

**“MÉTODOS Y TÉCNICAS DE MANEJO Y  
CONSERVACIÓN PARA ANFIBIOS Y REPTILES EN  
CAMPO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y  
APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE EN MÉXICO”**

Jorge Brambila Navarrete

# CONTENIDO

## 1. Antecedentes

## 2. Introducción

## 3. Anfibios y Reptiles

*3. 1. Biología, hábitat, comportamiento.*

*3. 2. Detección y remediación oportuna de efectos negativos al ambiente.*

## 4. Aspectos poblacionales relevantes para su conservación y aprovechamiento sustentable.

*4. 1. Escalas geográficas y ecológicas óptimas, y su importancia para el seguimiento en campo.*

*4. 2. Inventarios actualizados previos al inicio de los muestreos, para confirmar las especies en las áreas de interés.*

*4. 3. Descripción de las áreas de interés y toma de notas para la actualización y el enriquecimiento de información sobre la Herpetofauna.*

*4. 4. Selección de métodos de muestreo para su análisis estadístico.*

*4. 5. Técnicas de seguimiento poblacional permanente.*

*4. 5. 1. Estimaciones y tendencias poblacionales de la Herpetofauna.*

*4. 6. Determinación de los requerimientos de hábitat de las especies de interés.*

*4. 7. Protocolo de trabajo recomendado para el seguimiento de las poblaciones de Herpetofauna orientado a detectar y estimar la condición inicial y tendencias subsiguientes de éstas en tiempo y espacio.*

## 5. Aspectos del hábitat de la herpetofauna, relevantes para su conservación y aprovechamiento sustentable.

**5. 1. Aspectos relevantes del hábitat para las especies de interés, la práctica y el ajuste de la cosecha sustentable.**

**5. 2. Métodos y técnicas, para el seguimiento del hábitat orientado a detectar su condición inicial y tendencias en el tiempo y espacio.**

## **6. Conservación de las especies y análisis de la cosecha sustentable (seguimiento y evaluación).**

**6. 1. Técnicas de campo.**

**6. 2. Estimaciones de abundancia.**

**6. 3. Reporte de resultados.**

**6. 4. Análisis e interpretación de los resultados.**

**6. 5. Efectos del manejo sobre las poblaciones, confiabilidad y rendimiento de los indicadores demográficos.**

**6. 5. 1. Dinámica de poblaciones y atributos demográficos.**

**6. 6. Efectos y viabilidad biológica de la cosecha sustentable, y causas y consecuencias de la sobreexplotación de una especie de interés en un área UMA determinada.**

**6. 7. Temporada y periodicidad del aprovechamiento sustentable.**

**6. 8. Tasa de aprovechamiento sustentable (porcentaje de la población regional o local, con criterio claramente precautorio) considerando la escala geográfica adecuada para la conservación de las especies de interés.**

## **7. Manejo Adaptativo.**

### **Apéndice I**

**Bibliografía/Literatura citada.**

### **Apéndice II**

**Glosario.**

## **Apéndice III**

*¿Cómo elegir el Método Poblacional adecuado?*

## **Apéndice IV**

*Resumen de Métodos para los Anfibios y Reptiles.*

## **Apéndice V**

*Los errores más comunes al realizar muestreos.*

## **Apéndice VI**

*Referencias*

## Resumen

El monitoreo es una evaluación periódica para evaluar tendencias y comprender el comportamiento de un sistema en el transcurso del tiempo. En el caso de la fauna en un área determinada, es necesario conocer su distribución, abundancia y cambios en las poblaciones, con el objeto de prevenir cambios no deseados, o bien modificar las acciones si es que se detectan tendencias negativas. Por lo que es necesario homogeneizar la elección de especies que habrá que monitorear, así como los métodos y las técnicas que se emplearán, con el fin de economizar y optimizar recursos y esfuerzos, además de lograr que los resultados sean comparables y útiles a los diferentes interesados a largo plazo, y que pueden servir también para sugerir e instrumentar acciones o estudios destinados a lograr la conservación de los ecosistemas, el hábitat y otras especies.

A pesar de la diversidad de métodos y técnicas para el manejo de fauna silvestre y sus aplicaciones en actividades de conservación, aún hay mucha discusión sobre cuáles son los más eficientes y adecuados a cada grupo y situaciones en particular. Éste es el caso de los anfibios y reptiles, para los cuales existen estudios, pero es necesario que los esfuerzos sistemáticos, sean más consistentes para hacer operativos los principios generales de sustentabilidad en casos concretos: análisis y evaluación para el aprovechamiento sustentable en México.

# 1. Antecedentes



## 1. Antecedentes.

Los anfibios y reptiles merecen atención substancial por parte de la comunidad conservacionista, científica y administradora de recursos. Estos, son considerados como valiosos indicadores de calidad ambiental y ecológica, y poseen múltiples papeles funcionales dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Asimismo, la herpetofauna cuenta con un valor cultural y económico significativo para la sociedad. , Para nuestra cultura , representan un recurso que proporcionan un valor incalculable en tradiciones y servicios naturales. Por otro lado, para los negocios y mercados de consumo, constituyen una fuente de comercialización de gran demanda y, por lo tanto, redituable (Lips 1999).

México, es considerado un país Megadiverso, y los anfibios y reptiles representan gran parte de esa diversidad en el país (Cuadro 1).

Cuadro. 1. En cada rubro el número de la izquierda corresponde a lo registrado en Herpetofauna Mexicana (Flores-Villela, 1993) y el número de la derecha al número de taxones, hasta diciembre de 2003. En la columna de especies, el número entre paréntesis representa el porcentaje de incremento en el número de especies de los últimos diez años considerando como el 100% el número registrado en Flores-Villela (1993). La discrepancia en el número de especies de la herpetofauna registrado (995 en lugar de 997) en la publicación mencionada, es un error del autor. (Flores-Villela y Cánseco-Márquez 2004).

TAXONES	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
AMPHIBIA			
Anura	9/9	26/26	197/231 (17.2%)
Caudata	4/4	18/16	92/128 (39.1%)
Gymnophiona	1/1	1/1	2/2
REPTILIA			
Amphisbaenia	1/1	1/1	3/3
Sauria	16/16	48/48	339/388 (14.4%)
Serpentes	16/16	85/88	322/363(12.7%)
Testudines	8/8	18/18	39/47 (20.5%)
Crocodylia	10/9	2/2	3/3
TOTAL AMPHIBIA	14/14	45/43	291/361 (24.0%)
TOTAL REPTILIA	37/36	154/157	706/804 (13.8%)
HERPETOFAUNA	51/50	199/200	997/1165 (16.8%)

México es importante desde varios puntos de vista, tiene un número alto de endemismos restringidos; los Estados y las áreas de distribución de la mayoría de las especies amenazadas se concentran hacia el sureste y este, y desde el punto de vista faunístico, es un país importante, ya que pertenece a una zona de convergencia de especies de origen neártico y neotropical. Otro aspecto biogeográfico importante que hace interesante a nuestro país, es que existen zonas de contacto

entre diferentes formas del mismo grupo, por ejemplo, dos formas de lagartijas (*infernales-ophiurus*) del complejo *Gerrhonotus liocephalus* (Ramírez, B. A. 1999).

SEMARNAT publicó en 1997 el "Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural"; y desde entonces varios proyectos sobre Manejo, Conservación y Aprovechamiento, en diferentes especies, han sido implementados en alguna de las modalidades que existen actualmente: intensivas y extensivas.

## 2. Introducción



## 2. Introducción

La reducción y fragmentación de las poblaciones de especies de flora y fauna silvestre, así como de sus hábitats, ocurren a una tasa rápida y acelerada al nivel mundial. Como resultado, se encuentran poblaciones pequeñas y aisladas en peligro de extinción de un número creciente de taxa. La rápida expansión de la población humana, que en 2000 fue de 6 mil millones, se calcula que alcanzará los 8 mil millones para el año 2025. Esta expansión y el uso concomitante de los recursos, llevan una inercia, la cual no puede ser detenida, resultando en un decremento de la capacidad de todas las demás especies para existir simultáneamente en el planeta (Abronia Conservación 2000; Miranda 1993).

La necesidad de utilizar de manera sustentable los recursos naturales y el reciente incremento de la demanda de técnicos especializados para encargarse de programas específicos, han transformado el manejo de la vida silvestre en una disciplina de primer orden. La explotación de animales silvestres debe regularse con el propósito de no agotar este recurso, por esta razón en México se dirigen acciones para el establecimiento de estrategias que conduzcan a la conservación de la vida silvestre (González 2003). Sin embargo, las estrategias de manejo son incipientes y la información sobre algunos de los grupos de anfibios y reptiles relevantes, es escasa y fragmentada (Calmé 2000).

Los administradores de áreas silvestres reconocen que se deben adoptar estrategias de manejo para reducir el riesgo de extinción de especies, con el fin de asegurar las funciones de ecosistemas viables. Estas estrategias deben ser globales e incluir la conservación del hábitat, la recolección intensiva de información en campo, investigaciones sobre las funciones ecológicas de especies bajo algún riesgo y el desarrollo de técnicas mejoradas de monitoreo biológico. En algunos casos, puede ser necesario mantener poblaciones cautivas, manejadas científicamente, que puedan interactuar genética y demográficamente con las poblaciones silvestres (Abronia Conservación 2000).

Aunque el Programa de Conservación de Vida Silvestre y Diversificación Productiva del Sector Rural (SEMARNAP 1997) indica que las UMA permiten a las comunidades o individuos particulares participar activamente en el manejo de los recursos naturales, bajo la asesoría y apoyo de instituciones gubernamentales o privadas. La finalidad es que la gente al manejar los recursos directamente se sienta estimulada para cuidarlos, conservarlos, y de esta manera obtener beneficios económicos; para que la estrategia desempeñe su función, debe cumplir con el binomio conservación-aprovechamiento (González 2003).

En el presente Manual, se contribuye con propuestas, conceptos básicos, métodos y técnicas de muestreo y seguimiento de las poblaciones de anfibios y reptiles para su Conservación, con énfasis en el trabajo de campo y análisis de datos.

### 3. Anfibios y Reptiles



### 3. Anfibios y Reptiles

#### *Mitos*

Para la mayoría de las personas, las especies de anfibios y reptiles no son de su agrado. Hombres, mujeres y niños las eliminan del entorno que comparten con estos ejemplares. Lo anterior se debe a la mala fama, causada en una serie de leyendas y mitos sin fundamento así como la falta de información con la que cuenta la población referente a su vida y hábitos de éstas especies.

Los antiguos Mexicanos (por mencionar una cultura, aztecas, mixtecas, totonacas) basaban en los reptiles y anfibios una parte esencial de su cosmogonía; por lo cual fueron símbolo de admiración y respeto. Sin embargo, al ocurrir la conquista de México, la importancia de estos organismos como símbolos fue criticada y disminuida por los conquistadores al mezclarse creencias y surgiendo leyendas y mitos que les atribuyeron propiedades dañinas para el cuerpo y para el espíritu. Lamentablemente, en la actualidad, existen actitudes negativas e ignorantes respecto a estos ejemplares en México a pesar de su herencia de respeto y fascinación por las serpientes, lo anterior, no debería ocurrir y de ser posible recuperar algo de la visión cultural que visualizaron nuestros antepasados, acerca de los (anfibios y reptiles), de ésta manera nos llevará a crear conciencia de la necesidad de conservarlos y protegerlos. La solución del problema radica en gran parte en el desarrollo de una mayor conciencia mediante la educación (Hernández, M. 2006).

Los anfibios y reptiles por su apariencia extraña, han despertado en las sociedades humanas una serie de versiones de admiración, curiosidad y, en algunos casos, de morbo. Particularmente en nuestro país, que es el de mayor biodiversidad en este tipo de fauna, el encuentro cotidiano con ellos y el gran desconocimiento sobre su vida y hábitos, despierta desconfianza, por lo que bien vale la pena hacerles justicia con algunas aclaraciones.

Posiblemente el grupo de las serpientes es (no solo entre los anfibios y reptiles) el grupo sobre el que más mitos, leyendas y fábulas se han tejido. De acuerdo con lo señalado por Marcos A. Freiberg (1970) en su libro "El mundo de los ofidios", acerca de las creencias sobre las serpientes, estas han sido víctimas de la adversidad por parte de los humanos y han estado sometidas a un infame proceso desde el contenido de la Biblia, en el que fueron condenadas no solo a arrastrarse, sino a ser perseguidas y exterminadas sin ningún miramiento; no obstante, es necesario hacer justicia a la mayoría de las especies que han sido acusadas de innumerables crímenes imaginarios, como la presunta capacidad de mamar la leche de las vacas e incluso hipnotizar a otros seres o bailar al ritmo de las flautas de los

encantadores y de otros maleficios, sin averiguar sobre su verdadera culpabilidad; es decir, es muy difícil desarraigar prejuicios con profunda raigambre milenaria, no obstante, trataremos de aportar alguna luz sobre el conocimiento, para tratar de hacer justicia a estos interesantes animales.

En México, las serpientes son denominadas de diferentes maneras, por ejemplo, entre las personas de las ciudades, se llama víbora a cualquier tipo de serpiente. En la denominación de este grupo, los campesinos han seguido una nomenclatura más tradicional y también más precisa, ya que ellos llaman "víboras" a las serpientes venenosas (del latín *vipera*) y "culebras" a las inofensivas (del latín *coluber* o *colubra*) (Casas 2000).

Existe la creencia de que en las serpientes, en particular con aquellas que tienen colores aposemáticos (vistosos y llamativos) el acomodo de estos a lo largo de su cuerpo es una evidencia para decir que es venenosa o no. El caso particular de los coralillos, se dice que si "un negrito entre dos güeros", y cosas por el estilo que hacen que se confundan, y en ocasiones esto lleva a accidentes, pues existen falsos corales que tienen el patrón de coloración en sus bandas de un coralillo y viceversa; incluso existen coralillos en el país que tienen únicamente el color rojo y no tienen bandas de colores si no manchas. Aunque esas especies se encuentren distribuidas en áreas restringidas del país, existe simpatria con otras especies de serpientes de falsos corales que poseen el mismo patrón de coloración.

### **3. 1. Biología, hábitat, comportamiento.**

En general, los anfibios requieren de cuerpos de agua para reproducirse. En especial, los anuros que poseen etapas larvarias estrictamente acuáticas (renacuajos). Estos cuerpos de agua pueden ser permanentes (ríos, lagunas, presas, etc.), así como temporales (arroyos, charcas); sin embargo, no es raro encontrar renacuajos en charcos temporales. Algunas especies de anuros y salamandras también aprovechan el agua acumulada durante las lluvias en las bromelias que crecen sobre las ramas de los árboles, cumpliendo con un ciclo de vida (ponen u ovopositan en ellas o por las características fisiológicas de las plantas sus huevos en ellas). Los anuros de desarrollo directo (por ejemplo, los anuros del género *Eleutherodactylus* sp.), salamandras y cecilias pueden reproducirse en sitios muy húmedos en el bosque (rango de humedad), generalmente al nivel del suelo (bajo piedras, troncos o raíces de árboles, etc.). En general, utilizan sitios en el bosque donde la humedad es alta y no se encuentran expuestos al sol directamente, lo que provocaría su desecación y muerte.

La mayoría de los reptiles son ovíparos y anidan en el suelo mismo del bosque, en sitios como bancos de arena de los ríos y lagunas (por

ejemplo, las tortugas terrestres, dulceacuícolas y marinas así como cocodrilos), en cuevas o túneles excavados en la tierra o bajo troncos, piedras, etc., y no se diga de un sinnúmero de lagartijas y serpientes, no obstante muchos otros viven permanentemente en las copas de los árboles (por ejemplo, algunas lagartijas del género *Norops*, geckos, las cuales no bajan a tierra para reproducirse.

Algunos anfibios y reptiles toleran las condiciones de áreas agrícolas o ganaderas, y sus poblaciones se han mantenido estables a pesar de las alteraciones ambientales o incluso se han incrementado en algunas zonas. Entre estos podemos señalar a las lagartijas *Coleonyx elegans* y *Lepidophyma flavimaculatum*, así como algunas culebras como las de los géneros *Ninia sp.* y *Drymobius sp.* y las nauyacas (*Bothrops asper*), entre otras, o como algunas especies de ranas de los géneros *Eleutherodactylus* y *Rana*. Muchos anfibios y reptiles pueden subsistir, aunque en número reducido, si las áreas agrícolas o ganaderas están intercaladas con zonas de bosque o con acahuales densos. Ejemplos de estos anfibios y reptiles son numerosas especies de lagartijas y serpientes predominantemente arborícolas como las lagartijas del género *Norops* y las familias Iguanidae y Corytophanidae, y las culebras de los géneros *Boa*, *Spilotes*, *Imantodes* y *Drymarchon*, entre otras, y también diversas especies de ranas arborícolas de los géneros *Hyla* y *Smilisca*.

Otros anfibios y reptiles no resisten la transformación de los ambientes naturales, sobre todo cuando ésta implica la destrucción del estrato arbóreo y la contaminación de los cuerpos de agua, como sucede frecuentemente. Las poblaciones de estas especies se encuentran en franca y alarmante disminución. Entre las especies que requieren de vegetación relativamente conservada para subsistir existen varias especies de salamandras, ameivas, geckos, diversas especies de lagartijas del género *Norops* y otras especies de ranas del género *Hyla*. Sin duda, la destrucción del hábitat natural y la contaminación de los cuerpos de agua son los factores más negativos para la mayoría de los anfibios y reptiles del país.

### **3. 2. Detección y remediación oportuna de efectos negativos al ambiente.**

Los anfibios (ranas, salamandras y cecilias) y reptiles (serpientes, lagartijas, cocodrilos y tortugas), son inusualmente sensibles a las condiciones ambientales y generalmente están estrechamente ligados a un hábitat particular, lo que los hace más vulnerables que otros grupos de vertebrados a los cambios en el hábitat. El aumento en las amenazas a la biodiversidad causadas por los seres humanos en general, tiene un

marcado impacto negativo sobre los reptiles y especialmente sobre los anfibios (Houlahan et al. 2000).

Los anfibios se consideran como muy buenos indicadores biológicos debido a:

- sus peculiaridades anatómicas, con piel muy permeable a los gases y líquidos del ambiente (incluso a los agentes químicos);
- sus ciclos de vida que combinan estados larvales acuáticos con estadios adultos terrestres (únicos entre los vertebrados);
- su extrema especialización ecológica y marcadas preferencias en cuestión de hábitat.

Además, constituyen una importante parte de la biomasa en la mayor parte de los ecosistemas, cumpliendo múltiples funciones dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres, lo que los transforma en valiosos indicadores de la calidad ambiental (Blaustein y Wake 1990, Stebbins y Cohen 1995).

Considerando la capacidad que tienen las larvas de anuros que se alimentan de fitoplancton para filtrar y concentrar partículas es posible identificar sus componentes dietarios en el contenido de su intestino anterior (Echeverría 1992, Echeverría y Montanelli 1992, Maidana y Echeverría 1992) y, en consecuencia, utilizarlas como método auxiliar para capturar plancton (Williams y Echeverría 1995), y, en última instancia, como indicadores de la calidad del agua.

Los reptiles son más "herméticos" y por lo tanto representan un desafío mayor que los anfibios cuando se realizan muestreos, en parte como consecuencia de su forma endotérmica de vida. A pesar de esta limitación, se deben incluir los reptiles en los proyectos de evaluación y monitoreo debido a su importante papel en los ecosistemas y a su creciente atractivo comercial.

### ***ANFIBIOS Y REPTILES COMO INDICADORES AMBIENTALES.***

Entre los vertebrados, los anfibios son afectados fundamentalmente por los cambios que ocurren en los ambientes acuáticos y terrestres (incluso cambios atmosféricos, donde la permeabilidad de la piel aumenta la exposición), algunas veces imperceptibles para los seres humanos. Existe la posibilidad de utilizar como indicadores diferentes especies, ya sea totalmente acuáticas o terrestres, o la fase larval (generalmente acuática) y/o la fase adulta, (generalmente terrestre) de la misma especie. Las mediciones de riqueza y abundancia de la especie son importantes para estudiar y posteriormente monitorear a los anfibios. Un patrón recurrente de las consecuencias de la contaminación de los ambientes acuáticos es el número decreciente de especies y la creciente predominancia de algunas de ellas (en otras palabras, una desviación de la distribución logarítmica normal).

Aunque los estudios de anuros adultos son esenciales para comprender la dinámica de la población, los estudios de huevos y larvas pueden ser útiles para determinar el tipo y la ubicación de un agente causal de la disminución de la población, sin dejar de lado la utilización de esta fase como indicadora de otros elementos del ecosistema.

No es posible estudiar todas las especies de anfibios debido a que muchas de ellas (especialmente las salamandras y las cecilias) son inconspicuas y se encuentran en cantidades tan bajas (delimita las cantidades bajas) que es imposible calcular las tendencias de sus poblaciones. Los anuros (sapos y ranas) en cambio, son indicadores adecuados por las siguientes características:

- muy diversos;
- generalmente abundantes;
- relativamente bien conocidos taxonómicamente;
- activos durante horas predecibles.

Al mismo tiempo, es factible utilizar a los anuros en evaluaciones para la detección y remediación oportuna de efectos negativos al ambiente.

De acuerdo con Duellman y Trueb (1986), los anuros son apropiados cuando se aplican técnicas de muestreo basadas en dos características principales:

- la mayoría de las especies son activas por la noche, lo que las hace fácilmente distinguibles con la ayuda de iluminación adecuada; y los machos de casi todas las especies emiten sonidos característicos y únicos, que una vez identificados pueden ser fácilmente reconocidos incluso por personal no especializado. Esto permite hacer un censo de anuros incluso sin hacer contacto visual con el espécimen. Como alternativa, dichas vocalizaciones pueden ser grabadas y verificadas con posterioridad.

Para los estudios en áreas determinadas, por ejemplo en la UMA y áreas adyacentes, se recomienda el uso de las siguientes especies como indicadores:

- Ranas, debido a su visibilidad y a la vocalización de los machos, hace que se puedan tomar muestras fácilmente, con técnicas de estudio estándar e identificables.
- Las especies en particular se consideraran de acuerdo a la ubicación geográfica de la UMA en el país, debido a que no se van a encontrar las mismas especies para el trópico, que en zonas áridas, o zonas templadas.

Deben ser fáciles de identificar

- Comunidad de anuros (ranas y sapos), por su relativa abundancia;
- Serpientes y lagartijas, especies comunes, con amplia distribución y de fácil identificación.

## **4. Aspectos poblacionales relevantes para su conservación y aprovechamiento sustentable**



#### **4. Aspectos poblacionales relevantes para su conservación y aprovechamiento sustentable.**

Para llevar a cabo el manejo adecuado de los aspectos poblacionales, es necesario establecer claramente el problema a resolver, las causas y los efectos, así como las repercusiones reales y potenciales de las diferentes opciones y acciones de manejo para su conservación, tanto en las poblaciones de herpetofauna, como en los ecosistemas; son también importantes los diversos aspectos económicos, sociales, éticos, legales y políticos involucrados, y por supuesto la posibilidad económica de las mismas.

La población de una especie de interés se puede manejar al:

- Incrementar el tamaño de la población
- Disminuir el tamaño poblacional
- Extracción de individuos (cosecha planificada)
- No intervenir, mantener el registro permanente de la condición de la población

Asimismo, al analizar los aspectos de manejo es necesario considerar los diversos valores tangibles e intangibles que tienen para nosotros los anfibios y reptiles, a saber: valor comercial, recreativo, biológico, científico, filosófico, tradicional, social, estético, escénico, nocivo.

Y de esta manera proteger los procesos ecológicos, al mismo tiempo de conservar el hábitat de aquellas especies que se encuentran en peligro de extinción y promover la estabilidad de sus poblaciones, siempre y cuando las amenazas externas sean mayores que los factores intrínsecos de la población misma o del ecosistema. Lo anterior permitirá integrar un programa de conservación y manejo realista, congruente y contribuyendo a lograr resultados trascendentes.

##### ***4. 1. Escalas geográficas y ecológicas óptimas, y su importancia para el seguimiento en campo.***

En el análisis espacial de la riqueza y abundancia de especies, la escala geográfica juega un papel relevante. Actualmente, la evaluación de la abundancia de las diversas especies es quizás uno de los problemas más urgentes y aún cuando se dispone de una gran cantidad de información, en la mayoría de los casos ésta resulta insuficiente para generar un diagnóstico preciso de la ubicación y valor real del estado poblacional de las especies. Por ello, cuando se analiza una población o varias poblaciones de la misma o de diferente especie dentro de una gran extensión territorial, la cual es fragmentada, el problema del efecto de la escala se hace patente y muestra resultados que sólo pueden explicarse

en función de los elementos que componen el concepto: el área (km<sup>2</sup>, ha., entre otros) y el nivel de detalle.

Para conocer la abundancia de un área o sitio determinado necesitamos realizar un muestreo de la especie/s de interés, es decir el número de individuos observados.

Es importante contar con mapas ecológicos actualizados e informes que describan la vegetación, flora, fauna, así como las actividades humanas y uso actual de la tierra. para más información consulte: EL Apéndice V). La síntesis y análisis de esta información permite hacer recomendaciones apropiadas sobre el uso de la tierra y actividades de conservación en las áreas de estudio.

Al iniciar los monitoreos es necesario establecer a grandes rasgos las características del paisaje y, agudizar el análisis de mayor detalle en los sitios que demanden atención para los fines de conservación. Los datos derivados de las imágenes, fuentes secundarias e inspecciones de campo son referenciadas geográficamente y se utilizarán para hacer clasificaciones y mapeo del paisaje a escalas apropiadas. Los mapas de cobertura vegetal y uso de la tierra reflejan primordialmente los patrones de vegetación y de los hábitat los cuales serán, a su vez, utilizados para identificar las áreas prioritarias para la conservación y actividades de manejo en tales áreas.

Los paisajes funcionales representan unidades geográficas particularmente efectivas y eficaces para conservar la biodiversidad. Los paisajes funcionales extensos, completos, de escalas múltiples y relativamente intactos ofrecen un estado ecológico en el cual la biodiversidad puede responder a los disturbios humanos (actividades antrópicas) o naturales.

Determinar la escala apropiada a la que se va a trabajar es imprescindible, la información que se debe incluir es el área del sitio donde se realizará el estudio, en este caso la UMA:

En la fase de planificación del estudio se debe comenzar con un mapa a escala 1:250,000 y de esta manera poder apreciar toda el área de estudio, para la fase de campo se debe utilizar una escala más detallada, por ejemplo 1:50,000 e incluso una 1:25,000, dependiendo del grado de detalle que se deseé.

De lo anterior es necesario considerar lo siguiente:

- El objetivo de una Escala Geográfica adecuada debe ser con un nivel de detalle requerido, la escala de los mapas y la resolución de las imágenes.
- Los mapas deben ser a la mayor escala posible para asegurar mayor detalle y veracidad. Muchas veces es más preciso transferir datos de un mapa a gran escala a otro de escala menor, pero no viceversa. Por ejemplo, no es muy preciso tomar información a escala 1:250,000 y transferirla al mapa a una escala de 1:50,000.

- La resolución debe tomarse en cuenta; un mapa o una imagen a escala 1:25,000, la cual tendrá mayor resolución que uno a escala 1:100,000. Por ejemplo, si se trabaja en un área diversa, con comunidades de vegetación extremadamente pequeñas, las fotos aéreas, que tienen mayor resolución, serán más útiles que las imágenes de satélite.
- Al seleccionar la escala se recomienda que la imagen y el mapa tengan la misma para facilitar comparaciones, así como su uso en campo y fotointerpretación.
- El análisis de esta información nos permitirá desarrollar una estrategia para hacer la colección y análisis de datos más detallados a mayores niveles de resolución (escala geográfica grande). (Sobrevila et al. 1992)

Los mapas deben de usarse de acuerdo a los siguientes criterios, de una escala baja a una alta. Las relaciones entre la escala del mapa, la cantidad de información y el tipo de estudio quedan sintetizados en el esquema propuesto por Bartkowski en 1979 (Figura. 1. Colín 2006).

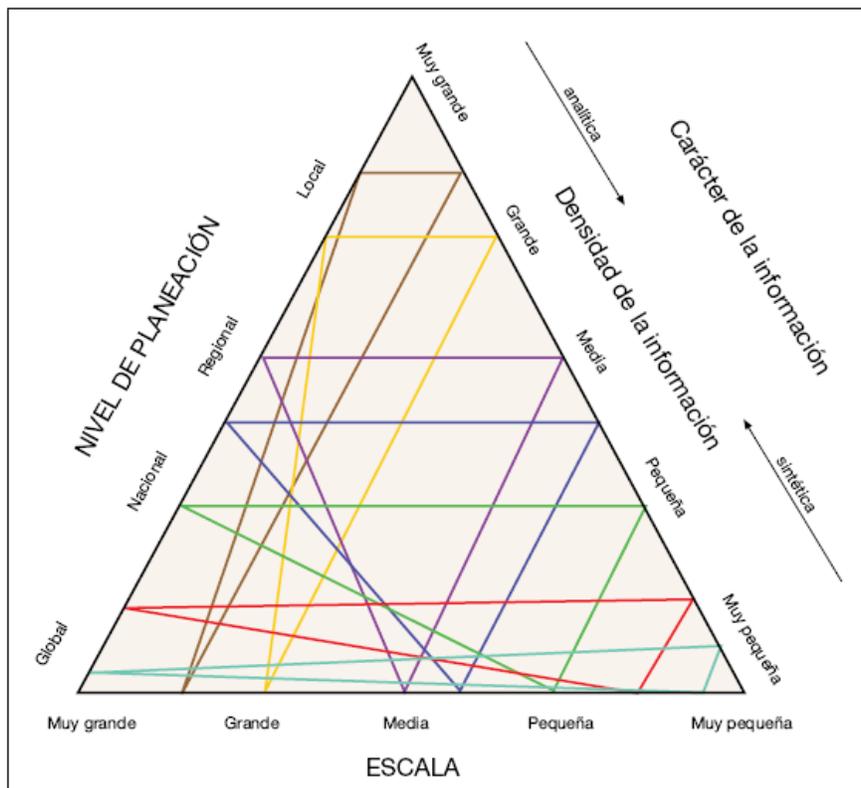


Figura. 1. Relación entre la escala del mapa, la cantidad de información y el tipo de estudio (Colín 2006)

Después de haber aplicado los tipos de mapas de acuerdo al criterio y necesidad del estudio, es importante saber que un “sistema ecológico”

es un grupo de comunidades naturales interconectadas en la tierra o en el agua, que están vinculadas mediante procesos ecológicos. El énfasis principal del diseño de trabajo de los sitios de conservación y aprovechamiento es precisamente para poder determinar y seleccionar varios sistemas ecológicos (de ser posible) para la conservación de ejemplares en estos sistemas de mayor calidad y, en segundo lugar, de poblaciones viables de especies nativas no contenidas dentro de estos sistemas ecológicos. El diseño e implementación de estas es un proceso dinámico e repetitivo que se actualizará y refinará periódicamente (Manejo Adaptativo, se vera con más detalle en el Capítulo 7.).

Las áreas de "conservación funcionales" mantendrán a las especies de anfibios y reptiles de interés focal, comunidades naturales y sistemas ecológicos, así como a los procesos ecológicos necesarios para sustentarlos a largo plazo. Las áreas de conservación variarán a lo largo de una serie continua de complejidad y escala, desde paisajes, cuyo fin es conservar la vida silvestre en múltiples escalas geográficas, hasta los sitios destinados al aprovechamiento, las UMA. Para especies de amplia distribución, las áreas dentro y a través de las UMA deben considerarse como redes integrales que impliquen el manejo regional de las poblaciones o metapoblaciones y el hábitat o ecosistemas.

#### ***4. 2. Inventarios actualizados previos al inicio de los muestreos, para confirmar las especies en las áreas de interés.***

Antes de iniciar un plan de manejo y en general cualquier estudio es necesario contar con la mayor información bibliográfica existente sobre la fauna herpetológica y la demás fauna coexistente en el área de estudio. Los inventarios por lo general determinan qué especies y hábitat existen en un área y, en menor medida, qué hábitat utilizan ciertas especies. En México existen numerosas listas, catálogos, manuales y guías de anfibios y reptiles que se actualizan continuamente, por citar uno: Flores-Villela y Canseco 2004. Estas listas se han elaborado no sólo a nivel regional sino también en localidades muy específicas. Es necesario tener bien documentadas las especies presentes en México, ya que se cuenta con una gran responsabilidad al ocupar el primer lugar del mundo en riqueza de reptiles, con más de 804 especies, y el cuarto en anfibios con más de 361 (cita).

Algunas de las guías que se recomienda utilizar contando con la información disponible sobre la herpetofauna del sitio son: Flores-Villela y McCoy (1993), Ramírez-Bautista (1994), Vázquez y Quintero (1997), Uribe-Peña et al. (1999), Lee (2000), Calderón-Mandujano et al. (2005), por mencionar algunos.

Los museos de zoología con colecciones herpetológicas, así como registros individuales son una herramienta que debe ser utilizada para

elaborar las listas preliminares de las especies de anfibios y reptiles presentes en el área.

Este tipo de información debe recopilarse antes de iniciar cualquier proyecto evitando duplicaciones en la inversión de tiempo y de esfuerzo, así como gastos innecesarios de recursos económicos.

Asimismo es indispensable contar con la información acerca del hábitat donde se encuentran. El clima, suelo, vegetación cuerpos de agua y en particular la estructura horizontal y vertical de la vegetación son factores importantes que afectan la distribución y uso del hábitat en anfibios y reptiles.

#### ***4. 3. Descripción de las áreas de interés y toma de notas para la actualización y el enriquecimiento de información sobre la Herpetofauna.***

El monitoreo debe efectuarse en lugares donde la toma de muestras pueda repetirse a lo largo del tiempo durante condiciones ambientales similares. El lugar debe ser accesible durante todas las temporadas del año y estar libre de deforestación y otras formas principales de alteración del hábitat. Sería valioso obtener, si existieran, datos históricos tales como una lista de anfibios y reptiles locales, datos de inventarios anteriores u otros informes de investigación en el lugar, con el fin de tener una idea de cambios poblacionales en el pasado. Por otro lado, las consideraciones políticas también son importantes. ¿Está de acuerdo el propietario o la Institución Gubernamental pertinente con que se trabaje en ese lugar? ¿Hay recursos disponibles en un sitio en particular para auxiliar al programa de monitoreo?

La elección de los hábitat que se van a monitorear dentro del área de estudio depende de dónde se localizan o se pueden muestrear más fácilmente los taxa que son objetivo del monitoreo.

Las disminuciones más "misteriosas" o inexplicables, por ejemplo, de los trópicos han ocurrido en riachuelos. Para lograr establecer posibles agentes causales, recomendamos que los programas de monitoreo comparen las poblaciones de anfibios y reptiles entre los hábitats principales utilizados por estos. Por ejemplo, en la mayoría de las áreas tropicales, un programa de monitoreo incluiría inventarios de réplicas de transectos en hábitats de riachuelo, laguna y terrestre. Los tipos de hábitat específicos de ciertas regiones pueden suplementar o remplazar estas categorías básicas (Lips 1999).

#### ***Toma de notas***

Las notas de campo de calidad dependen de observaciones buenas. Todo es importante, incluyendo especies que se piensa son tan comunes que no vale la pena reportarlas. Si no se registra esa información y posteriormente ocurren cambios en especies comunes, no habrá datos

que indiquen su presencia, su distribución, y su abundancia relativa previa al cambio. Los datos u observaciones "crudas" pueden ser filtradas después.

Escriba sus "posibles avistamientos" como tal, no como un hecho. Es mejor no registrar nada que registrar de forma incorrecta. Datos incorrectos o equivocados son inaceptables.

Importante: Tenga en cuenta de anotar lo que está ausente o lo que usted esperaría encontrar y que no aparece. La información extra enriquece nuestro estudio, por ejemplo, si no se detectan lagartijas, serpientes, si no se escuchan cantos de pájaros, ni hay huellas en un camino lodoso, eso debe anotarse. Dicha información ayudar a indicar lo que no se encontró en un área.

El concepto de que la ausencia de datos (ejemplo, no se observó nada) es buena información no puede ser suficientemente enfatizado, porque a menudo esta idea no es bien entendida por el personal de campo. Los buenos esfuerzos de manejo, protección y conservación de la fauna silvestre dependen de información precisa respecto a los patrones de presencia/ausencia y de abundancia relativa de especies de fauna. Si las hojas de datos no se completan adecuadamente en salidas al campo donde se observó poco o nada, la salida fue una pérdida de tiempo, dinero y esfuerzo. Por lo contrario, una hoja bien completada constituye una pieza valiosa de información para el futuro.

Las notas de campo pueden dividirse en tres categorías: valores numéricos, bosquejos y notas explicativas. Cinco características de las buenas notas de campo son precisión, integridad, legibilidad, orden, y claridad.

#### ***4. 4. Selección de métodos de muestreo para su análisis estadístico.***

La selección de los métodos de muestreo determinará la cantidad de información pertinente a un parámetro poblacional, siempre y cuando se obtengan mediciones exactas en cada elemento muestreado. Como siempre estaremos sujetos a errores, la manera de controlar la exactitud de las mediciones sería mediante métodos adecuados de recolección de datos y por una buena elaboración del instrumento de muestreo (o cuestionario o plan de muestreo).

Existen tres razones principales por las que en una población se deben tomar muestras en lugar de realizar censos:

1. Puede ser impráctico un censo completo debido al costo y el esfuerzo involucrados.

2. El muestreo es más rápido que un conteo completo (por ejemplo una administración gubernamental puede decidir tomar una muestra del 10% de la población debido a que los resultados de un censo completo

logran estar parcialmente obsoletos en el momento en que sean procesados.

3. Las muestras pueden ser más exactas que los censos completos.

El monitoreo es una tarea a largo plazo. Los técnicos especializados interesados en el monitoreo deben de tomar esto en cuenta para la planificación de financiamiento, personal, y mantenimiento de equipo. Los proyectos de monitoreo deben de tener diseños de muestreo claros. Es una gran pérdida de tiempo, de energía y de dinero el emprender un programa de monitoreo sin tener en cuenta las consideraciones de diseño experimental y de muestreo (Jones 1986).

#### ***Afinación de los métodos***

Si bien una de las necesidades del monitoreo es contar con un método estandarizado que sea comparable año con año, su establecimiento y refinamiento incluye un período de experimentación que podrá durar varios años. Por ejemplo, aún en la selva de un área relativamente homogénea, existen diferencias de suelos, precipitación y fenología vegetal y animal que influyen en la selección de la metodología. Es importante tener la flexibilidad para ir modificando el método durante la etapa inicial.

#### ***Intensidad del monitoreo***

La intensidad del monitoreo depende de los objetivos y del conocimiento de los fenómenos de interés. Es importante decidir la intensidad con respecto a tiempo, espacio, y variables de interés. En general, los reducidos recursos económicos y humanos limitan la intensidad del monitoreo, por lo que es importante tomar decisiones adecuadas sobre el balance entre estos tres factores.

#### ***Tiempo***

La periodicidad de las evaluaciones depende del detalle con el que queramos conocer las tendencias. Las evaluaciones pueden ser diarias, estacionales, anuales, o multianuales. Es recomendable iniciar los programas de monitoreo con alta intensidad que se puede ir reduciendo una vez que se conoce un poco el patrón de estacionalidad del fenómeno de interés y es posible escoger las mejores temporadas para hacer un monitoreo anual.

#### ***Espacio***

La heterogeneidad espacial resultante de la topografía, clima, suelo, geología, vegetación, y actividades humanas, presenta una dificultad para el monitoreo. Por una parte es necesario conocer hasta donde podemos extrapolar nuestros resultados con base en los sitios escogidos. ¿Son representativos los hábitat en donde hacemos las evaluaciones? Para responder a esta pregunta, por lo menos requerimos conocer la heterogeneidad espacial de la vegetación. Por otra parte es indispensable diferenciar entre los efectos antropogénicos y la dinámica

natural. Para esto es necesario incorporar localidades control (sin actividades humanas), las cuales por definición a menudo son poco inaccesibles.

Algunos estudios han tratado de utilizar las zonas núcleos como sitios control. Sin embargo, la distancia entre estas zonas y los tratamientos y los sesgos con los que fueron establecidas no permiten estas comparaciones (Galindo-Leal et al. 1993). Existe una relación entre la distancia y la confiabilidad de las comparaciones. Las comparaciones entre sitios cercanos tienen hábitat similares y por lo tanto las comparaciones son más confiables (con menos variables que confundan las causas). Las comparaciones entre sitios distantes incluyen diferencias en composición, estructura, hábitat, diferencias de clima, suelo, etc., aún en áreas tan relativamente homogéneas, la composición y la estructura de la vegetación se modifican con los pequeños gradientes topográficos. Las mayores diferencias están influenciadas por un gradiente de precipitación de sur a norte y este a oeste. Debido a que el objetivo de estandarizar protocolos de monitoreo, es la comparación de tendencias entre regiones geográficas amplias, se debe tener cuidado especial en la confiabilidad de las comparaciones. La mayoría de las veces las comparaciones entre áreas protegidas (dentro de reservas) y sitios con influencia humana están plagadas de variables que confunden las causas de los patrones (selva maya).

#### ***Variables***

Las variables escogidas para ser medidas también pueden cambiar en detalle dependiendo de los objetivos. Podemos hacer un monitoreo de la presencia o ausencia de diversas especies, de su abundancia relativa o absoluta, de sus características demográficas como crecimiento, sobrevivencia, reproducción, inmigración y emigración, de su estructura de edades y sexos, etc. Entre más detalle requerimos más intenso y detallado es el monitoreo. Para el primer paso sólo es necesario distinguir entre especies, mientras que para los últimos es necesario distinguir entre individuos. Existe una variedad de métodos para estimar poblaciones vegetales y animales y diversos programas de computación para facilitar los cálculos (Mirar Ecotono5). En el sitio web <http://www.stanford.edu/group/CCB/Eco/popest.htm> se pueden conseguir algunos de estos programas.

#### ***Sesgos del monitoreo***

Existen varios aspectos que pueden sesgar el monitoreo, como la capacidad del observador, la facilidad de detección de los organismos, los métodos utilizados y el diseño del programa y los métodos de análisis.

#### ***Capacidad del observador***

Cada observador tiene capacidad distinta la cual se modifica con la experiencia. Si los observadores se reparten a diferentes sitios, las

diferencias encontradas pueden deberse a diferencias entre observadores y no a diferencias entre sitios. Lo mismo puede suceder si los observadores cambian entre un año y otro. Una solución a este problema es el turnar a los observadores para evitar este sesgo. Las primeras evaluaciones estarán afectadas por el período de aprendizaje que dependerá de la dificultad del grupo y de la experiencia y capacidad de los observadores. Por esta razón es necesario tomar con cautela las primeras observaciones de cualquier monitoreo.

#### ***Facilidad de Detección***

Cada hábitat debido a su estructura influye de manera diferente en la facilidad de detección de los organismos. Podemos obtener un número mayor de especies o de individuos en hábitat abiertos que en hábitat cerrados debido a la mayor facilidad de detección en los primeros. La estacionalidad también influye sobre la facilidad de detección. La actividad de las especies es influenciada por la estacionalidad. Las condiciones producidas por la época de sequía y por la lluviosa, facilitan o impiden la detección de diferentes organismos. Las acciones antropogénicas modifican el comportamiento de los individuos, haciendo más difícil su detección.

#### ***4. 5. Técnicas de seguimiento poblacional permanente***

El seguimiento poblacional permanente, también conocido como monitoreo, es la base para medir los efectos del manejo, tanto de la especie de interés como de su hábitat (Calmé 2000). El monitoreo debe ser un proceso permanente para verificar sistemáticamente que las actividades de manejo se llevan a cabo según lo planeado y que se está progresando o no en el logro de los resultados.

Lo más importante al hacer un monitoreo es tener muy claro el objetivo del mismo. Algunas de las preguntas que podemos responder al realizar un monitoreo son: ¿Cómo se encuentran las poblaciones de cierta especie en un sitio?, Dentro de este sitio ¿cuál es el área más importante para la especie?, ¿cuáles son sus requerimientos de hábitat?, ¿cómo están respondiendo las poblaciones al manejo?, entre otras.

Entender el comportamiento y ecología de las especies es muy importante para obtener muestreos confiables y saber realmente cómo se encuentran las poblaciones. Pero igual de importante es medir las variables ambientales pues así podremos interpretar cambios biológicos en las especies. En general, un programa de monitoreo debe ser capaz de detectar cambios graduales en las poblaciones al menos a grosso modo (Sutherland 1996).

Una vez definido el objetivo del monitoreo debemos elegir un diseño de muestreo. Es aconsejable que éste se escoja bien y se establezca de manera permanente. Es decir, año tras año, los

muestreos deberán realizarse en los mismos sitios para minimizar el coeficiente de variación en las estimaciones. **Un buen seguimiento debe establecerse con una duración mínima de 5 años**, tiempo en el que los datos recabados deben procesarse cuidadosamente en una base de datos diseñada expresamente para el propósito del monitoreo (Calmé 2000).

Al iniciar el muestreo, debemos tener la mayor información bibliográfica posible sobre la especie o especies de interés. Asimismo es indispensable contar con la información acerca del hábitat en que se encuentran. El clima, suelo, vegetación cuerpos de agua y en particular la estructura horizontal y vertical de la vegetación son factores importantes que afectan la distribución y uso del hábitat en anfibios y reptiles.

Como se mencionaba anteriormente, el método de muestreo seleccionado dependerá de los objetivos del proyecto. Por ejemplo, si se necesita desarrollar una lista de especies de un tipo de hábitat, se deberá seleccionar una combinación de búsqueda y detección. Si lo que se desea es mostrar la diferencia en la abundancia entre distintos ambientes, deberá seleccionarse un método comparativo que suministre información sobre la abundancia relativa, es decir, valores cuantitativos. Pero si lo que se desea es conocer los tamaños de diversas poblaciones de anfibios o de reptiles, entonces es muy conveniente seleccionar el tipo de trampa a emplear y los tratamientos estadísticos de los datos para estimar la dinámica poblacional (Moreno 2001).

Es necesario recalcar que antes de iniciar cualquier muestreo, se deben solicitar a la SEMARNAT los permisos necesarios para la ejecución del proyecto.

Existen varios métodos para realizar un muestreo de anfibios y reptiles, los cuales se pueden dividir en dos tipos: directos e indirectos. Los métodos directos consisten en que el técnico especializado atrape u observe al individuo, con o sin ayuda de herramientas. Se puede confirmar la presencia del animal aún cuando éste no sea visto, por ejemplo, a través de sus cantos o huellas. Los métodos indirectos involucran el uso de equipos capaces de atrapar o registrar la presencia de anfibios y reptiles sin estar presente el técnico especializado.

#### ***Captura u observación directa***

Esta puede ser a través de recorridos diurnos o nocturnos, caminando o en vehículos, de forma sistemática o no y puede ejecutarse con o sin ayuda de instrumentos y dispositivos que aumenten la capacidad de observación y captura del investigador.

#### ***Búsqueda por recorridos***

Una de las formas más sencillas de verificar la ocurrencia de especies en un área dada es desplazarse a través de la misma registrando todos los anfibios y reptiles observados. Debido a que las especies están

separadas tanto en el tiempo como en el espacio, los muestreos realizados a diferentes momentos del día conducen a determinar las variaciones en el número de especies registradas. Lo mismo sucede con la heterogeneidad de ambientes, lo deseable sería incluir el mayor número de ambientes.

Las rutas de recorrido pueden ser sistematizadas y así puede obtenerse la abundancia relativa estandarizando el esfuerzo de muestreo por unidad de tiempo en cada hábitat. Por ejemplo, el técnico especializado puede medir la distancia de cada observación a lo largo del camino y medir la cantidad de tiempo invertida en cada segmento de hábitat. Así se pueden expresar los datos de abundancia individual de especies como el número de animales vistos por unidad (km) de hábitat por hora. Los métodos realizados por unidad de tiempo de esfuerzo se conocen como "Procedimientos de Tiempo Restringido", así la abundancia puede expresarse en términos del número de individuos por unidad de esfuerzo, haciéndolos de esta forma comparativos.

Los recorridos sistemáticos a través de senderos definidos producen datos de presencia de especies y sirven para futuras evaluaciones de poblaciones de anfibios y reptiles. Este método es muy valioso cuando el técnico especializado necesita estimados poblacionales del estatus especial de los reptiles y anfibios.

#### ***Búsqueda en microhábitats***

Este es un método sistemático que consiste en buscar en los hábitat conocidos de ciertos reptiles y anfibios. Los métodos de microhábita específicos son empleados para verificar y coleccionar datos sobre la abundancia de pocas especies. Si se emplea sólo para verificación, estos métodos son fáciles y sencillos, pero cuando se utilizan para obtener la abundancia relativa, el método consume gran cantidad de tiempo.

Los métodos más utilizados para el conteo directo de anfibios son los transectos en franja o cuadrantes, los cuales se pueden utilizar tanto para especies terrestres como acuáticas. En el caso de reptiles, los métodos más utilizados son los transectos por franja y transectos en línea. Nuevamente, el método seleccionado dependerá de los objetivos así como de las características del hábitat. Se pueden revisar los trabajos de Sánchez (2000), Sutherland (1996), Manzanilla y Péfaur (2000) y Eckert et al. (2000) para una descripción detallada de estos métodos así como sus ventajas y desventajas.

Existen varias herramientas que nos pueden ayudar a la captura u observación directa entre los que tenemos: bandas de goma, armas de fuego, redes y mallas sumergidas para especies acuáticas, vara lazo (método del nudo corredizo), ganchos, arpones, anzuelos, inundaciones, electricidad, binoculares, cantos, huellas y brillo de ojos.

### ***Captura u observación indirecta***

Estos son conocidos como métodos de trampeo, han sido diseñados con relación a las características particulares de ciertos anfibios y reptiles.

#### ***Trampas de caída (Pitfall traps)***

Este es uno de los métodos más utilizados para la captura de anfibios y reptiles. Este método involucra la colocación de un recipiente cilíndrico debajo del agua o el suelo con la boca hacia la superficie. El tamaño y la forma del recipiente dependerán de la especie a muestrear. Para captura tortugas se pueden emplear trampas flotantes utilizando cebo.

Cuando las trampas de caída son colocadas en forma sistemática y el resultado es estandarizado por unidad de esfuerzo, los datos pueden ser cuantificados y comparados. Para hacerlos comparativos debe estandarizarse el muestreo entre las áreas a comparar en relación al tipo de trampa, disposición y época.

Las trampas de caída pueden colocarse en cuadrículas o transectos y mediante el marcado de los ejemplares capturados se puede obtener información sobre el tamaño de las poblaciones con el método de captura-recaptura.

#### ***Cercas de desvío (Drift fences) con trampa asociada (Funnel traps)***

Es una de las técnicas más efectivas para la captura de anfibios y reptiles. El fundamento de esta técnica, se basa en la intercepción de animales con las cercas, ya que al encontrarse con éstas, los anfibios o reptiles cambian de dirección a la izquierda o derecha y continúan a lo largo de la cerca hasta que caen dentro de las trampas de embudo.

Los métodos más utilizados para el muestreo de anfibios son las cercas de desvío y las trampas de caída. Sin embargo, las cercas requieren un esfuerzo considerable para construirlas, mantenerlas y operarlas, por lo que sólo se recomiendan para especies que se acercan a cuerpos de agua pequeños y que migra hacia o desde estos cuerpos de agua por periodos cortos. Las trampas de caída tienen la ventaja de ser menos conspicuas y de ser menos elaboradas que las cercas.

En el caso de reptiles, las trampas de caída así como las cercas de desvío también son muy utilizadas. En este caso los reptiles capturados pueden marcarse para ser liberados nuevamente, al recapturar a los individuos se pueden obtener estimaciones sobre la población.

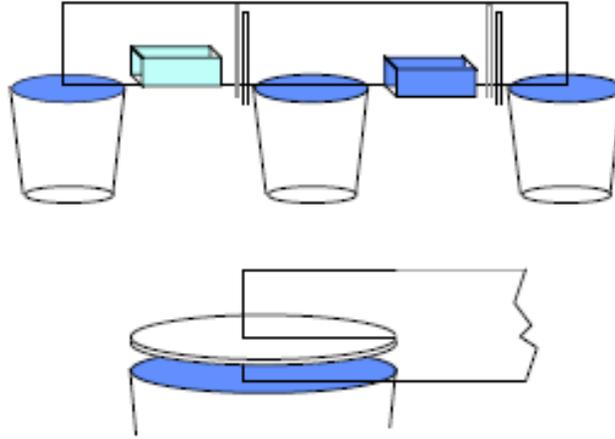


Figura. 2. Cercas de desvío con trampa asociada, y también puede ser una Trampas de caída, Sánchez 2000.

También podemos aprovechar las migraciones que realizan entre hábitat diferentes y tipo de vegetación.

Existen varias consideraciones que se deben tomar en cuenta al realizar un muestreo, ya que siempre pueden encontrarse inconsistencias, así como sobre o subestimaciones de las poblaciones debido a errores en el muestreo.

- Para que los métodos puedan ser replicados hay que establecer instrucciones y reglas precisas, así como contemplar los casos ambiguos.
- Estandarizar el método puede reducir la variación, por ejemplo, utilizar siempre el mismo observador, la hora y condiciones ambientales.
- Registrar el observador, hora, clima y todas las variables posibles, analizar sus posibles efectos y hacer las correcciones pertinentes. Por ejemplo, si se tienen datos de visitas matutinas al sitio A y se comparan con visitas vespertinas al sitio B, no se podrá distinguir entre las diferencias debido a la hora o al sitio.
- Debe asegurarse que durante los muestreos, el observador sea el mismo, la frecuencia de muestreo y las temporadas sean las mismas (para que sean comparables en el tiempo).
- Si es necesario que varios observadores realicen el muestreo es preciso que todos lleven a cabo el método de la misma forma
- Es aconsejable que en lugar de que todos los observadores colecten todo tipo de datos, cada uno obtenga siempre el mismo tipo de dato para que el resultado y el error que pudiera cometer sea consistente, y el sesgo sea mínimo
- Es muy importante cuantificar el error; también se podrían realizar muestreos independientes en el mismo sitio con diferentes técnicos especializados o con diferentes métodos para posteriormente

comparar resultados puede relevar inconsistencias en los métodos utilizados. Esto será útil para mejorar el método así como para la interpretación de los resultados

Independientemente del tipo de muestreo que se elija, según los objetivos, debemos asegurar que los datos o muestras sean lo más representativas de la característica o fenómeno que se quiera evaluar. El número de muestras también es importante y es mejor tener un gran número de muestras pequeñas que serán más representativas que pocas muestras aunque de mayor tamaño.

La estructura de la vegetación tiene también un impacto sobre los anfibios y reptiles, pues se relaciona con la disponibilidad de los recursos, refugio y sitios de reproducción. Si el sitio donde se realizará el muestreo es homogéneo bastará con realizar un muestreo al azar. Existen varias formas para seleccionar los sitios de muestro, una de las más sencillas es cuadrículando el área asignando números a cada cuadro y posteriormente utilizar una tabla de números al azar para seleccionar la cuadrícula. Sin embargo, es más común encontrar sitios donde la vegetación no sea homogénea y por tanto las especies sean más abundantes en un hábitat que en otro. Si los sitios son escogidos al azar, el número de puntos de muestreo que caigan en cada tipo de hábitat afectarán el promedio obtenido de manera importante y por tanto, el tamaño estimado de la población. En este caso es preferible muestrear cada tipo de hábitat independientemente para dar una estimación de la población para cada uno. Posteriormente se combinan para hacer un estimado de la población total. Este tipo de muestreo estratificado es casi siempre preferible al muestreo al azar. Si además dentro de cada hábitat homogéneo seleccionamos puntos de muestro al azar, tenemos un muestreo combinado, estratificado y al azar (Sánchez 2000).

Si el sitio muestreado presenta variaciones climáticas a través del año (lluvias y secas), es necesario realizar un muestreo anual siempre asegurando la consistencia en el método utilizado para poder realizar comparaciones con el menor sesgo posible. Como se mencionaba anteriormente, un seguimiento poblacional se sugiere realizar por lo menos por un periodo de 5 años, a través de los cuales podremos estimar cambios en lapsos mayores.

Las repeticiones son una parte importante del muestreo. No basta con realizar sólo uno en cada sitio o en cada época del año, sino que es necesario al menos tener una repetición (Sánchez 2000). La repetición de los muestreos en el tiempo se debe realizar en los mismos transectos, cuadrículas o puntos, utilizando la misma técnica e idealmente por el mismo observador, para minimizar la variación debida a estos factores en las densidades estimadas (Calmé 2000).

El diseño espacial del muestreo debe garantizar que las muestras que se obtengan son independientes para reducir las probabilidades de contar dos o más veces un mismo individuo. La distancia mínima entre dos transectos o cuadrículas que garantice la independencia de las observaciones, depende del método utilizado y sobre todo, de la especie estudiada y de la época en su ciclo de vida (Vesely et al. 2006).

#### **4. 5. 1. Estimaciones y tendencias poblacionales de la Herpetofauna.**

Uno de los principales objetivos del monitoreo biológico es detectar cambios o identificar las tendencias en el tamaño de las poblaciones, sobrevivencia, diversidad de especies, abundancia poblacional, etc., a mediano y largo plazo. El objetivo puede ser relacionar, la disminución en la cantidad de hábitat disponible con la reducción en el tamaño de la población de una especie determinada. A la inversa, el monitoreo puede servir para documentar que los cambios en las prácticas de manejo del hábitat están produciendo un incremento en las poblaciones animales.

La estimación de la abundancia en las poblaciones de herpetofauna, especialmente aquella que es objeto de aprovechamiento, es importante porque las metas para su manejo y conservación se expresan en término del tamaño de sus poblaciones. Sin embargo, estimar el número de individuos de una población en un lugar y tiempo dados, proporciona poco valor para determinar su estado de conservación. En este caso puede ser más importante conocer la tendencia a lo largo del tiempo (Aranda 2000).

En términos generales, los métodos para estimar la abundancia pueden agruparse en índices de población y métodos de estimación de densidad (Aranda, 2000).

##### ***Índices de población***

Es un valor estadístico relacionado con la abundancia de animales en una población. Su confiabilidad depende de su sensibilidad a dichos cambios y su utilidad radica en a posibilidad de comparar sus resultados cuando se aplican bajo las mismas circunstancias. Un índice debe estar relacionado con la abundancia real, ya sea de manera positiva o negativa, pero lo importante es que siempre se mantenga la misma relación de variación respecto a los cambios de la abundancia. Es por eso que recalcamos la importancia de ser consistente al momento de realizar el muestreo, pues si no lo hacemos así no sabremos si un cambio en el valor del índice se debe realmente a un cambio en la abundancia o es ocasionado por otros factores, como inconsistencia en los muestreos.

### ***Métodos de estimación***

Estos pueden agruparse, a su vez, en aquellos que se basan en la cuenta total de los individuos y aquellos que se basan en la cuenta parcial de los mismos.

#### ***Todos los individuos vistos ( $\beta = 1$ ).***

***Censo completo.*** En este caso el número de individuos de una población se determina mediante la cuenta de todos los individuos que la componen. No hay necesidad de establecer intervalos de confianza porque no es una estimación. Sin embargo, esto es poco factible, especialmente con anfibios y reptiles que suelen ser poco conspicuos.

***Censo completo en parcelas.*** Consiste en contar a todos los individuos que se encuentran dentro de una parcela de forma y tamaño determinados.

#### ***No todos los individuos vistos ( $\beta < 1$ )***

***Métodos de captura-recaptura.*** Estos permiten estimar la densidad de una población a partir de una muestra de individuos capturados y emprendiendo posteriores esfuerzos de recaptura o reobservación.

***Método de transectos.*** Este método consiste en el recorrido de un transecto lineal, de longitud conocida, a lo largo del cual se van contando los individuos localizados sobre la línea y a ambos lados de ésta. En general el método se basa en el supuesto de que, aun con muy buena visibilidad, a medida que los individuos están más alejados de la línea de transecto será más difícil detectarlos hasta llegar a una distancia en que sea imposible.

El método de transecto tiene dos variantes: transecto de puntos y transecto de línea.

***a) Transecto de puntos.*** Consiste en el recorrido de un transecto a lo largo del cual se establecen puntos de muestreo, desde donde se cuentan los individuos observados. Puede realizarse de dos maneras. En la primera, el observador permanece un tiempo determinado en cada punto de muestreo y desde ahí registra los que va observando y determina la distancia exacta a la cual se encuentran. Una vez que se llega al punto de observación puede ser recomendable dejar pasar un periodo de tiempo antes de comenzar el registro, esperando que haya pasado el disturbio causado por la llegada del observador.

La segunda modalidad consiste en establecer un radio de observación óptimo alrededor del punto de muestreo y contar a todos los individuos observados, especificando si se registraron dentro o fuera de dicho radio. El área se establece como un círculo alrededor del punto de observación.

***b) Transecto de línea.*** Consiste en el recorrido de transectos preferentemente lineales, de una longitud conocida. Además de contar los individuos conforme se les observa, también se debe registrar la distancia perpendicular de éstos a la línea del transecto. Cuando esto no

es posible, se debe medir la distancia radial y el ángulo formado por una línea imaginaria del observador al animal y la línea del transecto (Fig.3.).

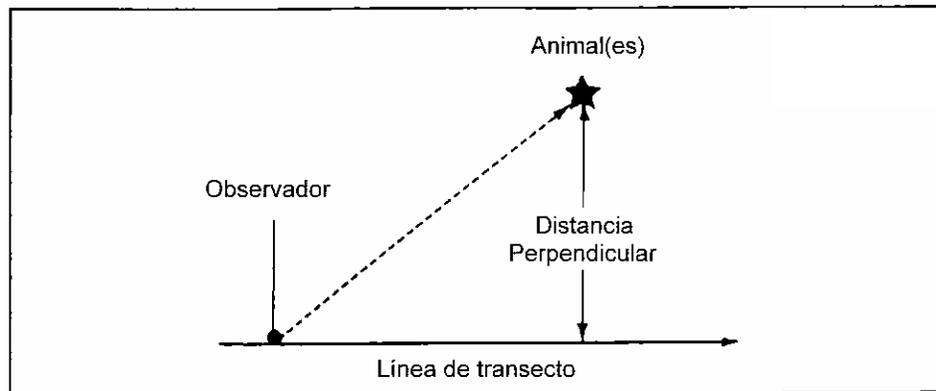


Figura. 3. Transecto con distancia perpendicular, Rabinowitch 1993.

Con cada uno de estos métodos es posible calcular la densidad a través de distintas fórmulas las cuales pueden ser revisadas en Aranda (2000) y Sutherland (1996).

#### **4. 6. Determinación de los requerimientos de hábitat de las especies de interés.**

Un objetivo común es intentar determinar los requerimientos de hábitat de especies en particular. Lo cual puede ser relativamente fácil, y para ello son necesarios muchos estudios nuevos de éste tipo. Para lo cual es necesario estar familiarizado con los requerimientos potenciales de hábitat de acuerdo a la biología de las especies que nos interesan. Se deben hacer muestreos de todos los tipos de hábitat disponibles para conocer todos los requerimientos de la especie; se puede muestrear solamente el hábitat o área que es importante para el anfibio o reptil de interés. Si hay ciertos tipos de hábitats que son críticos para la especie, es más eficiente concentrarse únicamente en esas áreas (Rabinowitch & Sutherland 1996).

El error más frecuente, es justo visitar solo las áreas mejor conservadas, en las cuales se encuentran las especies de interés. Una técnica común es el comparar los puntos en los cuales las especies son encontradas, lo cual se hace por medio de una colección de puntos al azar. En tal comparación esto es posible al incluir sitios de anidación, estructura del hábitat y variables ambientales.

Un acercamiento alternativo es hacer uso de la posibilidad de que al área pueda ser dividida en estanques, cuadrantes de diferentes tipos de vegetación. El análisis puede ser hecho al comparar los cuadrantes

que contienen especies con aquellas que no las tienen, o ver si alguna diferencia obvia existe.

***4. 7. Protocolo de trabajo recomendado para el seguimiento de las poblaciones de Herpetofauna orientado a detectar y estimar la condición inicial y tendencias subsiguientes de éstas en tiempo y espacio.***

Existen un par de consideraciones indispensables en relación al establecimiento de un protocolo de seguimiento. La primera consideración esta relacionada al diseño del estudio. Básicamente, el diseño depende del objetivo de monitoreo. ¿Estamos interesados en documentar cambios en relación a la pérdida de hábitat, a su deterioro, fragmentación, sobrecacería, transmisión de enfermedades, o solamente fluctuaciones naturales? Para distinguir entre las causas es necesario incluir un diseño. Las preguntas fundamentales son: ¿En dónde colocaremos las unidades de muestreo (transectos, trampas, observaciones de aguadas, registros visuales, acústicos, etc.)? ¿Cuántas réplicas necesitamos? ¿Qué tan a menudo deben de ser evaluados?

El diseño es la estructura lógica del ejercicio de monitoreo. Los objetivos deben de especificar aspectos como naturaleza de las unidades de estudio, número y tipo de muestreos que se medirá, asignación de métodos a las unidades de estudio, número de unidades de estudio (réplicas) necesarias, y distribución espacial (Hurlbert, 1984, Caughley and Sinclair 1994, Heath 1995, Krebs 1998). La segunda consideración se relaciona al diseño de muestreo. Una vez que hemos decidido que especies se usarán para el monitoreo, necesitamos decidir el protocolo de muestreo. Es necesario definir la naturaleza, tamaño, forma y número de las unidades de muestras.

Se elegirán especies que presenten poblaciones relativamente abundantes, y porque los cambios en sus poblaciones podrían detectarse rápidamente; además, de que sean fáciles de registrar en el campo, lo que permitiría reconocer y enriquecer sus hábitos de vida.

El protocolo debe efectuarse en lugares en donde los muestreos puedan repetirse durante seis meses al año; se proponen como mínimo cinco años de muestreo. Deben de realizarse en la época reproductiva, que dura entre cuatro y siete meses al año; la mayoría de las especies de interés tienen su época reproductiva desde marzo-abril hasta agosto-septiembre. Los sitios de monitoreo deben ser accesibles durante las diferentes temporalidades del año: sequía y lluvias. Es importante actualizar los inventarios de acuerdo al paso del tiempo para tener una idea de los hábitat que se habrán de monitorear en el área de estudio, éstos dependerán de dónde se localizan o dónde se pueden muestrear más fácilmente, por ejemplo, lagunas, riachuelos y algunos hábitat terrestres (Muñoz 2001).

Los monitoreos se realizarán con base en estudios previos sobre la historia natural de la herpetofauna que se distribuya en el área de estudio, y el seguimiento se hará de acuerdo a lo sugerido en capítulos anteriores y ad hoc a la especie de interés.

1. Cada transecto o zona de reproducción se recorrerá durante tres horas a una velocidad de un kilómetro por hora.
2. Cada transecto o zona de reproducción se recorrerá por siete días, por la mañana, tarde y noche.
3. En la mañana y en la tarde se realizarán muestreos de registro visual.
4. En la noche los muestreos serán combinados (registro visual y registro auditivo).
5. Se calculará la densidad para la especie de interés en número por superficie de la zona de reproducción (en el caso de anfibios, anuros en particular). La abundancia se calculará en número de individuos por tiempo de muestreo.
6. Se recomienda hacer una "memoria-fotográfica" de cada sitio, cada año, al inicio de cada temporada de muestreo, siempre con la misma vista.

Se clasificarán las especies por categorías de hábitat, hábitos, talla y modo reproductivo. Se subdividió a los anfibios y reptiles en grupos conceptuales, teniendo en cuenta el hábitat preferencial (lugar de actividad más frecuente reportado para la especie; arborícola, terrestre o fosorial), el hábito preferencial, hora de actividad reportada para la especie; diurno o nocturno, la talla corporal (basada en la Longitud Hocico Cloaca, LHC reportada para las especies de cada estado del país y el modo reproductivo de los anfibios (desarrollo directo, huevos y larva en el agua o huevos depositados fuera del agua) y reptiles (ovíparos o vivíparos).

Adultos: se recomienda hacer una búsqueda con límite de tiempo (9hrs.: tres en la mañana, tres en la tarde y tres en la noche) a lo largo de transectos marcados para su seguimiento de manera permanente. Esto con la finalidad de medir la abundancia relativa, la composición de especies, la asociación de hábitat y el nivel de actividad.

**5. Aspectos del hábitat de la herpetofauna,  
relevantes para su conservación y  
aprovechamiento sustentable.**



## **5. Aspectos del hábitat de la herpetofauna, relevantes para su conservación y aprovechamiento sustentable.**

### ***5. 1. Aspectos relevantes del hábitat para las especies de interés, la práctica y el ajuste de la cosecha sustentable.***

Para cualquier estudio herpetológico, así como en la elaboración de un plan de manejo es necesario tener información acerca del hábitat, el conocimiento del clima, suelo, vegetación, cuerpos de agua, estructura de la vegetación, los cuales ayudarán a incrementar la calidad del estudio y a obtener mejores resultados.

Los componentes del microhábitat deben detallarse ya que éstos proveen las condiciones ambientales necesarias para numerosas funciones ecológicas. El uso y disponibilidad de los recursos refugio, alimentación y sitios de reproducción deben considerarse. Es necesario tener en cuenta que los anfibios y reptiles son animales ectodérmicos y sus temperaturas corporales dependen del ambiente. Estos animales muestran una dependencia a ciertos microhábitat para lograr la termorregulación. La remoción o reducción de los microhábitat necesarios para la termorregulación pueden afectar en forma negativa todas las demás funciones ecológicas, debido a que la regulación de la temperatura interna determina la intensidad de todos los patrones de actividad.

Las variaciones diarias del clima también pueden afectar la actividad de reptiles y anfibios. La temperatura y radiación son factores determinantes en los ritmos de actividad de los reptiles, especialmente en las zonas frías, mientras que para los anfibios la humedad relativa tiene el papel más importante.

La estructura del bosque tiene mucha relación con la disponibilidad de los recursos, refugio y sitios de reproducción. No hay que obviar elementos como la hojarasca, raíces, así como la estructura horizontal y vertical de la vegetación dentro de los planes de manejo y aprovechamiento. El subsistema suelo-hojarasca provee regímenes adecuados de humedad para el desarrollo de anfibios terrestres, pero además provee superficie y espacios subterráneos frescos. Además, este micro ambiente provee un substrato para la alimentación, refugio y reproducción de diversos anfibios y reptiles. La pérdida de la hojarasca y árboles puede reducir drásticamente las poblaciones de la herpetofauna terrestre. En este aspecto, los incendios son una amenaza para ellos.

El tipo, profundidad y textura del suelo son extremadamente importantes en la determinación de la densidad y distribución de los anfibios y reptiles en un área. Por ejemplo, la profundidad y textura determinan la tasa de percolación y pérdida de humedad del suelo. En

algunas áreas de suelos arcillosos pesados, el agua se acumula sobre la superficie, especialmente durante la época de lluvias. Debido a que el agua puede permanecer ahí por semanas en forma de charcas temporales, muchos anfibios pueden reproducirse ahí. Por otro lado, los suelos arenosos o lugares rocosos pueden favorecer la presencia de otras especies que construyen galerías en el suelo.

La diversidad de interfaces del suelo, con rocas y otras estructuras, frecuentemente determina la riqueza de anfibios y reptiles. Esto provee más nichos para la colonización y existencia de la herpetofauna. La estructura de las raíces de diversas plantas también contribuye a la riqueza de reptiles y anfibios al proveer entradas que actúan como refugios y corredores entre los espacios superficiales. En este aspecto, los matapalos (*Ficus* sp.) permiten una mayor riqueza de especies que la esperada en ausencia de árboles que poseen sus características (Manzanilla y Péfaur 2000).

La estructura horizontal de la vegetación tiene una importante influencia sobre la composición de anfibios y reptiles, especialmente en especies que habitan en ecosistemas con vegetación poco compleja. Esta relación cambia en la compleja estructura de los bosques tropicales donde algunos anfibios y reptiles llevan a cabo la termorregulación en el dosel de los árboles o bajo la hojarasca.

Los aspectos relevantes del hábitat dependerán de la o las especies que nos interese aprovechar, por lo tanto es importante conocer la biología de la especie así como aspectos de la historia natural de las mismas para poder determinar los aspectos más importantes del hábitat para cada una de sus necesidades fundamentales (Sánchez 2000).

## ***5. 2. Métodos y técnicas, para el seguimiento del hábitat orientado a detectar su condición inicial y tendencias en el tiempo y espacio.***

Una vez determinados los requerimientos de hábitat de la o las especies a manejar, debemos hacer un estudio para evaluar en qué condiciones se encuentra dicho hábitat. Como se mencionó en el capítulo 4.7., previo a los muestreos se harán estudios para determinar la calidad del agua, suelo (análisis físico-químicos) y vegetación (estructura, estratificación).

El hábitat debe ser funcional, es decir en él deben mantenerse las especies y los procesos ecológicos que las sustentan dentro de sus rangos naturales de variabilidad.

Existen varios aspectos clave en los hábitat funcionales: El tamaño del hábitat dependerá de las especies, es decir, puede ser pequeño sin que se afecte su funcionalidad. Asimismo, un hábitat

funcional no excluye necesariamente la actividad humana, pero ésta puede influenciar en gran medida la habilidad de dichas áreas para funcionar naturalmente, por lo que hay que ser cuidadoso al elegir las actividades de manejo para no alterar el sistema.

Lo importante al hacer un seguimiento de hábitat es asegurarse de que las especies objeto de aprovechamiento, así como todas las que viven en el hábitat que estamos manejando, se conserven saludables y viables. Así como que los procesos ecológicos se conserven dentro de sus rangos naturales de variabilidad a largo plazo.

Debemos enfatizar que la evaluación del estado funcional de un área es crítica para formular estrategias apropiadas de conservación, manejo y restauración y para evaluar los usos humanos actuales y potenciales en dicha área.

Existen varios métodos y técnicas disponibles para hacer un muestreo del hábitat. Sólo abordaremos dos métodos de muestreo del hábitat, el muestreo por transecto y el muestreo por parcelas circulares (figura. 4).

Cuando se utiliza el método de transectos para hacer un muestreo, se puede incluir la mayor variabilidad del hábitat a lo largo del recorrido, ubicando por ejemplo transectos perpendiculares a intervalos regulares, los cuales podrían ser de la longitud de la frontera de muestreo (figura. 4).

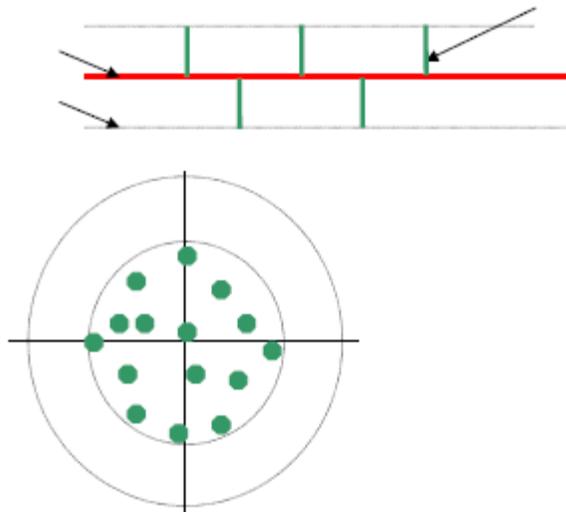


Figura. 4. Ejemplo de transectos (arriba) y de parcela circular (abajo) para el muestreo del hábitat. Los transectos de vegetación son orientados perpendicularmente al transecto de muestreo para abarcar la mayor variabilidad del hábitat a lo largo de éste. Para hacer un muestreo de la vegetación (puntos) en la parcela circular, se utiliza un diámetro más pequeño o similar que el empleado para registrar anfibios y reptiles, para limitar la cantidad de información por levantar a un nivel realizable (Calmé 2000).

Cuando se utiliza el método de muestreo por puntos, se considera también una parcela circular para el muestreo del hábitat. La parcela

circular es generalmente parte del punto de radio fijo, pero de diámetro menor (típicamente  $< 5$  m), salvo en el caso de objetos discretos, como troncos tirados, para los cuales se puede usar un diámetro más grande. Se utiliza un diámetro menor para limitar la cantidad de datos por registrar, pero dependiendo del grado de detalle con que se requiera recabar información, puede optarse por incrementarlo un poco.

Las variables del hábitat que se determinarán dependen del objetivo del manejo y de la especie de interés. Por ejemplo, para las salamandras, se podría medir la densidad de troncos tirados en el piso forestal y los árboles con contrafuertes; para varias especies de anuros, los cuales tienen hábitos terrestres, la densidad del sotobosque. Otras variables interesantes para el manejo son la densidad de árboles según clases de altura y diámetro a la altura del pecho (por ejemplo,  $<5$ ,  $<10$ ,  $<20$  y  $>20$  m de altura y  $>10$ ,  $>20$ ,  $>30$  y  $>40$  cm. de diámetro) para caracterizar la estructura del bosque (Calmé 2000).

## 6. Conservación de las especies y análisis de la cosecha sustentable (seguimiento y evaluación).



## **6. Conservación de las especies y análisis de la cosecha sustentable (seguimiento y evaluación).**

### **6. 1. Técnicas de campo.**

Para la conservación de la herpetofauna es necesario conocer las técnicas básicas de campo. Es importante estar familiarizado con el uso de mapas, planos, brújulas, tener experiencia realizando observaciones de campo, identificación de fauna silvestre, la toma de apuntes y notas, y la descripción del hábitat de la herpetofauna. Estas técnicas requieren un mínimo de recursos económicos y esfuerzo, no obstante proveen los fundamentos para recolectar de manera sistemática datos cuantitativos sobre individuos y poblaciones. Un par de actividades que ayudan al aporte de información son las entrevistas y encuestas de la gente local.

Para la selección correcta de las técnicas y métodos que se emplearán, debe tenerse un buen conocimiento de las características físicas y de la biología de las especies a estudiar, tales como es el patrón de actividad diaria y estacional. Para especies de hábitos diurnos, las técnicas de observación directa pueden ser una buena opción; lo que para aquellas de hábitos nocturnos, estas técnicas requieren de equipo adicional o de la aplicación de técnicas de captura y de registro indirecto.

Estas técnicas incluyen, entre otras, transectos (ancho fijo, ancho variable), de punto, "drift fences" o cercas de conducción con trampas, marcaje; y de esta manera podremos obtener sistemáticamente información de las poblaciones que se distribuyen en el área de la UMA o de interés y convertirla en nuestra herramienta principal de trabajo: un inventario. Y para ello, es necesario conocer dichas técnicas básicas de campo que son aplicables a muchos tipos de estudios sobre herpetofauna de vida adulta terrestre.

En el pasado, no ha habido énfasis en la capacitación de campo para la gente interesada en lo relacionado con el estudio sobre herpetofauna, su conservación y análisis para su aprovechamiento sustentable. Ahora estamos comenzando a darnos cuenta de las consecuencias de esta falta. La falta de interés en la prefactibilidad de la planificación, del conocimiento en técnicas de campo apropiadas y la falta de información nos ha llevado a sobreestimar las poblaciones, y manejar los datos a conveniencia del momento y los intereses involucrados, lo cual nos ha conducido a un manejo inadecuado, débil y a esfuerzos desperdiciados. Lo cual va en contra de los principios del manejo de fauna silvestre y su conservación. Algunos ejemplos incluyen la identificación errónea de especies, la demarcación incorrecta de los límites de áreas protegidas, estudios deficientes de la herpetofauna, y la falta de reconocimiento del valor potencial de una UMA tanto para los

anfibios y reptiles como para las comunidades aledañas. Este tipo de fallas sólo podrán eliminarse con una mejor planificación por parte de los responsables técnicos, con una capacitación siempre constante en técnicas de campo, estudios de herpetofauna e identificación de especies (Rabinowitch 1993; Sutherland 1996).

Los anfibios y reptiles presentan en ocasiones dificultades para ser censados, lo cual se debe a que pueden estar semanas inactivos si las condiciones ambientales no son apropiadas para ellos. Temperatura, precipitación, composición del suelo, humedad, intensidad de luz, viento y los patrones de actividad son controlados mayormente por los efectos estacionales. Las técnicas se consideran en cuanto a los efectos de estos factores sobre las especies de estudio (Vogt 1982).

Frecuentemente nos enfrentamos con diversas condiciones de manera simultánea: criptosis, refugios en la vegetación, inconspicuas y de hábitos nocturnos, muchas especies han ampliado sus periodos de inactividad, aparentemente las abundancias poblacionales frecuentemente son bajas, rareza en algunas localidades y movimientos relativamente extensivos e irregulares de algunas especies de herpetofauna hacen difícil definir límites de una población (Parker, W. S. y Michael V. P. 1987; Rodda 1992).

Las poblaciones de anfibios y reptiles se enfrentan a cambios del hábitat en los que se desarrollan, y sobreviven a diferentes factores climáticos, geográficos, entre otros, desde su nacimiento hasta su muerte, se presentan en muchas de las especies, como resultado del gran número de parches y su dependencia a la regulación de temperatura del cuerpo. Alternativamente, los cambios de hábitat pueden ser el resultado de los cambios en las interacciones intraespecíficas, o la presión de depredadores (Stamps 1983).

Cualquiera que sea la razón, la necesidad de ocupar más de un hábitat durante su ciclo de vida es indicativo del uso extendido de varios hábitat. Las escalas espacial y temporal de estos cambios de hábitat pueden ser determinadas únicamente con el conocimiento de la ecología de las especies involucradas (Law et al. 1998).

Una posible solución al problema de seguimientos visuales en áreas pequeñas, es hacer búsquedas por duplicado. Ya que la búsqueda implica únicamente algunos metros de ancho, por lo que los anfibios y reptiles que previamente no se detectaron podrían detectarse en el área del trayecto que no se tomó en cuenta (Rodda 1992).

### ***Observaciones***

Cuando esté realizando los muestreos, evite hacer mucho ruido, no haga movimientos bruscos. Dado que el tiempo que usted tiene para observar la herpetofauna es muchas veces breve, trate de concentrarse en las características claves que ayudan a identificar y explicar el comportamiento observado.

El uso de términos descriptivos se vuelve importante con animales que no se pueden identificar inmediatamente. El uso de terminología apropiada para las partes o características importantes del cuerpo ayudará a obtener notas de campo precisas de la apariencia y el comportamiento de los anfibios y reptiles. El uso de la terminología correcta también ayudará al hacer comparaciones y determinar variaciones entre éstos. Las partes típicas de una lagartija, una serpiente, una salamandra y una tortuga son las siguientes:

Medidas básicas de reptiles y anfibios

- |                     |  |
|---------------------|--|
| 1. Peso vivo        | 4. Largo de la tibia (en ranas)                    |
| 2. Longitud total   | 5. Longitud del cuerpo, menos las patas (en ranas) |
| 3. Largo de la cola | 6. Largo del caparazón (tortugas)                  |
|                     | 7. Largo hocico - cloaca (salamandras)             |

Es importante observar el comportamiento de las especies observadas, ya sean de interés o no. Recuerde que toda la información que se obtenga ayuda en la toma de decisiones, no tenga un enfoque limitado. Mire a su alrededor y observe el clima, el hábitat y otros eventos que pueden relacionarse a lo que está observando. Conscientemente haga la diferencia entre lo que está viendo y lo que cree que puede estar pasando.

### ***ANFIBIOS.***

Los hábitat e historias de vida son muchas, lo cual genera problemas al estimar su número exacto. Son típicamente más evidentes, más fáciles de muestrear cuando se reproducen, pero la actividad reproductiva es característicamente estacional y puede llegar a ser poco predecible. En algunos anfibios la reproducción es "explosiva", con actividad reproductiva anual que es completada en uno o dos días. En tales especies, un muestreo efectivo puede conseguirse en un periodo de trabajo intensivo en periodos limitados, lo cual hace que el responsable técnico este alerta de las condiciones climáticas que estimulan la reproducción (Sutherland 1996).

### ***Técnicas de observación directa***

El tamaño de la población estudiada junto con el tamaño del área de muestreo y la distribución de las especies permite obtener dos mediciones: 1) la abundancia total o relativa, que se refiere al número de organismos registrados y 2) densidad cruda y ecológica, que se refiere al número de individuos de una especie por unidad de área de todo el sitio de estudio, y al número de individuos de una especie por unidad de área del hábitat que es utilizado por la especie, respectivamente. La estimación de la densidad ecológica es la adecuada,

especialmente en áreas de muestreo donde las especies pueden ocupar únicamente ciertos tipos de hábitat. La densidad y la abundancia (absolutas o relativas) pueden estimarse a partir de muestreos, a lo largo de diferentes escalas temporales o espaciales, para poder así ser comparadas con respecto a otras especies en el mismo o diferentes sitios, y al mismo o diferentes tiempos. Al comparar dos o más estimaciones, es importante considerar que los valores obtenidos sean potencialmente comparables, tanto con respecto al tamaño del área, esfuerzo invertido en la toma de datos y la técnica empleada para los muestreos.

Las técnicas de observación permiten realizar censos o conteos del total de individuos que se encuentran en el sitio de estudio, o definiendo muestras dentro del área total, siempre y cuando el total del área o la muestra sea cubierta, que todos los animales sean localizados, y que éstos sean contados con exactitud. Sin embargo, el cumplir con los requerimientos antes mencionados, o al menos estar seguro de haberlos cumplido, no siempre es factible, ya que aunque la búsqueda de los individuos sea intensa en toda el área, existe la posibilidad de que algún individuo no sea observado.

Los métodos de muestreo que han sido usados para determinar abundancia, densidad y diversidad de especies de anfibios y reptiles, así como, las estimaciones poblacionales y otras comparaciones cuantitativas requieren búsquedas y capturas extensivas, y frecuentes marcajes. El tiempo de muestreo y trampeo de los observadores es muy importante (Vogt 1982).

## **6. 2. Estimaciones de abundancia:**

Coeficiente de detectabilidad.

Supuestos:

- a. La capacidad de observación de los individuos disminuye con la distancia al transecto.
- b. No existe duplicidad de registros.
- c. La conducta de los animales no se ve afectada, y permanece igual entre muestreos y observadores.
- d. La población/comunidad no cambia durante el periodo de muestreo.

Primero se calcula el coeficiente de detectabilidad, C:

$$C = \frac{n}{BW_b}$$

n = número total de individuos vistos

B = intersección a la línea  
W<sub>b</sub> = ancho del transecto

Después se estima la densidad de individuos en cada transecto, y es como sigue:

$$D = \frac{n}{2LW_bC}$$

L = longitud total del transecto  
D = densidad

El estimador tiene características estadísticas, que es posible usarlo en muestreos por transecto y/o por puntos.

### **6. 3. Reporte de resultados.**

Los resultados deben comunicarse de forma efectiva y sencilla, especialmente si éstos serán mostrados a financiadores que no tienen experiencia en el tema. Por ejemplo, no se deben utilizar análisis estadísticos detallados ni tablas y figuras complicadas para transmitir información. Estos tipos de análisis de datos y presentaciones son más adecuados para un público especializado.

Para los públicos más generales se deben utilizar tablas, figuras e interpretaciones simples y fáciles de comprender. En términos generales, los documentos o manuscritos que contienen datos e interpretaciones de inventarios o estudios deben estructurarse según el siguiente formato:

- Introducción que describa el problema y los motivos por los cuales se llevó a cabo el estudio o plan de manejo;
- Sección sobre Métodos, que describa los procedimientos que se utilizaron para recolectar datos; y
- Resultados/Discusión/Resumen, una descripción de los resultados del estudio y una interpretación de dichos resultados, seguida de un resumen de los resultados y conclusiones (de una a tres secciones).

Un manuscrito completo debería contener todos estos componentes. Es la mejor forma de asegurar que todos los elementos del estudio se preserven para futuras consideraciones, especialmente las interpretaciones del biólogo sobre los datos.

Si el técnico hace un reporte cuidadoso y detallado de los resultados de sus estudios previos y de los futuros seguimientos no sólo tendrá un referente básico para respaldar sus acciones, sino que tendrá

puntos sólidos de comparación para su propio uso en etapas futuras de su programa (Sánchez 2000).

#### **6. 4. Análisis e interpretación de los resultados.**

El análisis dependerá de los datos que obtuvimos con los muestreos, de ahí la importancia de tener los objetivos muy claros para así obtener información útil que después de analizarla, nos ayude a la toma de decisiones. El análisis estadístico de los datos obtenidos nos permitirá obtener conclusiones que ayudarán a tener una visión de conjunto de una manera rápida y fácil, siempre y cuando se sigan las pautas debidas.

Lo recomendable es tener seleccionadas las pruebas estadísticas que utilizaremos aun antes de empezar los muestreos. El tener una base de datos diseñada específicamente para cada proyecto será de gran ayuda en el análisis de los datos.

Las pruebas estadísticas que se pueden utilizar van desde gráficas simples hasta pruebas más complejas, pero debemos considerar que entre más robusta sea la prueba más confiables serán los resultados.

Las pruebas estadísticas con las que se encuentran más familiarizados los investigadores y a las que se dedica la mayor parte de los libros de texto, es la estadística paramétrica. Las pruebas estadísticas de este tipo se aplican principalmente a datos de tipo cuantitativo y cada una de ellas tiene algunos supuestos; en la mayor parte de ellas uno de los supuestos se refiere a la normalidad de la población de la cual fue extraída la muestra, si no se cumple este supuesto, principalmente en las pruebas en las cuales la muestra es de un tamaño menor de 30, la conclusión a la que se llegue podría estar equivocada. En estos casos y cuando los datos que se manejan no son cuantitativos, se podría aplicar una prueba estadística correspondiente a la estadística no paramétrica.

**ELECCIÓN DE UNA PRUEBA ESTADÍSTICA.** Esta tarea puede resultar difícil dependiendo del número de variables que se deseen incluir en el estudio. Si sólo se maneja una variable, estamos hablando de pruebas estadísticas univariadas, sin embargo si se trata de varias y sus posibles combinaciones, entonces hablamos de pruebas multivariadas.

Lo primero que se debe hacer es establecer el objetivo o propósito de la prueba para la variable o variables seleccionadas y las limitaciones que se pudieran tener en cuanto a los supuestos que se deben cumplir en las pruebas paramétricas. Si después de considerar esto, la prueba no se considera robusta (se considera robusta si se pueden violar sus supuestos sin que ello repercuta sustancialmente en los resultados), entonces es más conveniente buscar una prueba de la estadística no paramétrica y que resulte más confiable.

Algunos de los supuestos que generalmente se tienen que cumplir en algunas de las pruebas paramétricas más utilizadas son:

Tanto para muestras grandes como para muestras pequeñas, la muestra obtenida debe haber sido seleccionada en forma aleatoria o probabilística. En las pruebas paramétricas de muestra pequeña, se requiere el supuesto de que las muestras fueron extraídas de una población con distribución normal y cuando se trata de dos o más muestras también se requiere una prueba de igualdad de varianzas. Existen pruebas estadísticas por medio de las cuales se podría comprobar esto, sin embargo suele no dársele importancia a esto y se pasa por alto. El análisis de varianza, también se basa en el supuesto de normalidad de las poblaciones y en el de que sus varianzas son iguales.

En las pruebas para muestras grandes se cuentan con menos supuestos. Estas se pueden aplicar sin saber o comprobar si la población o poblaciones eran normales.

De la misma manera si la prueba paramétrica no es robusta entonces es necesario utilizar una prueba de distribución libre o no paramétrica.

#### ***PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS.***

En estas pruebas, también se tienen supuestos, pero son pocos y no tienen que ver con la naturaleza de la distribución de la población, por lo que a estas técnicas también se les conoce como de libre distribución.

Una limitación que tienen es que no son aplicables a casos en los que se desean manejar muchas variables al mismo tiempo, para estos casos, sí se requeriría una prueba paramétrica. Lo que sí se requiere y en general es el supuesto que se debe cumplir en la mayoría de estas pruebas, es que la muestra haya sido seleccionada en forma probabilística.

En general, las pruebas no paramétricas son las más utilizadas en estudios de conservación y manejo de vida silvestre donde los datos obtenidos difícilmente tienen una distribución normal.

Algunos ejemplos de pruebas no paramétricas son: prueba de signos de una sola muestra, prueba U de Mann-Whitney para muestras aleatorias independientes, prueba H de suma de rangos o prueba de Kruskal-Wallis para comparar k muestras independientes también conocida como prueba H de Kruskal-Wallis para diseños completamente aleatorizados, entre otras. Para información detallada sobre este tipo de pruebas recomendamos leer *Biostatistical analysis* (Zar 2006), *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research* (Sokal y Rohlf 1995), *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research* (McGarigal *et al.* 2000).

### 6. 5. Efectos del manejo sobre las poblaciones, confiabilidad y rendimiento de los indicadores demográficos.

Para determinar la efectividad de las actividades de manejo es importante establecer, desde el principio, un seguimiento de las poblaciones de interés a través del tiempo, para medir variables como indicadores demográficos, que nos permitirán evaluar cómo varían esas poblaciones.

La confiabilidad de las variables medidas depende en gran parte de la calidad del muestreo y de la facilidad para realizarlo, los cuales están determinados a su vez por las características de la especie estudiada, por el hábitat, por los recursos financieros disponibles y por la experiencia del responsable técnico.

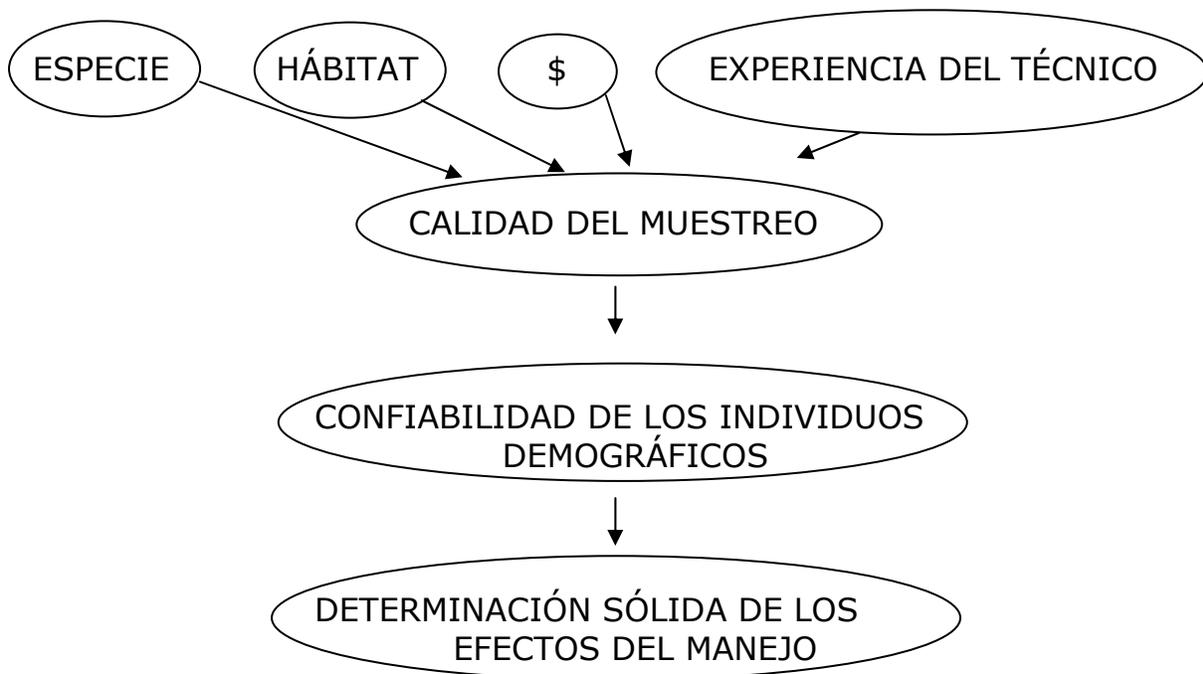


Figura. 5. Factores que influyen en la determinación confiable de los efectos de manejo (Modificado de Calmé 2000)

La variable que más fácilmente se puede obtener con un muestreo de calidad es la densidad de una población o, por lo menos, su abundancia relativa. En las especies con dimorfismo sexual, se puede también obtener la proporción de sexos. Por ejemplo, en la lagartija *Eumeces sp.* es muy fácil distinguir la hembra del macho; en las víboras se necesita un poco de experiencia, sobre todo porque los machos subadultos pueden ser confundidos con hembras.

Como hemos apuntado, la estructura de edades nos permite estimar que tan productiva es una población. Asimismo, según la longevidad de la especie, se esperará una producción de juveniles diferente, entre más tiempo pueden vivir los individuos adultos reproductores, menos juveniles necesitará producir. Desafortunadamente, además de ser a menudo difícil reconocer los juveniles o subadultos, en casi todas las especies de anfibios y reptiles tampoco se conoce muy bien su longevidad.

Existen muchas otras variables que pueden indicar los efectos del manejo, como la tasa de mortalidad y de natalidad, las cuales son otros indicadores demográficos. Sin embargo, medir esas variables requiere de mayores esfuerzos, tiempo y dinero.

Al muestrear mediremos factores combinados de dinámica de poblaciones y ambiente físico ya que son los más prácticos (Davis 1989). Este tipo de muestreo es relativamente fácil de hacerse, y nos permitirá enfocarnos en los elementos clave de la UMA y proporcionarnos muchas de las características de diagnóstico requeridas para realizar las actividades de manejo. Además, los datos obtenidos mediante éste seguimiento nos permitirá hacer proyecciones de condiciones futuras. Con las medidas demográficas de población, tales como índices de crecimiento y éxito reproductivo, podremos detectar presiones sutiles crónicas antes de que se conviertan en letales para las poblaciones o especies de herpetofauna.

Debido a que las acciones de manejo con frecuencia se aplican a nivel de población, las mediciones de abundancia, distribución, reproducción, reclutamiento e índices de crecimiento y mortalidad de las poblaciones, nos podrán proporcionar información indirecta sobre qué, dónde, cuándo y cómo detectar los impactos negativos en los ecosistemas dañados y por ende en las poblaciones de anfibios y reptiles. Por lo tanto, monitorear las dinámicas de las poblaciones de herpetofauna será una forma eficiente de medir la salud de los ecosistemas de los cuales estas poblaciones son un componente clave (Lips 1999)

### **6. 5. 1. Dinámica de poblaciones y atributos demográficos.**

Un aspecto de singular importancia en el estudio de la vida silvestre es el conocer la dinámica de sus poblaciones, que por medio de la demografía nos permite advertir la tendencia de una población; este conocimiento es de gran utilidad para los interesados en entender cuestiones que incluyen la determinación del estado de conservación de una población, la definición de estrategias de conservación, el aprovechamiento, el control de plagas e incluso para conocer la acción de la selección natural (Lemus 2005).

La dinámica de las poblaciones se ve afectada por innumerables causas que incluyen factores netamente demográficos como el número de crías que puede tener una hembra y el promedio del largo de su vida; factores ambientales bióticos como la competencia (intraespecífica e interespecífica), la depredación y factores ambientales abióticos como variaciones en el clima y eventos catastróficos.

Las tablas de vida, son muy utilizadas para analizar los esquemas de mortalidad y sobrevivencia. Básicamente agrupan a los organismos por clases de edad. Es por ello que nos permitan construir una tabla de sobrevivencia. En donde la curva de supervivencia indicará la disminución numérica, en el tiempo, de un grupo de individuos recién nacidos o recién surgidos; o puede ser considerada como un diagrama de probabilidad, para un individuo recién nacido representativo, de sobrevivir hasta distintas edades. Estos esquemas se visualizan en lo que se conoce por cuadros de fecundidad. Las tablas de vida, las curvas de supervivencia y los cuadros de fecundidad son de mayor importancia porque contienen material en bruto de nuestra "verdad ecológica de la vida". Sin ellos tenemos pocas esperanzas de comprender el  $N_{ahora}$  de la especie que nos interesa, y aún menos esperanzas de predecir el  $N_{futuro}$  (Begón et al. 1989). En las tablas de vida generalmente se emplea únicamente a las hembras de la población, básicamente a causa de que la fecundidad de las hembras limita la tasa de crecimiento poblacional y de que en cierto modo estudiando exclusivamente a las hembras el éxito reproductivo de los machos está implícito (Lemus 2005).

Las tablas de esperanza de vida son un formato conveniente para describir la mortalidad proyectada de una población. Estos cuadros son un resumen de los índices de mortalidad de una población, por edades. Las más conocidas son las tablas de vida verticales, donde los parámetros se obtienen siguiendo a la población completa (representantes de todas las cohortes dentro de la población) durante un periodo de tiempo breve. Son empleadas en el estudio de las poblaciones de fauna silvestre; donde nos interesa conocer la dinámica de la población más rápidamente (mínimo un año). De igual forma existen tablas de vida horizontales, pero se necesitan más recursos para seguir una cohorte a lo largo de toda la vida de los animales (Lemus et al. 2005).

Las columnas de estos cuadros están simbolizadas por letras, y los símbolos siguientes son de uso constante en ecología:

$x$  = intervalo de edad

$n_x$  = número de sobrevivientes al inicio del intervalo de edad  $x$

$l_x$  = proporción de organismos que sobreviven al inicio del intervalo  $x$

$d_x$  = número de individuos que mueren durante el intervalo  $x$  a  $x + 1$

$q_x$  = índice de mortalidad durante el intervalo  $x$  a  $x + 1$

$e_x$  = esperanza promedio de vida para los organismos que están vivos

al comienzo del periodo de edad  $x$

A efecto de preparar la tabla de vida es necesario decidir cuáles serán los intervalos de edad, para agrupar los datos. El abreviar los intervalos conlleva el aumento en los detalles de cifras de mortalidad incluidas en el cuadro.

El primer aspecto importante a señalar es el de que, una vez que se tenga una de las columnas del cuadro, se puede calcular el resto. Dicho de otra forma, no hay nada "nuevo" en cada una de las cuatro columnas  $l_x$ ,  $d_x$ ,  $q_x$  y  $e_x$ ; se trata únicamente de diversas formas de resumir un conjunto de datos. Las columnas guardan la siguiente relación:

$$n_{x+1} = n_x - d_x$$

$$q_x = d_x/n_x$$

El cálculo de la esperanza de vida adicional ( $e_x$ ) es relativamente más complejo. En primer término, es necesario calcular el número promedio de individuos vivos en cada grupo de edad, a lo que se da el nombre de estructura de edades del cuadro de esperanza de vida ( $L_x$ ):

$X$  = número de individuos vivos en promedio, durante el intervalo de edad que va de  $x$  a  $x + 1$

$$= \frac{n_x + n_{x+1}}{2}$$

Acto seguido, se suman estos datos acumulativamente desde la parte inferior del cuadro de esperanzas de vida y se obtiene un conjunto de valores expresados en unidades (de individuos  $X$  unidades de tiempo) al que se da el nombre de  $T_x$ :

$$T_x = \sum_x^{\infty} L_x$$

Por último, es posible dividir  $T_x$  por el número de individuos ( $n_x$ ) para calcular el promedio de esperanza de vida:

$$e_x = \frac{T_x}{n_x}$$

La parte de la tabla de vida que recibe uso más frecuente es la columna  $n_x$ , que corresponde al número de sobrevivientes al comienzo del

periodo  $x$ , y al que con frecuencia se expresa como función de un grupo inicial (Krebs 1991).

Considerando lo anterior, y de acuerdo a la acumulación de datos a lo largo del tiempo, la tabla puede ser llenada de la siguiente manera:

X	$N_x$	$S_x$	$D_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$p_x$	$m_x$	$l_x m_x$	$X l_x m_x$	$e^{-r_x l_x m_x}$

La abundancia de cualquier población silvestre no es constante; se encuentra en un estado de cambio permanente debido a que continuamente están ocurriendo muertes y nacimientos, emigraciones e inmigraciones, así como eventos catastróficos (sequías, heladas, inundaciones y otros) que hacen que las predicciones y cálculos de abundancia una tarea poco menos que imposible, sin embargo, las poblaciones silvestres poseen una tasa intrínseca de crecimiento ( $r$ ) determinada principalmente por la tasa de sobrevivencia ( $l_x$ ) y de fecundidad ( $m_x$ ) particular a cada especie, lo que permite calcular la tendencia de crecimiento o decremento poblacional (Rojo C. A. 2000).

Un buen diseño de muestreo y seguimiento por medio de modelos de crecimiento poblacional, nos permitirá conocer el tamaño de la población a lo largo del tiempo y como en las tablas de vida las poblaciones están estructuradas por clases de edad, los parámetros demográficos difieren entre clases, de forma que la manera de calcular el cambio en el número de organismos en cada clase de edad dentro de la población (Lemus et al 2005), le permitirá al técnico especializado aportar elementos de primera mano para aprovechar sustentablemente una o unas especies, de acuerdo al objetivo que busca y que planteó en el diseño del monitoreo.

**6. 6. Efectos y viabilidad biológica de la cosecha sustentable, y causas y consecuencias de la sobreexplotación de una especie de interés en un área UMA determinada**

El aprovechamiento de la Herpetofauna es significativo, lo cual no necesariamente indica que la actividad es sustentable, legal o ilegal, hasta demostrar lo contrario. La deficiente aplicación de los planes de manejo y como resultado, la obtención de resultados pobres, puede encaminar a la aparición de "estudios fantasma" y "criaderos de doble puerta", que hacen operaciones ilícitas, debido a que funcionan como estaciones de tránsito de ejemplares, tomados de los ambientes naturales justificando "estudios cuchareados", que además entran por

una puerta y después de una estancia pequeña salen por otra puerta como si hubieran sido reproducidos en cautiverio (Pérez-Gil et al. 1995).

La captura, uso y comercio de muchos reptiles y anfibios del Desierto Chihuahuense es una realidad que amenaza la permanencia de algunas especies en su medio natural. Un ejemplo reciente, en el 2005, TRAFFIC Norteamérica se avocó a obtener información de base sobre la captura y el comercio de reptiles que habitan el Desierto Chihuahuense a partir de extensas búsquedas bibliográficas, leyes federales, estatales, reglamentos, normas, acuerdos internacionales, planes nacionales, disposiciones gubernamentales, entrevistas, trabajo de campo, publicaciones periódicas y reportes varios: "*Recolección, comercio y regulaciones concernientes a los reptiles y anfibios de la Ecoregión del Desierto Chihuahuense*". Lo anterior, con el fin de identificar las especies involucradas en el comercio, la legislación existente, y su aplicación, de modo que puedan establecerse prioridades para la conservación de las especies comercialmente explotadas.

La información disponible nos indica que el comercio de reptiles del Desierto Chihuahuense en México es significativo y constituye una amenaza para ciertas especies. 57% de todas las especies en la ecoregión están sujetas a algún tipo de aprovechamiento, y de éstas, el 62% están en alguna categoría de riesgo tomando como base la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Algunas especies endémicas como las tortugas de casco suave de Cuatro Ciénegas, el galápago de Mapimí (*Gopherus flavomarginatus*), o la tortuga terrestre de Cuatro Ciénegas (*Terrapene coahuila*) han sido, entre otras causas, severamente afectadas por el comercio, principalmente el de mascotas, y como otras especies en el área, su estatus de endémicas, es decir, que el sólo hecho de encontrarlas en esta región, las convierte en una mercancía cotizada entre coleccionistas y "herpetocultores". Sin lugar a dudas, la especie más frecuentemente encontrada en el comercio es la víbora de cascabel cuya grasa se vende en frascos y bolsas, y cuya carne se ofrece ya sea seca y en canal, o ya pulverizada y encapsulada; algo interesante es que las pieles rara vez se ofrecen en los mismos puntos de venta. Lo anterior, dado que estas pieles no son utilizadas para fines "medicinales", sino para la manufactura de botas y cinturones que se realiza en otros lugares como los estados de Guanajuato o Veracruz. Las pieles normalmente se salan y guardan hasta que el cliente las recoge para llevarlas a donde posteriormente serán curtidas y utilizadas para la manufactura de productos diversos. Las creencias tradicionales de las cualidades curativas de la víbora de cascabel, así como la demanda por sus pieles y carne, o los propios individuos vivos, han llegado inclusive, a prácticamente extirpar poblaciones naturales de algunos sitios. Para el caso de los E.U.A. Información obtenida de la base de datos de LEMIS,

el sistema de información sobre la aplicación de la ley del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (US Fish and Wildlife Service's Law Enforcement Management Information System, LEMIS), usado para registrar todas las importaciones y exportaciones declaradas, indica que aproximadamente 50 especies que se encuentran en el Desierto Chihuahuense de los Estados Unidos son comerciadas internacionalmente. Aunado al mercado de mascotas, algunas especies de tortugas de concha blanda son capturadas como adultos para el mercado de carne en Asia.

En los Estados Unidos, aparte del comercio de mascotas, ciertas especies son comerciadas como partes o productos, y este comercio dirigido puede tener un gran impacto sobre las especies involucradas, que en muchos casos provienen del medio silvestre. Entre estas especies se pueden mencionar: tortuga de concha blanda *Apalone spinifera*, tortuga lagarto *Chelydra serpentina*, tortuga de orejas rojas *Trachemys scripta*, cantil *Agkistrodon contortix*, víboras de cascabel *Crotalus atrox*, *Crotalus lepidus*, *Crotalus viridis*, o la culebra de maizal *Elaphe guttata*.

La situación de la captura y comercio de reptiles y anfibios del Desierto Chihuahuense sólo se conoce parcialmente. Sin embargo, la riqueza y diversidad específicas, así como el gran número de endemismos es indudablemente un motivo de orgullo para todos los que compartimos esta ecoregión, y por supuesto, es también una gran responsabilidad el actuar acordes a la conservación y uso sostenible y responsable de estos recursos.

TRAFFIC Norteamérica espera que este reporte sirva como un granito de arena más para el conocimiento del estatus actual de estas especies y que apoye los esfuerzos para su permanencia en el medio silvestre que les corresponde (Traffic 2005).

Una vez identificada la situación actual de la herpetofauna, así como la importancia de su conservación en el país, y considerando el tipo de interacciones que éste grupo de vertebrados terrestres tienen con el hombre, mencionaré aspectos que afectan a los anfibios y reptiles en México.

Los anfibios y reptiles de importancia económica se pueden subdividir en dos grandes categorías. En la primera se encuentran las especies cuyo volumen de explotación es considerable; dada la importancia de estas especies existen leyes y/o decretos particulares para la protección de la mayoría de ellas y se ha intentado implementar programas de explotación y manejo. Se consideran dentro de esta categoría 3 especies de cocodrilianos, 6 especies de tortugas marinas y 5 especies de ranas.

La segunda categoría incluye a especies que si bien son de importancia comercial, sus volúmenes de explotación son muy bajos y

su utilización se da, básicamente, a nivel local. En la mayoría de los casos no existen estadísticas de explotación y tampoco hay una legislación que regule su uso, explotación y manejo. Se consideran dentro de esta categoría 13 especies de tortugas dulceacuícolas y terrestres, aproximadamente 25 especies de saurios y serpientes y 8 especies de ranas y salamandras (Lazcano et al. 1988)

#### **6. 7. Temporada y periodicidad del aprovechamiento sustentable.**

El aprovechamiento debe evitarse durante la época de mayor actividad reproductiva, para permitir que los individuos puedan explotar su potencial reproductor. Además, durante la esta temporada, el aprovechamiento será limitado o prohibitivo, según sea el caso (En Peligro de Extinción).

Existen especies de herpetofauna, en los que ambos sexos son muy parecidos, o los juveniles de macho tienen el aspecto de una hembra, por lo que el aprovechamiento debe realizarse hasta la siguiente época de reproducción. Aunque, como sabemos, existe muy poca información disponible al respecto, la época de reproducción de la mayoría de las especies de anfibios y reptiles abarca generalmente los periodos de febrero a septiembre, siendo el pico de actividad en la época de lluvias; esto no indica que todo este tiempo sea dedicado por completo a ello, sino que la mayoría de las especies las llevan a cabo en algún momento de éste intervalo. Y hay algunas especies, como es el caso de *Boa constrictor imperator*, que su actividad reproductiva es de diciembre a marzo.

#### **6. 8. Tasa de aprovechamiento sustentable (porcentaje de la población regional o local, con criterio claramente precautorio) considerando la escala geográfica adecuada para la conservación de las especies de interés.**

Desafortunadamente se carece de información suficiente: inventarios completos, tamaños poblacionales y de los análisis detallados de parámetros necesarios para confirmar los patrones y elucidar las causas del posible decrecimiento de los anfibios y reptiles. En virtud de que sus poblaciones típicamente fluctúan, solamente los conjuntos de datos a largo plazo proporcionan el poder estadístico necesario para determinar si una población es estable. Aún más, para poder identificar los factores que pueden estar originando disminución de las poblaciones de herpetofauna, primero necesitan examinarse las correlaciones entre la situación de las poblaciones y numerosas variables ambientales, con múltiples escalas. Las comparaciones de este tipo requieren un

programa de monitoreo en el cual los datos reúnen y manejan de manera estandarizada a lo largo del espacio y del tiempo.

La utilización y aplicación de métodos diferentes para obtener una cosecha sustentable de especies de anfibios y reptiles en UMA, es aún incipiente. Lo siguiente es una propuesta para dar seguimiento a las poblaciones de interés, además de obtener una tasa de aprovechamiento sustentable:

1. Esfuerzo de muestreo
2. Coeficiente de detectabilidad
3. Dinámica poblacional.
4. \*Transectos (Distancias)

estandarizar: repetir bajo las mismas condiciones

Esfuerzo de muestreo, E.

$$E = \frac{a}{t}$$

a = área muestreada/superficie recorrida

t = tiempo muestreado

Existen numerosos lugares en el país, que se caracterizan por ser poco productivos en cuanto a herpetofauna, lo cual depende del grupo de estudio, este error puede traer consecuencias muy graves para sus poblaciones.

En conclusión, las poblaciones que no están en incremento no pueden aprovecharse sin correr un riesgo. Para aprovechar tales poblaciones es necesario estimular previamente su crecimiento, a través del incremento de factores limitantes como: agua, alimento, hábitat disponibles, entre otros que ayuden a su incremento poblacional y por ende a su aprovechamiento.

Se ha manejado de manera común tasas de aprovechamiento del 10 hasta el 20% de las poblaciones estimadas, depende del caso. Lo cual probablemente ha sido una interpretación errónea de trabajos diferentes, como es el de Robinson y Redford (1991), en donde la propuesta es aprovechar 20% de la producción anual, pero no el 20% de la población. Lo cual puede traer consecuencias muy graves para las poblaciones.

### **Tasa de Aprovechamiento.**

La PRIMER TASA DE APROVECHAMIENTO que solicite el técnico especializado será con CRITERIO PRECAUTORIO.

Anteriormente, y todavía actualmente, en el ámbito técnico de la conservación y manejo de vida silvestre, es común la creencia de que hacer un muestreo, de anfibios y reptiles, en el 10% de la superficie de un predio determinado, garantiza la representatividad y permite tomar decisiones. Admitiendo que esta idea podría tener cierto fundamento si el ambiente fuera homogéneo, de ninguna manera es recomendable tomarla como una receta; los factores para decidir sobre un muestreo van mucho más allá que simplemente preocuparse por la superficie cubierta durante el trabajo de campo o el número de muestras a tomar (Sánchez 2000).

La información que se ha generado a lo largo del tiempo por diferentes expertos, estudiantes y técnicos especializados, entre otros, sobre especies de interés, puede ser amplia, pero no necesariamente es aplicable a la región y/o escala en la cual se empezará un monitoreo con fines de aprovechamiento sustentable. De ahí la importancia de conocer a la especie de interés más allá de un simple muestreo, en el cual se hayan realizado solo un par de salidas para cubrir el requisito que pide la Institución.

Además de los métodos sugeridos, las tablas de vida proporcionarán al técnico especializado las bases, después de cinco años de muestreo, para poder realizar un Programa de Manejo Integral de la especie de interés, ad hoc al sitio de muestreo (tipo de vegetación, altitud, cuencas, microcuencas, hábitat, y más características únicas al sitio y a la especie) y tomar decisiones concretas y reales

*Ergo:* del resultado obtenido de la aplicación de la siguiente Propuesta Sugerida:

$$\begin{array}{l} \text{}^1\text{ESFUERZO DE MUESTREO} \\ \text{}^2\text{COEFICIENTE DE DETECTABILIDAD} \\ + \text{}^3\text{MUESTREO POR TRANSECTO o MUESTREO POR PUNTOS} \\ \text{(depende la especie que se vaya muestrear)} \\ \text{}^4\text{ESPECIE-MODELO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (mínimo ideal} \\ \text{5 años)} \\ \text{}^5\text{ÁREA MUESTREADA} \\ \text{}^6\text{ÁREA TOTAL DE LA UMA} \\ \hline = \quad \quad \quad \mathbf{3\%} \\ \mathbf{TASA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE} \\ \mathbf{- porcentaje de la población regional o local muestreada -} \\ \mathbf{- con criterio claramente precautorio -} \end{array}$$

Es importante que durante el desarrollo de un muestreo, se apliquen los análisis contenidos en la Propuesta Sugerida; ya que de esta manera podremos dar seguimiento a las poblaciones de interés.

## 7. Manejo Adaptativo.



## **7. Manejo Adaptativo.**

Para mantener las poblaciones de herpetofauna, es necesaria la evaluación precisa de las poblaciones actuales. Así podremos decidir cuales poblaciones deben ser mejoradas y cuales restablecidas. Es preciso mantener poblaciones viables a nivel específico y restaurar poblaciones en proceso de desaparición. Para los anfibios y reptiles, es evidente que los problemas de conservación son más acentuados en la cercanía de los ejidos. Sin embargo, la conservación y el mantenimiento de poblaciones altas en otras áreas permitirán tener un flujo constante de animales entre las poblaciones, y evitar de esta manera su disminución debida a la transformación del hábitat.

Para entender la influencia de los factores que afectan a las poblaciones de anfibios y reptiles, es necesario seguir como estrategia el Manejo Adaptativo. El cual incorpora el método científico en las acciones de manejo. El resultado es aprender qué opciones funcionan y cuáles no y adaptar las decisiones consecutivas a esta nueva información. Para poder realmente aprender las acciones de manejo son necesarios los siguientes componentes:

1. Incorporar al manejo las reglas del diseño experimental (controles, replicación, etc.). Para entender el funcionamiento de los ecosistemas naturales, es necesario llevar al cabo de algún tipo de experimento (de manipulación o de observación). Por lo tanto, el manejo de sistemas naturales y la investigación son complementarios. El manejo requiere de un enfoque científico y a su vez, la ciencia de los sistemas naturales requiere del manejo para realizar experimentos.
2. Identificar las suposiciones y tratarlas como hipótesis. Las estrategias de conservación, los diseños de Reservas, los planes de manejo y el manejo de anfibios y reptiles, pueden ser estructurados como hipótesis nulas para ser probadas con información empírica y con predicciones teóricas.
3. Medir y reportar los efectos del manejo requiere del conocimiento sobre las predicciones que se están probando (generalmente implícitas) y por lo tanto es necesario entender la teoría de donde emanan dichas predicciones.

La implementación de las opciones de manejo adaptativo deben estar respaldadas por una detallada evaluación de la factibilidad de estas, la que debe considerar los siguientes aspectos:

- factibilidad técnica
- prácticamente viable
- económicamente ventajosa
- ambientalmente aceptable
- políticamente adecuada

- socialmente apropiada

Son de considerarse otros factores de relevancia para el buen desarrollo del estudio en cuestión, haciendo énfasis en la Propuesta Sugerida, como son las Políticas, Leyes y Regulaciones en Materia de Vida Silvestre: Ley General de Vida Silvestre (LGVS), Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), entre otras

Y por supuesto de acuerdo a nuestros objetivos, métodos y técnicas elegidas para el estudio, es necesario que consideremos lo siguiente:

- contratación de personal especializado
- obtención del equipo necesario
- llevar a cabo trabajo de campo preliminar (prefactibilidad técnica, y por ende, económica, ambiental, política y social)
- evaluar las técnicas y métodos específicos que se eligieron
- sistematizar la información obtenida en campo, y actualizarla en los mapas elaborados al inicio del estudio: hábitat, etc.
- RE... analizar, interpretar y evaluar los datos y resultados obtenidos.

El muestreo de las poblaciones de herpetofauna es una tarea para un especialista que cuente con educación formal y experiencia en el campo en éste grupo de vertebrados silvestres. O se puede contratar a personal altamente especializado para que lo lleve a cabo.

Posteriormente de haber completado los estudios pertinentes: inventario, monitoreo, análisis, decisiones, entre otros, es en este momento en el cual debemos asegurarnos de identificar los alcances y las limitaciones presentadas en la ejecución de los estudios. A continuación se exponen algunas preguntas posibles a las que se les debe dar respuesta:

- 1 ¿Qué métodos se utilizaron para cada especie y tipo de hábitat?
- 2 ¿El tamaño de muestra fue el necesario para satisfacer los objetivos?
- 3 ¿Definir claramente qué especie, y por ende, el hábitat del que se recolectarán muestras durante cada temporada?
4. ¿El equipo utilizado fue el adecuado y el suficiente?
- 5 ¿Se pudieron reunir los datos suficientes sobre hábitat, cuántos métodos se utilizaron para ello? ¿Serán suficientes estos datos para todos los anfibios y reptiles de interés?
- 6 ¿Se pudieron muestrear a las especies de anfibios y reptiles de interés en el mismo lugar para todos los tipos de hábitat?
- 7 ¿Cuáles fueron las deficiencias más relevantes del muestreo?
- 8 ¿El acceso a los sitios de muestreo fue complicado?

- 9 ¿Se estableció contacto con especialistas de la región, ya sea federales, estatales, académicos, entre otros?
- 10 ¿Pueden responderse otras preguntas ecológicas sin gastar más dinero o tiempo?
- 11 ¿Los análisis hechos por medio de los métodos de muestreo escogidos fueron los ideales para la especie elegida?
- 12 ¿La interpretación y presentación de los datos fue la correcta, o se realizó algún sesgo "involuntario" en los análisis?
- 13 ¿Fue suficiente el tiempo de muestreo o es necesario reconsiderar y ampliarlos?

### ***CONCLUSIÓN.***

El manejo adaptativo es un ciclo, es por ello que permitirá al técnico especializado diseñar un modelo de predicción, aplicando la Propuesta Sugerida e integrar un programa de monitoreo que generará información básica para la toma de decisiones, y evaluar su efectividad en el manejo del área y especie de interés.

## Apéndice I

### ***Bibliografía/Literatura citada.***

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, México. 212 p. p.
- Calme, S. Manejo y Conservación de aves terrestres mayores. En: Sánchez, Oscar, María del Carmen Donovarros-Aguilar y Javier E. Sosa-Escalante (editores). Conservación y Manejo de Vertebrados en el Tropic de México: Diplomado en conservación, manejo y aprovechamiento de vida silvestre. Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de vida Silvestre, INE-Semarnap, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los estados Unidos de América, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. México, D. F.
- Casas, A. G. 2000. Mitos, leyendas y realidades de los reptiles en México. Ciencia Ergo Sum. Noviembre vol. 7 No. 3, Universidad Autónoma del Estado de México, Tluca, México, pp. 286-291
- Colín J., Pedro M. y Enrique M. 2006. Análisis espacial de la riqueza de especies. Conabio, 68: 6-9
- CONANP-SEMARNAT. 2001. Memoria del Simposio-Taller para el establecimiento de la metodología de monitoreo biológico y definición de especies indicadoras en la Reserva de la Biosfera Montes Azules. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F. 114 p.p.
- Flores-Villela. O. 1993. Riqueza de los anfibios y reptiles. En: Flores, V. O. y Adolfo, N. S. (compiladores). Biología y problemática de los vertebrados en México. Ciencias, 7:33-42
- Galindo-Leal, C. 1999. Monitoreo Biológico. En: Monitoreo Biológico en la Selva Maya. Wildlife Conservation Society, México, Guatemala, Belicé, 51 p.p.
- Hernández, M. 2006. Concientización e información básica de anfibios y reptiles. Resumen de Taller. Colima, México.

- Jones, K. B. 1986. EL PROCESO DE INVENTARIO Y MONITOREO. En: Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd, and H. R. Stuart, eds. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, CO xviii, 858 p.p.
- Krebs, Ch. J. 1985. Ecología, Estudio de la distribución y la Abundancia. Harla, México, 753p.p.
- Lagartijas Abronia Conservación, Análisis y Manejo Planificado 4-6 de noviembre de 2000 Tuxtla Gutiérrez, Mexico
- Lazcano-Barrero, M. A., Oscar, A. F. V, Miriam B. N., José A. H. G., Marta P. Ch. P. y Alejandro C. A. 1988. Estudio y conservación de los anfibios y reptiles de México: una propuesta. INIREB, Xalapa, Ver. 42 p.p.
- Lemos, E. J. A., Ramón, I. R. G. y José Jaime, Z. V. 2005. Técnicas para el Estudio de Poblaciones de Fauna Silvestre. UNAM-Conabio, México, D. F. , 157 p.p.
- Lips, K. R. y Jaime, K. R. 1999. El Monitoreo de Anfibios en América Latina. Un Manual para Coordinar Esfuerzos. The Nature Conservancy, San Diego, 42 p.p.
- Miranda, A. 1993. Manejo de fauna silvestre. En: Flores, V. O. y Adolfo, N. S. (compiladores). Biología y problemática de los vertebrados en México. Ciencias, 7:103-110
- Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. ORCYT – UNESCO Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Ed. Gorfi, Zaragoza, España, 86 p.p.
- Muñoz, A. A. 2001. Propuesta para el monitoreo de anfibios en la Reserva Integral de la Biosfera Montes Azules. En: CONANP-SEMARNAT. 2001. Memoria del Simposio-Taller para el establecimiento de la metodología de monitoreo biológico y definición de especies indicadoras en la Reserva de la Biosfera Montes Azules. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F. 114 p.p.

- Parker, W. S. and Michael. V. P. 1987. Population Ecology. En: Seigel, R. A., Joseph, T. C. and Susan, S. N. Snakes: Ecology and Evolutionary Biology. Mc Graw-Hill, México.
- Rabinowitz A. 1993. Manual de Capacitación en Investigación de Campo y Conservación de Vida Silvestre. Wildlife Conservation Society, 281 p.p.
- Ramírez, B. A. 1999. Herpetofauna de la región "El Huizache", San Luis Potosí. Conabio, México.
- Rodda, G. H. and Thomas H. F. 1992. Sampling techniques for an arboreal snake, *Boiga irregularis*. *Micronesica*. 25(1): 23-40.
- Sánchez, H. O. 2000. Conservación y manejo de anfibios y reptiles: Métodos y técnicas. En: Sánchez, Oscar, María del Carmen Donovarros-Aguilar y Javier E. Sosa-Escalante (editores). Conservación y Manejo de Vertebrados en el Tropicó de México: Diplomado en conservación, manejo y aprovechamiento de vida silvestre. Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de vida Silvestre, INE-Semarnap, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los estados Unidos de América, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. México, D. F.
- Sobrevila C. y Paquita B. 1992. Evaluación ecológica rápida. Un manual para usuarios de América Latina y el Caribe. The Nature Conservancy, Arlington, U.S.A., 232 p.p.
- Sutherland, W. J. 1996. Ecological Census Techniques a handbook. Cambridge University Press., Great Britain. 336 p.p.
- Vesely, D., Brenda C. McC., Christina D. V., Lowell H. S., Juraj H., Richard S. H., Benjamin Z. y Patricia M. M. 2006. Development of Protocols To Inventory or Monitor Wildlife, Fish, or Rare Plants. USDA, USA, 109 p.p.
- Vogt, R. C. y Ruth L. H. Evaluation of Techniques for Assessment of Amphibian and reptile Populations in Wisconsin. In: Herpetological communities: a symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologists' League, August 1977. U. S. Fish and Wildlife Service, Wild. N. J. Scott, Jr., ed. 1982. Res. Rep. 13. 239 p.

## Apéndice II



**Aposemáticos.** Coloración llamativa que advierte de un peligro. Usualmente combinación de negro y rojo, amarillo o blanco.

**Cosmogonía.** Mitos elaborados por las diferentes culturas de nuestro país hasta nuestros días y que intentan explicar el origen del Universo y el principio de los tiempos.

**Simpatría.** Sin separación geográfica.

**Logarítmica.** Se llama logaritmo en base  $a$  del número  $x$  al exponente  $b$  al que hay que elevar la base para obtener dicho número.

**Inconspicuas.** Se refiere a aquellos individuos poco visibles en el medio silvestre.

**$\beta$ .** Se refiere a la letra Beta del alfabeto griego.

**Intrínseco.** El valor intrínseco de los anfibios y reptiles implica que ellos tienen su propio valor, aparte del valor comercial, instrumental y práctico que les atribuimos los seres humanos (antropogénico).

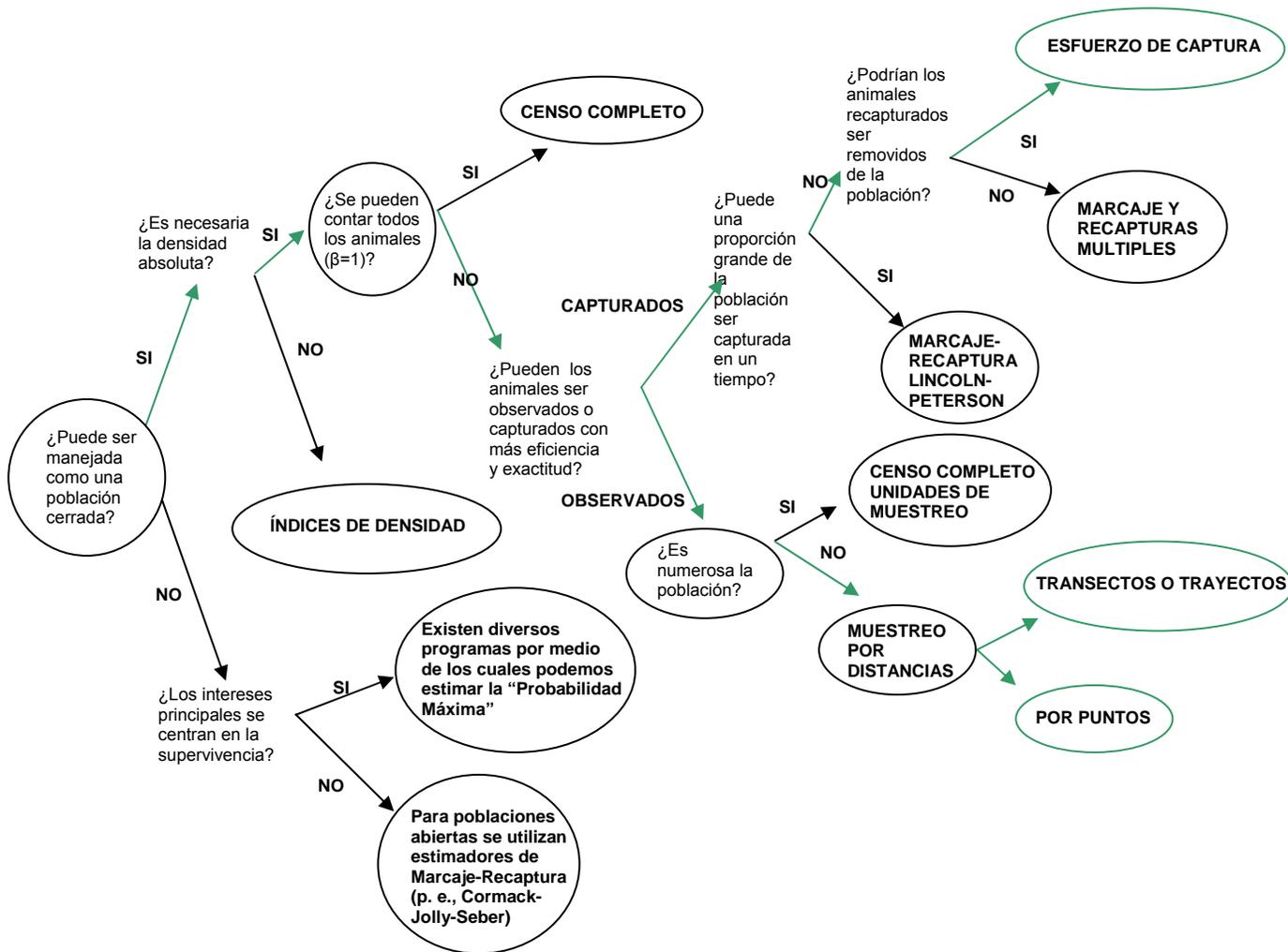
**Fosorial.** Son aquellos individuos que tienen hábitos excavadores, o que viven en huecos en el sustrato.

**LHC.** Longitud-Hocico-Cloaca.

**Ectodérmico.** Significa que no pueden emitir calor corporal como los mamíferos, por lo cual su temperatura depende del ambiente.

**Percolación.** Es el proceso de filtración del agua a las capas profundas del suelo.

**Drift fences.** Cercas de conducción.



### Apéndice III

#### ¿Cómo elegir el Método Poblacional adecuado?

## Apéndice IV



### ***ANFIBIOS. Resumen de métodos para los grupos diferentes.***

Método	Especies que migran en época reproductiva a sitios específicos	Especies que son abundantes en áreas restringidas	Especies que son distribuidas en toda el área
Drif fences	1		
Búsqueda directa	1	2	3
Redeo	1		
Trampeo	1	2	
Muestreo por medio de transectos y puntos		3	1
Captura-marcaje	2	1	3

1 indica que es el método usualmente más usado, 2 indica que es un método de uso frecuente, 3 indica que es el método menos usado.

### ***REPTILES. Resumen de métodos para los grupos diferentes.***

Método	Serpientes	Lagartijas	Cocodrilos	Tortugas
Captura directa	1	1	1	1
Noosing/sujeción por medio de "caña de pescar"		2		
Trampeo	3	2	3	2
Captura-Marcaje-Recaptura	1	1	1	1

1 indica que es el método usualmente más usado, 2 indica que es un método de uso frecuente, 3 indica que es el método menos usado.

## Apéndice V

### *Los errores más comunes al realizar muestreos*



1. No pensar acerca de cómo se podrían analizar los datos antes de muestrearlos
2. No conocer las especies del lugar de interés.
3. Asumir que conoces o sabes dónde estas
4. No dar información precisa de dónde se realizaron los muestreos
5. No Muestrear al Azar.
6. No saber por qué estamos muestreando
7. Tomar más muestras de las que es posible analizar.
8. Cambiar la metodología durante el muestreo.
9. Ser deshonesto acerca de los métodos utilizados
10. Hacer muestreos "dirigidos"
11. Dar por hecho que la eficiencia de muestreo es similar en hábitat diferentes
12. Creer que la densidad de animales trampeados es lo mismo que la densidad absoluta
13. Almacenar información que pudiera utilizarse en el futuro.

## Apéndice VI

### Referencias



#### **Electrónicas.**

- Programa para estimar poblaciones por medio de distancias.\*Muy recomendable para estimar poblaciones de anfibios y reptiles.  
<http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>
- Programa para analizar sobrevivencia y tamaño poblacional  
<http://www.phidot.org/software/>
- INEGI, mapas, etc.  
<http://galileo.inegi.gob.mx/website/mexico/viewer.htm?sistema=1&c=423&s=geo&md=d>
- INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM, mapas, etc.  
<http://www.igeograf.unam.mx/instituto/index.html>
- CONANP, mapas de áreas utilizando SIG  
<http://www.conanp.gob.mx/sig/>
- Manual para conservacionistas a través de América Latina  
<http://www.lternet.edu/tnc>.

#### **Poblaciones de Vida Silvestre**

Braun, C., ed. 2005. *Techniques for wildlife investigations and management*. 6th ed. Bethesda, MD: The Wildlife Society. 974 p.

Corn, P.S.; Bury, B.R. 1990. *Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-256. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 34 p.