # 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C. 2000.

QUIROZ, C. Bases para la evaluación de planes de rescate y relocalización de fauna silvestre. Trabajo de Título. Universidad Católica De Temuco. Facultad De Recursos Naturales. Escuela De Ciencias Ambientales. 121pp. 2009.

SANHUEZA, R. Algunas técnicas para el estudio de marsupiales. En revista Enlace N°69. Junio de 2008, Sociedad de Vida Silvestre de Chile. 2008.

SÉLEM-SALAS, C; J, SOSA Y S, HERNÁNDEZ. Aves y Mamíferos, En: Bautista, F., H. Delfín, J.L. Palacios y M.C. Delgado. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Univ. Nac. Aut. de México, Univ. Aut. de Yucatán, CONACYT e Instituto Nacional de Ecología, México. 2004.

## ANEXO I

### Aves

ARAYA, B. Y G. MILLIE. Guía de Campo de las Aves de Chile. Cuarta Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 405 pp. 1991.

COUVE, E Y C, VIDAL, Aves de Patagonia, Tierra del Fuego Y Península Antártica, Primera Edición, Editorial Fantastico Sur Birding, Punta Arenas Chile, pp. 656. 2003.

EGLI, G. CD Voces de Aves Chilenas, Aves Chile (Unión de Ornitólogos de Chile). Santiago, Chile. 2006.

FIGUEROA, R; C, TALA y J, CERDA. Guía de aves dulceacuícola de Aysén. Servicio Agrícola y Ganadero, Chile. 184 p. 2001.

FIGUEROA, R; CORALES, S; J, CERDA y H, SALDIVIA. Roedores, Rapaces y Carnívoros de Aysén. Servicio Agrícola y Ganadero, 3ra Edición, Chile. 195 p. 2001.

JARAMILLO, A. Aves de Chile, Lynx Edicions. Barcelona, España, 240 p. 2005.

MARTÍNEZ, D Y G, GONZÁLEZ. Las aves de Chile, nueva guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile. 2004.

PAGINA WEB : AVES DE CHILE Disponible en Internet: <http://www.aves-dechile.cl/>.

## Mamíferos

- FIGUEROA, R; CORALES, S; J, CERDA y H, SALDIVIA. Roedores, Rapaces y Carnívoros de Aysén. Servicio Agrícola y Ganadero, 3ra Edición, Chile. 195 p. 2001.
- GALAZ, J Y J. YÁÑEZ. Los Murciélagos de Chile: Guía para su reconocimiento. Santiago, Chile. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada. 80 p. 2006.
- IRIARTE, A. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona. 420p. 2008.
- MUÑOZ, A. Huellas y Signos de Mamíferos de Chile. Cea Ediciones. 111p. 2008.
- MUÑOZ, A Y YÁÑEZ, J. Mamíferos de Chile. Segunda Edición. CEA Ediciones. 573 pp. 2009.
- SKEWES, O. Manual de huellas de mamíferos silvestres de Chile. Chillán, Chile. Imprenta La Discusión. 100 p. 2009.

## Herpetofauna

- DONOSO-BARROS, R. Reptiles de Chile. Universidad de Chile. 458 pp. 1966.
- MELLA, J. Guía de Campo Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F y M Contreras (Eds). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp. 2005.
- PENNA, M. CD Voces de Anfibios de Chile. Programa Interdisciplinario de Estudios de Biodiversidad. Universidad de Chile. 2005.
- PINCHEIRA-DONOSO, D Y H, NÚÑEZ. Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropicoduridae: Liolaeminae). Taxonomía, sistemática y evolución. Publicación ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. Vol. 59: 7-486. 2005.
- RABANAL, F Y J, NÚÑEZ. Anfibios de los bosques templados de Chile. Primera edición. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 206 pp. 2008.

