

El Monitoreo de Anfibios en América Latina

Un Manual para Coordinar Esfuerzos



por
Karen R. Lips
Jamie K. Reaser



Bruce E. Young

BORRADOR Noviembre de 1999

Contenido

I. Prólogo	2
II. Antecedentes	3
III. El monitoreo ecológico	7
A. El monitoreo de anfibios: un esquema conceptual	8
B. Planificación estratégica.....	10
IV. Metodología	17
A. Métodos de inventario	17
1. Transectos de Registro de Encuentros Visuales (REV)	17
2. Transectos auditivos e inventarios en sitios de apareamiento	18
3. Parcelas de hojarasca	18
4. Inventarios de larvas y huevos	19
B. Duración y frecuencia del muestreo	20
C. Tamaño de la muestra y poder estadístico	20
D. Equipo	21
V. Recolección de datos ambientales	21
VI. Análisis de datos	22
A. Listas de especies.....	22
B. Abundancia	22
C. Fenología	22
D. Interpretación de datos	22
E. Estandarización y réplica.....	23
VII. Consideraciones especiales	23
A. Permisos	23
B. Especímenes de museo	23
C. Registros de vocalizaciones	25
D. Almacenamiento de especímenes	25
E. Exámenes de diagnóstico y patología	25
F. Asuntos de seguridad	27
G. Bioseguridad.....	27
H. Comunicación	28
VIII. Referencias bibliográficas	29
IX. Apéndices	32
1. Contactos de información	32
2. Fuentes de financiamiento potenciales	35
3. Instrucciones para los formularios de campo	38
4. Captura de información en la base de datos	42
5. Hoja de información.....	43
6. Formularios de campo	44

I. PROLOGO

Este manual se desarrolló como resultado de una serie de talleres patrocinados por la *United States National Science Foundation*. Los talleres fueron inspirados por la necesidad de coordinar esfuerzos entre herpetólogos, agencias del gobierno e instituciones ambientalistas debido a los recientes y ampliamente distribuidos informes acerca de la disminución y extinción de poblaciones de anfibios en América Latina. Siendo el hogar de la fauna anfibia más rica del mundo, América Latina es una región crítica para la conservación de anfibios. Esperamos que mediante la coordinación de los esfuerzos de inventario y monitoreo a través de la región, los científicos podrán encontrar más rápidamente las causas de las recientes disminuciones y extinciones y recomendar acciones de manejo que puedan revertir las tendencias poblacionales y prevenir un desastre ecológico (Wake 1998).

Este manual se creó con base en información existente sobre monitoreo de anfibios, con revisiones que reflejan aspectos importantes para la investigación de campo en América Latina. Se pretende que el manual vaya acompañado por el libro de Heyer et al. (1994): *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Desafortunadamente, la traducción al español de dicho libro no se completó antes de que este manual se fuera a prensa. Las ediciones futuras de este manual harán referencia directa a secciones del libro de Heyer et al. Por lo pronto, nos vemos en la necesidad de repetir brevemente lo que en el libro se describe a profundidad.

El borrador del manual se preparó con anticipación a los talleres, celebrados durante noviembre de 1999 en El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, México; el *Smithsonian Tropical Research Institute* en la ciudad de Panamá, Panamá; y La Pontificia Universidad Católica de Ecuador en Quito. El manual se revisó con base en los comentarios proporcionados por participantes en el taller, con el fin de brindar el nivel apropiado para toda América Latina. Fue necesario llegar a un acuerdo en cuanto a estilo, elección de términos y nivel de detalle para lograr producir un documento accesible a una amplia gama de expertos en este campo de estudio.

En primer lugar, el manual discute la necesidad de llegar a una estrategia común para el monitoreo de anfibios y luego describe las consideraciones programáticas para establecer un programa de monitoreo. Después de marcar la distinción entre “inventario”, “evaluación” y “monitoreo”, el manual presenta un conjunto de métodos de inventario de campo y una discusión de consideraciones relacionadas. Todos estos aspectos metodológicos se abordan en más detalle en el libro de Heyer et al. Los apéndices incluyen un conjunto de formularios estándar para datos de campo e instrucciones para usarlos. Se incluye además una lista de puntos de contacto, agencias donantes y una hoja de información que puede copiarse y distribuirse como parte de las actividades de difusión. Finalmente, se presentan instrucciones sobre cómo registrar los datos de campo en una base de datos central que tiene acceso a través del Internet.

Esperamos que este manual resulte de utilidad para conservacionistas a través de América Latina. Pueden obtenerse copias electrónicas en <http://www.linternet.edu/tnc>. Agradeceremos mucho sus comentarios sobre cómo mejorar las versiones futuras y esperamos aprender de sus experiencias en monitoreo de anfibios en América Latina. Comuníquense con nosotros a través del sitio en el Internet.

II. ANTECEDENTES: DISMINUCION DE ANFIBIOS

Los anfibios merecen atención substancial por parte de la comunidad conservacionista. Son considerados como valiosos indicadores de calidad ambiental y juegan múltiples papeles funcionales dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres (Blaustein y Wake 1990, Stebbins y Cohen 1995). Además, los anfibios brindan valor cultural y económico significativo a la sociedad humana (Grendard 1994, Stebbins y Cohen 1995, Reaser y Galindo-Leal 1999). Así pues, para mucha gente, los anfibios proporcionan un valor incalculable en inspiración y servicios naturales. Por otro lado, para los negocios y mercados de consumo, los anfibios constituyen una fuente de comercialización en gran demanda y, por lo tanto, costosa (Tabla 1).

Como parte de la “crisis de la biodiversidad” general, muchas poblaciones de anfibios han decrecido y sufrido reducciones en distribución (revisado en Blaustein y Wake 1995, Stebbins y Cohen 1995, Reaser 1996; Tabla 2). La primera alarma hacia la aparente disminución mundial de las poblaciones de anfibios se presentó durante el Primer Congreso Mundial de Herpetología en Inglaterra en 1989. En esa reunión, los participantes presentaron documentos científicos e intercambiaron relatos personales sobre la disminución y desaparición de anfibios. Con base en la información compartida en esta y otras reuniones subsecuentes, los investigadores de anfibios llegaron a la conclusión de que el número, severidad y extensión geográfica de los reportes indicaron que la situación debía comunicarse y abordarse como una potencial crisis ambiental (Blaustein y Wake 1990, Reaser 1996).

Durante la continuación de esta década, el tema del decrecimiento de anfibios ha llegado de hecho a considerarse como una emergencia ecológica progresiva. Se cree que más de una docena de especies de anfibios se han extinguido recientemente. Los rangos de distribución geográfica de muchas especies se han reducido dramáticamente (Stebbins y Cohen 1995).

Numerosos factores antropogénicos han sido implicados como causas de la disminución de poblaciones de anfibios (Tabla 3; Blaustein y Wake 1995, Stebbins y Cohen 1995, Reaser 1996). Estos factores operan a través de escalas múltiples, frecuentemente tienen relaciones sinérgicas y pueden desencadenar una cascada de impactos a las comunidades biológicas. Por muchas de tales razones, ha sido difícil evaluar las causas del decrecimiento poblacional en un lugar específico. La destrucción del hábitat y la introducción de especies no nativas de carácter invasor (e.g., tilapia, trucha) son agentes causales aparentes en ciertos

lugares y presentan opciones obvias para políticas y manejo de recursos. Sin embargo, la disminución de poblaciones de anfibios en áreas con poca actividad humana, especialmente aquéllas en áreas protegidas, evoca una preocupación particular (e.g., Pounds y Crump 1994; Lips 1998, 1999; Pounds et al. 1999). En casos donde los anfibios están disminuyendo sin causa aparente, es difícil detener las disminuciones o identificar cuáles son las implicaciones para el resto de la comunidad biológica (incluyendo a los humanos).

Estudios recientes que investigan las causas de la disminución de anfibios en lugares específicos han revelado que los cambios globales pueden jugar un papel. Es posible que el calentamiento regional, los aumentos en la radiación ultravioleta y las enfermedades epidémicas se generen mediante fenómenos globales. Estos cambios globales pueden ser inducidos, por lo menos parcialmente, por la creciente intensidad y extensión del impacto humano en los sistemas climáticos y ecológicos.

Desafortunadamente se carece de los inventarios y análisis detallados necesarios para confirmar los patrones y elucidar las causas del decrecimiento de anfibios. Debido a que las poblaciones de anfibios típicamente fluctúan, solamente los conjuntos de datos a largo plazo proporcionan el poder estadístico necesario para determinar si una población es estable (Pechmann y Wilbur 1994). Aún más, para poder identificar los factores que pueden estar originando la disminución de poblaciones anfibias (y que por lo tanto vale la pena investigar a fondo), necesitamos primero examinar las correlaciones entre el estado de las poblaciones de anfibios y numerosas variables ambientales, a través de múltiples escalas. Las comparaciones de este tipo requieren un programa de monitoreo en el cual los datos se reúnen y manejan de manera estandarizada a lo largo del espacio y el tiempo (Heyer et al. 1994).

Tabla 2. Sitios con rápida disminución en poblaciones de anfibios.

Localización	Referencias seleccionadas
América del Norte	Carey 1993, Drost y Fellers 1996, Kagarise-Sherman y Morton 1993, Scott 1993
Caribe	Hedges 1993, Joglar y Burrowes 1996
América Central	Crump et al. 1992; Pounds y Crump 1994; Pounds et al. 1997, 1999; Lips 1998, 1999; Wilson y McCranie 1998
América del Sur	Heyer et al. 1988, La Marca y Reinthaler 1991, Lynch y Grant 1998, Weygoldt 1989
Australia	Laurence et al. 1996, Richards et al. 1993, Tyler 1991

Tabla 1. Papeles biológicos y socioeconómicos de los anfibios.

	Rol	Referencia(s) seleccionada(s)
Biológicos	Abundancia. En algunos ecosistemas de humedales y bosques, los anfibios son el grupo de vertebrados dominante en cuanto al número total de individuos y/o biomasa.	Burton y Likens 1975b
	Consumidores. Los renacuajos se alimentan de material vegetal y detritus orgánicos. Las larvas de salamandra son depredadores voraces. Los adultos cazan invertebrados y otros vertebrados pequeños.	Stebbins y Cohen 1995
	Presas. Los anfibios constituyen la base de animales presa para aves, mamíferos, peces, reptiles, insectos y arañas. Algunas especies de murciélagos y serpientes se especializan en anfibios.	Stebbins y Cohen 1995
	Flujo de energía y ciclo de nutrientes. Los anfibios son eficientes en la transformación de alimentos a energía que usan para su propio crecimiento o que integran a la cadena trófica, por lo que mejoran el flujo de energía y ciclo de nutrientes en los sistemas acuáticos y terrestres. La salamandra <i>Plethodon vehiculum</i> posee un nivel de eficiencia de 95%, comparado con 1-5% de los humanos.	Burton y Likens 1975a
Socio-económicos	Bioquímicos. Durante mucho tiempo se han obtenido de los anfibios venenos para la caza, alucinógenos ceremoniales y medicinas. Muchos calmantes para el dolor y antibióticos se desarrollaron a partir de productos de los anfibios.	Grenard 1994
	Control de enfermedades/pestes. Los anfibios consumen grandes cantidades de insectos y pueden ser extremadamente importantes en el control de enfermedades y pestes agrícolas.	Durrell 1986 Stebbins y Cohen 1995
	Comercio internacional. Los anfibios se explotan mundialmente en los mercados culinarios, de materiales biológicos y de animales domésticos.	Gibbs et al. 1971, Jennings y Hayes 1985
	Carismáticos. Los anfibios brindan inspiración para el folklore, las artes y en campañas comerciales de corporaciones. Son amuletos de suerte para numerosas culturas nativas.	Reaser 1996, Reaser y Galindo-Leal 1999

Tabla 3. Hipótesis acerca de la disminución de poblaciones anfibias. La respuesta a estos factores varía entre especies y poblaciones de anfibios.

Factor hipotético	Proceso(s)	Referencia(s) seleccionada(s)
Cambio climático	Los patrones de temperatura y precipitación se alteran y causan desorden en las condiciones micro- y macroclimáticas.	Beebee 1995, Reading 1998, Pounds et al. 1999
Pérdida de hábitat	Los bosques se talan para los asentamientos, agricultura; los humedales se drenan y rellenan.	Fisher y Shaffer 1996
Fragmentación del hábitat	Caminos, especies introducidas y bajos pH dividen los hábitats, creando barreras de dispersión.	Bradford et al. 1993, Jennings y Hayes 1985
Especies introducidas	Se introducen especies depredadoras que cazan a y compiten con los anfibios nativos.	Bury y Whelan 1984, Jennings y Hayes 1985, Bradford 1989
UV-B	Radiaciones UV-B dañan y/o destruyen células, causando mortalidad de huevos, daños a la retina, lesiones y pueden llevar a una mayor susceptibilidad a enfermedades y bajos pH.	Blaustein et al. 1994a, 1995, 1996, 1998; Anzalone et al., 1998; Lizana y Pedraza 1998.
Contaminantes químicos	La toxicidad puede causar mortalidad directa de huevos y adultos, imitar hormonas endocrinas y reducir la base de animales de presa.	Harte y Hoffman 1989, Beebee et al. 1990, Sparling 1995
Precipitación de ácidos y suelos	Las toxinas crean barreras de dispersión, causan alta mortalidad de huevos y larvas.	Harte y Hoffman 1989, Beebee et al. 1990, Sparling 1995
Enfermedad	Causa frecuente de mortalidad de anfibios. Con frecuencia se desconoce qué fue lo que hizo a los anfibios susceptibles a enfermedades.	Carey 1993; Cunningham et al. 1996; Jancovich et al. 1997; Berger et al. 1998; Carey et al. 1999; Blaustein et al. 1994c; Kiesecker y Blaustein et al. 1995, 1997, 1999
Comercio	Los anfibios se extraen de su ambiente natural y se introducen al mercado internacional culinario, de mascotas, medicinal y biológico.	Smith 1953, Gibbs et al. 1971, Jennings y Hayes 1985
Sinergismos	Múltiples factores pueden actuar juntos para causar mortalidad y efectos subletales.	Blaustein et al. 1994b, Long et al. 1995, Hatch y Burton 1998

III. EL MONITOREO ECOLOGICO

El monitoreo es una herramienta programática de trabajo (a largo plazo, sea minutos, días, años, décadas, siglos). Es parte de un proyecto ó plan de manejo (al evaluar su desempeño). Es elemento de análisis de una evaluación (por ej.: Evaluaciones de Impacto Ambiental). Independientemente es erróneamente considerado un proyecto y hay mucha confusión en esto. Su objetivo es proveer informacion constantemente actualizada sobre un sistema (sea «sistema»: unidades de paisaje, comunidades, especies, proyectos, salud). Mediante el análisis de la información obtenida (evaluación), debe permitir detectar variaciones de comportamiento de la normalidad ó de lo esperado.

Al incluir la toma de datos de factores hipotéticamente asociados a afectar estos sistemas, se permite determinar cuales de ellos tuvieron significancia en los cambios registrados. Se apoya totalmente en la estadística. Esto quiere decir, que existen requerimientos estadísticos que cumplir en la toma de datos. Debe tener hipótesis bien definida. Esta consistencia (poder estadístico) de los datos nos permite respaldar decisiones a posteriori (por ej.: al decidir cambiar un proyecto adaptativamente a nuevas condiciones) o a priori (ej.: al ser predictivos con las tendencias registradas lo que nos haria decidir cambios en el manejo extractivo de una poblacion).

El monitoreo ecológico es el arte y la ciencia de evaluar la salud del medio ambiente - es el marco a través del cual administramos el cuidado de la biosfera (Odum 1989). En forma ideal, el monitoreo ecológico nos permite delinear las características de una biosfera saludable y reconocer las dinámicas naturales del sistema. Dependiendo de su propósito, un programa de monitoreo puede también ayudar a:

- identificar los límites de condiciones saludables;
- diagnosticar condiciones anormales;
- identificar causas potenciales de cambio anormal;
- sugerir acciones de remedio;
- evaluar la efectividad de varias acciones.

Los programas de monitoreo ecológico son necesarios para avanzar incluso nuestro entendimiento más básico de los componentes, patrones y procesos ecológicos. Aunque los ecólogos pueden nombrar muchos de los componentes de un ecosistema, hasta el nivel de especie, las relaciones entre las especies o entre las especies y el medio ambiente, permanecen aún sin cuantificar. Durante la mayor parte del siglo XX, las decisiones tomadas acerca de la conservación de recursos naturales se han basado en información limitada e incluso en conjeturas. Muchos ecosistemas han sufrido las consecuencias de nuestra dependencia de la escasa información y de las consiguientes incertidumbres de nuestras acciones desorientadas (Wilcove 1999). En el siglo XXI, la mejor manera de avanzar nuestro entendimiento de los ecosistemas y aumentar la certidumbre en los resultados de las decisiones que tomemos, consiste en comenzar a medir y monitorear sistemáticamente los componentes clave de los sistemas ecológicos (Halvorson y Davis 1996).

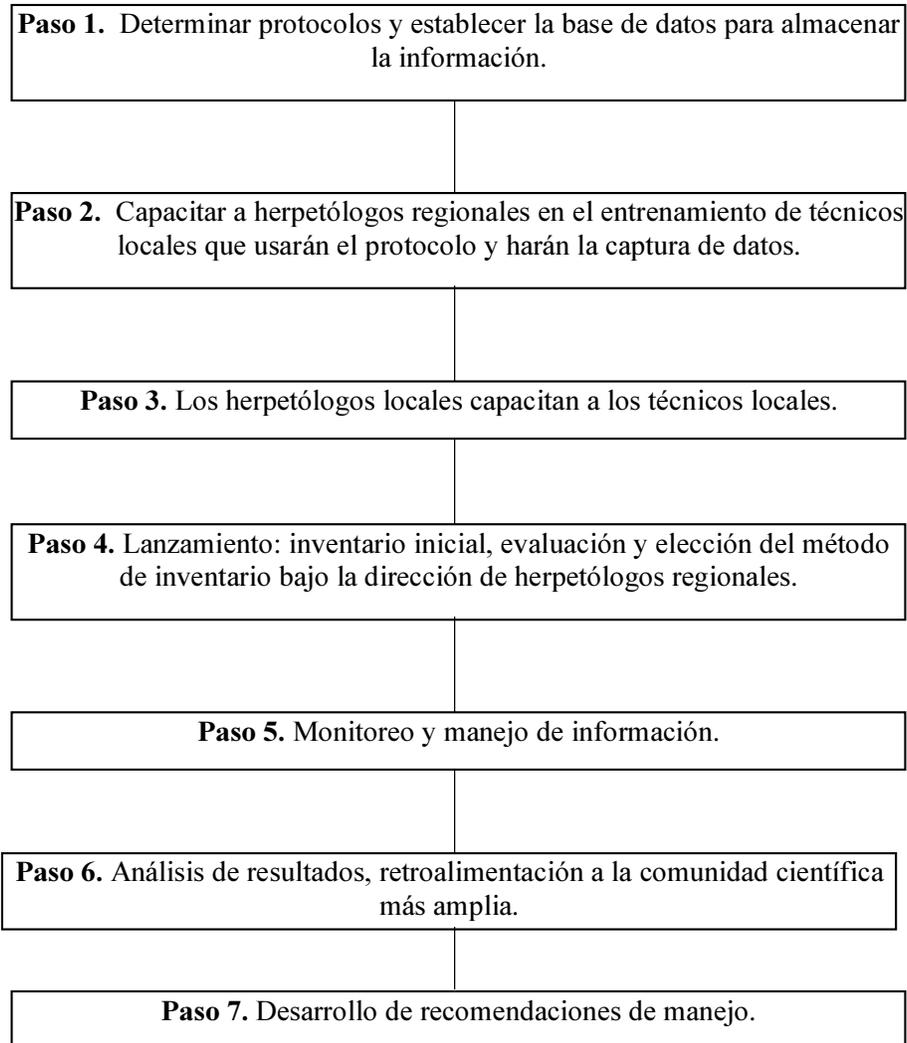
Los programas de monitoreo que miden factores combinados de dinámica de poblaciones y ambiente físico parecen ser los más prácticos (Davis 1989). Este tipo de muestreo es relativamente fácil de hacerse, permite enfocarse en los elementos clave del sistema y proporciona muchas de las características de diagnóstico requeridas para manejar ecosistemas. Además, los datos obtenidos mediante estos estudios permiten a los científicos y administradores de recursos hacer proyecciones de condiciones futuras. Las medidas demográficas de población, tales como índices de crecimiento y éxito reproductivo, pueden detectar presiones sutiles crónicas antes de que se conviertan en letales para las poblaciones o especies.

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, pueden proporcionar información directa y clara sobre qué, dónde, cuándo y cómo mitigar los impactos ambientales y restaurar los ecosistemas dañados. Por lo tanto, monitorear las dinámicas de las poblaciones de anfibios puede ser una forma eficiente de medir la salud de los ecosistemas de los cuales estas poblaciones son un componente clave.

A. El Monitoreo De Anfibios: Un Esquema Conceptual

El monitoreo ecológico es un proceso complejo que requiere una comprensión coherente de los objetivos del programa, identificación de especies múltiples y sus tendencias espacio-temporales, establecimiento de protocolos estandarizados y sistemas de manejo de datos, capacitación de personal, entrega de resultados, evaluación continua y refinamiento periódico del programa (Davis y Halvorson 1988, Cuadro 1). Detener la disminución de anfibios requiere de acción urgente y los recursos para atacar el problema son limitados (especialmente en los países en desarrollo), por lo tanto, la mayoría de los científicos y administradores de recursos no pueden darse el lujo de desarrollar e implementar programas altamente sofisticados para monitorear las dinámicas de poblaciones de anfibios. No obstante, prácticamente cualquiera tienen la capacidad de establecer información básica sobre unas pocas especies seleccionadas en un número limitado de hábitats con la esperanza de detectar disminuciones rápidas significativas (tal vez sólo aquellas de 50% o mayores) en las poblaciones de anfibios. Aunque no es ideal, este tipo de evaluación puede establecer información básica e indicar lugares y especies que parecen estar particularmente afectados. De esta manera, aún el programa de monitoreo más simple puede proporcionar piezas adicionales en el rompecabezas del decrecimiento de los anfibios. Además, los programas de monitoreo simples pueden formar la columna vertebral de programas más sofisticados si los recursos y la infraestructura de apoyo llegan a estar disponibles. Este capítulo presenta un marco conceptual para el establecimiento de un programa de monitoreo de anfibios. Es lo suficientemente flexible para adaptarse a aquéllos que cuentan con recursos substanciales, así como a aquéllos que deben trabajar con tiempo y recursos financieros limitados.

Cuadro 1. Cómo los talleres que aquí se proponen encajan en el desarrollo de un programa de monitoreo.



B. Planificación Estratégica

“Si no sabes a dónde te diriges, es probable que llegues a algún otro lugar.”

Cuando se contemple el uso de un nuevo programa de monitoreo, deben examinarse las siguientes preguntas:

- ¿Qué se pretende lograr mediante el monitoreo de anfibios?
- ¿Cómo saber si se cuenta con un programa exitoso de monitoreo?
- ¿De qué, dónde, cuándo y cómo se efectuará el monitoreo?
- ¿Con qué recursos se cuenta para el programa de monitoreo y qué recursos aún hace falta conseguir?
- ¿Cuál es el plan de monitoreo y cómo se llevará a cabo?

Es esencial tomar un enfoque estratégico en el desarrollo de un programa de monitoreo de anfibios para obtener los datos que se necesitan y al mismo tiempo utilizar eficientemente los recursos. Si se aplica de manera consistente y completa, la estrategia de resultados que aquí se describe (ver resumen en Tabla 4) ayudará a minimizar o eliminar muchos de los problemas comúnmente encontrados en programas de monitoreo. Además, este proceso estratégico puede ayudar en la comunicación efectiva de la misión, necesidades y hallazgos del programa - y al hacerlo, ganar los recursos necesarios para continuar con el programa.

Este enfoque de planificación estratégica requiere la habilidad de responder a una serie de preguntas específicas acerca de los resultados que se desean obtener. Cada pregunta requiere por lo menos de un entendimiento básico acerca de las cuestiones sobre manejo de recursos que se desea contestar, el sistema en el que se trabajará y los recursos varios disponibles. A medida que el proceso de planificación avanza, es posible encontrar preguntas a las que no puede darse respuesta todavía - donde hay huecos en la información. Cuando esto suceda, es importante tomar los pasos necesarios para llenar estos huecos de información antes de continuar. Tal vez sea necesario:

- Hacer las preguntas a otros biólogos y expertos en diferentes disciplinas (e.g., estadística) quienes conozcan las especies, lugares, proceso de monitoreo, etc.;
- Reunir y evaluar información que se ha acumulado previamente sobre las especies, lugares, etc. Por ejemplo, buscar publicaciones de estudios o visitar museos para evaluar sus colecciones;
- Conducir inventarios de campo o series de inventarios con el fin de establecer la base de información.

Inventario: la “imagen fotográfica” - nos dice dónde, cuándo y cómo las especies se localizan típicamente en cierto lugar.

Monitoreo: la “película” - nos dice cómo cambian a través del tiempo los patrones de distribución y detectabilidad de las especies en cierto lugar, permite la proyección de cambio pasado y futuro.

En muchos lugares, especialmente en los trópicos, no existe la información básica sobre las especies que se encuentran en un sitio y su historia natural. Las amenazas potenciales a los anfibios pueden ser desconocidas. En tales casos, es imperativo conducir un inventario detallado y un programa de evaluación antes de desarrollar un programa de monitoreo completo. Este inventario puede dar una idea de qué especies se encuentran, qué tan difícil es distinguirlas, cuáles son sus vocalizaciones, en qué hábitats se localizan y cuál es su fenología de reproducción. Con tal información se puede desarrollar una lista de especies a monitorear y decidir qué métodos utilizar. Para planificar un programa de inventario, use el proceso estratégico descrito a continuación, pero tenga en mente “inventario” en lugar de “monitoreo”. En cuanto se hayan completado exitosamente los inventarios, se puede proceder con el diseño del programa de monitoreo.

¿Qué se pretende lograr mediante el monitoreo de anfibios?

Preguntarse qué se desea es el primer paso en una serie de cuestiones que deben abordarse durante cualquier enfoque estratégico para el diseño e implementación de programas de monitoreo. Es esencial preguntar explícitamente qué es lo que se quiere lograr como resultado del proceso de diseño, porque la respuesta determinará en gran parte qué se va a monitorear, dónde, cuándo, cómo y con quién.

Algunos aspectos a considerar pueden ser:

- Si la seria disminución de poblaciones que se ha reportado en otras localidades está ocurriendo en las poblaciones locales de anfibios.
- Si la actual composición de anfibios en su localidad es significativamente diferente de la que se describe históricamente en ese sitio.
- Ciertas prácticas de uso de la tierra que pueden estar destruyendo y fragmentando los hábitats de anfibios o alterando la calidad del agua.
- Alteraciones del agua, aire o suelos causadas por humanos que pueden estar aumentando la toxicidad y causando impactos directos e indirectos en los anfibios.
- Dispersión de especies exóticas invasoras que pueden competir con, depredar o infectar a los anfibios.

Por razones de eficiencia, es importante expresar los resultados que se desean en modo positivo - es decir, afirmar lo que se quiere, en lugar de lo que no se quiere. Por ejemplo, la meta será más evidente si se expresa “queremos monitorear las poblaciones de anfibios en el Parque Nacional Río Hondo” que si decimos “no queremos monitorear los anfibios del Parque Nacional Monte Negro”.

Entre más específicos seamos acerca de lo que queremos, será más factible que logremos nuestras metas. Por ejemplo, considérense las diferencias en los resultados de proyecto que pueden obtenerse a partir de la frase “deseamos poder evaluar si la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) que se ha introducido en los riachuelos del Parque Nacional Río Hondo está causando la reducción de poblaciones de *Atelopus varius* a un nivel de 50% o mayor” en comparación con “deseamos monitorear las poblaciones de *Atelopus varius*.”

¿Es lo que se quiere lograr lo suficientemente grande para que tenga significado (es decir, para que valga la pena perseguirlo), y sin embargo, suficientemente pequeño para poder manejarse (es decir, no una carga insoportable)? Ambos criterios deben cumplirse para que el programa de monitoreo sea exitoso - dependerá del entusiasmo y energía con que se realice y de los recursos que puedan traerse al proyecto de manera constante.

¿Cómo saber si se cuenta con un programa exitoso de monitoreo?

Hay por lo menos cuatro formas de medir el éxito de un programa de monitoreo:

- En lo social (que sea participativo para asegurar compromiso a los resultados),
- En lo económico (que sea sostenible),
- En lo ambiental (que refleje realmente los objetivos), y
- En lo científico (que el estadístico esté contento con el análisis).

Se deberá definir de antemano las metas en los varios campos que son importante para el proyecto. Mediante la clara definición de estas metas, será más factible lograrlas.

¿De qué, dónde, cuándo y cómo se hará el monitoreo?

¿*De qué? Elección de objetivos de monitoreo.* No es posible monitorear todas las especies de anfibios porque muchas de ellas (especialmente salamandras y cecilias) son evasivas y se encuentran en números tan bajos que es imposible estimar sus tendencias poblacionales. Las ranas son diversas, numerosas, relativamente bien conocidas taxonómicamente y están activas durante horas predecibles. Por estas y otras razones, el grupo de las ranas es el objetivo primario en los protocolos de muestreo que se presentan en este manual. Sin embargo, igual como con la mayor parte de la fauna silvestre, requieren consideraciones especiales en su estudio, por sus bajas densidades, dificultad de detección mediante técnicas de muestreo estándar o de identificación segura en el campo. Estas consideraciones, así como las metas generales del programa de monitoreo, deben tomarse en cuenta al elegir las especies objetivo de dicho programa.

Ciertas especies o taxa parecen ser particularmente susceptibles al decrecimiento poblacional, a lo largo de toda su distribución, que se ha reportado en América Central. Estos taxa incluyen especies de los géneros *Atelopus* spp., *Eleutherodactylus* spp. A las cuales viven cerca de riachuelos y *Colostethus* spp. Las especies de *Atelopus* son particularmente buenos indicadores de lugares que sufren disminución de anfibios, debido a sus brillantes colores, territorialidad y actividad diurna. Por esta razón, los sitios que incluyen poblaciones de *Atelopus* deben incorporar estas especies en cualquier protocolo de monitoreo.

Aunque los inventarios de ranas adultas son esenciales para comprender las dinámicas de población, los inventarios de huevos y larvas pueden ser útiles para determinar el tipo y ubicación de un agente causal del decrecimiento poblacional. También, el monitoreo de

estados larvales puede proporcionar evidencia adicional de la disminución. Por ejemplo, sabemos que el hongo chitrido que mata a las ranas adultas puede detectarse al observar pérdida de la queratinización de partes bucales en ciertas ranas arbóreas que viven cerca de riachuelos (Hylidae) y renacuajos de la familia Centrolenidae. Se debe registrar en las notas de campo cualquier evento reproductivo que se observe durante los transectos regulares (e.g., amplexo, oviposición, huevos, individuos metamórficos). Es recomendable censar larvas en los hábitats principales con el fin de documentar posibles cambios en la presencia de partes bucales en dichas larvas.

¿Dónde? Elección del lugar. El monitoreo debe efectuarse en lugares donde la toma de muestras puede 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 las especies anfibias 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 agencia administradora 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 hábitats 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 de los trópicos han ocurrido en riachuelos. Para lograr establecer posibles agentes causales, recomendamos que los programas de monitoreo comparen las poblaciones de anfibios entre los hábitats principales utilizados por los anfibios del lugar. 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 (e.g., el páramo andino puede remplazar al bosque).

¿Cuándo? Réplicas y hora del día. Ya que la detectabilidad de los anfibios es tan dependiente de las condiciones climáticas ambientales (y por lo tanto es potencialmente variable de un día a otro), es importante contar con varios (por lo menos 3) ejemplos, o réplicas, de cada uno de los hábitats principales para poder confiar en que los datos son representativos del área completa. Lo mejor sería monitorear cada transecto por lo menos tres veces durante el día y tres veces durante la noche en cada temporada. Si no es posible hacer múltiples inventarios cada temporada, entonces recomendamos tratar de inventariar varios transectos en cada hábitat durante la misma temporada (de preferencia la estación de lluvias, cuando la mayoría de las ranas pueden detectarse más fácilmente).

¿Cómo? Elección del método de sondeo. El sondeo de anfibios puede hacerse de muchas maneras. El tipo de inventario que se realice debe determinarse mediante las metas del estudio y los recursos disponibles. Debemos saber con cuánto tiempo contamos cada año, cada mes o cada semana para hacer inventarios de anfibios en los lugares elegidos; con cuánto personal de campo contamos; qué equipo está a nuestra disposición; en qué tipo de hábitat se localizan

las especies objetivo. El primer paso consistirá en determinar si el factor limitante para las excursiones será el tiempo o la distancia. Se pueden efectuar inventarios con límite de distancia (e.g., un transecto de 400 m), de tiempo (e.g., una hora de búsqueda dentro de cierto hábitat) o ambos (e.g., el inventario de un transecto de 400 m durante una hora). Para cualquier sistema que se decida usar, es muy importante seguir la metodología de manera consistente y documentar dicha metodología en detalle para que pueda repetirse. La Tabla 5 puede ser de ayuda para determinar el mejor método a seguir. La sección IV, *Metodología*, trata sobre estas técnicas de inventario en más detalle.

Tabla 5. Factores a considerar para la selección de técnicas estándar (tomado de Heyer et al. 1994; p. 77).

Técnica	Información obtenida	Inversión de tiempo	Costo	Personal
1. Inventarios completos de especies	Riqueza de especies	Alta	Barato	1 persona
2. Inspección por encuentro visual	Abundancia relativa	Baja	Barato	1 persona
3. Transectos de franja auditiva	Abundancia relativa	Media	Moderadamente caro	1 persona
4. Muestreo de parcelas	Densidad	Alta	Barato	1 o más
5. Muestreo de transectos	Densidad	Alta	Barato	1 o más
8. Inventarios en sitios de apareamiento	Abundancia relativa	Media	Barato	1 o más
9. Inventarios de larvas	Densidad o abundancia relativa	Media	Moderadamente caro	1 o más

¿ Con qué recursos se cuenta para el programa de monitoreo y qué recursos aún hace falta conseguir?

Para un exitoso programa de monitoreo se requieren recursos humanos, recursos económicos, infraestructura, y equipo. Con respecto a los recursos humanos, se necesitan contribuciones de gente con una amplia gama de habilidades: experiencia en el diseño de muestreo, conocimiento de la fauna local, talento para capacitar a los monitores, habilidad para recaudar fondos, para analizar datos, para escribir y producir informes y para comunicarse efectivamente con las comunidades locales, por mencionar algunas. De suma importancia es el liderazgo de un coordinador que se encarga de organizar el proyecto. Todos los participantes en el proyecto necesitarán dedicar tiempo suficiente para asegurar el éxito.

Por supuesto, el financiamiento es uno de los obstáculos mayores para cualquier proyecto. ¿Cuánto dinero se necesitará, en forma realista, para llevar a cabo el programa de monitoreo? Es probable que se requiera dividir el proyecto en dos fases: la fase inicial sienta las bases de trabajo (es decir, desarrolla el plan estratégico y tal vez incluya también un inventario y la producción de guías de identificación con fotografías y/o una grabación de las vocalizaciones de ranas locales); la segunda fase es la de monitoreo. Estas dos fases tienen costos diferentes y pueden presentarse separadamente a los donantes potenciales. Aparte de los donantes tradicionales, en algunos casos existen oportunidades de financiamiento a través de la industria de ecoturismo o de las evaluaciones de impacto ambiental.

La infraestructura y equipo que se necesita depende en los detalles del lugar del estudio y la metodología de monitoreo que se elige. También es posible que el programa de monitoreo requerirá de acceso a datos meteorológicos y a museos con colecciones de vertebrados en buen estado.

¿Cuál es el plan de monitoreo y cómo se llevará a cabo?

Una vez que se haya dado respuesta a las preguntas anteriores, se tendrá toda la información necesaria para desarrollar el plan de monitoreo. Aunque el plan no tiene que ser un documento exhaustivo, es muy útil contar con algún tipo de resumen escrito para poder comunicar a otros el alcance del proyecto, sus metas y sus actividades. Como todo documento estratégico, el plan debe mencionar las oportunidades y limitaciones existentes y la manera en que la solución seleccionada incorpora estos factores. Además, deberá brindar flexibilidad en lo que se refiere a cómo las acciones que se tomen pueden depender de ciertos factores actualmente desconocidos. Un plan de monitoreo conciso y bien escrito puede también asegurar que los participantes tendrán expectativas y entendimiento similares del proyecto. Por supuesto, el plan de monitoreo puede también constituir la base de los esfuerzos de recaudación de fondos. Los donantes estarán mejor dispuestos a financiar un proyecto claramente definido.

Tabla 4. Lineamientos para el desarrollo de un plan estratégico.

Preguntas que deben formularse	Lineamientos sugeridos
1. ¿Qué es lo que queremos? — ¿Cuáles son los resultados deseados al establecer un programa de monitoreo de anfibios?	<ul style="list-style-type: none"> • Indique cada resultado en modo positivo (lo que se quiere, en lugar de lo que no se quiere) • Asegúrese de que usted o su equipo pueden iniciar y controlar cada resultado • Sea tan específico como le sea posible: ¿qué quiere ver, escuchar, sentir? • Asegúrese de que cada resultado es del tamaño adecuado (suficientemente grande para ser significativo, pero no tanto para ser abrumador) • Pregúntese “¿Cómo contribuirá este resultado a comprender el decrecimiento de anfibios?” y asegúrese de que vale la pena tener la respuesta
2. ¿Cómo sabrá cuándo usted o su equipo han logrado los resultados deseados?	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será la evidencia (que se verá, escuchará, sentirá)? • ¿Qué cantidad de evidencia se necesitará para saber que lo hemos logrado? ¿en qué momento?
3. ¿Dónde, cuándo, con quién y cómo quiere usted o su equipo lograr estos resultados?	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los detalles de su programa de monitoreo? • ¿Qué taxa serán los objetivos de estudio? • ¿Qué métodos le permitirán monitorear estos taxa?
4. ¿Cómo afectará el logro de los resultados a otros científicos, administradores de recursos, instituciones, agencias, etc.?	<ul style="list-style-type: none"> • Examine las amplias consecuencias del éxito — ¿a quién y qué más se influirá con los resultados obtenidos?
6. ¿Qué recursos usted o su equipo ya posee para contribuir a alcanzar los resultados deseados?	<ul style="list-style-type: none"> • Examine los recursos de tiempo, dinero, gente, conocimiento, habilidad, persistencia, etc.
7. ¿Qué recursos adicionales usted o su equipo necesita para poder lograr los resultados?	<ul style="list-style-type: none"> • Examine los recursos de tiempo, dinero, gente, conocimiento, habilidad, etc.
8. ¿Cómo alcanzará los resultados deseados? (plan estratégico)	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese de tener más de una manera de alcanzar los resultados (flexibilidad) • Asegúrese de que el primer paso es específico y alcanzable

Adaptado por J.K. Reaser de “Outcome Frame Questions” Derechos de autor Steve y Connirae Andreas, 1990.

IV. METODOLOGIA

En esta sección describimos un subgrupo de las técnicas de muestreo estandarizadas que se detallan en Heyer et al. (1994). Escogimos estas técnicas no sólo porque son estandarizadas, sino también porque son flexibles y pueden adaptarse a la topografía y apoyo logístico de cualquier área. Consideramos Heyer et al. (1994) como la referencia principal para todo tipo de monitoreo de anfibios y alentamos a los participantes a consultarla para obtener información adicional.

A. Métodos de Inventario

1. Transectos de Registro de Encuentros Visuales (REV)

En el caso de anuros adultos, recomendamos que se haga una búsqueda con límite de tiempo a lo largo de transectos marcados permanentemente con banderillas o con tubos PVC, ya que esto permitirá que otros investigadores puedan repetir inventarios en tales transectos en el futuro. Estas son algunas de las técnicas de inventario más comúnmente utilizadas y pueden servir para medir la composición de especies, abundancia relativa, asociación de hábitats y nivel de actividad. Los transectos terrestres son efectivos en el monitoreo de ranas terrestres y arbóreas dentro de bosques maduros (Pearman et al. 1995) y a lo largo de riachuelos en zonas neotropicales. Los Inventarios de Encuentro Visual (REV) se prefieren a los inventarios auditivos porque proporcionan información sobre individuos que no están en temporada de apareamiento o de vocalización. El método consiste en que dos o más personas caminan lentamente a lo largo de un transecto y cuidadosamente buscan ranas descansando sobre el suelo y ranas y salamandras posadas en hojas o ramas. Hemos descubierto que el método es más eficiente y preciso si una persona hace las observaciones mientras que la otra registra toda la información. Las tareas pueden alternarse de un inventario a otro.

La distancia efectiva para encontrar ranas visualmente es aproximadamente de 1 a 3 metros a cada lado de la vereda, dependiendo de la densidad de la vegetación. La distancia considerada debe anotarse y seguirse de manera consistente. También debe intentarse identificar la especie al momento que se localiza. En algunos casos puede ser posible identificar a un animal al nivel de especie y determinar el sexo sin necesidad de capturarlo, pero más frecuentemente será necesario capturar la rana para determinar el sexo y en muchos casos, para determinar la especie.

Luego de la captura, el equipo deberá determinar la especie, sexo y edad (adulto, juvenil) de la presa. Deberán también medir la longitud y peso de cada individuo y registrar información básica sobre lo que estaba haciendo (actividad) y dónde se encontró (sustrato). Deberán registrar la localización de cada animal en relación a la marca de transecto más cercana y la hora de captura. El animal deberá manipularse lo menos posible y liberarse rápidamente en el mismo lugar donde se capturó.

2. Transectos auditivos e inventarios en sitios de apareamiento

Estos dos métodos de muestreo se basan en la detección de las vocalizaciones de ranas macho. Los transectos auditivos son similares a los encuentros visuales, con la obvia diferencia de que los datos de talla y peso no pueden obtenerse, ya que las ranas generalmente no se ven. Durante los inventarios en sitios de apareamiento, los observadores se estacionan durante cierto periodo de tiempo en un humedal donde se localiza una congregación de ranas en apareamiento. La abundancia de especies individuales puede cuantificarse de la misma manera que para los transectos auditivos.

El Transecto de franja auditiva (Zimmerman 1994) involucra a miembros del equipo que identifican y cuantifican el número de machos vocalizando a lo largo de un transecto. Las ranas que vocalizan a una distancia de hasta 50 metros de la vereda, pueden identificarse mediante sus vocalizaciones, aunque la lluvia atenúa las distancias de detección, especialmente para vocalizaciones de alta frecuencia (Zimmerman 1994). Tal vez pueda calcularse el número de machos vocalizadores mediante la estimación de la densidad poblacional de machos con un rango subjetivo de abundancia. Por ejemplo, Bishop et al. (1994) recomendaron los rangos siguientes:

- 1 para un individuo macho
- 2 para un coro de 2-5 machos
- 3 para un coro de 6-10 machos
- 4 para coros de >10 machos

Los inventarios auditivos requieren que los investigadores sean capaces de reconocer numerosos tipos de vocalizaciones en un lugar y que se entrenen a sí mismos para estimar niveles de abundancia de manera consistente para muchas especies que ocurren normalmente en sitios diferentes. Esto puede ser difícil para personas no especializadas y para cualquiera que trabaje en áreas tropicales de alta riqueza de especies; este método requerirá de mucha práctica antes de lograr resultados consistentes. Si usted planea usar inventarios auditivos como parte de un programa de monitoreo, recomendamos que grabe una cinta con las vocalizaciones de las especies que desea monitorear, para ayudar a que todos los observadores del proyecto identifiquen las vocalizaciones de la misma manera. Ya que todas las salamandras, ranas hembras, ranas en estado juvenil y ranas que no están en periodo de apareamiento quedan fuera del inventario auditivo, recomendamos que éste se utilice en combinación con el IEV. Los inventarios auditivos resultan más efectivos para cuantificar a machos vocalizadores que pertenecen a especies tropicales que no se aparean en charcas o arroyos, que se dispersan ampliamente en el bosque o que viven en el dosel.

3. Parcelas de hojarasca

Estas parcelas se utilizan para cuantificar la densidad de especies terrestres tales como ranas, lagartijas y serpientes, pero requieren intensa labor y causan destrucción del hábitat. Sin embargo, recomendamos este método como el único que puede cuantificar con exactitud la densidad o abundancia de especies de salamandras y otras que abundan localmente tales como

las de los géneros *Colostethus* y *Eleutherodactylus*. Deben establecerse parcelas de hojarasca en cada uno de los hábitats principales del área de estudio, ubicándolas mediante el uso de una tabla de números al azar. Por ejemplo, se pueden colocar 3 parcelas a lo largo de cada una de las veredas de estudio. La tabla de números al azar se puede utilizar para determinar:

- el sitio inicial a lo largo de la vereda
- la dirección (punto cardinal) a seguir al apartarse de la vereda
- la distancia entre la vereda y la localización de la parcela.

La búsqueda dentro de una parcela de hojarasca requiere un equipo de 2 o más trabajadores (4 es preferible), quienes medirán una área de bosque de 5 x 5 metros. Empezando por los extremos límite de la parcela, el equipo recoge y remueve lentamente toda la hojarasca y desperdicios fuera de la misma. Al ir limpiando el área, el equipo se aproxima al centro, capturando cualquier animal que se encuentre. Los animales capturados deberán colocarse dentro de una bolsa de plástico inflada y con hojarasca húmeda. Una vez que se haya examinado y sacado todo el desperdicio de la parcela, los animales capturados se identificarán, pesarán, medirán y luego se liberarán en una área cercana. De ser posible, el equipo deberá colocar la hojarasca nuevamente en la parcela para minimizar el disturbio causado.

4. Inventarios de larvas y huevos

La presencia de ranas en forma de huevos, renacuajos o parejas en aplexo sirve como indicadora de actividad reproductiva y tal actividad debe anotarse en las hojas de datos durante todos los inventarios. Adicionalmente, puede ser útil hacer un inventario de las larvas que viven en los principales cuerpos de agua del área de estudio. Para capturar larvas pueden utilizarse trampas para pececillos, redes profundas, redes barrederas o redes “D” con asidero largo. Debido a la diversidad de microhábitats y de formas de vida larval, los inventarios de larvas raramente cuantifican con exactitud la abundancia o la densidad. Sin embargo, los censos regulares de larvas que determinan la presencia o ausencia de cada especie, pueden ayudar a señalar los estados de desarrollo afectados y el periodo en que los decrecimientos poblacionales ocurren.

Los renacuajos se identifican a nivel de especie mediante la comparación de características tales como los espiráculos, los tubos anales y especialmente las hileras de dientes y placas mandibulares negras y queratinizadas. Desafortunadamente, existen muy pocas claves de identificación para renacuajos de zonas neotropicales, por lo que tal vez sea necesario crear una serie de especímenes de museo tanto para renacuajos como para adultos (ver más adelante). Después de capturar a un renacuajo, colóquelo en un pequeño vial de vidrio lleno de agua y espere a que se adhiera a las paredes del vidrio, lo cual expone a la vista las partes bucales. Use una lupa manual para determinar el número y arreglo de tales partes. Si localiza individuos en los cuales las partes bucales queratinizadas están parcial o totalmente ausentes, debe preservarlos en alcohol al 90% para examinarse en busca de microbios patógenos.

Charcas. Las charcas pequeñas y los pantanos se muestrean fácilmente con redes barrederas, redes “D” con asidero largo o incluso con jaulas de malla. Será posible cuantificar la densidad o abundancia en charcas pequeñas y pozas. Para cuerpos de agua mayores, se requerirá diseñar un método de muestreo que permita recolectar datos mediante series de muestras replicadas de cada microhábitat en el cuerpo de agua (maleza, pozas profundas, áreas bajas arenosas, etc.)

Pozas en riachuelos. En ciertos casos será posible remover todas las larvas de una poza de riachuelo, pero de no ser así, se deberá utilizar un muestreo con límite de tiempo para cada microhábitat. Por ejemplo, podrían muestrearse cinco zonas de rápidos durante un minuto cada una y cinco recorridos diferentes por un minuto cada uno. Los transectos en arroyos se podrán muestrear más efectivamente usando redes sumergidas a mano, volteando rocas y paquetes de hojas al ir avanzando arroyo arriba.

B. Duración y frecuencia del muestreo. Estos dependen de las metas del proyecto y los recursos disponibles. En general, será conveniente repetir el muestreo tantas veces como sea necesario para obtener el poder estadístico para detectar cambios. Debido a la fuerte naturaleza temporal de la actividad de las ranas en zonas tropicales (las vocalizaciones de los machos de especies determinadas están ligadas a la reproducción, la cual ocurre durante la temporada de lluvias), el mejor muestreo (particularmente con fines de monitoreo) será más adecuado cuando la probabilidad de encontrar ranas es más alta. Pocas especies vocalizan durante la temporada seca, por lo que los esfuerzos de colecta de muestras durante dicha temporada producirán números insuficientes para los análisis estadísticos, así como resultados desviados. La mejor temporada es el primer mes de la estación de lluvias (Duellman 1978, Morales y McDiarmid 1996). Para asegurar que distintos sitios sean comparables, todo muestreo debe llevarse a cabo durante el mismo mes cada año de la duración del proyecto. Para estudios en los cuales el muestreo tiene el propósito de evaluar los efectos “antes/ después” de la disminución de anfibios, las muestras para ambos tratamientos deberán conducirse en la misma estación, bajo las mismas condiciones ambientales. Como mínimo, cada transecto en cada hábitat se debe sondear tres veces.

C. Tamaño de la muestra y poder estadístico. ¿Es el tamaño de la muestra lo suficientemente grande para poder detectar un cambio si éste existe? Si existe gran variación en las estimaciones de tamaño de las muestras y/o si hay pocas muestras, entonces tendremos habilidad limitada para detectar cambios poblacionales mayores que las fluctuaciones normales y los errores de muestreo. Estos factores tienen influencia sobre el poder estadístico de un análisis o sobre la habilidad para detectar diferencias cuando de hecho ocurren. Se recomienda consultar a un experto local en estadística para determinar el tamaño de muestra necesario para poder detectar cambios poblacionales mínimos, dada la variación medida en las muestras. También, consúltese el capítulo 4 de Heyer et al. (1994).

D. Equipo. Los inventarios de anfibios pueden realizarse con muy poco equipo. La lista de materiales que se necesitan depende del tipo de datos ambientales que se desea colectar y del tipo de mediciones que se planea tomar de las especies. Para establecer los transectos se necesitará una cinta métrica (5 o 100 metros), cinta de color para señalamiento y pluma de

tinta permanente para marcar el transecto a intervalos regulares. Una brújula será de utilidad para colocar el transecto y, a menos que se cuente con una unidad de GPS (Sistema de Posicionamiento Global), la brújula puede utilizarse en combinación con mapas topográficos para localizar las áreas de estudio.

Para inventariar anfibios adultos a lo largo de los transectos, se debe contar con una libreta de datos y lápices para registrar la información, calibradores o reglas para medir la longitud hocico-cloaca y pesas de resorte para medir la masa. Si es posible, es recomendable traer un termómetro para tomar las temperaturas del aire y/o del agua al inicio y final de cada transecto. Muchos investigadores usan linternas de cabeza o de mano para los censos nocturnos y botas de hule para censos acuáticos. Siempre deben acarrear baterías, focos y linternas adicionales. Las bolsas de plástico son necesarias para acarrear los animales al laboratorio para ser preservados, identificados o fotografiados.

Por lo general, las redes sumergibles son suficientes para el inventario de renacuajos en aguas bajas de riachuelos o charcas, pero las redes “D” con asidero largo o las redes barrederas serán necesarias para aguas profundas. Para la identificación de renacuajos puede requerirse de una lupa manual y viales de vidrio. Hemos encontrado que es efectivo colocar un renacuajo vivo dentro del vial y luego examinarlo con la lupa para determinar el número, tipo y disposición de las partes del cuerpo (especialmente las partes bucales, espiráculos y tubos cloacales).

V. RECOLECCION DE DATOS AMBIENTALES

La acumulación de mediciones abióticas es esencial para todo proyecto de muestreo que requiere comprender la correlación del medio ambiente con el cambio en las poblaciones. Exactamente cuáles variables ambientales deben medirse depende de las prioridades definidas en la fase de Planificación Estratégica del proyecto. No obstante, debido a que el comportamiento y la reproducción de los anfibios están fuertemente influenciados por las variables climáticas, se deberán coleccionar datos climatológicos al efectuar las muestras. Los datos a largo plazo de temperatura y precipitación en las áreas de estudio son también muy importantes para la interpretación de los datos del inventario. Los formularios muestra para datos de campo que se encuentran al final de este manual, proporcionan un ejemplo del tipo de datos climatológicos a registrarse durante el muestreo. Se pueden encontrar más detalles sobre el muestreo de datos ambientales en el capítulo 5 de Heyer et al. (1994)

VI. ANALISIS DE DATOS

Será preciso comenzar a analizar los datos tan pronto como se empiecen a reunir. El análisis de datos es importante para comunicar los resultados, descubrir errores en la captura de datos y obtener ideas sobre cómo mejorar el protocolo de muestreo. Los siguientes comentarios sugerirán ideas sobre cómo realizar análisis preliminares de los datos. Queda

fuera del alcance de este documento hacer una discusión detallada de los métodos estadísticos para datos de monitoreo (ver Heyer et al. 1994).

A. Listas de especies. ÄSerá necesario que durante cada visita se mantengan actualizados los datos sobre las especies encontradas y cuál fue la visita en la que se encontró cada especie por primera vez. A partir de esto podremos construir una curva de acumulación de especies, la cual puede indicar el índice de encuentro por visita. En caso de que ciertas especies empiecen a disminuir, estos datos servirán para documentar dicha tendencia.

B. Abundancia. ÄUna vez que se haya cuantificado el número de individuos por especie capturada, deberán calcularse, para cada inventario, el número por área censada (densidad) y el número de individuos capturados por periodo de búsqueda. Estos valores servirán de control para transectos de diferente longitud o duración y para equipos de diferente tamaño. Posteriormente, se podrá calcular el índice promedio de captura (por metro o por minuto) en cada transecto o en cada hábitat. Es conveniente incluir esta información en una tabla que resuma el esfuerzo y los resultados de cada sondeo (Apéndice VII). Estas correcciones permitirán comparaciones entre transectos, entre estaciones o entre años. Si ciertas especies empiezan a decrecer, será posible usar estos datos para documentar dicho patrón.

C. Fenología. ÄMediante observaciones de evidencia de todas las actividades reproductivas en el transcurso del año y los muestreos de larvas cada temporada, seremos capaces de determinar la fenología de reproducción de las especies más abundantes, así como el periodo de mayor reproducción para la fauna anfibia de la zona. Esto será de utilidad para determinar los tiempos óptimos para conducir inventarios futuros.

D. Interpretación de datos. ÄLa detección de tendencias a través del tiempo (estable, decreciente, creciente) en las poblaciones de anfibios ha sido una tarea desafiadora. Esto se debe a que el tamaño de las poblaciones de muchas especies, particularmente de ranas, fluctúa dramáticamente año con año (Pechmann et al. 1991). La amplia variación inducida por los números fluctuantes de individuos en temporada de apareamiento, hace que la detección de valores estadísticos significativos sea difícil. Los intentos de atacar este problema se han enfocado en el uso de análisis de poder, que determinan si los datos existentes son suficientes para proporcionar confianza estadística a la hipótesis de que no hubo cambio en el tamaño de la población a lo largo del tiempo (Reed y Blaustein 1995). Investigaciones recientes sugieren que se necesitan 10 a 20 años de datos anuales para determinar si hubo algún cambio real en el estado de una población (Hayes y Steidl 1997; S. Droege, comunicación personal). Ya que no hay información disponible sobre las dinámicas a largo plazo de las poblaciones de anfibios en zonas neotropicales, los proyectos de monitoreo de anfibios en estas regiones deberán operar por lo menos durante 10 años, con duración de 20 años como meta.

E. Estandarización y réplica. ÄLos resultados obtenidos de transectos lineales son, con frecuencia, altamente variables debido a las diferentes condiciones ambientales bajo las cuales se recorren los transectos y las imágenes de búsqueda y habilidad para identificar

especies de los miembros del equipo. Aunque es deseable estandarizar estas variables haciendo el recorrido de transectos sólo bajo condiciones climáticas similares y mediante el empleo de los mismos miembros del equipo, en la práctica no podremos seguir estos criterios. Por lo tanto, es de importancia crítica que se registren en las hojas de datos todos los datos ambientales y habilidades de los miembros del equipo. Los resultados deben interpretarse con cautela y las comparaciones directas sólo deben hacerse cuando las condiciones ambientales y habilidades del equipo sean similares.

VII. CONSIDERACIONES ESPECIALES

- A. Permisos.** Los requisitos para obtener permisos difieren de país a país. Recomendamos ponerse en contacto con el Departamento de Parques o Vida Silvestre local para obtener información sobre la documentación que se necesita para obtener permisos de investigación y colecta.
- B. Especímenes de museo.** Los especímenes son muestras de animales que sirven para documentar información permanentemente en una colección de museo. Tales especímenes y los datos correspondientes reunidos durante estudios de campo de anfibios y reptiles, particularmente en regiones donde la fauna es poco conocida, son críticos para la identificación correcta de los animales estudiados y para la verificación de los datos obtenidos en el estudio. Además, los especímenes de museo son críticos para una amplia variedad de estudios futuros. De valor particular son los especímenes con extenso material asociado, tal como muestras de tejidos, cromosomas, parásitos, fotografías y grabaciones de vocalizaciones. Tales especímenes completos permiten que muchos proyectos diferentes se encadenen en una red a través del espécimen físico. La identificación de especímenes es importante no sólo como documentación para la investigación, sino también para la evaluación de cambios originados por perturbaciones naturales o humanas. Por lo tanto, los especímenes de museo jugarán un papel importante en la investigación de la diversidad biológica. Recomendamos enfáticamente que se preserven especímenes con datos auxiliares de alta calidad.

Los especímenes de museo son siempre necesarios para brindar credibilidad científica a un inventario o proyecto de monitoreo. Los especímenes de museo sirven para documentar datos de manera física y permanente ya que (1) sirven para confirmar la identificación de anfibios y reptiles obtenidos y utilizados en un estudio y (2) aseguran que el estudio podrá repetirse, revisarse y reevaluarse correctamente. Los especímenes de museo son el único medio seguro para corroborar el origen de los datos acumulados mediante un estudio que se documentan en cualquiera de los informes de tal estudio.

Para poder cumplir su función de especímenes para estudios de monitoreo o inventario, todas las muestras deben documentarse detalladamente con localidad y otros datos relacionados relevantes. Los datos que acompañan a los especímenes de museo aumentan el valor de los mismos y hacen las identificaciones potencialmente más fáciles, pero tales datos

deben ser correctos. Los datos deberán anotarse con tinta permanente sobre papel de alta calidad. Deberá usarse hilo de algodón para atar la etiqueta a la extremidad posterior del espécimen (ranas, lagartijas, salamandras grandes) o alrededor de la parte central del cuerpo (serpientes, salamandras pequeñas, cecilias). Además de los datos completos sobre localidad en formato estándar y la información sobre procedimientos de muestreo y hábitat, la información mínima que se requiere para cada espécimen de museo incluye lo siguiente:

1. Designación única de la muestra. ÄEl colector asigna un número de campo único a cada espécimen o lote de larvas de anfibios obtenido en un determinado lugar y a una hora específica durante el inventario. El número se anota en una etiqueta de campo que se ata a animales jóvenes o adultos o se adhiere a un recipiente individual con huevos o larvas de anfibios.
2. Fecha y hora de colecta. ÄLa fecha y hora (reloj de 24 hrs.) en que el espécimen se colectó y la fecha de preparación (si es distinta) son esenciales. El mes debe escribirse completo (i.e., no en forma numérica o abreviada).
3. Nombre del colector. ÄEl colector es la persona (o personas) que recogió la muestra. El nombre del colector nunca debe abreviarse.
4. Localidad. ÄPaís; estado o provincia; parque o nombre del lugar; vereda, arroyo, poza; tipo de hábitat; coordenadas de GPS si se las conoce.
5. Identificación taxonómica. ÄDe ser posible, cada espécimen debe identificarse a nivel de género y especie. Sin embargo, este nivel de identificación con frecuencia es imposible en el campo; el nombre de familia u otro taxon (Hylidae, *Leptodactylus*) puede substituir al nombre científico hasta que el animal se identifique.
6. Mediciones estándar. Ä Si es posible discernir el sexo del espécimen, éste debe anotarse en el catálogo de campo. La longitud hocico-cloaca (LHC) y la longitud total (LT) deben registrarse en milímetros (mm), mientras que el peso debe registrarse en gramos (g).
7. Información adicional. ÄDe utilidad para la identificación son las anotaciones sobre el color cuando estaba vivo (color dorsal y ventral, otros patrones, las partes ocultas de las extremidades e ingle, color del iris), grabaciones de las vocalizaciones (de preferencia asociadas definitivamente con un espécimen de museo) y especímenes juveniles o larvas asociados con seguridad al espécimen. En general, un número pequeño de especímenes cuidadosamente preparados y con datos detallados se prefiere a una muestra grande, preparada pobremente y con datos inadecuados. El hecho de que exista una preparación asociada (e.g., muestra de tejido) u otros datos del espécimen (e.g., observaciones de comportamiento, grabación de vocalizaciones, fotografías) debe registrarse en el catálogo de campo, guardando relación con el número de identificación de campo único correspondiente al espécimen de museo.

C. Registros de vocalizaciones. ÄCuando los cantos de las ranas son grabados durante las investigaciones de campo, las cintas de grabación se convierten en una parte integral de la documentación y son, además, extremadamente útiles en la identificación de especies. Para poder servir como registro de museo, cualquier canto grabado debe acompañarse por un

especimen animal bien preservado y estar referenciado al número de identificación de campo único para tal espécimen. En este caso, el espécimen de museo está constituido tanto por el macho que ejecuta el canto como por la cinta grabada. Si el macho vocalizador elude la captura o escapa, este evento debe registrarse en las notas de campo y en la cinta. Por cada vocalización de rana que se grabe, la temperatura ambiente, fecha, hora y localidad deben grabarse también en la cinta.

- D. Almacenamiento de especímenes.** La preocupación primaria de todo biólogo responsable que forma colecciones es el mantenimiento a largo plazo de los especímenes junto con sus datos asociados, así como la disponibilidad de los mismos para su estudio por científicos calificados. Los especímenes de museo provenientes de inventarios faunísticos acompañados por notas de campo detalladas y documentación relacionada, tienen un valor científico casi incalculable. Estos especímenes deben almacenarse permanentemente como parte de una colección institucional segura que cuente con un compromiso a largo plazo fundamentado para conservar especímenes y ponerlos a la disposición de investigadores calificados para su estudio.
- E. Exámenes de diagnóstico y patología.** Las siguientes instrucciones se refieren a la colecta de anfibios saludables, enfermos o muertos para exámenes de diagnóstico. El mejor espécimen de diagnóstico es el anfibio vivo y enfermo; los anfibios muertos tienen uso limitado porque los animales acuáticos se descomponen mucho más rápido que los terrestres; esto significa que los anfibios muertos casi siempre tendrán gran cantidad de bacteria y hongos pudridores en todo el cuerpo. Esta rápida descomposición (autólisis) dificulta mucho la obtención de cultivos de bacterias y hongos significativos o únicos. Por lo tanto, los anfibios vivos son necesarios para obtener cultivos de bacterias y hongos; además, sólo de los anfibios vivos se puede obtener sangre para análisis. Si es necesario muestrear anfibios y luego sacrificarlos como parte de otros estudios, primero observe y registre su comportamiento. Si no existen anfibios enfermos disponibles, colecte cadáveres recientemente muertos y divídalos en dos grupos: aproximadamente la mitad (de preferencia los de muerte más reciente) para colocarse en formol al 10% después de abrir la cavidad corporal con una incisión recta a lo largo de la línea centro-ventral de la pared corporal (del esternón al hueso púbico); los otros anfibios muertos deben congelarse inmediatamente (para cultivos virales y posibles exámenes de veneno). En algunos casos, especialmente casos que involucran especies menos conocidas, será necesario suministrar anfibios vivos saludables como “control” o “base” para ayudar en la interpretación de hallazgos en los animales enfermos o muertos. Es posible que más de una enfermedad esté atacando a una población simultáneamente, por lo que siempre se recomienda el suministro de varios animales. Deben colectarse y enviarse especímenes que representen las especies afectadas y las zonas geográficas. De ser posible, se recomienda suministrar anfibios invasores (exóticos o introducidos) provenientes de los sitios problemáticos, aún si éstos parecen saludables o no afectados. Si cualesquiera otros anfibios endémicos (excepto especies amenazadas o en peligro de extinción), peces o reptiles se encuentran en el lugar, estos animales pueden también enviarse como parte de una investigación epizootiológica sobre la causa de mortalidad. Siempre que sea posible, debe evitarse mezclar animales vivos y muertos en el mismo recipiente, así como colocar especies múltiples en el mismo

recipiente (como excepción, es aceptable poner animales muertos de varias especies en un sólo frasco de formol).

Para las colectas de anfibios en el campo, debe llevarse una hielera con hielo para enfriar inmediatamente (asumiendo que el clima es cálido) a los anfibios. Congelar y descongelar dificulta el aislamiento de algunos organismos patógenos y por lo general daña los tejidos para la observación microscópica; por lo tanto, la guía sobre cuándo o si se deben congelar las muestras se proveerá para cada caso en particular. No obstante, si estando en el campo no se puede llamar o hacer el envío dentro de 24-36 horas, deberán congelarse y fijarse en formol números iguales de anfibios muertos y mantenerse fríos a los anfibios vivos. Coloque a los anfibios acuáticos vivos (cecilias, neotenos, renacuajos y larvas) en una bolsa de plástico grueso o en un recipiente sólido con tapadera para mantenerlos antes de enviarlos. Es muy importante asegurar que haya suficiente oxígeno en cada recipiente; se prefieren los recipientes que dejan espacio para que una amplia superficie de agua quede en contacto con el aire. Deberá haber por lo menos el mismo espacio ocupado por aire que el ocupado por agua en cada recipiente. Los anfibios terrestres deben colocarse en bolsas de plástico o botellas con agujeros en las tapaderas. Agregue una pequeña cantidad de substrato húmedo (pero no mojado) a cada recipiente, tal como vegetación acuática o emergente, hojas o musgo del lugar o toallas de papel sin blanquear (café). No deben usarse esponjas. Muchas son tóxicas (venenosas) para los anfibios acuáticos y terrestres. Los recipientes de plástico o bolsas deben etiquetarse, de preferencia con una pluma de tinta indeleble y punta del felpa o lápiz de cera que pueda borrarse para usar de nuevo el recipiente. Cada recipiente debe etiquetarse y cada etiqueta debe contener la siguiente información: especie, fecha de colecta, localidad (país, provincia o estado, condado o población y/o coordenadas de GPS), si se encontró muerto o se sacrificó, datos del colector (nombre, dirección, teléfono) e información adicional al reverso de la etiqueta.

Para preparar el envío debe seleccionarse una hielera de paredes duras o de hielo seco colocada dentro de una caja de cartón. Cubra la hielera con una bolsa de plástico grande. Empaque las bolsas o recipientes individuales con anfibios junto a hielo azul congelado para mantener fríos los cadáveres. De ser posible, coloque las bolsas de plástico con cierre de seguridad en un recipiente duro para evitar que las bolsas se desplacen y abran. El hielo azul es mejor que el hielo húmedo para evitar goteo durante el envío. Si los anfibios están vivos, los recipientes deben empacarse de tal forma que se permita la circulación de aire alrededor de las tapaderas. Coloque periódico arrugado o algún material absorbente similar en la hielera con las bolsas, con el fin de evitar movimiento, mantener el hielo en contacto con los cadáveres, proveer aislamiento y absorber líquidos. Asegure la hielera o la caja con cinta adhesiva y coloque una etiqueta (ver la información sobre contactos abajo). Nótese que además de la dirección del *National Wildlife Health Center* (NWHC), es necesario agregar la anotación "ESPECIMENES DE DIAGNOSTICO - VIDA SILVESTRE". Esta etiqueta dirigirá las hieleras con especímenes hacia nuestra entrada de necropsia. Comuníquese con NWHC por teléfono o fax antes de enviar los animales usando el servicio de un día a otro y después del envío para confirmar el tiempo aproximado de llegada. Ver el apéndice sobre contactos de información de NWHC.

- F. Asuntos de seguridad.** ÄRecomendamos que todo trabajo se realice por equipos de dos o más personas con el fin de minimizar accidentes, especialmente en lugares remotos. Los investigadores siempre deben llevar linternas, focos y baterías extra. En lugares donde existen serpientes venenosas, el equipo debe contar ya sea con materiales antivenenosos e instrucciones de uso o tener acceso a un hospital cercano (a unas 4-6 horas de manejo).
- G. Bioseguridad.** ÄLa bioseguridad, que consiste en reducir la expansión de una enfermedad, debe tomarse en consideración en cualquier sitio donde haya animales muertos o moribundos. La bioseguridad implica tres aspectos igualmente importantes: seguridad para los humanos en la zona, descontaminación o desinfección del material de campo (especialmente las botas y redes) para prevenir el esparcimiento del posible agente infeccioso a otros lugares y otras poblaciones de animales y una cuidadosa cuarentena (aislamiento) de animales vivos enfermos para proteger a otras poblaciones en el campo y en el laboratorio. Primero debe observarse si hay animales enfermos y muertos que pertenezcan a más de una Clase y Phylum de vertebrados (i.e., aves, ranas, peces, caracoles, insectos, etc.); de ser así, quiere decir que hay una mucho mayor probabilidad de que la mortalidad se deba a una toxina (veneno) y debe usarse la más alta precaución al entrar en el área, ya que los mamíferos (i.e., los investigadores de campo) pueden también envenenarse.

En segundo lugar, si sólo los anfibios (o anfibios y peces) están afectados, hay mayor probabilidad de que la mortalidad se deba a una enfermedad infecciosa; entonces, será importante lavar y desinfectar todo el material de campo que estuvo en contacto con animales y agua superficial (i.e., botas, guantes de hule, redes, trampas para pecillos, tripiés, instrumentos para calidad del agua, etc.), lo cual puede también incluir llantas y guardafangos de vehículos que pasaron sobre aguas superficiales del lugar. La desinfección puede efectuarse fácilmente poniendo 4 onzas de blanqueador en un galón de agua limpia y utilizando esta solución para enjuagar todo el equipo de campo antes de dirigirse a otro lugar. Para este proceso de desinfección, se recomienda usar un cepillo de asa larga y un balde de 5-10 galones, los cuales pueden considerarse como equipo estándar para investigadores de campo que visitan sitios infectados.

En tercer lugar, los anfibios (muertos o vivos) provenientes de un lugar afectado deben considerarse especímenes contagiosos; tales animales vivos o cadáveres nunca deben liberarse o desecharse en otros lugares y no deben llevarse a laboratorios donde existan otros anfibios, peces o reptiles. Finalmente, los investigadores de campo deben tomar simples precauciones sanitarias cuando manejen anfibios enfermos o muertos (así como peces y reptiles): deben usar guantes de hule o guantes desechables. Si no se cuenta con guantes, pueden insertarse las manos dentro de bolsas para especímenes, volteadas al revés al coleccionar un animal y luego envolver la bolsa alrededor del animal.

- H. Comunicación.** ÄAlgunos de los avances más importantes en el estudio de la disminución de anfibios han resultado de la comunicación de observaciones y resultados (con frecuencia a través de medios comunicativos establecidos, pero también mediante reuniones científicas). El boletín oficial de *Declining Amphibian Population Task Force*

(*DAPTF*) (Fuerza de Trabajo en la Disminución de Poblaciones Anfibias; <http://www.telematic.edu.pe/users/awsalas/>), denominado FROGLOG (<http://acs-info.open.ac.uk/info/newsletters/FROGLOG.html>), está disponible para la diseminación de resultados de monitoreo de anfibios y puede actuar como medio para atraer colaboraciones. El *amphibian decline listserver* disemina información y preguntas a sus lectores. Ambas fuentes están primordialmente al alcance de otros científicos. Para comunicarse con el público, tal vez sea necesario llamar a las estaciones de radio, televisión o periódico locales o hacer presentaciones a grupos de estudiantes, instituciones locales o en reuniones del gobierno local.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anzalone, C. R., L. B. Kats, y M. S. Gordon. 1998. Effects of solar UV-B radiation on embryonic development in *Hyla cadaverina*, *Hyla regilla*, and *Taricha torosa*. *Conservation Biology* 12:646-653.
- Beebee, T. J. C. 1995. Amphibian breeding and climate. *Nature* 374:219-220.
- Beebee, T. J. C., R. J. Flower, A. C. Stevenson, S. T. Patrick, P. G. Appleby, C. Fletcher, C. Marsh, J. Natkanski, B. Rippey, R. W. Battarbee. 1990. Decline of the natterjack toad *Bufo calamita* in Britain: Paleoeological, documentary and experimental evidence for breeding site acidification. *Biological Conservation* 53:1-20.
- Berger, L., R. Speare, P. Daszak, D. E. Green, A. A. Cunningham, C. L. Goggin, R. Slocombe, M. A. Ragan, A. D. Hyatt, K. R. McDonald, H. B. Hines, K. R. Lips, G. Marantelli, y H. Parkes. 1998. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rainforests of Australia and Central America. *Proceedings of the National Academy of Science (USA)* 95:9031-9036.
- Bishop, C. et al. 1994. A proposed North American amphibian monitoring program. Unpublished report, U.S Program, IUCN Declining Amphibian Population Task Force.
- Blaustein, A. R., B. Edmond, J. M. Kiesecker, J. J. Beatty, y D. G. Hokit. 1995. Ambient ultraviolet radiation causes mortality in salamander eggs. *Ecological Applications* 5:740-743.
- Blaustein, A. R., P. D. Hoffman, J. M. Kiesecker, y J. B. Hays. 1996. DNA repair activity and resistance to solar UV-B radiation in eggs of the red-legged frog. *Conservation Biology* 10:1398-1402.
- Blaustein, A. R., P. D. Hoffman, D. G. Hokit, J. F. Kiesecker, S. C. Walls, y J. B. Hays. 1994a. UV repair and resistance to solar UV-B in amphibian eggs: a link to population declines? *Proceedings of the National Academy of Science (USA)* 91:1791-1795.
- Blaustein, A. R., D. G. Hokit, R. K. O'Hara, y R. A. Holt. 1994b. Pathogenic fungus contributes to amphibian losses in the Pacific Northwest. *Biological Conservation* 67:251-254.
- Blaustein, A. R., J. M. Kiesecker, D. P. Chivers, D. G. Hokit, A. Marco, L.K. Belden, y A. Hatch. 1998. Effects of ultraviolet radiation on amphibians: field experiments. *American Zoologist* 38:799-8112.
- Blaustein, A. R. y D. B. Wake. 1990. Declining amphibian populations: a global phenomenon? *Trends in Ecology and Evolution* 5:203.
- Blaustein, A. R. y D. B. Wake 1995. The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American* 272:52-57.
- Blaustein, A. R., D. B. Wake, y W.P. Sousa. 1994c. Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology* 8:60-71.
- Bradford, D. F., F. Tabatabai, y D. M. Graber. 1993. Isolation of remaining populations of the native frog, *Rana muscosa*, in Sequoia and Kings Canyon National Parks, Calif. *Cons. Biology* 7:883-888.
- Burton, T. M. y G. E. Likens. 1975a. Energy flow and nutrient cycling in salamander populations in the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. *Ecology* 56:1068-1080.
- Burton, T. M. y G. E. Likens. 1975b. Salamander populations and biomass in the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. *Copeia* 1975:541-546.
- Bury, R. B. y J. A. Whelan. 1984. Ecology and Management of the bullfrog. Resource Publication 155. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
- Carey, C. 1993. Hypothesis concerning the causes of the disappearance of boreal toads from the mountains of Colorado. *Conservation Biology* 7:35-362.
- Carey, Cynthia, Nicholas Cohen, y Louise Rollins-Smith. 1999. Amphibian declines: an immunological perspective. *Developmental and Comparative Immunology* 23:459-472.
- Crump, M. L., F. R. Hensley, y K. L. Clark. 1992. Apparent decline of the golden toad: underground or extinct? *Copeia* 1992:413-420.

- Cunningham, A. A., T. E. S. Langton, P. M. Bennett, J. F. Lewin, S. E. N. Drury, R. T. E. Gough, y S. K. MacGregor. 1996. Pathological and microbiological findings from incidents of unusual mortality of the common frogs (*Rana temporaria*). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 351:1539-1557.
- Davis, G. E. 1989. Design of a long-term ecological monitoring program for Channel Islands National Park, California. *Natural Areas Journal* 9: 80-89.
- Davis, G. E. y W. L. Halvorson. 1988. Inventory and monitoring of natural resources of Channel Islands National Park, California. National Park Service, Ventura, CA. pp 31.
- Drost, C. A. y G. M. Fellers. 1996. Collapse of a regional frog fauna in the Yosemite Area of the California Sierra Nevada, USA. *Conservation Biology* 10:414-425.
- Duellman, W.E. 1978. The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publications 65:1-352.
- Durrell, L. 1986. *State of the ark*. Doubleday, Garden City, New York.
- Fisher, R. N. y H. B. Shaffer. 1996. The decline of amphibians in California's Great Central Valley. *Conservation Biology* 10:1387-1397.
- Gibbs, E.L., G.W. Nance, y M.B. Emmons. 1971. The live frog is almost dead. *BioScience* 21:1027-1034.
- Grenard, S. 1994. *Medical herpetology*. Reptile and Amphibian Magazine, a Division of NG Publishing, Inc., Pottsville, PA.
- Halvorson, W. H. y G. E. Davis. [eds.] 1996. *Science and Ecosystem Management in the National Parks*. University of Arizona Press. 384 p.
- Harte, J. y E. Hoffman. 1989. Possible effects of acidic deposition on a Rocky Mountain population of the tiger salamander *Ambystoma tigrinum*. *Conservation Biology* 3:149-158.
- Hayes, J.P., y R.J. Steidl. 1997. Statistical power analysis and amphibian population trends. *Conservation Biology* 11: 273-275.
- Hedges, S. B. 1993. Global amphibian declines: a perspective from the Caribbean. *Biodiversity and Conservation* 2:290-303.
- Heyer, W. R., A. S. Rand, C. A. Goncalvez da Cruz, y O. L. Peixoto. 1988. Decimations, extinctions, and colonizations of frog populations in southeast Brazil and their evolutionary implications. *Biotropica* 20:230-235.
- Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, y M. S. Foster. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Jancovich, J. K., E. W. Davidson, J. F. Morado, B. L. Jacobs, y J. P. Collins. 1997. Isolation of a lethal virus from the endangered tiger salamander *Ambystoma tigrinum stebbinsi*. *Diseases of Aquatic Organisms* 31:161-167.
- Jennings, M. R. y M. P. Hayes. 1985. Pre-1900 overharvest of the California red-legged frog (*Rana aurora draytonii*): The inducement for bullfrog (*Rana catesbeiana*) introduction. *Herpetolog.* 41:94-103.
- Joglar, R. L. y P. A. Burrowes. 1996. Declining amphibian populations in Puerto Rico. Pp. 371-380 In Powell, R. and R. W. Henderson (Eds.), *Contributions to West Indian Herpetology: a tribute to Albert Schwartz*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Ithaca, NY.
- Kagarise-Sherman, C. y M. L. Morton. 1993. Population declines of Yosemite toads in the eastern Sierra Nevada of California. *Journal of Herpetology* 27:186-198.
- Kiesecker, J. M. y A. R. Blaustein. 1995. Synergism between UV-B radiation and a pathogen magnifies amphibian mortality in nature. *Proceedings of the National Academy of Science (USA)* 92:11049-11052.
- Laurance, W. F., K. R. McDonald, y R. Speare. 1996. Epidemic disease and the catastrophic decline of Australian rain forest frogs. *Conservation Biology* 10:406-413.
- La Marca, E. y H. P. Reinhthaler. 1991. Population changes in *Atelopus* species of the Cordillera de Merida, Venezuela. *Herpetological Review* 22:125-128.
- Lips, K. R. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conservation Biology* 12:106-117.
- Lips, K. R. 1999. Mass mortality of the anuran fauna at an upland site in Panama. *Conservation Biology* 13:117-125.
- Lizana, M. y E. M. Pedraza. 1998. The effects of UV-B radiation on toad mortality in mountainous areas of Central Spain. *Conservation Biology* 12:703-707.

- Long, L. E., L. E. Saylor, y M. E. Soulé. 1995. A pH-UV-B synergism in amphibians. *Conservation Biology* 9:1301-1303.
- Lynch, J. D. y T. Grant. 1998. Dying frogs in western Colombia: catastrophe or trivial observation? *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 22(82):149-152.
- Morales, V.R., y R.W. McDiarmid. 1996. Annotated checklist of the amphibians and reptiles of Pakitza, Manu National Park Reserve Zone, with comments on the herpetofauna of Madre de Dios, Peru. Pages 503-522 In D.E. Wilson and A. Sandoval (editors) Manu. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Odum, E. P. 1989. *Ecology and Our Endangered Life-support Systems*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Mass. pp. 283.
- Pearman, P.B., A.M. Valasco, y A. Lopez. 1995. Tropical amphibian monitoring: a comparison of methods for detecting inter-site variation in species composition. *Herpetologica* 51: 325-337.
- Pechman, J. H. K. y H. M. Wilbur. 1994. Putting declining amphibian populations in perspective: Natural fluctuations and human impacts. *Herpetologica* 50:65-84.
- Pechmann, J. H., D. E. Scott, R. D. Semlitsch, J. P. Caldwell, L. J. Vitt, y J. W. Gibbons. 1991. Declining amphibian populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuations. *Science* 253:892-895.
- Pounds, J. A. y M. L. Crump. 1994. Amphibian declines and climate disturbance; the case of the golden toad and the harlequin frog. *Conservation Biology* 8:72-85.
- Pounds, J. A., M. P. Fogden, J. M. Savage, y G. C. Gorman. 1997. Test of null models for amphibian declines on a tropical mountain. *Conservation Biology* 11:1307-22.
- Pounds, J. A., M. P. Fogden, y J. H. Campbell. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398:611-615.
- Reaser, J. K. 1996. The elucidation of amphibian declines: are amphibian populations disappearing? *Amphibian and Reptile Conservation* 1:4-9.
- Reed, J. M., y A. R. Blaustein. 1995. Assessment of nondeclining amphibian populations using power analysis. *Conservation Biology* 9: 1299-1300.
- Richards, D. V. y G. E. Davis. 1993. Early warnings of modern population collapse of black abalone, *Haliotis cracherodii* Leach 1814, on the California Channel Islands. *Journal of Shellfish Research* 12: 189-194.
- Richards, S. J., K. R. McDonald, y R. A. Alford. 1993. Declines in populations of Australia's endemic tropical rainforest frogs. *Pacific Conservation Biology* 1:66-77.
- Scott, N. J. Jr. 1993. Postmetamorphic death syndrome. *Froglog* 7:1-2.
- Smith, M. 1953. The shortage of toads and frogs: Is it due to the demands of hospitals and teaching centers? *County Life* 114:770-771.
- Sparling, D. W. 1995. Acidic deposition: a review of biological effects. Pages 301-32 In D. J. Hoffman, B. A. Rattner, G. A. Burton, Jr. y J. Cairns, Jr. (eds.). *Handbook of ecotoxicology*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Stebbins, R. C. y N. W. Cohen. 1995. *A natural history of amphibians*. Princeton University Press, New Jersey.
- Tyler, M. J. 1991. Declining amphibian populations – a global phenomenon? *Alytes* 9:43-50.
- Wake, D. B. 1998. Action on amphibians. *Trends in Ecology and Evolution* 13:379-380.
- Weygoldt, P. 1989. Changes in the composition of mountain stream frog communities in the Atlantic mountains of Brazil: frogs as indicators of environmental deteriorations? *Studies of Neotropical Fauna and Environment* 243:249-255.
- Wilcove, D. 1999. *The condor's shadow : The loss and recovery of wildlife in America*. W. H. Freeman & Co., San Francisco, CA.
- Wilson, L. D. y J. R. McCranie. 1998. Amphibian population decline in a Honduran national park. *Froglog* 25:1-2.
- Zimmerman, B.L. 1994. Audio strip transects. Pages 92-97 In W.R.Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek, and M.S. Foster (Editors). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

IX. APENDICES

1. Contactos de información

A. Patólogos para el análisis de ranas muertas o moribundas:

Kathy Converse & David Green

USGS, National Wildlife Health Center
6006 Schroeder Road, Madison WI 53711-6223
USA

Oficina: 608-270-2400 ; Dr. Green: 608-270-2482

Fax: 608-270-2415

Rick Speare & Lee Berger

Dept of Public Health and Tropical Medicine
James Cook University
Townsville 4811
Australia

Tel: -61-(0)7-47225777

fax: -61-(0)7-47225788

richard.speare@jcu.edu.au

lee.berger@dah.csiro.au

B. Ecotoxicólogos para el examen de cadáveres en busca de químicos contaminantes:

Val Beasley

Department of Vet Biosciences
College of Veterinary Medicine
3814 VMBSC

2001 So. Lincoln Ave.

Urbana, IL 61802

(217) 333-2506

vbeasley@cvm.uiuc.edu

C. Expertos en el cultivo del hongo (lo que es asociado con mortalidad de ranas):

Joyce Longcore

Deering Hall #5722

University of Maine

Orono, ME 04469-5722

Tel: 207-581-4396

Longcore@maine.maine.edu

Zuleyka Maynard

Smithsonian Tropical Research Institute - BCI

Unidad 0948

APO AA 34002-0948

Panamá
Maynardz@bci.si.edu
Tel: 507-616-2583

Allan Pessier
Zoological Society of San Diego
P.O. Box 120551
San Diego, CA 92112-0551
Tel: (619) 557-3936
Fax: (619) 230-1256
Apessier@sandiegozoo.org

D. Miembros del equipo viajero de la *National Science Foundation* y huéspedes locales de series de talleres:

Alonso Aguirre
Tufts University
Center for Conservation Medicine
200 Westboro Road
North Grafton, MA 01536
aguirre@wpti.org
508-887-4906
Epidemiología de vida silvestre

Rogelio Cedeno Vásquez
El Colegio de la Frontera Sur
Apdo. Postal 424
Cod. Postal 77000
Chetumal, Quintana Roo
México
rcedev@ecosur-qroo.mx
529 83-21666
Herpetofauna

Luis S. Coloma
Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Av. 12 de Octubre, entre Patria y Veintimilla
Quito
Ecuador
lcoloma@puceuo.puce.edu.ec
593-2 565-627
Herpetofauna

Roberto Ibáñez
Smithsonian Tropical Research Institute
Unidad 0948
APO AA 34002-0948
Panamá
ibanezr@tivoli.si.edu
507-227-6022
Herpetofauna

Karen R. Lips
Dept. of Zoology
Southern Illinois University
Carbondale, IL 62901-6501
USA
klips@zoology.siu.edu
618-453-5445
Herpetofauna

Andres Merino V.
Museo de Zoología
Dept. De Ciencias Biológicas
Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Casilla 17-01-2184
593-2 509-573
Quito, Ecuador
Andresmerino@hotmail.com
Herpetofauna, epidemiología

John (Jack) Meyer

Navajo Natural Heritage Program
PO Box 1480
Window Rock, AZ 86515
USA
jraymeyer@hotmail.com
(520) 871-7059
Monitoreo de anfibios

Jamie K. Reaser

U.S. Dept. of State
OES/ETC
Washington, DC 20520
USA
sprgpeeper@aol.com
202-647-2151
Herpetología, sección internacional

Antonio W. Salas

Jr. Moreno Alcalá 241
Lima – 41
Perú
awsalas@telematic.edu.pe
51(1)346-1923
Bases de datos y estadística

Bruce E. Young

The Nature Conservancy
4245 N. Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1606
USA
byoung@tnc.org
703-841-4214
Zoólogo para América Latina

2. Fuentes de financiamiento para proyectos de monitoreo de anfibios en América Latina

Existen numerosas instituciones que proporcionan fondos para proyectos que podrían incluir el inventario o monitoreo de anfibios. Ninguna institución comprometerá su apoyo a largo plazo para un programa de monitoreo; no obstante, proyectos tales como un programa inicial de inventario o evaluación o periodos cortos de monitoreo, son financiables. Cada agencia donante tiene su propio énfasis, por lo que deben leerse con cuidado las instrucciones para propuestas con el fin de asegurar que la propuesta se adapte a los requerimientos de la agencia a la cual se envía.

Ademas de las agencias donantes, existen otros fuentes de financiamiento. Si uno es creativo, se puede aprovechar de las evaluaciones de impacto ambiental, ingresos de ecoturismo, programas de reforestación, y currícula universitaria. Todos estos representan oportunidades viables y con posibilidades de sostenimiento a largo plazo.

Para empezar, existe el sitio internet de “Simbiota” (<http://wildlife.wisc.edu/simbiota/index.html>), un programa administrado por estudiantes de la Universidad de Wisconsin para ayudar a biólogos y conservacionistas latinoamericanos a obtener fondos financieros para sus proyectos. Además de presentar una lista completa de agencias donantes, el sitio también proporciona valiosas claves sobre cómo preparar una propuesta.

El siguiente lugar donde buscar es el sitio internet de *International Grant Programs* de la *Society for the Study of Amphibians and Reptiles* (Programas de Otorgamiento Internacional de la Sociedad para el Estudio de los Anfibios y Reptiles), localizado en http://www.ukans.edu/~ssar/int_grt.html. Aunque este sitio internet está en inglés, proporciona información sobre instituciones que específicamente apoyan investigaciones fuera de los Estados Unidos.

La siguiente es una lista de fuentes adicionales de financiamiento que no se encuentran actualmente en ninguna de las fuentes ya mencionadas.

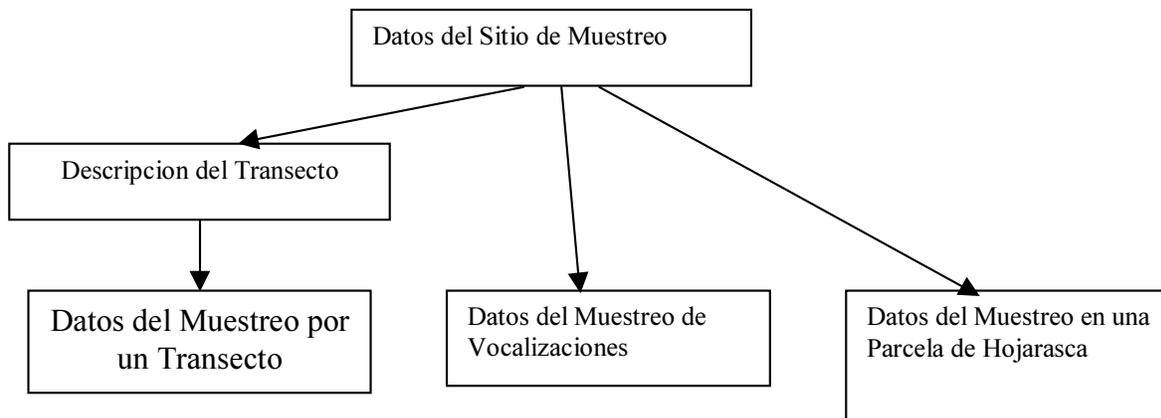
- Título de la donación:** The 100% Fund.
Otorgada por: Flora & Fauna International.
Cantidad: Hasta £5,000.
Elegibilidad: Los proyectos deberán dirigirse a la conservación de especies amenazadas de animales y plantas silvestres a nivel mundial, escogiendo soluciones sustentables, basadas en ciencia bien fundamentada y que tomen en consideración las necesidades humanas.
- Restricciones:** No apoyan el trabajo de tesis de estudiantes.
Descripción: La fundación apoya proyectos de conservación a pequeña escala en cualquier parte del mundo que se relacionen con la protección de especies en peligro de extinción. Se favorecen los proyectos que cumplan las recomendaciones de los Planes de Acción o Estrategias para la Biodiversidad Nacional de la UICN, que se enfoquen en taxa poco estudiados y que tengan un alto nivel de participación y educación ambiental local.
- Fecha límite:** 1o. de abril, 1o. de agosto, 1o. de diciembre.
Dirección: 100% Fund Manager
Flora & Fauna International
Great Eastern House
Tenison Road
Cambridge, CB1 2DT
United Kingdom
- Título de la donación:** James F. Lynch Conservation Biology Fund.
Otorgada por: Smithsonian Environmental Research Center.
Cantidad: Escribir para obtener información actual.
Elegibilidad: Estudiantes e investigadores.
Restricciones: América Central y Africa Oriental.
Descripción: La fundación se está creando. Escribir para obtener información.
Fecha límite: El primer otorgamiento se hizo en 1999.
Dirección: James F. Lynch Conservation Biology Fund
Jeanine Robert
Smithsonian Environmental Research Center
PO Box 28
Edgewater, MD 21037
- Título de la donación:** Seed Grants
Otorgada por: Declining Amphibian Populations Task Force
Cantidad: Hasta \$2000 US dólares.
Elegibilidad: Individuos e instituciones.

- Restricciones:** Investigación relacionada con el decrecimiento de poblaciones de anfibios.
- Descripción:** El financiamiento está diseñado para iniciar proyectos que puedan alcanzar una mejor posición para obtener dinero de otras fuentes. Comunicarse con DAPTF para obtener información más detallada.
- Fecha límite:** 31 de octubre.
- Dirección:** Tim Halliday
Department of Biological Sciences
The Open University
Walton Hall
Milton Keynes, MK7 6AA
United Kingdom
- Título de la donación:** Lincoln Park Zoo Neotropic Fund.
- Otorgada por:** Lincoln Park Zoo.
- Cantidad:** Hasta \$7,500 US dólares.
- Elegibilidad:** Estudiantes graduados de América Latina y otros investigadores jóvenes.
- Restricciones:** 12-24 meses de apoyo.
- Descripción:** El enfoque es la biología de la conservación.
- Fecha límite:** 1o. de septiembre.
- Dirección:** Lincoln Park Zoo Scott Neotropic Fund
c/o Director of Conservation and Science
Lincoln Park Zoo
Chicago, IL 60614
steveed@ix.netcom.com
<http://www.lpzoo.com>
- Título de la donación:** PeaceFrogs
- Otorgada por:** Organization for Tropical Studies/ Organizacion para Estudios Tropicales
- Cantidad:** Hasta \$3000 US dólares.
- Elegibilidad:** Solo para el apoyo del trabajo de tesis de estudiantes graduados de América Latina o los Estados Unidos.
- Restricciones:** Solo para miembros del consorcio de OET o egresados de un curso OET.
- Descripción:** El enfoque es para estudios herpetológicos, sobre todo los de la conservación de especies amenazadas. Comunicarse con OET para obtener información más detallada (www.ots.duke.edu).
- Fecha límite:** 15 de setiembre y 15 de enero.
- Dirección:** Academic Director
OTS-North American Office
Box 90630
Durham NC 27708-0630
Nao@duke.edu

3. Instrucciones para los formularios de campo

Es muy importante escribir en los formularios para datos de campo claramente y en letra de tamaño lo suficientemente grande para poderse leer con facilidad. Se puede usar lápiz oscuro o, de preferencia, tinta permanente. **NO USE PLUMAS DE PUNTO REDONDO**; su tinta se corre y hace ilegible cuando se moja. Mejor aún es fotocopiar los formularios en papel a prueba de agua, para que tanto los formularios como la información se mantengan inteligibles sin importar qué condiciones climáticas se confronten en el campo. Trate de abreviar lo menos posible y, cuando lo haga, utilice sólo abreviaturas estándar. Anote claramente en los formularios cualquier cosa que contribuya a la recolección o análisis de datos. Cuando mantenga un espécimen como registro de museo, debe asegurar que el número de identificación de campo que se le asignó en el catálogo de campo se anote en el registro de hoja de datos al tiempo de su captura, para facilitar y hacer más precisa la verificación de datos. Las hojas de datos deben mantenerse en un lugar seguro y seco, aún después de haber copiado los datos a una hoja tabular. Las hojas de datos deben archivar, con el fin de poderse revisar en el futuro si llegan a surgir preguntas acerca de los datos durante el análisis en este proyecto o en investigaciones futuras no previstas a las cuales se apliquen estos datos.

Los formularios para datos de campo se desarrollaron con la idea de representar una jerarquía informativa. Se presume que un equipo de investigación elegirá uno o más lugares como base del monitoreo. El lugar puede ser un parque nacional u otra área protegida. Dentro de dicho lugar se hará el inventario de uno o más transectos, parcelas de hojarasca o humedales (para el inventario de ranas en época de apareamiento). Se regresará una y otra vez al mismo transecto o humedal, pero una parcela de hojarasca siempre se muestreará de manera ligeramente distinta (debido al daño causado en la parcela durante el muestreo). Por lo tanto, deberá llenarse un formulario de “Datos del Sitio de Muestreo” una sola vez para cada sitio y un formulario de “Descripción del Transecto” una sola vez para cada transecto. Cada vez que se visite una área de muestreo (transecto, humedal o parcela) deberá llenarse el formulario adecuado (“Datos del Muestreo por Transecto”, “Datos del Muestreo de Vocalizaciones”, or “Datos del Muestreo en una Parcela de Hojarasca”) con los datos recogidos durante esa visita. La jerarquía se ilustra de la siguiente manera:



Llenado de los formularios de campo

Los formularios para datos de campo se diseñaron para explicarse por sí mismos. Las descripciones siguientes proporcionan instrucciones específicas para la información que se pide en ciertos campos que pueden presentar dudas. Para aquellos campos donde aparecen las respuestas posibles, se deberá escoger la respuesta que mejor se aplique a la situación particular. Subrayamos aquí los campos para los cuales más de una respuesta es aceptable.

Datos del Sitio de Muestreo

Este formulario proporciona la información básica sobre el lugar y la persona que administra el proyecto. Ya que este formulario es para el lugar (parcela de bosque, reserva, parque nacional o cualquiera que sea la unidad territorial usada para describir el lugar donde se lleva a cabo el muestreo), las mediciones tomadas deben ser valores promedio para el sitio completo.

Nombre corto del lugar: El nombre corto del lugar (<12 caracteres) es muy importante para referenciar todos los formularios de datos sobre el mismo lugar. Debe usarse exactamente el mismo nombre corto en cada formulario.

Datos de GPS: Deben registrarse las coordenadas UTM del lugar redondeando a dos decimales. Si no se tiene acceso a una unidad de GPS, las coordenadas UTM pueden obtenerse de un mapa topográfico. Registre un punto que represente el centro del lugar que se describe en este formulario. Si se usa un GPS, registre también la zona UTM para esa localidad. Si no está familiarizado con la definición de zonas UTM, vea el manual que acompaña a la unidad GPS para obtener mayor información.

Topografía: Registre un valor promedio para cada variable.

Hábitat cerca del área de muestreo, clase(s) de epífitas, clase(s) de agua superficial: Circule todas las que se apliquen.

Altura de la vegetación: Se refiere a la altura promedio de la vegetación.

Descripción del transecto

Este formulario permite registrar información general sobre el transecto que permanecerá constante durante cada muestreo. Llene este formulario una vez por cada transecto en el lugar, ya sea que haga una inspección terrestre por encuentro visual, una inspección acuática de encuentro visual o un transecto auditivo.

Nombre corto del sitio: Use el mismo nombre corto del formulario de “Datos del Sitio de Muestreo”.

Nombre del transecto: Elija un nombre corto para referirse a este transecto. Use este nombre en el formulario de datos de inventario de campo.

Descripción del hábitat: Si existen diferencias significativas a lo largo del transecto o vereda, describa los hábitats de las secciones principales del mismo. Por ejemplo: los primeros 300 m son de bosque nublado, 300-800 m de pantano de palmas, 800-1500 m de bosque de bambú.

Descripción y ubicación del agua superficial a lo largo del transecto: Por ejemplo: pequeño arroyo rápido a 125 m, manantial a 250 m, pantano húmedo de palmas a 300-750 m, pantano seco de palmas a 750-800 m, charca al lado oeste de la vereda a 975 m, revolcadero de tapir a 1125 m, laguna a 1250-1300 m.

Otras observaciones del transecto que pueden influir los resultados del muestreo: Registre cualquier otro tipo de información que influya los resultados del muestreo o que sea de interés ecológico. Por ejemplo, grandes aberturas de luz debido al derrumbe de árboles, abundancia de epífitas, montículos de hormigas corta-hojas.

Datos del Muestreo por Transecto

Use este formulario para las inspecciones terrestres por encuentro visual, inspecciones acuáticas por encuentro visual o transectos auditivos. Si este es un transecto auditivo, algunos datos de observación quedarán en blanco (IEV, peso, substrato).

Nombre corto del sitio: Use el mismo nombre corto que se utilizó en el formulario “Datos del Sitio de Muestreo”.

Nombre del transecto: Use el mismo nombre utilizado en el formulario “Descripción del Transecto”.

Temp. Aire: Mida la temperatura del aire a un metro por encima del suelo en el hábitat que se está muestreando, aproximadamente a la misma hora del muestreo.

Temp. Agua: Mida la temperatura del agua por lo menos a 0.5 metros de la orilla del cuerpo de agua.

Precipitación en los últimos días: ¿Cuánta lluvia ha caído aproximadamente durante los últimos 3-4 días?

Transecto: Distancia total: La distancia real que se muestreó el día de hoy. Esta distancia no debe ser mayor que la longitud del transecto registrado en el formulario “Descripción del Transecto”.

Transecto: Ancho: ¿A qué distancia a ambos lados del transecto se trató de localizar anfibios? Por ejemplo, si se hace una búsqueda visual cubriendo 3 metros a cada lado del transecto, el ancho es 6 metros.

Nivel del agua: En comparación con la medida promedio ¿qué tan profundo es el nivel del agua hoy?

Observaciones: Especie: Género y especie.

Observaciones: Sexo: No siempre se reconoce. Si usted puede determinar el sexo del animal, indique la fuente de información (hembras: acarrea huevos; machos: glándulas en el mentón, espinas en el dedo pulgar, vocalizaciones).

Observaciones: Longitud hocico-cloaca del animal, medida de la punta de la boca al límite posterior de la cloaca.

Observaciones: Peso del animal: Este debe pesarse dentro de una pequeña bolsa de plástico o de red usando una báscula de muelle (e.g. Pesola). Asegúrese de pesar la bolsa al principio del transecto y después de que se humedezca o llene de otros materiales.

Observaciones: Actividad: ¿Qué estaba haciendo el animal antes de ser capturado? ¿vocalizando? ¿estaba solo? ¿en amplexo? ¿nadando? ¿peleando? ¿durmiendo? Si este es un transecto auditivo, registre aquí el código de actividad (1 para machos solitarios; 2 para un coro de 2-5 machos; 3 para un coro de 6-10 machos; 4 para coros de más de 10).

Observaciones: Substrato: ¿Dónde estaba el animal cuando lo vió? Si en el suelo: ¿en qué tipo de substrato? ¿a qué distancia del agua?; si en la vegetación: ¿en qué parte de la planta (hoja, rama, tronco)? ¿qué tipo de planta? ¿qué altura tiene la planta?

Observaciones: Ubicación: ¿En qué metro del transecto se encontraba el observador al encontrar el animal?

Observaciones: Hora: de la captura.

Datos del Muestreo de Vocalizaciones

Use este formulario cuando visite un humedal para hacer un inventario en zonas de apareamiento.

Nombre corto del sitio: Use el mismo nombre corto que se empleó en el formulario “Datos del Sitio de Muestreo”.

Nombre del punto de observación: Use el mismo nombre cada vez que vuelva a visitar este sitio.

Condiciones meteorológicas: Las mismas descritas en el formulario “Datos del Muestreo por Transecto”.

Descripción de la zona acuática: Clase: Definimos un “pantano” como una zona arbolada cuya inundación varía de acuerdo a la estación y un “humedal” como una zona inundada que principalmente contiene vegetación herbácea.

Datos del Muestreo en una Parcela de Hojarasca

Utilice este formulario cada vez que colecte datos de una parcela de hojarasca. Las ubicaciones de las parcelas deben cambiar un poco cada vez que se tomen muestras, debido al daño causado en la parcela durante el muestreo.

Nombre corto del sitio: Use el mismo nombre corto que se empleó en el formulario “Datos del Sitio de Muestreo”.

Nombre de la parcela: Dé a la parcela un nombre corto que le ayude a recordarla.

Condiciones meteorológicas: Las mismas descritas en el formulario “Datos del Muestreo por Transecto”.

Parcela: Hábitat dentro de la parcela: Circule todas las características que ocurran en su parcela.

Observaciones: Igual a las descritas en el formulario “Datos del Muestreo por Transecto”.

4. Captura de información en la base de datos.

Toda la información de los formularios muestra para datos de campo puede registrarse dentro de una base de datos que almacena la información proveniente de todos los sitios participantes. La base de datos es escrita para Microsoft Access. Se puede conseguir una copia en el internet: <http://www.lternet.edu/tnc>.