

## Monitoreo Biológico en la Selva Maya



MSCB  
CECON  
BELIZE  
SI/MAB  
ECOSUR-CHIAPAS  
ECOSUR-QUINTANA ROO  
CCB STANFORD UNIVERSITY  
C I MEXICO A.C. PROGRAMA CHIAPAS



---

# Monitoreo Biológico en la Selva Maya



Patrocinado por  
US Man and the Biosphere Program/  
Tropical Ecosystem Directorate  
y  
Wildlife Conservation Society



Editores  
Archie Carr, III — Angélica C de Stoll

En Colaboración  
El Colegio de la Frontera Sur Unidad Chetumal, Quintana Roo, Mexico  
( ECOSUR-QUINTANA ROO)

El Colegio de la Frontera Sur San Cristobal de las Casas, Chiapas, Mexico  
(ECOSUR-CHIAPAS)

Centro de Estudios Conservacionistas Facultad de CC.QQ.  
y Farmacia Universidad de San Carlos de Guatemala  
(CECON)

Mesoamerican Society for Conservation Biology  
(MSCB)

Center for Conservation Biology, Stanford University  
(CCB,SU)

Smithsonian Institution/Monitoring and Assessment of Biodiversity Program  
(SI/MAB)

Conservación Internacional Mexico A.C. Programa Chiapas

Belize tropical Forest and Protected Areas Planning Project

Division of Forestry, Ministry of Natural Resources, Belize

---

PORTADA: Parque Nacional Tikal, Guatemala. Fotografía por Andrés Stoll.  
COVER: Tikal National Park, Guatemala. Photograph by Andrew Stoll

---

## TABLA DE CONTENIDOS

|                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <u>Prefacio</u> .....                                                                                                                                                                                                                  | 4  |
| <i>Peter Bridgewater</i><br><i>Director, Division of Ecological sciences</i><br><i>UNESCO- MAB</i>                                                                                                                                     |    |
| <u>Introducción</u> .....                                                                                                                                                                                                              | 6  |
| <i>Archie Carr,III</i><br><i>Wildlife Conservation Society</i>                                                                                                                                                                         |    |
| <u>Capítulo I</u> .....                                                                                                                                                                                                                | 9  |
| <b>Monitoreo Biológico</b><br><i>Carlos Galindo-Leal</i><br><i>Center for Conservation Biology,Stanford University</i>                                                                                                                 |    |
| <u>Capítulo II</u> .....                                                                                                                                                                                                               | 19 |
| <b>Protocolo de Muestreo de Vegetación para la Selva Maya</b><br><i>James Comiskey ,Francisco Dallmeier y Shahroukh Mistry</i><br><i>SmithsonianInstitution / Monitoring and</i><br><i>Assessment of Biodiversity Progarm (SI/MAB)</i> |    |
| <u>Capítulo III</u> .....                                                                                                                                                                                                              | 28 |
| <b>Monitoreo de Mariposas para la Región de Calakmul,Mexico</b><br><i>Carmen Pozo de la Tijera</i><br><i>Museo de Zoología -ECOSUR/Unidad Chetumal</i>                                                                                 |    |
| <u>Capítulo IV</u> .....                                                                                                                                                                                                               | 36 |
| <b>Protocolo de Muestreo Anuros</b><br><i>John R. Meyer y Carolyn M. Miller</i>                                                                                                                                                        |    |
| <u>Capítulo V</u> .....                                                                                                                                                                                                                | 39 |
| <b>Protocolo de Muestreo de Aves</b><br><i>David F. Whitacre y Carolyn M. Miller</i>                                                                                                                                                   |    |
| <u>Capítulo VI</u> .....                                                                                                                                                                                                               | 46 |
| <b>Protocolo de Muestreo de Mamíferos</b><br><i>Bruce W.Miller y Carolyn M. Miller</i>                                                                                                                                                 |    |

---

## **Prefacio**

**Peter Bridgewater**

Director, División de Ciencias Ecológicas  
UNESCO-MAB

El monitoreo, ¿De que se trata y porqué debemos de hacerlo?

La conservación de biodiversidad, al igual que del equilibrio en su uso y cuidado, es un conjunto de valores que no son independientes de los amplios valores de la sociedad. Las políticas de conservación que son efectivas deben de ser prácticas, fáciles de entender y aceptables por la sociedad. Tales políticas deben ser relevantes a la población local, especialmente la indígena, y los directores locales que interactúan diariamente con los componentes bióticos y abióticos de una región en particular. Sin embargo a medida que nuestro mundo es consumido por los cambios globales, es aún más importante que nos preocupemos por seguir ese cambio. Esto significa que debemos de establecer y seguir los protocolos de monitoreo. Es por eso que el monitoreo de los cambios en biodiversidad será un componente esencial del futuro manejo de la conservación.

Como parte de sus esfuerzos en la ecología tropical, la organización U.S. MAB financió una propuesta interdisciplinaria para incrementar la comunicación y cooperación entre los científicos, el público en general y los directores de las áreas protegidas en la región del Petén de Mesoamérica. De forma que se pudiera comprobar si cantidades relativamente pequeñas de fondos podrían hacer alguna diferencia, U.S. MAB deliberadamente puso a prueba una estrategia para concentrar sus escasos recursos en una sola área. En el muy exitoso programa de monitoreo integrado de reservas biosferas (BRIM; siglas en inglés), U.S. MAB ha sido de mucha importancia en su desarrollo. Se espera que BRIM se convierta en el patrón de los esfuerzos de monitoreo global. Debido a que globalmente las reservas biosferas representan el más valioso bien para ejercer un monitoreo comparativo, UNESCO-MAB tiene mucho interés en hacer este tipo de monitoreo.

La región del Petén, que abarca tres países, es el bosque tropical de hoja ancha más grande en Centroamérica. Al igual que otras áreas similares, esta región está sujeta a constante presión humana. Dichas presiones abarcan situaciones como la demanda de tierras para la agricultura hasta la búsqueda de producto por las corporaciones internacionales de petróleo. A través de pura observación superficial, conocemos de muchos disturbios ecológicos. Sin embargo, no contamos con un programa de monitoreo sistemático para detallar que lo pensamos podría estar ocurriendo. Una vez que logremos hacer esto, podríamos pasar a la siguiente y difícil fase de definir las políticas de acción para un manejo que solucione problemas que el monitoreo inevitablemente logrará identificar. De esta forma podremos presentar un enfoque informativo de como debe de hacerse este trabajo.

Bajo el auspicio de la Dirección de Ecosistemas Tropicales de U.S. MAB, se formaron asociaciones con muchas de organizaciones locales y regionales, especialistas regionales, científicos y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para identificar e iniciar un programa de monitoreo a largo plazo que no solo fuese cuidadosamente diseñado, sino también con una sólida base. Lo que hacia falta en todo esto era una guía práctica: la razón de este libro! El libro provee para todos aquellos que deseen llevar acabo este trabajo, los principios aceptados de monitoreo científico y metodología de guía práctica.

Recomiendo este libro a todas aquellas personas que puedan formar parte de los ejercicios de monitoreo y espero con entusiasmo ver los resultados. Aún y cuando, este manual ha sido preparado para Centroamérica, tendrá uso en una más extensa área.

## Introducción

### Monitoreo en la Selva Maya

#### Archie Carr, III

Este documento presenta una serie de guías útiles para el monitoreo de ciertos grupos taxonómicos de biota en la Selva Maya de Guatemala, Belice y México. Las guías se definen como *protocolos*. Estos protocolos sirven como procedimientos ó metodología para recolectar tipos específicos de datos a intervalos específicos en formas precisas. Es importante notar que cada protocolo es producto de debate y discusión entre varios científicos que trabajan en la Selva Maya. Los protocolos reflejan las experiencias combinadas de estos individuos y pueden ser vistos como afirmaciones consensuales sobre los datos que deben ser recolectados y cómo y cuándo hacerlo. Se proporciona protocolos de monitoreo para los siguientes grupos taxonómicos:

Plantas

Insectos (Mariposas)

Ranas

Aves

Mamíferos

En el caso de plantas, el protocolo exige conteos de todas las plantas maderables de más de cierto diámetro. Por tanto, se debiera documentar un amplio espectro de especies. Entre los grupos taxonómicos animales, sin embargo, cada protocolo limita a muy poco el número de especies a ser muestreadas. Estas son especies-diagnóstico, y la justificación de cada una se proporciona en el texto. Hubo mucha discusión con respecto de estas selecciones. Los estudios de monitoreo, como muchos tipos de investigación de campo, se ven inevitablemente constreñidos por los factores dinero y tiempo. Por ello es importante escoger especies a monitorear que rendirán, eficientemente, información valiosa sobre el estatus del ecosistema forestal.

Por ejemplo, un programa de monitoreo para un bosque tropical bien podría enfocarse al jaguar, *Pantera onca*, como especie meta. Es un carnívoro importante que requiere de hábitats amplios. Al jaguar frecuentemente se le considera una especie básica, porque tiene un papel de suma importancia en mantener la integridad del ecosistema, y porque es susceptible a los cambios de ese sistema. Los cambios de abundancia de los jaguares podrían responder a las fluctuaciones de sus presas principales. La presa en sí podría ser un conjunto diverso de fauna, desde armadillos hasta tapires, así que cualquier sugerencia de declinación de abundancia de jaguares podría tener graves implicaciones en el estatus de una amplia comunidad de fauna.

El monitoreo del jaguar provee información sobre el estatus del bosque. Aún más importante: es que el jaguar es relativamente fácil de observar al menos indirectamente. Sus huellas permiten monitorearlo, mientras que a otros carnívoros importantes, como el águila arpía, son difícil de detectar y por ello difícil de cuantificar. La observación es una consideración crítica en la selección del monitoreo de especies. Este criterio se refleja en cada protocolo que aparece a continuación.

Otras especies seleccionadas, como ranas o mariposas, se les escoge para una campaña de monitoreo por razones muy diferentes de aquellas a que se hace alusión cuando se considera un carnívoro importante. Las ranas pueden ser (y, ciertamente, son) excepcionalmente sensibles a cambios ambientales muy sutiles. El científico puede detectar alteraciones de calidad de agua o aire con tan sólo observar las declinaciones de las poblaciones de anfibios. Solamente el equipo bioquímico más sensible podría detectar un agente biocídico. La rana, en su fase juvenil

de renacuajo, tiene una relación osmóticamente íntima con el ambiente acuático y es por ello vulnerable a los cambios en tal medio.

Varias de estas especies altamente sensibles se identifican en los protocolos para la Selva Maya. Es importante notar que estas especies funcionan como el proverbial canario del minero. El pajarillo fue introducido a la mina para que cantara. Cuando el canto se detuvo, era bastante probable que la atmósfera de la mina estuviera contaminada. Estaban en peligro las vidas de los mineros. A medida que los humanos juegan con la hidrología de la Selva Maya, o introducen al ambiente químicos peculiares y exóticos en la búsqueda de petróleo ó alteran el microclima del norte de Petén con la deforestación, las delicadas ranas pueden morir esa será la señal, como la muerte del canario, que es hora que los humanos se retiren.

La Selva Maya es el bosque tropical de hoja ancha más extenso que queda aún en Centroamérica. Científicos, conservacionistas y gobiernos de la región tri-nacional de la Selva Maya han expresado su intención de mantener la integridad del gran ecosistema. No es fácil tal reto. El flujo poblacional del área es tan activo como en cualquier lugar de Latinoamérica. Han entrado al juego también otras fuerzas de desarrollo, como la exploración petrolífera, la tala, los ranchos de ganado y, por supuesto, el turismo. Estos eventos pueden considerarse como perturbadores del ambiente.

El monitoreo que este documento propone ofrece una forma verificable de medir esas perturbaciones. Hay otras dos nuevas circunstancias implícitas en la publicación de estos protocolos. En primer término, el monitoreo de flora y fauna en un área tan amplia como la Selva Maya requiere, del apoyo de un equipo de computación capaz de administrar grandes cantidades de datos. A través de la misma iniciativa que ha llevado al desarrollo de protocolos, se ha establecido el sistema de base de datos trinacional, con el tentativo apelativo de BIOMAYA. Se ha establecido módulos para esta red en Belice, en EcoSur-Chetumal, México y en CECON en Guatemala.

En segundo lugar, la aparición de protocolos y la base de datos implican una red de personas, de científicos conscientes. Estos últimos habitan los tres países que tienen potestad sobre la Selva Maya. Muy importante es el hecho de que los conservacionistas de Belice, Guatemala y México tengan buenos amigos y colaboradores en los Estados Unidos de América y Europa, con quienes comparten la pasión innata de salvar la Selva Maya. Se cree que a medida que estos individuos se mantengan en contacto, mediante la comunicación y colaboración, habrá esperanza en la sobrevivencia del gran bosque.

El apoyo para el desarrollo de los protocolos de monitoreo y la base de datos BIOMAYA se condujo a través de la Sociedad de Conservación de la Vida Silvestre (WCS). Los fondos se originaron del Programa Hombre y la Biósfera de los Estados Unidos, Dirección de Ecosistema Tropical (MAB/TED). La decisión de dar este apoyo a la Selva Maya tuvo su origen en el Congreso Ambiental UNEP llevado a cabo en Rio de Janeiro en 1992. Los fondos de MAB/TED apoyan otras iniciativas en y alrededor de la Selva Maya a través de proyectos administrados por organizaciones no-gubernamentales además de WCS.

El monitoreo de la Selva Maya, sin embargo, debe continuar. Será la intención de WCS de mantener la región en evidencia, colaborando en donde pueda para apoyar la campaña tri-nacional de monitoreo. Se dice que saber es poder, y a medida que evolucione el programa de monitoreo, tal vez aquellos que veneramos el gran bosque adquiriremos algún poder sobre su destino.

## Agradecimientos

El desarrollo de protocolos y monitoreo para la Selva Maya ha exigido contribuciones de varios individuos. La primera fase del proceso ocurrió en Octubre de 1,997, en ocasión del **Taller de Biodiversidad sobre Inventarios y Monitoreo del Bosque Maya**, organizado por Roan Balas McNab de WCS. Más de 50 ecologistas de países de la Selva Maya y de los Estados Unidos de América se comprometieron al desarrollo de estos protocolos, para estandarizar la recolección de datos en sus respectivas regiones. También dio gran apoyo a este esfuerzo Olga Herrera-Mac Bryde, del Instituto Smithsonian, quien compiló y editó las memorias del taller.

En Julio de 1,999, en la ciudad de Guatemala se llevó a cabo la revisión final del protocolo del monitoreo de la Selva Maya. Por este evento, primero agradecemos a los líderes de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación (MSCB) quienes estuvieron de acuerdo en permitirnos ser los patrocinadores de los talleres de Selva Maya durante el transcurso de las reuniones regularmente anuales de MSCB. Miembros de apoyo del CECON, con las autoridades de la Universidad de San Carlos, que fue un instrumento importante para la organización de los talleres de Selva Maya. La principal encargada de esto fue Mercedes Barrios, fue asistida por Ana Carolina Rosales.

También Pilar Negreros contribuyó con las muchas necesidades logísticas de las reuniones. Claudio Méndez también de el CECON, trabajó diligente organizando las presentaciones de papeles concernientes al monitoreo. Claudio y Carlos Galindo-Leal también contribuyeron con las discusiones del grupo para los cambios de monitoreo de flora y fauna de la región Selva Maya. Coralia López Selva fue la responsable por la mayoría de la traducción de las siguientes páginas del contenido y Juan Carlos Rodríguez por leer y corregir el documento.

También agradecemos Angélica Canales de Stoll por su destreza y creatividad en organizar y colocar el documento final y Andrew Stoll por la asistencia de la versión informativa del documento. Además, estamos agradecidos por los autores principales que aparecen en las secciones siguientes: Carlos Galindo-Leal, James Comiskey, Francisco Dallmiere, Shahroukh Mistry, Carmen Pozo de la Tijera, John Meyer, Carolyn Miller, Dave Whitacre, Bruce Miller.

También cada protocolo del monitoreo estuvo beneficiado por largos debates y discutido por muchos biólogos, los nombres de las personas anteriores han sido particularmente generosas en dar su tiempo y paciencia para tener todo listo. Por ejemplo, Carolyn Miller contribuyó con los tres principales capítulos.

Un participante visible en la evaluación del programa del monitoreo de Selva Maya ha sido Jeff Waldon of Fish and Wildlife Information Exchange at Virginia Tech University. El es uno de los arquitectos encargados de archivar en la computadora los resultados actuales del monitoreo hasta ahora (en el caso de Belice) o los más recientes de ser instalados.

## Capítulo I

### Monitoreo Biológico

Carlos Galindo-Leal

Center for Conservation Biology, Stanford University

“Algunos de los más grandes desastres de la humanidad  
fueron ejecutados por el dogmatismo de hombres  
con una metodología confiable”  
A.N. Whitehead

#### Objetivo de los presentes protocolos

Los protocolos de monitoreo que se presentan en las secciones siguientes son lineamientos simplificados, diseñados para dar resultados útiles, pero en orden de ser implementados no se requiere un entrenamiento avanzado. Detrás de estos protocolos la idea es de introducir metodología uniformizada para establecer verdaderas bases y para permitir comparaciones de estos datos por todas partes de la gran región Selva Maya, este monitoreo estará enfocado en sugerir la comparación de amplias regiones. Permittiéndonos distinguir entre situaciones regionales y locales.

Estos protocolos no son diseñados necesariamente para tasar los impactos ambientales localizadas en altas perturbaciones como desarrollo turístico, árboles maderables y no maderable de producto de extracción, la caza silvestre, explotación de aceite, u otros proyectos de desarrollo y conservación. Para tasar estas actividades de impacto será necesario modificar el protocolo y desarrollar un diseño apropiado especialmente ajustado para especificar respuestas de estas preguntas, siguiendo las discusiones ya mencionadas.

Implementación y diseño del protocolo de monitoreo para la Selva Maya esta esperando un seguimiento y proceso a desarrollar. La verdad de esta metodología ha estado usada por muchos años esto no necesariamente significa que esta sea la más adecuada para situaciones dadas, ó no puede ser refinada de una u otra manera. Nosotros estaremos esperando los procedimientos escritos abajo para ser modificada la información y el crecimiento de experiencia en la región tri-nacional.

#### ¿Porqué debe haber monitoreo?

El monitoreo es la evaluación periódica para conocer tendencias. El monitoreo proporciona una línea de información base que permite entender el comportamiento de un sistema a través del tiempo. El monitoreo es una forma de evaluar si los objetivos de una acción se cumplen y modificar las acciones en caso de detectar tendencias no deseadas. El monitoreo es necesario para entender los efectos de las políticas sociales, económicas, demográficas, y ambientales, entre otras. En esta publicación nos concentraremos en el monitoreo biológico.

El monitoreo biológico es necesario para describir la dinámica de las comunidades naturales, las consecuencias de las influencias humanas y para predecir y/o prevenir cambios no deseados. Primero debemos de tener una idea clara de que pregunta estamos tratando de responder. Para esto, es necesario identificar el problema, reducirlo a un tamaño manejable, llevar a cabo análisis preliminares y formular predicciones. Los programas de monitoreo biológico para conservación, a menudo deben de documentar tanto la dinámica antropogénica como la dinámica natural.

Desde un punto de vista biológico, para los proyectos de conservación y desarrollo se han sugerido dos tipos de monitoreo: de impacto y de biodiversidad (Kremen 1994, Margoluis and Salafsky

1998.). El primer tipo involucra el entendimiento de los cambios en la diversidad biológica utilizando grupos indicadores. Para obtener una idea de los cambios en la diversidad biológica requerimos de indicadores complementarios desde el nivel regional del paisaje hasta el nivel genético (Cuadro 1) (Ecotono 4, Noss 1990). El segundo tipo de monitoreo comprende la evaluación de las actividades humanas sobre aquellas especies que están siendo manejadas (madera, productos no maderables, pesca, etc.). Un diseño experimental simple incluye tres tipos de sitios: sitios con y sin regulaciones de manejo y áreas protegidas (Kremen 1994).

| <b>Nivel</b>            | <b>Composición</b>               | <b>Estructura</b>       | <b>Función</b>               | <b>Herramientas de inventario y monitoreo</b> |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| Paisaje Regional        | Tipos y extensión de ecosistemas | Conectividad            | Dispersión                   | Imágenes de satélite                          |
| Ecosistema<br>Comunidad | Identidad de especies            | Disponibilidad de agua  | Interacciones bióticas       | Muestreo de comunidad                         |
| Especie<br>Población    | Abundancia relativa              | Utilización de hábitats | Procesos demográficos        | Radiotelemetría                               |
| Genético                | Diversidad de Alelos             | Polimorfismo            | Efectos de la consanguinidad | Electroforesis                                |

Cuadro 1. Ejemplo de matriz esquemática para escoger indicadores de composición, estructura y función para inventario, monitoreo y evaluación en cuatro niveles de organización (modificado de Noss 1990).

### ¿Qué debemos monitorear?

Como anteriormente se mencionó existen varios niveles de organización biológica que es necesario evaluar periódicamente, desde la dinámica del uso del suelo (pérdida de cobertura forestal) a nivel regional (Sandler et al., 1997) hasta aspectos genéticos (Ecotono 4, Noss, 1990). A nivel de especies, es importante hacer monitoreo de aquellas que están siendo utilizadas económicamente (cedro, caoba, xate, guano, fauna cinegética), de especies exóticas (puercos, ganado, abejas africanas), de especies vulnerables (cocodrilos, tapir, felinos) y de especies indicadoras que proporcionen información temprana sobre cambios que de otra manera no serían detectados (Kremen 1992, Landres et al. 1988, Noss 1990) (Cuadro 2).

Para el monitoreo biológico de la Selva Maya, se han propuesto varios niveles de organización y varios grupos taxonómicos en el Taller de Biodiversidad de la Selva Maya en Flores, Petén, Guatemala (McBride 1997). Los grupos seleccionados pueden diferir en su efectividad para indicar tendencias. Por lo tanto, las preguntas de por qué y qué es necesario monitorear deben estar clara antes de escoger el grupo taxonómico y la metodología

### ¿Cómo debemos efectuar el monitoreo?

Existen un par de consideraciones indispensables en relación al establecimiento de un protocolo de monitoreo. La primera consideración esta relacionada al diseño experimental. Básicamente, el diseño experimental depende del objetivo de monitoreo. ¿Estamos interesados en documentar cambios en

relación a la pérdida de hábitats, a su deterioro, fragmentación, sobrecacería, transmisión de enfermedades, o solamente fluctuaciones naturales? Para distinguir entre las causas es necesario incluir un diseño experimental. Las preguntas fundamentales son: ¿En dónde colocaremos las unidades de muestreo (transectos, trampas, observaciones de aguadas, registros visuales, acústicos, etc.)? ¿Cuántas réplicas necesitamos? ¿Cuáles son los sitios control o testigo? ¿Qué tan a menudo deben de ser evaluados? (Cuadro 2).

El diseño experimental es la estructura lógica del ejercicio de monitoreo. Los objetivos deben de especificar aspectos como naturaleza de las unidades experimentales, número y clases de tratamientos (incluyendo controles), propiedades y respuestas que se medirán, asignación de tratamientos a las unidades experimentales, número de unidades experimentales (réplicas) necesarias, y distribución espacial (Hurlbert, 1984, Caughley and Sinclair 1994, Heath 1995, Krebs 1998).

La segunda consideración se relaciona al diseño de muestreo. Una vez que hemos decidido que organismos se usarán para el monitoreo, necesitamos decidir el protocolo de muestreo. Es necesario definir la naturaleza, tamaño, forma y número de las unidades de muestras (Cuadro 2). Existen una variedad de referencias sobre métodos para el monitoreo de plantas (Goldsmith 1994, Dallmeier y Cominsky 1998), mariposas (Sparrow et al. 1994), anfibios (Heyer, et al. 1994, Olson et al. 199x.), aves (Bibby et al. 1992, Ralph et al. 1995), mamíferos terrestres (Voss y Emmons 1996, Wilson et al. 1996) y marinos (Eberhardt et al. 1979), multitaxa (Mendez et al. 1995) así como referencias generales (Schemnitz 1980, Cooperrider et al. 1986, Goldsmith 1994, Sutherland 1996).

El monitoreo es una tarea a largo plazo. Los investigadores interesados en el monitoreo deben de tomar esto en cuenta para la planificación de financiamiento, personal, y mantenimiento de equipo. Los proyectos de monitoreo deben de tener diseños experimental (controles, réplicas, selección al azar, intercalamiento) y de muestreo claros. Es una gran pérdida de tiempo, de energía y de dinero el emprender un programa de monitoreo sin tener en cuenta las consideraciones de diseño experimental y de muestreo (Terborgh 1989, Caughley y Sinclair 1994, Heath 1996, Krebs, 1998).

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ¿Porqué monitorear? | ¿Qué pregunta estamos contestando?<br>Identificación del problema<br>Reducción de problemas generales a específicos<br>Análisis preliminar y predicciones                                                                                                                                                  |
| ¿Qué monitorear?    | ¿En que nivel estamos interesados (Paisaje, comunidad, población, genético)?<br>¿Estamos interesados en especies o grupos focales (en peligro, explotadas, plagas)?<br>¿Estamos interesados en tendencias de biodiversidad?<br>¿Que grupo proporcionará una respuesta?<br>¿Que variables debemos de medir? |
| ¿Cómo monitorear?   | ¿Cuál es el diseño experimental?<br>(Controles, réplicas, intercalamiento, estratificación, variables a medir)<br>¿Cuál es el diseño de muestreo?<br>(Tipo, forma, tamaño de unidad muestral, distribución espacial, tamaño de muestra)                                                                    |

Cuadro 2. Secuencia de preguntas relevantes para iniciar un programa de monitoreo.

### Afinación de los métodos

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

### **Intensidad del monitoreo**

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

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

**Espacio:** La heterogeneidad espacial resultante de la topografía, clima, suelo, geología, vegetación, y actividades humanas, presenta una dificultad para el monitoreo. Por una parte es necesario conocer hasta donde podemos extrapolar nuestros resultados en base a los sitios escogidos. ¿Son representativos los hábitats en donde hacemos las evaluaciones? Para responder a esta pregunta, por lo menos requerimos conocer la heterogeneidad espacial de la vegetación. Por otra parte es indispensable diferenciar entre los efectos antropogénicos y la dinámica natural. Para esto es necesario incorporar localidades control (sin actividades humanas), las cuales por definición a menudo son poco inaccesibles.

Algunos estudios han tratado de utilizar las zonas núcleos como sitios control. Sin embargo, la distancia entre estas zonas y los tratamientos y los sesgos con los que fueron establecidas no permiten estas comparaciones (Galindo-Leal et al. 1993). Existe una relación entre la distancia y la confiabilidad de las comparaciones. Las comparaciones entre sitios cercanos tienen hábitats similares y por lo tanto las comparaciones son más confiables (con menos variables que confundan las causas). Las comparaciones entre sitios distantes incluyen diferencias en composición, estructura, de hábitats, diferencias de clima, suelo, etc., Aún en áreas tan relativamente homogéneas como la Selva Maya, la composición y la estructura de la vegetación se modifican con los pequeños gradientes topográficos.

Las mayores diferencias están influenciadas por un gradiente de precipitación de sur a norte y este a oeste. Debido a que el objetivo de estandarizar protocolos de monitoreo es la comparación de tendencias entre regiones geográficas amplias como la Selva Maya, se debe tener cuidado especial en la confiabilidad de las comparaciones. La mayoría de las veces las comparaciones entre áreas protegidas (dentro de reservas) y sitios con influencia humana están plagadas de variables que confunden las causas de los patrones.

**Variables:** Las variables escogidas para ser medidas también pueden variar en detalle dependiendo de los objetivos. Podemos hacer un monitoreo de la presencia o ausencia de diversas especies, de su abundancia relativa o absoluta, de sus características demográficas como crecimiento, sobrevivencia, reproducción, inmigración y emigración, de su estructura de edades y sexos, etc. Entre más detalle requerimos más intenso y detallado es el monitoreo. Para el primer paso sólo es necesario distinguir entre especies, mientras que para los últimos es

necesario distinguir entre individuos. Existe una variedad de métodos para estimar poblaciones vegetales y animales y varios programas de computación para facilitar los cálculos (Mirar Ecotono5). En el sitio web <http://www.stanford.edu/group/CCB/Eco/popest.htm> se pueden obtener algunos de estos programas.

### **Sesgos del monitoreo**

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

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

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

**Métodos:** Todos los métodos disponibles de estimación poblacional incluyendo observaciones directas (avistamientos, cantos), capturas (trampas), y observaciones indirectas (señales, huellas) son apropiados para ciertos grupos pero no para otros. Aún dentro de la misma especie, algunos métodos son mejores para las diversas clases de edades (juveniles vs adultos), o para los sexos (hembras vs machos).

**Diseño y análisis:** El tipo de diseño y análisis también pueden sesgar los resultados (Galindo-Leal 1986, 1992). Las decisiones sobre la localización de parcelas, distancia entre ellas, tamaño, forma, número son esenciales para obtener un muestreo confiable. La pseudoreplicación (el uso de muestras que no son independientes) es uno de los principales problemas del diseño y análisis de datos que sesga los resultados (Hurlbert 1984, Galindo 1986) (Ver Ecotono 2).

### **Análisis del monitoreo**

Al establecer un programa de monitoreo es importante tener una idea clara de el tipo de análisis estadístico que se utilizará. A menudo, nos damos cuenta después de varios años de monitoreo que nuestros diseños no cumplen con las suposiciones necesarias o carecen de elementos indispensables para ser analizados (Galindo-Leal 1992). Antes de iniciar el monitoreo, es esencial efectuar un análisis de poder estadístico.

Al hacer una comparación de tendencias puede haber dos resultados: No encontrar diferencias (Aceptar la hipótesis nula) o encontrar diferencias (Rechazar la hipótesis nula). Existen dos tipos posibles de errores (Green 1989). A menudo nos encontramos diferencias en las tendencias debido a que nuestro tamaño de muestra es pequeña. La falta de detección de tendencias cuando en realidad existen es conocida como error de tipo II. Este error puede ser común en los estudios de conservación ya que generalmente las poblaciones son pequeñas y la variabilidad es alta (Rotenberry and Wiens 1985, Taylor and Gerrodette 1993).

La aceptación de una hipótesis nula falsa pueden tener consecuencias muy serias en los proyectos de conservación. Por ejemplo, imaginemos que una especie está disminuyendo, pero que nuestras estimaciones poblacional no detectan ninguna diferencia. Si concluimos que no hay diferencia (cometiendo un error de Tipo II), entonces no habrá medidas de conservación para modificar la tendencia, además de que habremos invertido gran cantidad de tiempo y dinero en vano. La forma de conocer si el diseño es adecuado para no cometer un error Tipo II es mediante un análisis de poder (Gerrodette 1991, Peterman 1990). El poder estadístico es la probabilidad de rechazar una hipótesis nula falsa. Existen una variedad de programas para hacer los cálculos de poder estadístico (Thomas y Krebs 1997). Para obtener información detallada consulte el boletín Ecotono n. 2 y 5 (<http://www.stanford.edu/group/CCB/news.htm>). Los programas para análisis de poder se pueden conseguir a través del sitio WEB (<http://www.stanford.edu/group/CCB/Eco/table.htm>).

## Referencias

- Bibby, C.J., N.D. Burgues y D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academy Press Ltd. London. 257 pp.
- Caughley, G., and A.R.E. Sinclair. 1994. Wildlife ecology and management. Blackwell Scientific Publications, Boston, 334 pp.
- Cooperrider, A.Y., R.J. Boyd, & H.R. Stuart. (Eds.). 1986. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver Co. 858 pp.
- Dallmeier F. and J.A. Comiskey (Eds.). 1998. Forest Biodiversity in North and South America Research and Monitoring. Smithsonian Institution. Man and the Biosphere Series, Volume 21. 600 pp.
- Eberhardt, L. L., D. G. Chapman, and J. R. Gilbert. 1979. A Review of Marine Mammal Census Methods. Wildl. Monog. 63 pp.
- Ecotono 1995-99. Boletín del Programa de Investigación Tropical del Centro para la Biología de la Conservación. Universidad de Stanford, California, <http://www.stanford.edu/group/CCB/Ecotono>
- Galindo, C. 1986. Do desert rodent populations increase when ants are removed? Ecology 67:1422-1423.
- Galindo-Leal, C. 1992. Overestimation of deer densities in Michilia Biosphere Reserve. Southwest. Nat. 37:209-212.
- Galindo-Leal, C., A. Morales G., and M. Weber. 1993. Distribution and abundance of Coues deer and cattle in Michilia Biosphere Reserve. Southwest. Nat. 38:127-135.
- Gerrodette, T. 1991. A power analysis for detecting trends. Ecology 68:1364-1372.
- Goldsmith, F.B. 1994. Monitoring for Conservation and Ecology. Chapman and Hall, New York, NY 275 pp
- Green, R.H. 1989. Power analysis and practical strategies for environmental monitoring. Environ. Res. 50:195-205.
- Heath, D. 1995. An Introduction to Experimental Design and Statistics for Biology. University College London. London. 372 pp.
- Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek, and M.S. Foster. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecol. Monog. 54:187-211.
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. Ecological Applications 2:203-217.
- Kremen, C., A. Merenlender, and D.D. Murphy. 1994. Ecological Monitoring: a fundamental requisite of conservation and development programs in the tropics. Cons. Bio. 8:388-397.
- Landres, P. B., J. Verner, and J. W. Thomas 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. Conservation Biology 2:316-329,
- Margoluis, R., and N. Salafsky. 1998. Measures of Success : Designing, Managing, and Monitoring Conservation and Development Projects. Island Press, Washington D.C. 362 pp.
- McBride, O. 1997. Maya Forest Biodiversity Workshop in Flores, Petén, Guatemala September 29 - October 3, Smithsonian Institute.

- Mendez, C.A., T.D. Sisk, y N.M. Haddad. 1995. Beyond birds: multitaxonomic monitoring programs provide a broad measure of tropical diversity. Pp. 451-456 en J.A. Bissonette and P.R. Krausman, (eds). Integrating people and wildlife for a sustainable future. Proceedings of the first International Wildlife Management Congress. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland.
- Noss, R. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Cons. Bio.* 4:355-364
- Olson, D. H, W. P. Leonard and R. Bruce Bury (Eds.). 1998?. Sampling Amphibians in Lentic Habitats. Northwest Fauna Number 4, Society for Northwestern Vertebrate Biology, Washington.
- Peterman, R.M. 1990. The importance of reporting statistical power: forest decline and acidic deposition example. *Ecology* 71:2024-2027.
- Ralph, C.J., G.R. Gaupel, P. Pyle, T.E. Martin, D.F. Desante and B. Milá. 1995. Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres. General Technical Report, Albany, CA: Pacific Southwest Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Rotenberry, J.T., and J.A. Wiens. 1985. Statistical power analysis and community-wide patterns. *Am. Nat.* 125:164-168.
- Sandler, B., S. Weiss, J. Fay, E. Martínez y C. Galindo-Leal. 1997. Deforestación e Identificación de las Asociaciones de Vegetación en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, en el sur de México a través de sensores remotos de satélite. World Wildlife Fund – México, México, D.F.
- Schemnitz, S. D. (ed.). 1980. Wildlife Management Techniques Manual. 4th ed. Wildlife Society, Washington, D. C.
- Sparrow, H. R., T.D. Sisk, P.R. Ehrlich, y D.D. Murphy. 1994. Techniques and guidelines for monitoring Neotropical butterflies. *Conservation Biology* 8: 800-809.
- Sutherland, W. L. 1996. Ecological Census Techniques. A handbook. Cambridge University Press. 336 pp.
- Taylor, B.L., and T. Gerrodette. 1993. The uses of statistical power in conservation biology: the vaquita and northern spotted owl. *Cons. Biol.* 7:489-500.
- Terborgh, J. 1989. Where have all the birds gone? Princeton University Press. Princeton New Jersey, 207 pp.
- Thomas, L., and C.J. Krebs. 1997. A review of statistical power analysis software. *Bull. Ecol. Soc. Amer.* 78:128-139.
- Voss, R, S. and L. H. Emmons. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: A preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. Washington, USA. 230. 115 pp.
- Wilson, D. E., F. R. Cole., J. D. Nichols., R. Rudran. and M. s. Foster. 1996. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals. Smithsonian Institution. Washington, 409.

**Recursos en internet**

United States Geological Survey (USGS). Patuxent Wildlife Research Center  
Power analysis and monitoring <http://www.im.nbs.gov/powcase/powcase.html>  
How to create a monitoring program <http://www.im.nbs.gov/statistics/statist.html>  
Biodiversity Monitoring--Status and Trends, <http://www.pwrc.nbs.gov/stbiod3.htm>  
North American Amphibian Monitoring Program (NAAMP)  
<http://www.im.nbs.gov/amphibs.html>  
MAYAMON. Maya Forest Anuran Monitoring Project. Proyecto de Monitoreo de los Anuros  
de la Selva Maya [http://fwie.fw.vt.edu/mayamon/maya\\_home.html](http://fwie.fw.vt.edu/mayamon/maya_home.html)  
Ecological Assessment and Monitoring Network (EMAN) Environment Canada  
Protocols for monitoring organisms of terrestrial ecosystems  
<http://www.cciw.ca/eman-temp/research/protocols/terrestrial/>  
<http://www.cciw.ca/eman-temp/research/biodiversity.html>  
Center for Conservation Biology (CCB) Stanford University  
<http://www.stanford.edu/group/CCB/Eco/resources.htm>

## Capítulo II

### Protocolo de Muestreo de Vegetación

para la Selva Maya

James Comiskey,

Francisco Dallmeier

y

Shahrourkh Mistry

Smithsonian Institution

Monitoring and Assessment of Biodiversity Program

(SI/MAB)

Agosto 24, 1999

### Introducción

En este protocolo se detalla la metodología con que se estudió la vegetación en las localidades de la Selva Maya. La metodología ha sido usada extensamente en regiones templadas y recientemente rindió valiosos resultados en un proyecto de monitoreo de las tierras bajas tropicales y montañas llevado a cabo por el Programa de Monitoreo y Asesoría de Biodiversidad de la Institución Smithsonian (SI/MAB) en la región Urubamba, Perú. Los métodos aquí descritos se usarán para llevar a cabo asesoría de forma estándar en cada sitio, para que se pueda hacer comparaciones válidas entre sitios. Esta metodología tiene varias diferencias clave con las anteriores metodologías llamadas 1 ha utilizadas en el campo. Sobre todo, la selección de los lugares ha sido más objetiva, el tipo de terreno que se usa es considerablemente menor pero con mayores réplicas y se expandió los tipos de vegetación medidos para que se incluyesen especies no-maderables y árboles hasta de 1cm dbh.

La metodología escogida para la asesoría de diversidad vegetal considera el uso de terrenos de vegetación Whittaker modificados. Los terrenos Whittaker modificados se usarán para que se pueda localizar más terrenos en un lugar en vez de sólo 1 ó 2 grandes terrenos de 1 ha. La Figura 1 ilustra la distribución de un terreno. Un terreno de 0.1 ha provee el marco referencial dentro del cual se puede hacer submuestreo de vegetación. El muestreo de vegetación a diferentes escalas (tamaños de subterrenos) nos permite examinar la riqueza de especies a escalas locales y mayores, para estimar la riqueza del área total.

Estos terrenos deben escogerse al azar para evitar parcialidad. Abajo se presentan detalles de cómo establecer estos terrenos, cómo recolectar datos y especímenes y cómo administrar los datos. La metodología se divide en cuatro secciones: **La primera;** describe el proceso de reducción de parcialidad en la selección de los lugares de los terrenos. **La segunda;** se refiere a los datos ambientales que deben recolectarse para cada sector. **La tercera;** a cómo establecer, mapear y marcar un terreno Whittaker modificado. La Sección **cuarta;** explica qué plantas se deben medir y cuáles medidas tomar.

El propósito principal de este protocolo es proveer métodos detallados para asesorar, fácil y rápidamente, los tipos de vegetación y la información base de monitoreo. Los objetivos son aumentar el número de muestras tomadas en el lugar utilizando varios terrenos pequeños en vez de un terreno grande de 1 ha, y medir más variedad de formas biológicas (árboles, arbustos y hierbas). Se ha hecho menor énfasis en el muestreo del terreno ó el marcado permanente del terreno y los árboles. El etiquetado y enumerado de los árboles permite que se puedan visitar de nuevo las parcelas en los años subsecuentes.

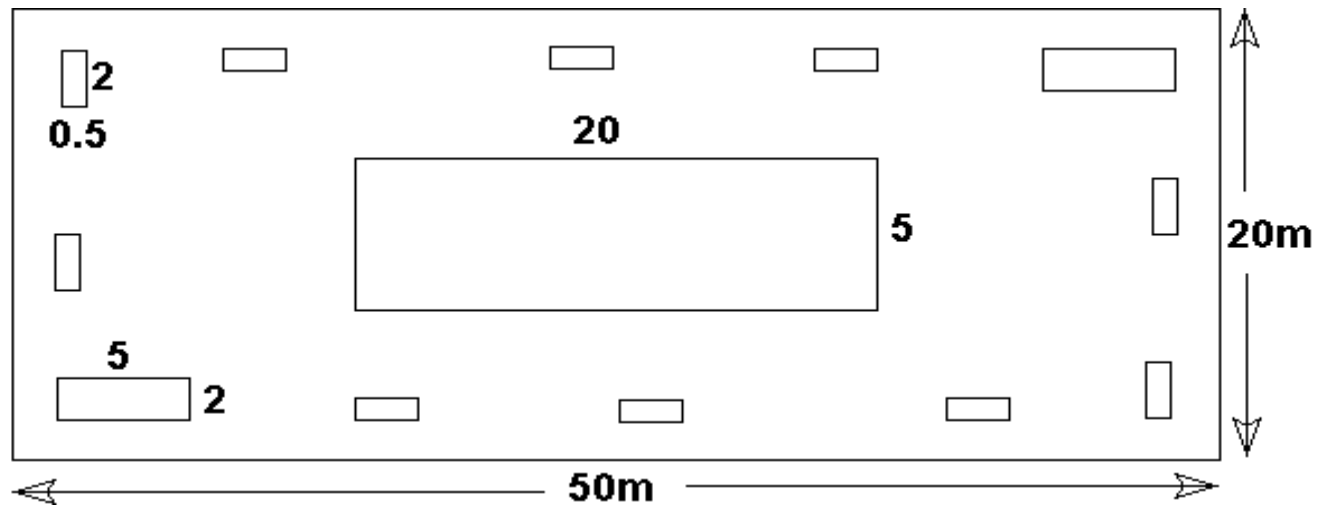


Figura 1: Distribución de un terreno Whittaker plot y sus subterrenos.

### Selección del Lugar de los Terrenos del Estudio

El tamaño de la muestra dependerá del tiempo del que se disponga, de la heterogeneidad del hábitat y el número de réplicas necesario para que exista un significado estadístico. Se recomienda mostrar 10 terrenos como mínimo. Sin embargo, debido a lo complejo de los hábitats forestales en la Selva Maya, el número exacto dependerá del tiempo que se tenga para muestrear los terrenos. Se recomienda muestrear cuantos terrenos sea posible durante el tiempo estimado para ello.

La localización exacta de estos terrenos se hará al azar. Para localizar un terreno al azar, siga estos pasos (cuando el procedimiento pida un número al azar escoja uno de la lista que se provee (Tabla 3) o utilice el milisegundero de un reloj).

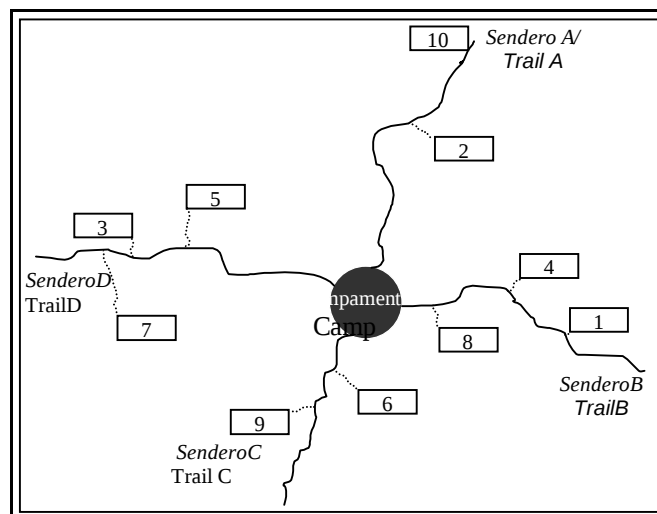


Figura 2: Escogiendo la localización de terrenos.

| PARA 3<br>SENDEROS |         | PARA 4<br>SENDEROS |         | PARA 5<br>SENDEROS |         |
|--------------------|---------|--------------------|---------|--------------------|---------|
| Al Azar #          | Sendero | AL AZAR #          | SENDERO | AL AZAR #          | SENDERO |
| 00-32              | A       | 0-24               | A       | 0-19               | A       |
| 33-65              | B       | 25-49              | B       | 20-39              | B       |
| 66-98              | C       | 50-74              | C       | 40-59              | C       |
|                    |         | 75-99              | D       | 60-79              | D       |
|                    |         |                    |         | 80-99              | E       |

**1) Escoja un Sendero al Azar:** De los senderos disponibles, escoja uno al azar. Por ejemplo, si tiene cuatro senderos, escoja un número de la tabla. Si el número al azar es entre 0 y 24, escoja el sendero A, si es entre 25-49 escoja B, etc.

**2) Escoja una Distancia al Azar desde el campamento:** Esta será la distancia a lo largo del sendero desde el campamento donde se establecerá el terreno. Use la fórmula ***Distancia=50 + (NúmeroAzarx2)***. Esto asegura que el terreno estará a, por lo menos, 50m del campamento y no a más de 250m.

**3) Escoja un Lado del Sendero:** Decida si el terreno estará a la izquierda o derecha del sendero. Será a la izquierda si el número esta al azar está entre 0 y 49,y a la derecha si esta entre 50 y 99.

**4) Escoja una Distancia al Azar desde el Sendero:** Esta será la distancia desde el sendero donde se localizará el terreno. Use la fórmula ***Distancia=10 + (NúmeroAzar/ 2)***. Esto asegurará que el terreno esté a por lo menos 10m de el sendero pero no a más de 60m. Este proceso debe continuarse hasta que se seleccione un número adecuado de lugares escogidos al azar. Se debe construir una tabla en cada lugar de estudio para llevar récord de la localización exacta de cada terreno (vea Tabla 1). La Figura 2 muestra un mapa del área con terrenos a lo largo de los senderos. No es necesario distribuir homogéneamente los terrenos entre los senderos.

| Terreno # | Sendero | Distancia del Campo (m) | Lado del Sendero | Distancia del Sendero (m) |
|-----------|---------|-------------------------|------------------|---------------------------|
| 1         | B       | 120                     | Izquierda        | 10                        |
| 2         | A       | 130                     | Derecha          | 30                        |
| 3         | D       | 130                     | Derecha          | 20                        |
| 4         | B       | 90                      | Izquierda        | 20                        |

Tabla 1: Tabla ejemplo que muestra los pasos que se debe tomar para escoger localización de terrenos.

Típicamente, se debe escoger más lugares que los que se necesitan para que, si algún lugar es físicamente inaccesible, se pueda medir el próximo lugar escogido al azar. Si se ha determinado que un sitio es inaccesible, es importante que se escoja el próximo sitio escogido al azar. No es recomendado simplemente mover un terreno a un área que parezca un hábitat más conveniente de un terreno más sencillo.

### Recolección de datos sobre el terreno y su ambiente

Es muy importante recolectar suficiente información de referencia sobre el terreno y su hábitat, para que pueda explicarse cualesquiera de los cambios de vegetación entre terrenos. Por ejemplo, la vegetación en laderas altas que dan hacia el norte en regiones montañosas puede ser diferente de la de un terreno cuya ladera dé hacia el sur. Es importante tomar en cuenta las diferencias de elevación y otras características que se presenten en los sitios. La distribución de espacio de los sitios también ayudará a discernir patrones de estructura vegetal. Se debe medir las siguientes variables:

1) **Información de Latitud y Longitud** (con valores UTM): Se puede obtener de la unidad GPS. Ingrese valores para grados, minutos y segundos.

2) **Elevación:** Use un altímetro. El valor que proporciona la unidad GPS no es tan preciso. Asegúrese de que el altímetro esté calibrado. Ingrese los valores en metros.

3) **Curvatura:** Esta es una medida angular de cuán inclinado está el terreno. Las unidades son grados. Para medir la curvatura, utilice un teodolito y una estaca para calcular el ángulo del terreno. Alternativamente, ate una cuerda de 20m entre 2 postes a la misma medida. Coloque estos postes a lo largo del desnivel del terreno y mida los ángulos de la cuerda.

4) **Aspecto:** Esta es la dirección de brújula a la que da la curvatura. (i.e., N, NE, E, SE, S, SW, W, NW, N)

5) **Características de la Tierra:** Porcentaje de arena, sedimento, arcilla y materiales orgánicos en la tierra. Se mide tomando una muestra de tierra y llenando con ella, hasta el indicador de 300ml, un cilindro de cristal de 1000ml. Añada agua hasta casi el borde y mezcle

muy bien para deshacer los grumos. Deje que el sedimento se deposite (30 min o más, dependiendo de la cantidad de arcilla). Arena y grava se depositan generalmente en el fondo, luego el sedimento, luego la arcilla, y finalmente el material orgánico. Estos forman capas que pueden medirse con una regla para calcular los valores porcentuales.

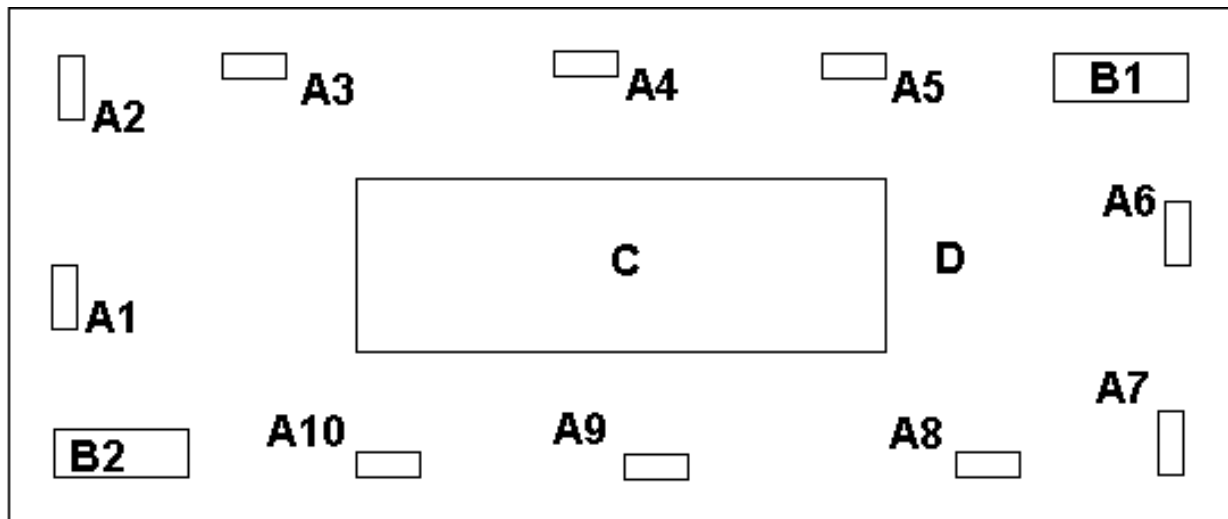


Figura 3: Nombres de los Subterrenos. Nótese que “D” se refiere a toda el área del terreno que no está cubierto por los subterrenos A1, A10, B1, B2 y C.

### Levantamiento del Terreno Whittaker

El terreno Whittaker consiste de un gran terreno de 0.1ha que mide 20 x 50m. Dentro de este terreno hay varios subterrenos de diferentes tamaños (Figura 3). El subterreno mayor (C) mide 20m x 5m y es el centro del terreno. Dos subterrenos menores (B1 y B2) miden 2 x 5m localizados en esquinas opuestas del terreno. Finalmente, hay diez subterrenos pequeños (A1-A10) que miden 2 x 0.5m, localiza dos dentro de la periferia del terreno.

Para hacer un levantamiento de terreno, en primer lugar delimite un terreno rectangular que mida 50m de ancho y 20m de alto. Con un teodolito, una estaca y cinta adhesiva de 50m, tire una línea de 50m de largo y otra a ángulo derecho de 20m de largo. Coloque estacas al iniciar y terminar estas líneas y también en la marca de 8m del lado corto y sobre las marcas 9, 15, 21 y 35m del lado largo (Figura 4). Luego haga el levantamiento del otro lado largo usando el teodolito y la estaca. Cuando haya terminado de medir este lado, coloque estacas al principio, al final y en las marcas de 15, 29, 35 y 41m. Forme el cuarto lado simplemente uniendo los lados abiertos de los dos lados largos. Ahora coloque una estaca en la marca de 8m en el mismo lado (Figura 4).

Para crear los diez subterrenos de 2 x 0.5m subterrenos, use cuatro banderas o palos y átelos con cuerda en forma rectangular, con medidas de 2m por 0.5m. Este marco puede colocarse en cada una de las diez localizaciones a lo largo de la periferia del terreno. Un marco debe colocarse en las marcas del diagrama (Figura 4). Estos marcos deben colocarse a 2m de

distancia del borde el terreno para que no se pise la vegetación de muestra mientras se está creando el terreno. A estos subterrenos de 1m se les llamará A1 hasta A10 en dirección al movimiento de las manecillas del reloj empezando desde la esquina inferior izquierda. Se debe tener cuidado de caminar lo menos posible dentro del sitio para no pisar la vegetación de los subterrenos A1-A10.

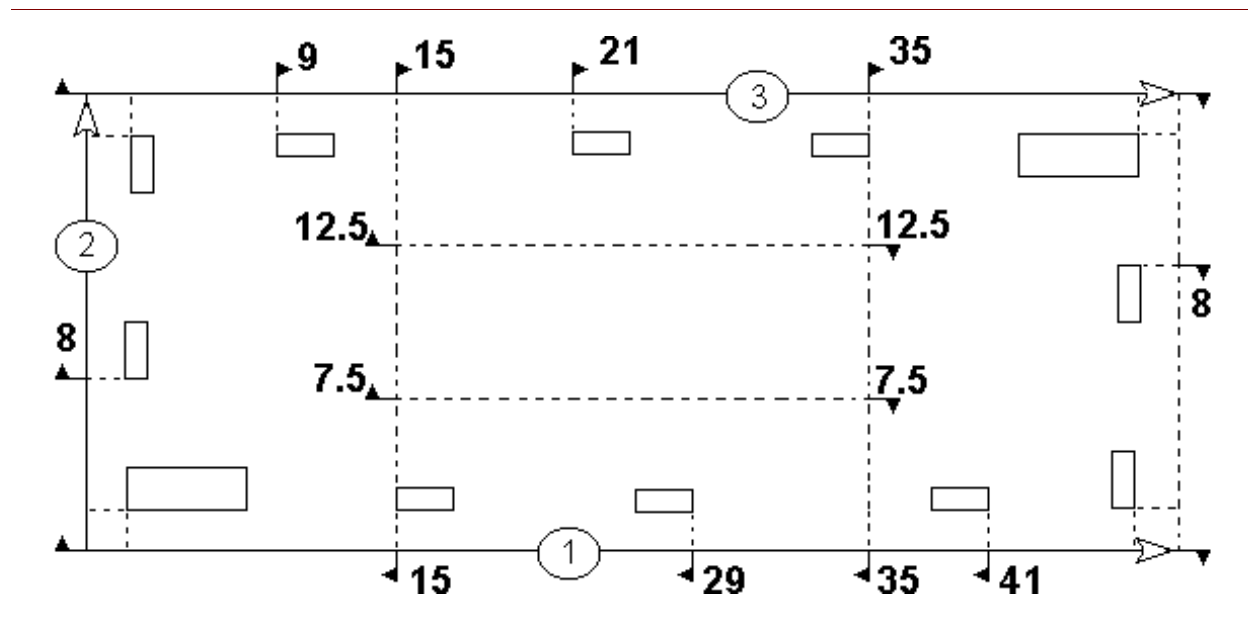


Figura 4: Supervisión del terreno y colocación de marcas.

Para crear el subterreno C central de 5x20m, conecte las marcas de 15m en los dos lados largos con cinta adhesiva y coloque dos banderas, una en la marca de 7.5m y la otra en la marca de 12.5m. Haga lo mismo con las estacas en la marca de 35m en los lados largos (Figura 5). Se pretende crear un terreno central que mida 20 x 5m. Deje las estacas de las esquinas hasta que se haya recolectado toda la información del terreno.

Para crear el primero de los dos subterrenos de 2x5m (subterreno B), camine 2m dentro del terreno desde la esquina superior derecha. Coloque una bandera en el punto y haga un subterreno de 5m x 2m. Haga lo mismo del lado opuesto y mantenga estos subterrenos marcados hasta que se hagan todas las medidas de terreno.

### Medición de Vegetación

Miden diferentes clases de vegetación. En los subterrenos menores (A1-A10) se identifican y cuentan todas las hierbas, pastos y arbolitos. En los dos subterrenos de esquina de 5 x 2 m (B1 & B2), se mide todos los árboles y arbustos de  $\geq 1$  cm dbh. En el subterreno central de 20 x 5 m (C), todos los árboles de  $\geq 5$  cm dbh se identifican y miden. Todos los árboles con diámetro a la altura del pecho (dbh) de  $\geq 10$  cm se identifican y miden en D, que es el terreno completo de 0.1 ha no cubierto por los subterrenos.

**Es importante que en primer lugar se tome muestra de las hierbas y los arbolitos de los diez subterrenos de 0.1m ya que durante la medición de árboles se pisará el terreno.**

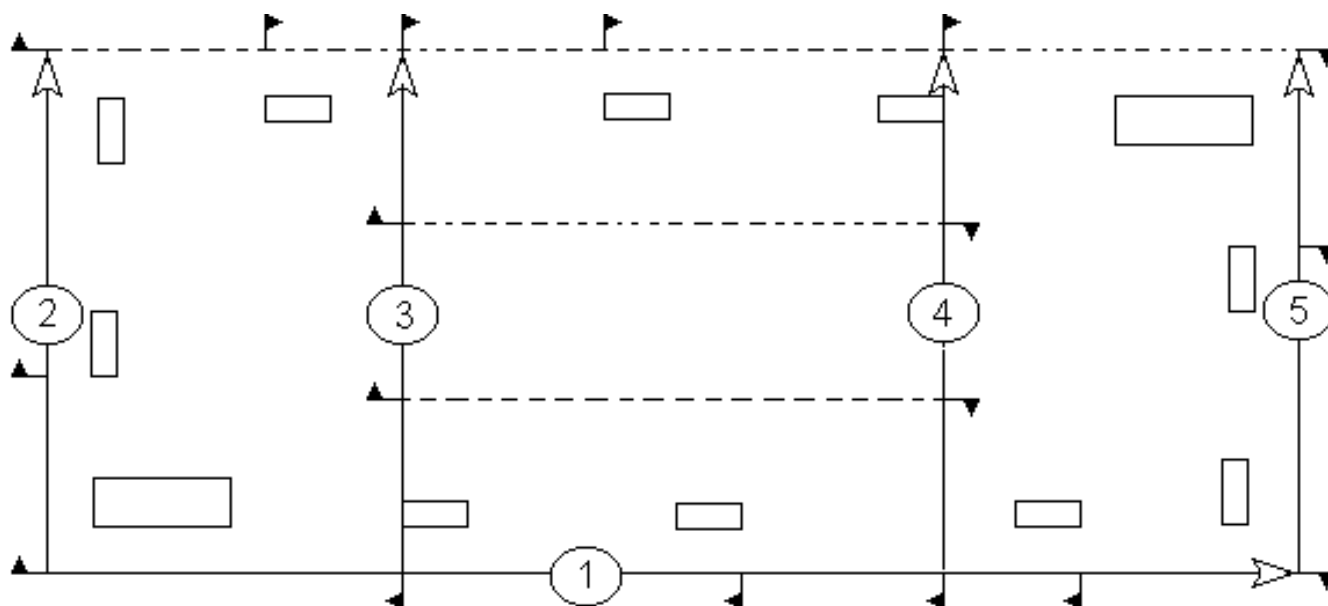


Figura 5: Estableciendo el resto del terreno.

### Medición de Hierbas, Montes y Arbolitos en los subterrenos A1 a A10

Las plantas herbáceas, así como los arbolitos y los montes, deben identificarse y contarse en los diez subterrenos de 2x0.5 m. Incluya todas las plantas de menos de 50cm de altura. El DBH y altura de estas plantas no se mide, sólo su abundancia.

Esperamos que la capa herbácea sea un buen indicador de impacto potencial. Esto será evidente a través del cambio de la composición de especies y la cubierta de submuestras. Aunque probablemente la identificación de plantas a especies no será posible en el campo, es importante sin embargo recolectar especímenes y evaluar la cubierta total de individuos parecidos en los cuadrantes. Si se les asigna nombres temporales a las plantas (e.g., *Inga sp1*), es buena idea que tales nombres sean consistentes en todos los terrenos (i.e., que la misma planta se llame *Inga sp2* en todos los terrenos).

Medición de los árboles en los subterrenos B1 & B2, C y D. En los terrenos B1 y B2 todos los individuos maderables con DBH de 1cm O MAS se identifican y miden. Se reporta el DBH y la altura de cada individuo. En el subterreno central C todas las plantas maderables con DBH de 5cm O MAS se identifican y miden. Finalmente, en toda el área del terreno (excepto la cubierta pro B1, B2 & C) se toman en cuenta los árboles con DBH de 10cm o más. Es importante no muestrear estos subterrenos, ya que esos árboles se han medido una vez.

### **Medición del DBH de un Arbol**

Es relativamente simple medir el dbh. Se coloca una cinta de dbh alrededor del árbol, a 1.3m de altura y el diámetro medido. Si no se cuenta con cinta de dbh tape, se puede usar una cinta métrica común para medir la circunferencia, y este valor se dividirá por  $\pi$  (3.1416). Se debe tener cuidado en asegurarse de que la cinta métrica esté perfectamente colocada alrededor del tronco, y que los tallos o lianas no deben medirse. No todos los troncos son perfectamente redondos o lisos. Aunque cada árbol presenta una forma única, su dbh debe medirse. Las ramas, viñas, ramas múltiples, etc. presentan variaciones que se debe medir con precisión y seguridad. La sección que sigue trata sobre las medidas típicas. El dbh de árboles más pequeños (de menos de 5cm) se puede medir con calibrador. Es raro que las ramas sean circulares, así que use el dbh menor, rotando el calibrador a 1.3m de altura.

### **Medición de DBH de Árboles de Formas no Convencionales**

A veces se encuentran árboles en posiciones o condiciones que dificultan medir su dbh. Frecuentemente están ladeados, rotos o echando yemas, lo cual hace que sea difícil medir. Es importante que se use metodología común para medir el dbh de estos árboles, para que se minimice la variación entre terrenos y/o investigadores. Si se enfrentan situaciones diferentes o únicas, se debe tomar notas detalladas sobre la forma en que se midió el dbh. Vea los diagramas adjuntos para determinar de dónde se deben tomar medidas para formas atípicas.

### **Medición de la Altura de un Arbol**

La altura de un árbol debe medirse con unclinómetro, con gran precisión. Es importante considerar la pendiente y la altura de quien observa para tomar este dato. Adicionalmente, cuando se mida la altura de plantas como palmeras, la altura debe medirse hasta arriba del tronco y no hasta las hojas, porque éstas llegan más alto.

### **Recolección de Especímenes de Prueba**

Para ayudar a identificar las especies leñosas, es importante recolectar especímenes de prueba. Es ideal que el botánico pueda identificar morfoespecies en el campo para reducir la necesidad de colecciones múltiples. Todos los árboles inventariados en el terreno deben tener una colección asociada. Además, los botánicos deben hacer colecciones generales de las especies que no se han inventariado dentro del terreno. Esto puede lograrse al buscar, en todo el terreno, individuos de especies no medidas y también examinando áreas adyacentes. Los especímenes se procesarán inicialmente en el campo y se preservarán en alcohol. Luego, en el centro de procesamiento o herbario, se secarán las muestras.

### **Tabla 3: Tabla ejemplo de números al azar entre 0 y 99:**

Use esta tabla, o haga una similar, para encontrar localizaciones adecuadas para colocar los terrenos.

**Nota:** Escoja números al azar de la tabla, o empiece en una esquina y diríjase hacia abajo en la tabla, tachando los números ya usados para evitar repetición.

| Números al Azar<br>(0 a 99) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |     |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 53                          | 66 | 10 | 11 | 34 | 34 | 66 | 41 | 23 | 1  | 37 | 52  | 33 | 75  | 54 | 74 | 69 | 45 | 38 | 47 |
| 45                          | 72 | 71 | 55 | 45 | 39 | 74 | 23 | 62 | 9  | 6  | 52  | 67 | 55  | 45 | 40 | 84 | 31 | 82 | 7  |
| 87                          | 36 | 72 | 44 | 77 | 91 | 15 | 86 | 3  | 78 | 56 | 71  | 10 | 89  | 97 | 95 | 9  | 24 | 71 | 14 |
| 52                          | 3  | 78 | 57 | 93 | 10 | 82 | 87 | 96 | 87 | 49 | 100 | 20 | 97  | 8  | 66 | 67 | 53 | 70 | 24 |
| 75                          | 32 | 22 | 84 | 95 | 62 | 64 | 47 | 47 | 19 | 28 | 65  | 70 | 91  | 91 | 44 | 85 | 77 | 52 | 45 |
| 42                          | 2  | 18 | 60 | 84 | 15 | 64 | 21 | 75 | 41 | 65 | 73  | 52 | 100 | 81 | 43 | 27 | 23 | 7  | 83 |
| 6                           | 79 | 55 | 35 | 22 | 59 | 15 | 33 | 30 | 50 | 15 | 31  | 29 | 24  | 49 | 99 | 48 | 73 | 49 | 25 |
| 85                          | 68 | 90 | 35 | 36 | 23 | 40 | 39 | 70 | 23 | 2  | 28  | 66 | 90  | 27 | 0  | 61 | 9  | 5  | 51 |
| 26                          | 38 | 38 | 78 | 86 | 41 | 99 | 72 | 56 | 58 | 17 | 89  | 52 | 53  | 41 | 21 | 90 | 86 | 63 | 97 |
| 71                          | 67 | 81 | 9  | 34 | 9  | 51 | 90 | 74 | 5  | 52 | 29  | 58 | 38  | 98 | 78 | 96 | 10 | 93 | 51 |
| 81                          | 96 | 97 | 3  | 72 | 99 | 13 | 38 | 83 | 44 | 89 | 4   | 54 | 60  | 97 | 2  | 58 | 13 | 53 | 77 |
| 2                           | 51 | 59 | 13 | 57 | 37 | 85 | 69 | 67 | 23 | 86 | 30  | 18 | 78  | 65 | 98 | 72 | 29 | 4  | 60 |
| 42                          | 91 | 84 | 57 | 65 | 4  | 73 | 47 | 70 | 25 | 49 | 9   | 0  | 23  | 53 | 30 | 19 | 67 | 27 | 65 |
| 57                          | 6  | 58 | 54 | 38 | 69 | 92 | 84 | 8  | 17 | 87 | 7   | 65 | 38  | 70 | 27 | 83 | 73 | 97 | 28 |
| 19                          | 3  | 81 | 64 | 85 | 88 | 77 | 47 | 19 | 26 | 21 | 8   | 88 | 80  | 57 | 98 | 12 | 73 | 65 | 49 |
| 64                          | 5  | 38 | 51 | 45 | 40 | 94 | 54 | 88 | 93 | 85 | 1   | 69 | 21  | 59 | 8  | 62 | 68 | 86 | 31 |
| 6                           | 68 | 26 | 49 | 2  | 59 | 56 | 93 | 95 | 37 | 24 | 33  | 50 | 8   | 87 | 16 | 56 | 49 | 15 | 29 |
| 82                          | 80 | 30 | 30 | 15 | 1  | 47 | 61 | 16 | 75 | 65 | 39  | 57 | 70  | 26 | 32 | 63 | 6  | 77 | 85 |
| 93                          | 58 | 56 | 65 | 55 | 53 | 99 | 23 | 1  | 32 | 95 | 45  | 52 | 70  | 77 | 2  | 12 | 45 | 20 | 41 |
| 0                           | 16 | 73 | 98 | 3  | 77 | 23 | 72 | 2  | 86 | 89 | 75  | 15 | 96  | 80 | 34 | 3  | 68 | 23 | 79 |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 73 | 53 | 94 | 80 | 81 | 48 | 30 | 36 | 45 | 37  | 86 | 75 | 92 | 30  | 51 | 77 | 76 | 25 | 54 | 71 |
| 16 | 82 | 85 | 24 | 7  | 90 | 86 | 25 | 78 | 65  | 87 | 98 | 52 | 73  | 83 | 75 | 18 | 46 | 50 | 3  |
| 2  | 83 | 51 | 21 | 17 | 70 | 45 | 89 | 86 | 57  | 83 | 46 | 59 | 4   | 12 | 32 | 82 | 43 | 50 | 61 |
| 70 | 76 | 44 | 8  | 54 | 59 | 18 | 70 | 96 | 12  | 81 | 31 | 75 | 75  | 94 | 26 | 16 | 82 | 3  | 33 |
| 70 | 67 | 54 | 35 | 36 | 3  | 98 | 76 | 6  | 79  | 4  | 90 | 47 | 82  | 96 | 26 | 19 | 46 | 36 | 89 |
| 75 | 75 | 82 | 58 | 51 | 46 | 54 | 49 | 42 | 95  | 18 | 60 | 25 | 41  | 39 | 5  | 25 | 5  | 42 | 63 |
| 91 | 23 | 18 | 64 | 31 | 73 | 54 | 50 | 7  | 83  | 93 | 60 | 62 | 100 | 62 | 86 | 8  | 3  | 7  | 13 |
| 80 | 23 | 83 |    | 39 | 60 | 11 | 39 | 58 | 21  | 92 | 53 | 76 | 60  | 22 | 32 | 74 | 20 | 5  | 21 |
| 52 | 0  | 37 | 21 | 88 | 20 | 39 | 81 | 32 | 44  | 22 | 38 | 79 | 82  | 14 | 11 | 72 | 56 | 14 | 55 |
| 46 | 88 | 4  | 79 | 54 | 6  | 55 | 58 | 42 | 48  | 57 | 7  | 27 | 28  | 96 | 77 | 79 | 66 | 16 | 95 |
| 83 | 59 | 33 | 1  | 90 | 8  | 11 | 97 | 58 | 71  | 31 | 56 | 12 | 21  | 34 | 93 | 21 | 33 | 69 | 78 |
| 86 | 33 | 80 | 33 | 24 | 19 | 73 | 84 | 59 | 38  | 3  | 80 | 31 | 70  | 0  | 1  | 35 | 70 | 25 | 64 |
| 5  | 74 | 65 | 91 | 37 | 94 | 19 | 91 | 60 | 54  | 80 | 27 | 51 | 49  | 80 | 72 | 72 | 99 | 79 | 61 |
| 85 | 48 | 74 | 71 | 83 | 60 | 31 | 39 | 25 | 27  | 63 | 10 | 83 | 76  | 74 | 61 | 73 | 42 | 55 | 94 |
| 50 | 51 | 93 | 9  | 4  | 1  | 83 | 55 | 27 | 27  | 42 | 6  | 0  | 9   | 95 | 66 | 50 | 12 | 56 | 94 |
| 92 | 96 | 39 | 10 | 77 | 65 | 36 | 56 | 32 | 1   | 89 | 29 | 92 | 35  | 86 | 87 | 95 | 78 | 91 | 42 |
| 91 | 23 | 39 | 32 | 74 | 44 | 64 | 48 | 92 | 59  | 77 | 60 | 34 | 17  | 62 | 54 | 7  | 99 | 80 | 8  |
| 61 | 5  | 85 | 76 | 16 | 33 | 38 | 51 | 1  | 33  | 23 | 53 | 15 | 82  | 66 | 9  | 32 | 62 | 22 | 81 |
| 24 | 87 | 50 | 49 | 77 | 50 | 94 | 62 | 84 | 100 | 4  | 18 | 15 | 48  | 64 | 20 | 68 | 16 | 21 | 72 |

### Capítulo III

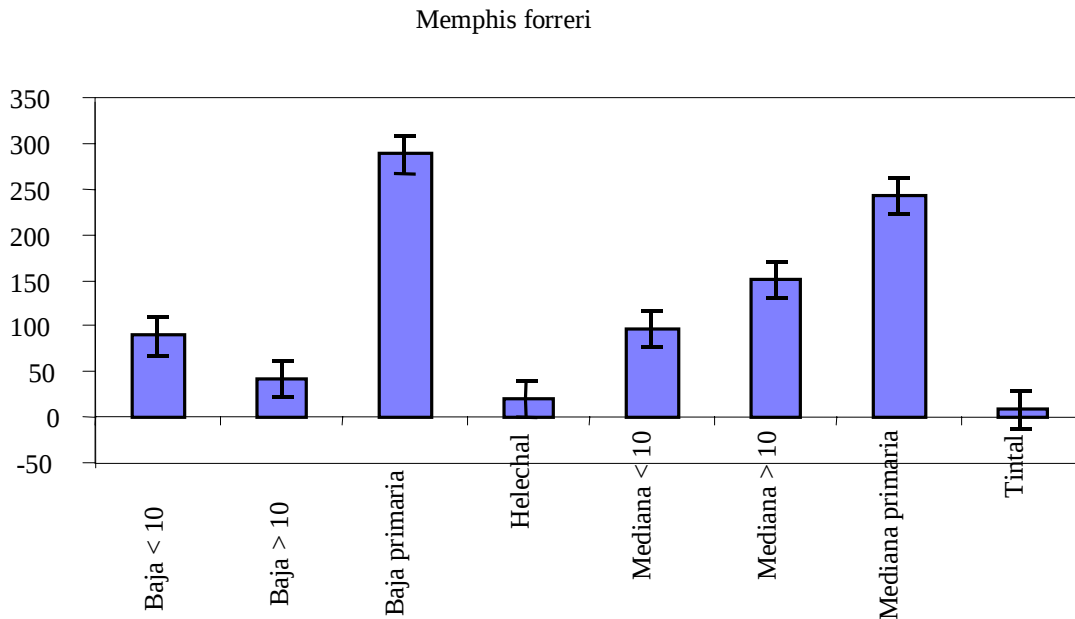
#### Monitoreo de Mariposas para la Región De Calakmul, Mexico

Carmen Pozo de la Tijera

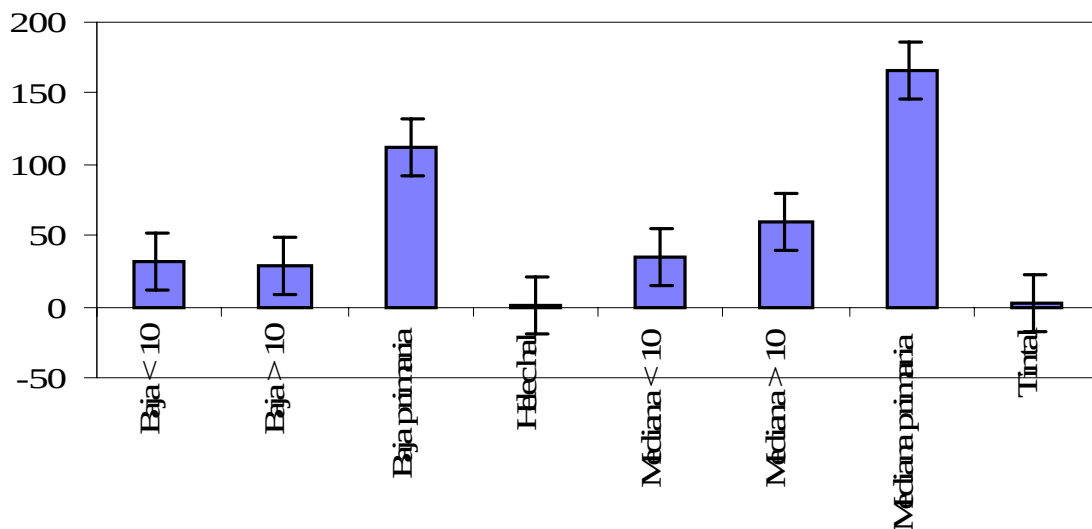
Museo de Zoología-ECOSUR

Unidad Chetumal.

Desde 1997, hemos estado desarrollado el proyecto llamado, “Inventario y monitoreo de Anfibios, Reptiles y Mariposas de la Reserva de Calakmul Campeche”. El proyecto tiene incluido muestreos sistemáticos durante las tres temporadas de la región: Seca, lluviosa y nortes. Analizando los datos obtenidos durante el primer año de muestreo, hemos detectado algunas especies de mariposas que podrian funcionar como indicadores de grado de perturbación de la selva mediana subperennifolia y la selva baja subcaducifolia. Estos dos tipos de vegetación son los mas abundantes en la región, y amenudo se intercalan a manera de mosaicos entre si y con otro tipo de vegetación existente en la región a menor escala. Dos importantes especies de mariposas son: *Memphis forreri* y *Fountainea euryphyle confusa*, como indicadores de selvas primarias (Fig. 1).



**Figura 1.** Número de individuos por trampa colectados en distintos tipos de habitat.

*Fountainea eurypyle confusa*

En el proyecto mencionado anteriormente se evalúan tres estados sucesionales (*acahuales* mayores y menores de 10 años y selva conservada), tanto para la selva mediana como para la baja. Además de encontrar especies de mariposas que pueden ser consideradas como indicadoras, durante estos dos años y medio, hemos detectado ciertos patrones en la fenología de algunas especies que nos podrán ser de utilidad para detectar cambios en procesos naturales que se llevan a cabo en esta región. Uno de estos patrones, es un gradiente latitudinal de norte a sur en la estacionalidad de la riqueza de especies y explosiones demográficas de algunas especies en determinadas temporadas del año, tal es el caso de especies de los géneros *Protographium* y *Marpesia*, así como la migración de la especie *Kricogonia lyside*.

A continuación proponemos un programa de monitoreo sencillo, que suponemos, nos permitirá conocer, a gran escala, si los procesos detectados en la zona se mantienen, o si existe algún tipo de alteración de hábitat que este afectando la riqueza total.

Este programa de monitoreo es considerado como un estudio piloto, el cual podrá ser modificado de acuerdo a los resultados que se sigan obteniendo en el proyecto mencionado en un principio, también de acuerdo a los resultados que se obtengan de esta fase piloto estos son complementarios: Trampas Van Someren-Rydon con cebo de fermento de plátano macho, piña, azúcar y cerveza. Redes entomológicas aéreas y registros visuales (Fig. 2).

Los transectos deben ser de 1 000 m de longitud, recorriendo varios tipos de vegetación, pero tratando de tener tramos de vegetación homogénea de 100 m de largo. Las trampas se colocan cada 50 m de manera alternada a cada lado del transecto (Fig. 3).

En Calakmul, debemos de tener al menos dos transectos en la zona norte de la reserva y dos en la zona sur.

De acuerdo a la estacionalidad encontrada en esta región, los meses de muestreo optimo para las especies seleccionadas son: Abril (por la aparición en forma masiva de la especie *Kricogonia lyside*, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre (Fig. 4).

Las trampas deben ser colocadas a las 7:00 hrs y se revisan de las 14:00 a las 17:30 hrs. Durante el recorrido de los transectos, el observador se detendrá en cada trampa durante 10 min y anotará en el formato (Fig. 5), el número de individuos registrados, por cualquiera de los tres

métodos, para cada una de las especies seleccionadas: *Kricogonia lyside*, *Archaeoprepona demoophon gulina*, *Fountainea euryphyle confusa*, *Memphis forreri*, *Morpho achilles hyacynthus* y las especies de los géneros *Potographium* y *Marpesia*. De las 9:00 a las 13:00 se camina sobre los caminos abiertos registrando el número de individuos que se observen de cada una de las especies seleccionadas. Los observadores tendrán una guía para la correcta determinación de especies. Esta guía consiste en alas enmascaradas de cada una de las especies bajo estudio

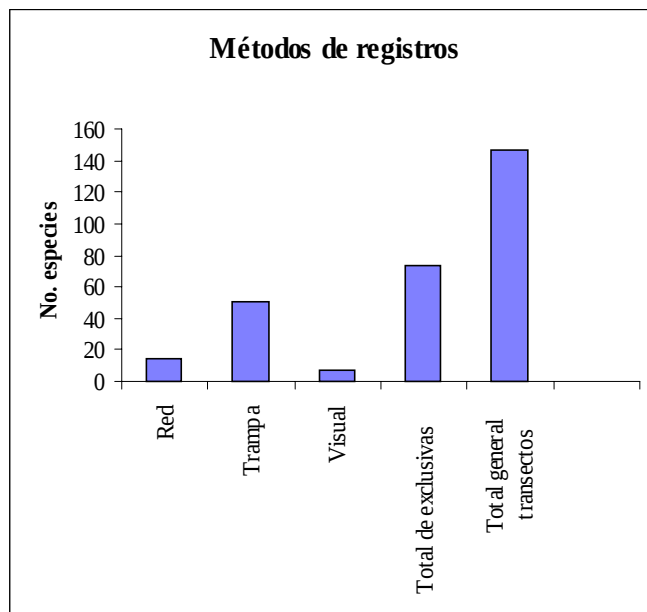


Figura 2. Número de especies que son registradas exclusivamente por un solo método de muestreo.

Las especies seleccionadas para este programa han sido registradas tanto en la región del Petén Guatemalteco (Austin *et al.* 1996), como en el país de Belice (Meerman and Boomsma, 1993). Por lo tanto, si se plantea un programa de monitoreo como el que estamos planteado para la región de Calakmul, se podrá conocer si la variación latitudinal en la aparición de las especies a lo largo del año, registrada para Calakmul, es un fenómeno que ocurre a gran escala, lo cual esperamos (según comentarios de Claudio Méndez personal de comunicaciones).

Por último anexo una serie de lecturas recomendadas que han servido de apoyo al diseño del proyecto que estamos realizando en la zona de Calakmul y que pueden ser de gran utilidad para quien este interesado en el

monitoreo de mariposas y de otras grupos de especies indicadoras en general.

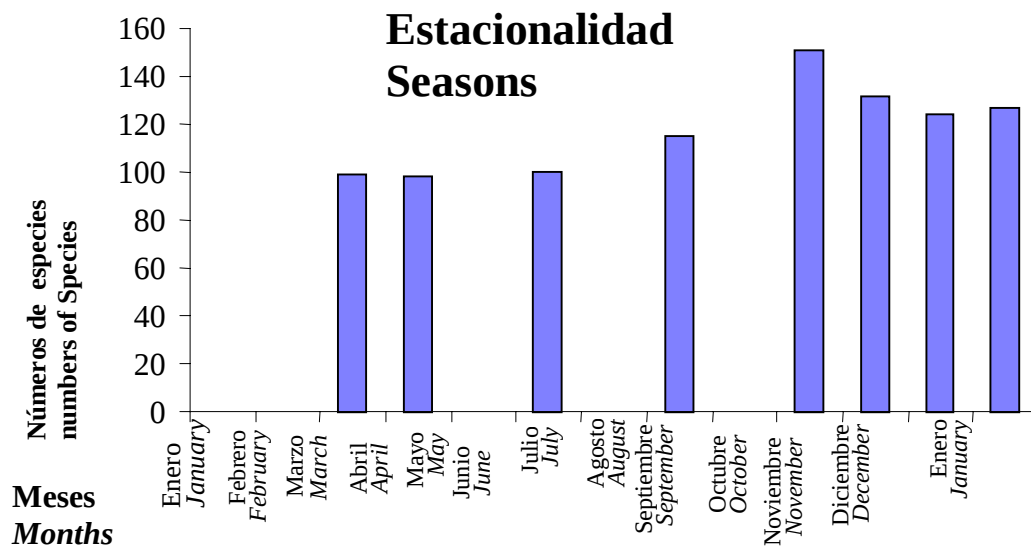
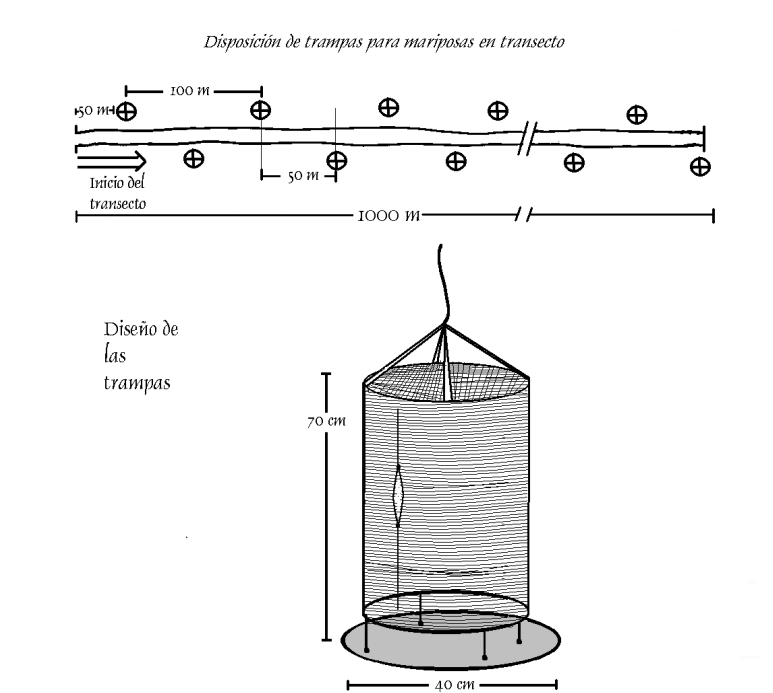


Figura 4. Números de especies registradas en distintos meses del año.

**MARIPOSAS**

Zona:

Transecto:

Fecha:

Condición climática:

|                  |         |                  |                                                 |      |                      |
|------------------|---------|------------------|-------------------------------------------------|------|----------------------|
| Hora de inicio:  |         |                  |                                                 |      |                      |
| Observador:      |         |                  |                                                 |      |                      |
| Hora de término: |         |                  |                                                 |      |                      |
| Número de Trampa | Especie | Tipo de Registro | Distancia y dirección con respecto al transecto | Hora | Comentarios<br>Clima |
|                  |         |                  |                                                 |      |                      |
|                  |         |                  |                                                 |      |                      |
|                  |         |                  |                                                 |      |                      |

Figura 5. Formato para la captura de datos de campo de monitoreo de mariposas.

## LECTURAS RECOMENDADAS

- Austin, G. T., N.M. Haddad, C. Méndez, T. D. Sisk, D. D. Murphy, A. E. Launer and P. R. Ehrlich, 1996. Annotated Checklist of the Butterflies of the Tikal National Park Area of Guatemala. *Tropical Lepidopter*, 7(1):21-37.
- Beccaloni, G. W. and K. J. Gaston, 1995. Predicting the Species Richness of Neotropical Forest Butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as Indicators. *Biological Conservation* 71: 77-86.
- Brown Jr., K.S.. 1972. Maximizing daily butterfly counts. *Journal of the Lepidopterists Society* 26: 183-96.
- Brown Jr., K. S. and R. W. Hutchings, 1997. Disturbance, Fragmentation, and the Dynamics of Diversity in Amazonian Forest butterflies, pp. 91-110. In Laurance, W. F. and R. O. Bierregaard (eds.), *Tropical Forest Remnants. Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. The University of Chicago Press. Chicago, London.
- Brown Jr., K. S., 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for Conservation Monitoring. *Journal of Insect Conservation* 1:1-18
- Brown, J. A. and M. S. Boyce, 1998. Line transect sampling of karner blue butterflies (*Lycaeides melissa samuelis*). *environmental and Ecological Statistics* 5:81-91
- Brown Jr., K.S. 1991. Conservation of Neotropical environments: Insects as indicators. Pages 349-404 In: N.M. Collins and J.A Thomas, (eds.), *The conservation of insects and their habitats*. Academic Press, London.
- Brown, K.S Jr. 1996. The use of insects in the study, inventory, conservation and monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relation to traditional land use systems. In: T. Hirowatari, (ed.), *Decline and conservation of butterflies on Japan, III*. Lepidopterological Society of Japan, Osaka, Japan.: 128-149.
- D´Vries, P. J., D. Murray and R. Lande, 1997. Species Diversity in Vertical, Horizontal, and temporal Dimensions of a Fruit-Feeding Butterfly Community in an Ecuadorian Rainforest. *Biological Journal of the Society* 62:343-364.
- Daily, G.C., and P.R. Ehrlich. 1995. Preservation of biodiversity in small rainforest patches: Rapid evaluation. *Conservation* 4: 35-55.
- Dale, V. H., S. M. Pearson, H. L. Offerman and R. V. O'Neill, 1994. Relating Patterns of Land-Use Change to Faunal Biodiversity in the Central Amazon. *Conservation biology* 8(4):1027-1036

- Gadagkar K., R., K. Chandrashekara and P. Nair, 1990. Insect species Diversity in the Tropics: Sampling Methods and a Case Study. *Journal of the Bombay Natural History society* 87(3):337-353.
- Galindo-Leal C. 1995. ECOTONO. Centro para la biología de la conservación. Primavera. Universidad de Stanford. Ca. E.U. 12 pp.
- Galindo-Leal C. 1997. ECOTONO. Centro para la biología de la conservación. Invierno. Universidad de Stanford. Ca. E.U. 12 pp. Goldsmith, F.B. 1991. *Monitoring for Conservation and Ecology*. Chapman and Hall.
- Hamer, K.C., J.K. Hill, L.A. Lace and A. M. Langans, 1997. Ecological and biogeographical effects of forest disturbance on tropical butterflies of Sumba, Indonesia. *Journal of Biogeography* 24:67-75
- Hellawell, J.M. 1991. Development of a rationale for monitoring, In: *Monitoring for Conservation and Ecology* (ed. F.B. Goldsmith), Chapman & Hall, London, p.p.1-14
- Hill, J.C., K.C.Hamer, L.A. Lace, and W.M.T.Banham. 1995. Effects of selective logging on tropical forest butterflies on Buru, Indonesia. *J. Applied Ecology* 32: 754-760.
- Hughes, J. B., G. C. Daily and P. R. Ehrlich, 1998. Use of fruit bait traps for monitoring of butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). *Rev. Biol. Trop.*, 46(3):697-704.
- Kremen., C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications* 2: 203-17.
- Meerman, J. C. and T. Boomsma, 1993. Biodiversity of the Shipstern Nature Reserve. *Occasional Papers of The Belize Natural History Society*, 2(1):1-7.
- Murphy, D. and B. A. Wilcox. . Butterfly Diversity in Natural Habitat Fragments: A Test of the Validity of Vertebrate-Based Management. pp. 287-292. In J. Verner, M.I. Morrison and C.J. Ralph, eds., *Wildlife 2000: Modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. V. of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Owen, D.F. 1975. Estimating the abundance and diversity of butterflies. *Biological Conservation* 8: 173-83.
- Pollard, E. and R. Leverton. 1991. Monitoring butterfly numbers. Case study: Castle Hill National Nature Reserve. In: *Monitoring for Conservation and Ecology*. Goldsmith, B. ed. Chapman & Hall, London.

- Pollard, E., 1977. A Method for Assessing Changes in the Abundance of Butterflies. *Biol. Conserv.* (12): 115-134
- Pollard, E; T.J.Yates, 1995, *Monitoring Butterflies For Ecology And Conservation*. Chapman & Hall, London, 274 p.p.
- Pullin, Andrew S, 1995, *Ecology And Conservation Of Butterflies*. Chapman & Hall, London-New York, 357 p.p
- Singer, M.C. and G. Lawrence E., 1978. Ecology of Butterflies in the Urbs and Suburbs, pp. 1-11. In *Perspectives in Urban Entomology*. G.W. Frankie, C.S. Koehler, eds. Academic Press, New York.
- Soberón M., J., J. Llorente B, 1993. The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *conservation Biology*. Vol. 7(3):480-488.
- Sparrow, H.R. T.D. Sisk, P.R Ehrlich and D.D. Murphy. 1994. Techniques and guidelines for monitoring Neotropical butterflies *conservation Biology* 8: 800-809.
- Spellerberg, Ian F, 1991, *Monitoring Ecological Change*, Cambridge University Press, Great Britain, 328 p.p.
- Stork, N.E. 1994. Inventories of biodiversity: more than a question of numbers. Pp. 81-100 In: P.L. Forey, C.J. Humpries, and R.I. Vane- Wright (eds), *Systematic and consrvation evaluation*, The Systematics Association Special Volume N° 50. Oxford Science Publications.
- Stork, N.E 1995. Measuring and inventoryng arthropod diversity in temperate and tropical forest. In: T. Boyle (ed), *Measuring and monitoring biodiversity in Tropical and temperate forest*. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Stork, N. E., and M. J. Samways, 1995. Inventoryng and Monitoring. In *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge University Press & UNEP. Heywood, V. H. (ed).
- Sutherland, W. J., 1996. *Ecological Census Techniques*. Cambridge University Press. New York.
- Thomas, J.A. 1983. A quick method for estimating butterfly numbers during surveys. *Biological Conservation*. 27:195-211.
- Whitacre, D., 1997. An Ecological Monitoring Program for the Maya Biosphere Reserve. A report to the U. S. Agency for International Development and el Consejo Nacional de Areas Protegidas de Guatemala. p. 114.

## Capítulo IV

### Protocolo de Muestreo de Anuros John R. Meyer y Carolyn M. Miller

En 1997 se estableció el Grupo de Trabajo de Poblaciones de Anfibios en Declinación de Belice (BELDAP) con el auspicio del Proyecto de Poblaciones de Anfibios en Declinación (DAPFT IUCN/SSC). El monitoreo de 19 especies anúridas inició en 13 sitios en Belice, con un equipo conformado por seis científicos voluntarios, un director del grupo de trabajo y un consultor científico. Los participantes del Taller de Monitoreo de Biodiversidad de La Selva Maya (Octubre 1997) acordaron adoptar este protocolo. Así, el proyecto se expandió para incluir a científicos interesados en México y Guatemala. El nombre MAYAMON refleja esta área geográfica expandida. Se está desarrollando un equipo de entrenamiento para los participantes.

El protocolo MAYAMON tiene las ventajas de no requerir equipo especial, no necesita manipular animales vivos y se implementa fácilmente. Un solo observador familiarizado con las vocalizaciones e identificaciones de anuros puede hacer los muestreos. El siguiente protocolo es el mismo que se utiliza en MAYAMON, con una excepción.

Se recomienda usar sitios apareados para comparar y contrastar los cambios temporales entre sitios trabajados y los no trabajados. Se ha compilado una lista preliminar de anuros, la cual incluye aquellos animales comunes a todos los sitios con la opción de añadir especies adicionales basándose en consideraciones locales. Esas especies se muestran en el ejemplo de la hoja de datos que sigue.

Se recomienda un protocolo adicional que se refiera a las especies Eleuterodactílicas. Se debe usar Muestreo de Encuentro Visual (MEV) tanto en hábitats de bosque como de río, en donde se sospeche que hay presencia Eleuterodactílida. Se debe registrar el número de animales contados con este método.

#### I Consideraciones Generales

- A. Cada participante se comprometerá a muestrear durante un mínimo de 5 años.
- B. Cada participante escogerá de 2 a 6 sitios a monitorear; los mismos sitios serán monitoreados cada año.
  - 1. Se escogerá sitios “apareados”. i.e. uno de los sitios estará predispuesto a intromisión humana; el otro, se conservará intacto
- C. Los datos se unirán y todos los participantes serán coautores de las publicaciones que surjan.

#### II Método de Muestreo: Conteos de vocalización

- A. Los sitios cumplirán con uno de los siguientes requisitos:
  - 1. Sección de arroyo (una o ambas orillas) de 100 a 200 m de longitud
  - 2. Estanque (permanente o temporal) de menos de 500 m in de circunferencia
  - 3. Sección de playa de lago, laguna, pantano o ciénaga de entre 100 y 200 m de largo
- B. Cada sitio se describirá con respecto de:
  - 1. Características físicas
  - 2. Ambiente que le rodea
  - 3. Cambios anuales notables
  - 4. Fotografía anual

- C. Durante cinco años, anualmente, se trabajará cada sitio para detectar anuros vocalizantes así:
1. Una vez al mes, a intervalos casi regulares, durante los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre u Octubre.
  2. Se harán los estudios durante la noche, entre las 1900 y las 2300
  3. Los estudios en cada sitio durarán entre 15 y 30 minutos
- D. Sólo se hará monitoreo de aquellas especies que aparezcan en el *Formulario MAYAMON de Monitoreo de Sitio*.
- E. Las ocurrencias de vocalización de cada especie se estimarán así:
- a. 1= 1-5 individuos
  - b. 2= 6-20 individuos
  - c. 3= 21-50 individuos
  - d. 4= >50 individuos
- F. Los individuos vistos pero no escuchados deberán anotarse en los “Comentarios”

### III Protocolo de Eleutherodactílicos: muestreos MEV

- A. Se hará muestreos en aquellos transectos sin intromisión humana. Se sabe que los eleutherodactílicos prefieren las áreas libres de humanos.
1. Los transectos medirán 2 m x 250 m
  2. En áreas boscosas se buscará *Eleutherodactylus chac*, *E. rhodopis*, *E. psephosypharus* y *E. laticeps*
    - a. Si se detecta vocalización de *Syrrhopus (Eleutherodactylus) leprus* concurrente con las especies arriba descritas, se debe registrar la distancia en metros.
  3. Durante 250 m a lo largo y/o dentro de un arroyo, para *E. rugulosus* y *E. sandersoni*
    - a. Use ambas orillas si no está a más de 1 metro de la línea central (aproximada)
    - b. Si a más de 1 metro de la línea central, sólo haga una orilla
- B. Tiempo
1. Los muestreos VES deben durar entre 30-60 minutos, según las condiciones
  2. Los muestreos deberán hacerse sólo durante la noche

### IV Todos los datos se registrarán en el Formulario MAYAMON de Muestreo de Sitio y deberán enviarse al coordinador al terminar la temporada para ingresarse en una base de datos computarizada. A cada participante se le dará un resumen del proyecto una vez al año.

## MAYAMON ANURAN SURVEY PROJECT

### Formulario de Inspección del Lugar- 1999

|                                            |                                                              |                                 |                                |                           |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Site ID:                                   | Survey Date:<br><i>Fecha de Inspección</i>                   | Observer:<br><i>Observador.</i> | Start Time:<br><i>Comienzo</i> | End Time<br><i>Final:</i> |
| Weather Notes:<br><i>Apuntes el Clima</i>  |                                                              |                                 |                                |                           |
| SPECIES NAME<br><i>Nombres de Especies</i> | VOCALIZATION<br>CATEGORY<br><i>Categoría de Vocalización</i> | COMMENTS<br><i>Comentarios</i>  |                                |                           |
| <i>Bufo campbelli</i>                      |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Bufo marinus</i>                        |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Bufo valliceps</i>                      |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Leptodactylus labialis</i>              |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Leptodactylus melanonotus</i>           |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Physalaemus pustulosus</i>              |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Gastrophryne elegans</i>                |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Hypopachus variolosus</i>               |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Hyalinobatrachium<br/>fleischmanni</i>  |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Agalychnis callidryas</i>               |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Hyla ebraccata</i>                      |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Hyla loquax</i>                         |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Hyla microcephala</i>                   |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Hyla picta</i>                          |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Phrynohyas venulosa</i>                 |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Scinax staufferi</i>                    |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Smilisca baudinii</i>                   |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Smilisca cyanosticta</i>                |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Triprion petasatus</i>                  |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Rana berlandieri</i>                    |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Rana vallianti</i>                      |                                                              |                                 |                                |                           |
| <i>Rhinophrynus dorsalis</i>               |                                                              |                                 |                                |                           |

1 = 1-5 individuales

2 = 6-20 individuales

3 = 21-50 individuales

4 = &gt;50 individuales

## Capítulo V

### Protocolo de Muestreo de Aves David F. Whitacre y Carolyn M. Miller

Se escogió transectos de conteo de punto como el método principal para monitorear patrones de abundancia de aves en la Selva Maya. Los conteos de punto tienen varias ventajas. Casi no se incurre en gastos y no se necesita equipo ni tecnología especial. Se pueden llevar a cabo con un mínimo de 2 observadores si uno funge como registrador. Aunque es esencial avistar y escuchar vocalizaciones, no es necesario que los observadores tengan entrenamiento especial con aves vivas. Los transectos de conteo de puntos pueden usarse en varios terrenos, incluyendo hábitats acuáticos. Recomendamos censar durante la época seca, ya que es cuando las aves son detectadas más fácilmente. Asimismo, hacer el censo durante el inicio de la época seca permite detectar especies migrantes en sus territorios de hibernación. Llevar a cabo el censo ya cuando la época seca está dentro detecta las especies en territorio de crianza. Con observadores entrenados, esta técnica podría implementarse fácilmente por los participantes en los monitoreos de sitios de la Selva Maya.

Para aumentar los transectos de conteo de puntos cuando el tiempo y el personal lo permitan, también puede hacerse conteos de audición antes de la madrugada y conteos de emergencia de dosel. Ambas técnicas se pueden llevar a cabo simultáneamente, y ofrecen mejores oportunidades para detectar ciertas especies que a veces se ignoran cuando sólo se hace transectos de conteo de puntos, tales como las *psittacines*, raptoras y colúmbidos. Estas técnicas también son de bajo costo y fáciles de implementar. Las observaciones de emergencia de dosel se pueden hacer desde algún peñasco o algún templo maya. Sin embargo, se necesita entrenamiento y equipo especial para hacer conteos de emergencia de dosel.

Estas son las especies que se identificaron como de especial preocupación durante el Taller de Monitoreo de Biodiversidad de la Selva Maya (octubre 1997): Jabirú *Jabiru mycteria*, Cigüeña Maderera *Mycteria americana*, Halcón de Pecho Naranja *Falco deiroleucus*, Gran Cuervo *Crax rubra*, Pavo Ocelado *Meleagris ocellata*, miembros de la familia Rallidae, y la Guacamaya escarlata *Ara macao*.

#### I. Consideraciones generales

- A. Cada participante se comprometerá a 5 años de muestreo como mínimo
- B. Cada participante escogerá entre 2 y 6 sitios para monitorear; los mismos sitios se monitorearán año tras año.
- 1. Se escogerá sitios “aparejados”; i.e. un sitio donde haya intromisión humana y uno que se conserve virgen.
- C. Los datos se unirán y todos los participantes serán coautores de cualquier publicación resultante.
- D. Todos los datos se registrarán en el *Formulario de Sitios de la Selva Maya* y será enviados al coordinador al final de la temporada para ingresarlos en una base de datos computarizada. A cada participante se le entregará un resumen del proyecto una vez al año.

#### II Método de Muestreo: Conteo de puntos para aves canoras y aliados

##### A. Sitios

- 1. Se organizará los muestreos en rutas de 12 conteos

2. Los puntos deberán tener por lo menos 200 m de separación
  3. Cuente las aves dentro de:
    - a. Radio de 50 m
    - b. Radio de 50-100 m
    - c. Radio de 100 m a infinito
  - B. Cada sitio se describirá según:
    1. Breve descripción de características físicas, tipo de hábitat y tipo
    2. Ambiente que rodea la ruta
    3. Cualesquiera cambios notables que ocurran anualmente
  - C. Se hará muestreo de aves en cada sitio una vez al año durante 5 años como sigue:
    1. Cada ruta de conteo debe llevarse a cabo dos veces durante la época seca entre los períodos de:
      - a. Del 1 Febrero a 20 de Marzo (énfasis en migradores de tierras invernales, pero cuenta todas las especies)
      - b. Del 21 de Marzo al 30 de Mayo, o hasta que empiece la época lluviosa pero no después del 30 de junio
    2. El inicio del censo en cada ruta debe iniciar al amanecer y terminar 2.5 horas después de que salga el sol, cuando decrece la actividad
    3. Cuente 10 minutos
    4. Cada equipo de conteo será responsable de un mínimo de 5 rutas de conteo
    5. Los conteos no deben llevarse a cabo después de que la actividad empiece a decrecer, como puede ocurrir en hábitats abiertos en los cuales sube más rápidamente la temperatura
    6. Algunas rutas se harán en vehículo; otras, a pie o en barco.
    7. Se debe suspender los conteos si la lluvia, viento, cicadas, urracas o monos aulladores hacen que las condiciones auditivas no sean aceptables. A menudo, las condiciones se restablecen luego de algunos minutos
  - D. Registro de datos
    1. Cuente durante 10 minutos pero registre las detecciones en incrementos de 5 minutos
    2. Registre aquellas aves que crea que estén dentro de:
      - a. 50 m
      - b. 50-100 m
      - c. 100 m a infinito
- ### III Método de Muestreo: Conteos de Madrugada
- A. Sitios
    1. Los conteos se hacen en radio ilimitado, durante 1 hora.
    2. Los conteos deben terminar a la hora oficial que amanezca, como lo determine el Almanaque Náutico u otra fuente
    3. Los conteos deben espaciarse con un mínimo de 2 km; se prefiere 3 km o más
    4. Los conteos deben llevarse a cabo la misma fecha en que se haga conteo de emergencia de dosel, si fuera conveniente
  - B. Cada sitio se debe describir según:
    1. Breve descripción de las características físicas y tipo de hábitat en cada punto
    2. Ambiente que rodea la ruta
    3. Cualesquiera cambios notables que ocurran anualmente
  - C. Se hará muestreo de aves en cada sitio anualmente, durante 5 años:
    1. Se debe llevar a cabo una vez durante la época lluviosa (Febrero-Junio)

2.El conteo deben hacerlo 2 observadores: el observador registrador lleva el tiempo y registra los datos; el observador primario se mantiene alerta, caminando sobre el territorio de la brújula. El avisa al registrador las detecciones y ambos comparan notas de detecciones e identificaciones

#### D. Registro de datos

- 1.Registre las detecciones en incrementos de 5 minutos
- 2.Al finalizar el conteo, anote el número de individuos distintos representantes de su especie
- 3.Una lista fija de especies inusuales, únicos en los sitios, debe incluirse en las hojas de datos. Esto sirve como recordatorio para registrarlos. Asimismo, la falta de detección podría tener significado.

### IV Método de Muestreo: Conteos de emergencia de dosel

#### A. Sitios

- 1.Tendrán visión clara, 120 grados de ancho sobre el dosel forestal, extendiéndose a un radio de 1 kilómetro del lugar de vigía, y puede ser uno de los siguientes:
  - a. En áreas abiertas
  - b. A lo largo de ríos
  - c. En áreas de bosque contiguo
- (1).De la copa de un árbol que sobresalga del dosel, de un peñasco o templo maya
2. Los conteos se llevarán a cabo en la misma fecha con un conteo pre-madrugada si fuera conveniente
3. Los conteos se llevarán a cabo en cada sitio una vez al año entre los meses de Febrero y Junio

#### B. Una vez al año, durante cinco años, cada sitio se observará anualmente:

1. Media hora antes del amanecer oficial según el Almanaque Náutico u otra fuente
2. La duración total de conteos será no menor de 2.5 horas y mayor de 4 horas

#### C. Cada sitio se describirá según:

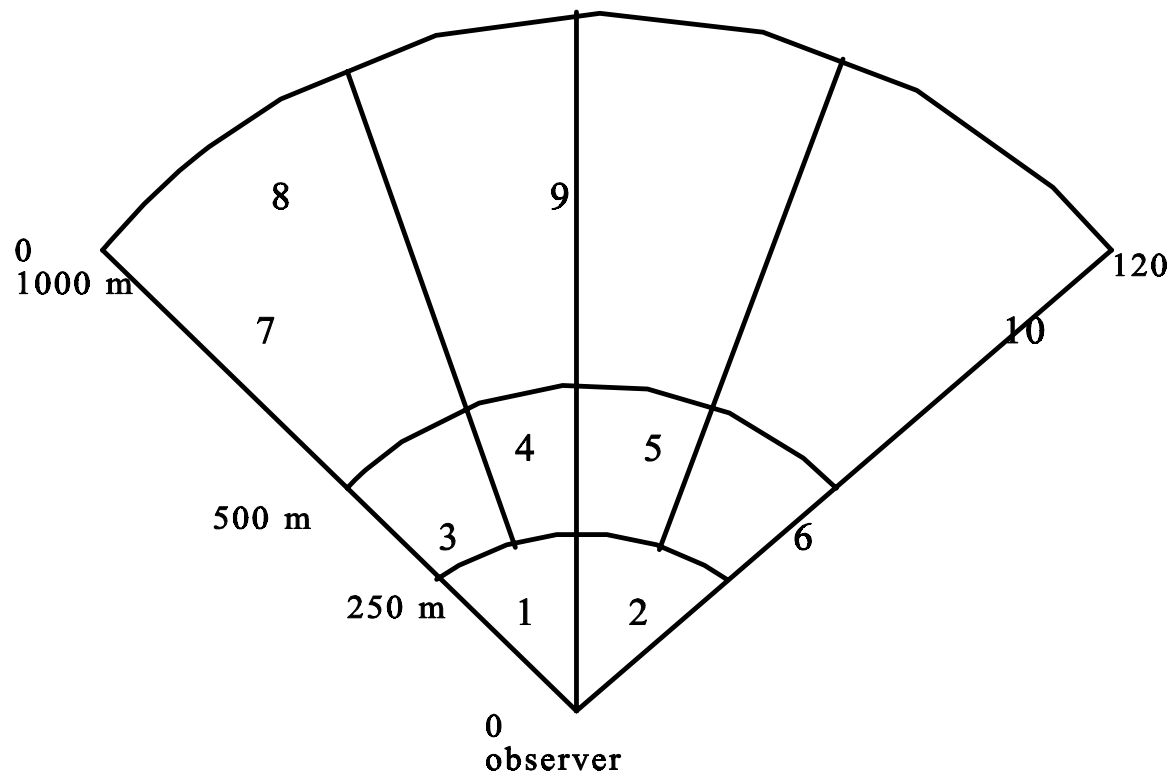
1. Características físicas
2. Ambiente aledaño
3. Cualquiera de los cambios notables anuales
4. Fotografía anual

#### D. Registro de datos

1. Cuente durante 5 minutos
2. Se debe registrar las detecciones utilizando 10 zonas, como se muestra a continuación:
3. Indique la naturaleza de la detección así:
  - a. P = percheo
  - b. V = escuchado
    - (1). v + v = visto y escuchado
    - (2). sin designación presupone avistamiento
  - c. € = volando
  - d. \_ = vuelo; vuelo con regreso durante corto tiempo
    - (1).Ejemplo: una bandada de 35 *Aratinga* vuelan y vuelven en poco tiempo
  - e. =copulación
  - f. £, £, £etc. = comentarios numerados; elaborados en el reverso de la hoja de datos
    - (1). Ejemplo: £ Halcón murciélago atacando Milano tijereta (defendiendo el nido?)
4. Use subcódigos con los códigos arriba descritos para indicar en qué zona se ha detectado

las aves:

- a. Ejemplo:  $1^9 \ 1^9 \ 1^9 \ 1^8 \ 1^7 = 1$  *Buteo albicaudatus* volando en las zonas 9, 8 y 7
- b. Ejemplo:  $1_p^9 = 1$  *Sarcoramphus papa*, per, perchado en la zona 9



Día/Mes/Año: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**PUNTO DE CONTEO DE AVE SELVA MAYA**

Pag \_\_\_\_ de \_\_\_\_

(10 min. counts in 5 min. increments; # 50 m, 50-100 m, &gt;100 m radius; 200 m apart)

Observadores: \_\_\_\_\_ Clima: claro, pocas nubes, nublado, llovizna, lluvia. Temp. \_\_\_\_ °C. Tipo de vegetación or habitat: \_\_\_\_\_

Descripción: \_\_\_\_\_ Sitio &amp; Lugar: \_\_\_\_\_

| Especies | Tiempo   | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo |
|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | # 50 m   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | 50-100 m |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | >100 m   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | # 50 m   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | 50-100 m |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | >100 m   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | # 50 m   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | 50-100 m |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | >100 m   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | # 50 m   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | 50-100 m |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          | >100 m   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

Entrada de Datos: Entró en \_\_\_\_ el \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ por \_\_\_\_.

Dia/Mes/Año: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_     **ANTE -AMANE CER CONTEO DE AVE SELVA MAYA**     Pag \_\_\_\_ de \_\_\_\_  
(Use marcas picadas)

Observadores:\_\_\_\_\_Clima: claro, pocas nubes, nublado, llovizna, lluvia. Temp.\_\_\_\_°C. Tipo de vegetación or habitat:\_\_\_\_\_

Descripción:\_\_\_\_\_Sitio & Lugar:\_\_\_\_\_

| Especies | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

Entrada de Datos: Entró en \_\_\_\_ el \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ por \_\_\_\_\_.

Día/Mes/Año: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

# **SALDO-EMERGENTE CONTEO DE AVE SELVA MAYA** Pag \_\_\_\_ de \_\_\_\_ (Use zonas cuadrantes & claves como enseñan en el manual)

Observadores: \_\_\_\_\_ Clima: claro, pocas nubes, parte nublado, llovizna, lluvia. Temp. \_\_\_\_ °C. Tipo de vegetación or habitat: \_\_\_\_\_

Descripción: \_\_\_\_\_ Sitio &amp; Lugar: \_\_\_\_\_

| Especies | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo | Tiempo |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

Entrada de Datos: Entró en \_\_\_\_ el \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ por \_\_\_\_.

## Capítulo VI

### Protocolo de Muestreo de Mamíferos Bruce W. Miller y Carolyn M. Miller

Se puede considerar a los mamíferos como el grupo más complejo de monitorear debido a los usos definitivamente diferentes que dan a sus hábitats. Existen varias técnicas especializadas y laboriosas para muestrear grupos taxonómicos específicos, tales como atrapar roedores vivos, capturar murciélagos con redes o grabar sus sonidos. Para los propósitos de monitoreo regional se decidió concentrarnos en mamíferos de tamaño mediano a grande para que dieran una indicación general de la salud de las comunidades de mamíferos de la Selva Maya.

Dentro del propósito del proyecto de monitoreo de Selva Maya, encontramos que estos protocolos cumplían con lo acordado. Los participantes deberían considerar estos protocolos como un punto dinámico al comenzar tales para modificar el tema del desarrollo del proyecto de monitoreo de La Selva Maya deseando los lectores un revisado mas afondo de las técnicas del monitoreo mamífero que son referidas por Wilson et al (1996)

Los participantes en el taller de Monitoreo de la Biodiversidad de la Selva Maya (Octubre, 1997) acordaron que los mamíferos medianos y grandes que son causa preocupación en la Selva Maya tanto como especies de caza, de indicación o para conservación son:

- Agouti (*Agouti paca*)
- Tapir de Baird (*Tapirus bairdii*)
- Venado Brocket (*Mazama americana*, *M. pandora*)
- Pecarí de collar (*Tayassu tajacu*)
- Coyote (*Canis latrans*)
- Zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*)
- Jaguar (*Panthera onca*)
- Mono Araña de Mesoamérica (*Ateles geoffroyi*)
- Mapache del Norte (*Procyon lotor*)
- Pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*)
- Venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*)
- Aullador de Yucatán (*Alouatta pigra*)

Se eligió transectos en línea como el método principal para monitorear estas especies. Una de las ventajas de los transectos en línea es que pueden ser llevados a cabo por pocos observadores capacitados para identificar a los mamíferos y sus señales. Los transectos se trabajan tanto de día como de noche para familiarizarse con la representación temporal de las especies.

Se recomienda la técnica secundaria de caza fotográfica en casos en que lo permitan tanto las finanzas como la seguridad de operación, siempre y cuando haya personal entrenado para llevar a cabo el trabajo. Las desventajas de este método incluyen la costosa inversión inicial, las consideraciones de seguridad y la necesidad de entrenar al personal.

Sin embargo, nuestra experiencia demuestra que la caza fotográfica es *sin equa non* para recabar datos de especies mamíferas tímidas o reservadas. También tiene la ventaja de no ser intrusa y permite que pocas personas entrenadas monitoreen grandes áreas. Ha sido muy útil cuando las circunstancias son adecuadas.

#### I Consideraciones generales

- A. Cada participante se comprometerá a 5 años de muestreo como mínimo
- B. Cada participante escogerá de 2 a 6 sitios para monitorear; los mismos sitios se monitorearán cada año
- C. Se escogerá sitios “aparejados”; i.e., un sitio propenso a perturbaciones, el otro no perturbado
- D. Se reunirán todos los datos y todos los participantes principales serán coautores de las publicaciones que resulten.
- E. Todos los datos se registrarán en el *Formulario de Muestreo de Sitios de la Selva Maya* y serán enviados al coordinador de mamíferos al terminar la estación, para que los datos sean ingresados en la base de datos BIOMAYA. A cada participante se le dará un resumen anual del proyecto.

## II Método de Muestreo: Transectos en Línea

### A. Sitios

- 1. Se organizará los muestreos en rutas de 2 km. Si no es posible de 2 km, se debe registrar el largo del transecto, el cual no debe ser menor de 1000 m
- 2. Los senderos y carreteras existentes se pueden usar como transectos. No es necesario que estén en línea recta.
- 3. Los transectos múltiples deben tener 2 km de separación como mínimo, para evitar recontar los animales.
- 4. Se debe escoger sitios que representen un hábitat único (i.e., los transectos no deben pasar por hábitats diferentes)

### B. Cada sitio se describirá así:

- 1. Breve descripción de características físicas, tipo de hábitat de cada punto
- 2. Ambiente que rodea la ruta
- 3. Cualesquiera cambios notables cada año
- 4. Fotografía anual

### C. Cada sitio se muestrearán anualmente durante 5 años así:

- 1. Cuando el acceso sea posible, se hará transectos en línea dos veces por estación entre los meses de:
  - Estación seca (Febrero, Mayo)
  - Estación lluviosa (Julio, Noviembre)
- 2. Se debe hacer los transectos diurnos entre 0530 - 0900h
- 3. Los transectos nocturnos se harán entre 1900-2300h
  - No se debe hacer muestreos durante las noches de luna brillante
- 4. El muestreo de cada transecto deberá durar entre 1.5 y 2 horas, dependiendo del largo del transecto
  - La tasa de caminata será de 1 km por hora y puede calibrarse registrando el tiempo en tránsito entre marcas de 100 m o 500 m (100 m=6 minutos)
  - Es útil marcar los transectos cada 100 m para juzgar la velocidad de caminata
- 5. Los transectos se llevarán a cabo de la forma más silenciosa posible, evitando pisar troncos y hojas secas y manteniendo la voz baja.
  - Sin embargo, ciertos investigadores reportan que algunos mamíferos arborícolas vuelven a ver hacia la fuente del ruido, lo cual facilita su detección por el brillo de los ojos

### D. Equipo para muestreos nocturnos

- 1. Los observadores usarán linternas de cabeza y linternas manuales como repuesto, preferiblemente con bombillas halógenas

2. Se debe usar una linterna con bombilla grande y brillante de halógeno para buscar animales arborícolas
3. El lente de una de las linternas debe estar cubierto con papel transparente color rojo
  - Al papel rojo se le perfora un agujero de 4mm de diámetro para permitir que haya un rayo blanco para enfocar. Esto se hace para mitigar el temor del animal y permite detectar el brillo de los ojos
  - Se debe usar una luz sin filtro para identificar a los animales cuando se les localiza, porque el filtro rojo podría no proporcionar la iluminación adecuada
4. El equipo de muestreo debe disponer de una linterna extra y baterías suficientes

#### E. Observadores

1. Optimo: 3 observadores, aunque no menos de 2
2. Un observador vigila el suelo
3. Un observador vigila el dosel y las áreas elevadas
4. Un observador registra las observaciones, lleva récord del progreso y busca huellas y otras señales en el sendero
5. Las tareas se rotan entre los observadores para evitar la fatiga del cuello cuando se observa la vegetación superior

#### F. Registro de datos

1. Identificación de especies
  - No siempre es posible identificar positivamente, especialmente de noche. En tales casos, bastarán el género o nombre común (e.g., “zarigüeya arborícola mediana”)
2. Cómo se detectó al animal; i.e., visto, escuchado, señal, etc.
3. Distancia estimada entre animal y observador
4. Edad y sexo, si es posible determinarlos
5. Tiempo de observación
6. Grupos de animales (e.g., tropas de primates, manadas de pecaríes)
  - Se usa el centro del grupo para estimar distancias
  - Dar un número estimado cuando las condiciones impidan un conteo directo
7. Información estándar tal como: localización, fecha, tiempo de inicio y finalización, largo del transecto, clima (temperatura e información general), nombres y número de los observadores
8. Puede escucharse pero no ver a las tropas de primates
  - Anótese el número de tropas y distancia aproximada de los observadores

#### G. Las especies en cuestión, arriba enumeradas, deben registrarse y compilarse en la *Hoja de Datos de Monitoreo de Mamíferos de la Selva Maya*

#### H. Si se detecta otras especies, se les puede anotar en Comentarios

### III Método de Muestreo: Caza fotográfica

#### A. Se debe organizar las trampas fotográficas a lo largo de transectos o en abrevaderos

1. Se puede usar una o más trampas fotográficas; para un transecto de 2 km, se ha utilizado exitosamente 10 trampas fotográficas colocadas a 200 m una de otra
2. Las trampas fotográficas deben colocarse a 200 m una de otra
3. El lente de la cámara debe cubrir todo el ancho de la fuente infrarroja para registrar animales que entren en el campo infrarrojo
  - 1) Hemos descubierto que un transecto de 1-2 m de ancho es ideal
4. Las cámaras también deben colocarse lo más cerca posible del rango cubierto por la fuente infrarroja para iluminarla adecuadamente con la luz.

5. La altura ideal desde el suelo, para colocar los implementos disparadores, es de 20-30 cm para detectar animales medianos y grandes

B. Tiempo

1. Las trampas deben operar 24 horas diarias durante 14 días, por lo menos

C. Las trampas fotográficas deben revisarse no más de una vez a la semana para evitar perturbar el sitio

1. Hemos descubierto que cada 14 días es ideal

D. Datos y análisis

3. Los elementos clave son fotografías identificables de las especies

- Cada registro de animales en cada sitio debe incluir fecha y hora
- Es útil usar una cámara

2. Todos los datos se deben estandarizar a 100 noches de trampa fotográfica (una noche de trampa es una trampa fotográfica operada durante un período de 24 horas)

3. Se calcula las noches de trampa (NT) como  $TN = N * T$  donde N= número de trampas fotográficas y T= períodos de 24 horas durante las cuales ha operado cada trampa fotográfica. Esto se redondea al próximo cuarto de un período de 24 horas (6 horas) para evitar cálculos innecesarios durante largos períodos de muestreo.

- Ejemplo: 4 trampas fotográficas se activan el Día 1 entre las horas de 1000 y 1200. Las trampas fotográficas se retiran el día 14 entre las horas 1500 y 1700.
- Si todas las trampas fotográficas estuvieron funcionando bien durante el muestreo, cada trampa hubiera operado durante 14.25 noches de trampa,  $T=14.25$ .
- Con 4 trampas de cámara (N=4) resultan, en total  $TN = 4 * 14.25$ , lo cual equivale a 57.
- Sin embargo, si se determina que una trampa dejó de funcionar después del noveno día a las 2015, las noches de trampa para esta cámara serían 9.5. El TN total para el muestreo será, pues, la suma de las trampas que funcionaron totalmente más el tiempo reducido de la trampa que no funcionó. E.g.  $TN = (3 * 14.25 + 1 * 9.5) = 52.25$  TN.

4. Luego se estandarizan los datos a 100 noches de trampa

- Por ejemplo: usando las 52.25 noches de trampa para 3 ocurrencias de venado brocket deer;  $(3/52.25) * 100 = 5.74$ . El resultado es de 5.74 venados brocket por cada 100 noches trampa fotográfica, que serán registradas en la hoja de datos
5. Las trampas fotográficas con registrador de datos pueden simplificar el cálculo de noches de trampa e indicar “tiempo muerto” si no funciona bien algún componente de la unidad (e.g., el animal mordisque el cable de la cámara, falla de baterías, película trabada, etc.)

E. Tipos de trampas fotográficas. Hay varios tipos de trampas fotográficas en el mercado. Nuestra experiencia ha sido con TrailMaster. Una buena descripción de esta marca se encuentra en Wilson et al. 1996.

1. Las más útiles son las que se basan en infrarrojo, operadas con batería, que usan infrarrojo activo o pasivo como mecanismos de activación

2. Sólo TrailMaster fabrica trampas fotográficas activas (2 modelos)

a. Ventajas:

- Programables para sensibilidad, ayudan a evitar animales no previstos
- Programables para cierto número de fotografías a tomar por período de evento (e.g., sólo una fotografía cada minuto), lo cual ahorra película
- El disparador se puede programar con precisión adecuada a los animales que interesa
- El registrador de datos se puede bajar a una PC para hacer análisis

b. Desventajas:

- La instalación es compleja y precisa de entrenamiento mínimo
  - El costo inicial es más alto que para otras unidades
3. Unidades Infrarrojas TrailMaster Passive (TM-700)
- a. Ventajas:
    - Programables para sensibilidad, ayudan a evitar animales no previstos
    - Programables para cierto número de fotografías a tomar por período de evento (e.g., sólo una fotografía cada minuto), lo cual ahorra película
    - El registrador de datos se puede bajar a una PC para hacer análisis
    - Es fácil instalar porque tiene sólo dos piezas (cámara y unidad TM)
    - El costo inicial es menor
  - b. Desventajas:
    - El área a cubrir no puede determinarse tan precisamente como con las unidades activas
    - La tasa de eventos “falsos” o sin datos es más alta
4. Trailtimer y Camtrakker también fabrican disparadores pasivos
- a. Ventajas -Trailtimer
    - Ligera
    - Barata
  - b. Desventajas- Trailtimer
    - Necesita una cámara de autoenfoco
    - No es resistente a la humedad
  - c. Ventajas Camtrakker
    - Resistente a la humedad
    - Resistente a robos
    - Se puede programar
  - d. Desventajas Camtrakker
    - Cara
    - Necesita guardarse en gel de silica gel, lo cual requiere que se le seque regularmente en climas húmedos para que funcione
- F. Recomendaciones de película: Se debe escoger película para diapositiva o impresión dependiendo de las necesidades de los cazadores
1. Se recomienda película de alta velocidad (ASA 200 or 400) para las condiciones oscuras que imperan en la mayoría de áreas boscosas
  2. A diferencia de la película blanco y negro, la de color ofrece facilidad de diferenciación de sutilezas.

### **Agradecimientos:**

Haroldo García, WCS- Tikal, Petén, Guatemala proporcionó información sobre métodos de transectos en línea utilizados en el proyecto WCS en Tikal, Guatemala.

Linde Ostro y Scott Silver de WCS proporcionaron información útil sobre transectos en línea y conteo de primates.

# La Selva Maya Site Mammal Survey Form

## Walking transect 1999

| Site ID:                      | Survey Date: | Observer(s): | Start Time: | End Time: |             |
|-------------------------------|--------------|--------------|-------------|-----------|-------------|
| Distance: 2 km                | Other:       | Disturbed    | Undisturbed | Day/night | Survey time |
| Weather Notes: °C             |              |              |             |           |             |
| Comments:                     |              |              |             |           |             |
| SPECIES NAME                  | Number       | COMMENTS     |             |           |             |
| Agouti paca                   |              |              |             |           |             |
| Alouatta pigra                |              |              |             |           |             |
| Ateles geoffroyi              |              |              |             |           |             |
| Canis latrans                 |              |              |             |           |             |
| Mazama americana-(M. pandora) |              |              |             |           |             |
| Odocoileus virginianus        |              |              |             |           |             |
| Panthera onca                 |              |              |             |           |             |
| Procyon lotor                 |              |              |             |           |             |
| Tapirus bairdii               |              |              |             |           |             |
| Tayassu pecari                |              |              |             |           |             |
| Tayassu tajacu                |              |              |             |           |             |
| Urocyon cinereoargenteus      |              |              |             |           |             |
|                               |              |              |             |           |             |
|                               |              |              |             |           |             |
|                               |              |              |             |           |             |
|                               |              |              |             |           |             |
|                               |              |              |             |           |             |
|                               |              |              |             |           |             |
|                               |              |              |             |           |             |
|                               |              |              |             |           |             |
|                               |              |              |             |           |             |
| Total species                 |              |              |             |           |             |
| Total individuals             |              |              |             |           |             |