

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO

**ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA BASE DE INFORMACIÓN DE
BIODIVERSIDAD DEL BOSQUE MANEJADO EN SAN MIGUEL LA PALOTADA,
PETEN, GUATEMALA Y SU APLICACIÓN EN EL MONITOREO**

POR

MARIO ROBERTO JOLON MORALES

CATIE

Turrialba, Costa Rica
1999

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSTGRADO**

**ESTABLECIMIENTO DE LA LINEA BASE DE INFORMACIÓN DE BIODIVERSIDAD DEL
BOSQUE MANEJADO EN SAN MIGUEL LA PALOTADA, PETÉN, GUATEMALA. Y SU
APLICACIÓN EN EL MONITOREO**

**Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgrado, Programa de
Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza como requisito parcial para optar al grado de:**

Magister Scientiae

Por:

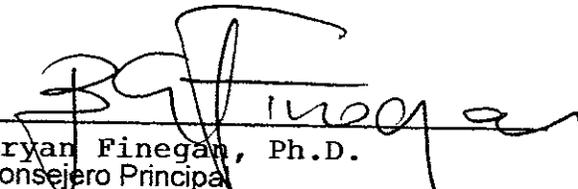
Mario Roberto Jolon Morales

Diciembre 1999.

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Dirección del Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

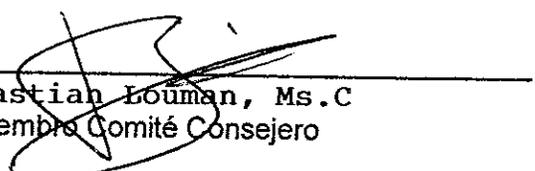
MAGISTER SCIENTIAE

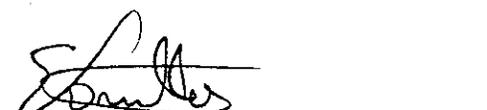
FIRMANTES:

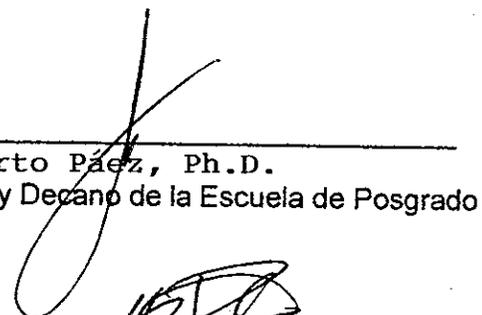

Bryan Finegan, Ph.D.
Consejero Principal

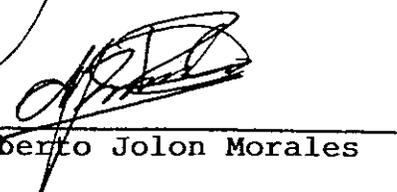

Claudio Méndez, Lic.
Miembro Comité Consejero


Luis Diego Delgado, MsCC
Miembro Comité Consejero


Bastian Louman, Ms.C
Miembro Comité Consejero


Eduardo Carrillo, Ph.D.
Miembro Comité Consejero


Gilberto Páez, Ph.D.
Director y Decano de la Escuela de Posgrado


Mario Roberto Jolon Morales
Candidato

A Carla.

A mis Padres.

... a Guatemala y el placer de ser y sentirme Chapín.

AGRADECIMIENTOS

La culminación exitosa de este trabajo involucra a muchas personas que estuvieron ligadas directa o indirectamente durante todo el desarrollo de la maestría y a quienes dejo patente mi más profundo agradecimiento. En especial a:

A Carla quien mas que nadie me brindo su paciencia, su apoyo y su comprensión . Porque este sacrificio y todo lo que significa nos ayude en nuestras vidas.

Claudio Méndez amigo y compañero de esa lucha que es la investigación en Guatemala. Por el gusto y el honor de haber trabajado nuevamente juntos de otra forma. Espero que este esfuerzo contribuya con proyectos futuros y que no sea la última vez de unir esfuerzos.

Bryan Finegan por el apoyo que me brindo, sus consejos, por sus enseñanzas en ese vasto campo de la ciencia. Pero principalmente por la amistad que logramos forjar y por el respeto con que me ha distinguido. Por la certeza de que volveremos a trabajar en este rollo del monitoreo y de los criterios e indicadores.

Diego Delgado por el apoyo que me ha brindado, por sus difíciles cuestionamientos, sus quisquillosas revisiones a los inmurebles documentos de estos dos años y por sobretodo esa buena amistad.

Bryan Finegan, Claudio Méndez, Diego Delgado, Bas Louman y Eduardo Carrillo miembros de mi comité por la asesoría y paciencia.

Muy especialmente deseo agradecer a Manuel Guariguata, por sus consejos, asesoría, el apoyo brindado, por la paciencia y la amistad que le hizo ser miembro Ad-Honorem de mi comité, un sincero: Gracias Manuel.

Con cariño y respeto especial al hombre fuerte de CATIE-OLAFO en Guatemala: Reginaldo Reyes. Mi eterno agradecimiento por todo y por ayudarme a conocerme y aceptarme un poquito más.

Oscar Brenes por su constante apoyo, su invaluable amistad y por estar siempre ahí...dispuesto a darme una mano.

Muy especialmente a Juventino Gálvez Director Ejecutivo de CONAP, por todo el apoyo que me brindo para la realización de mi trabajo de tesis y creer en el aporte del mismo.

A Fernando Carrera, por la amistad que me brindo, por su incondicional apoyo y ser la persona que me trajo a CATIE.

A mis amigos y compañeros de promoción, con mucho cariño a los boscosos y biodiversos, y muy especialmente a Gio, Beto, Naiko, Me, Nata, Rosina, Omar, Jasmina, Marijo, Delamr, Harlan, Yani, Gerardo, Eugue, JuanCa, Luz Vi, Maira, Xime por su sincera amistad y cariño.

A Gustavo Orellana y Victor Flores quienes me asistieron y me enseñaron más del campo. Gracias amigos porque aprendí muchísimas cosas con ustedes y por hacer de las salidas de campo algo muy agradable.

La Embajada Real de Los Países Bajos y a WWF por que gracias a ellos mi estudios de maestría pudieron culminarse.

Al personal que labora en la Unidad de Manejo de Bosques Naturales del CATIE, principalmente a Lidiette Marín y Ana Grace Sánchez por todo el apoyo y cariño.

Deseo agregar que este trabajo de investigación no hubiese sido posible sin el apoyo financiero y logístico de las siguientes instituciones: Consejo Nacional de Areas Protegidas CONAP, Centro para la Biología de la Conservación de la Universidad de Stanford Programa Guatemala, CATIE-OLAFO, WWF, Wildlife Conservation Society WCS

A Javier Garcia, Ana María Chávez, Sonia, Aury y muy especialmente a Pavel Centeno de CONAP por el apoyo brindado en todo momento, lo cual facilito mucho mi trabajo.

A los amigos de CATIE-OLAFO, especialmente a Hector Monroy, Francisco Guerra, y Cobarrubia

INDICE GENERAL.

	PAG.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.	2
1.2 OBJETIVOS.	3
1.3 HIPOTESIS.	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	4
2.1. DEFINIENDO BIODIVERSIDAD	4
2.2 TEORIA DE INDICADORES	5
2.3 DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MONITOREO.	7
2.4 DEL DISEÑO DE TOMA DE DATOS Y SU TEMPORALIDAD	9
2.5 EFECTOS DE LA TALA SELECTIVA EN EL BOSQUE SOBRE LA VEGETACIÓN	10
2.6 EICP: EL ENFOQUE MULTITAXONOMICO.	13
2.7 ELECCIÓN DE GRUPOS DE FAUNA PARA EL ESTUDIO.	14
2.7.1 Mariposas.	15
2.7.2 Escarabajos Copronecrofagos	15
2.7.3 Mamíferos menores.	16
3 METODOLOGIA.	17
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	17
3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS AREAS DE CORTA.	17
3.3 MÉTODOS DE MUESTREO.	18
3.3.1 Diseño general de Muestreo	18
3.3.2 Mediciones del Ambiente Lumínico	20
3.4 METODOLOGÍA POR TAXA.	20
3.4.1 Mariposas	20
3.4.2 Escarabajos copronecrofagos	21
3.4.3 Mamíferos menores	22

3.5 ANÁLISIS DE DATOS.	23
4. RESULTADOS.	25
4.1 ESTACIONALIDAD DE LA PRECIPITACIÓN	25.
4.2 ANÁLISIS DEL AMBIENTE LUMÍNICO EN LOS SITIOS DE ESTUDIO	25
4.3 MARIPOSAS Y ESCARABAJOS.	26
4.3.1 Características generales de la comunidad	26
4.3.2 Riqueza y Diversidad.	27
4.3.3 Composición y Abundancia	29
4.3.4 Diferencias entre sitios.	31
4.4 MAMÍFEROS MENORES	32
4.4.1 Riqueza y Diversidad.	32
4.4.2 Composición y Abundancia.	32
4.4.3 Diferencias entre sitios.	33
5. DISCUSIÓN.	34
5.1 MARIPOSAS.	34
5.2 ESCARABAJOS.	37
5.3 MAMÍFEROS MENORES.	40
5.4 EL ENFOQUE MULTITAXÓNOMICO DE LAS EICP Y EL MONITOREO	41
5.5 LA LÍNEA BASE DE INFORMACIÓN Y EL DISEÑO DE UN PLAN DE MONITOREO PARA SAN MIGUEL LA PALOTADA.	43
6. CONCLUSIONES.Y RECOMENDACIONES	44
7. BIBLIOGRAFIA.	48
8. FIGURAS	53
9. CUADROS	69
10. ANEXOS.	78

INDICE DE FIGURAS.

No.	Descripción	Pag.
1 A	Ubicación de San Miguel La Palotada y las unidades de corta.	54
1 B	Ubicación de los puntos de muestreo en la Concesión.	55
2 A	Clima Promedio de Flores: 1995-1998	56
2 B	Clima Promedio Parque Nacional Tikal: 1988-1996	56
2 C	Comparación del Comportamiento de las Lluvias en Flores y Tikal	56
3 A	Curva de acumulación de especies de mariposas en trampa (100 aleatorizaciones)	
3 B	Curva de acumulación de especies de mariposas observadas (100 aleatorizaciones)	57
4 A	Curva de acumulación de especies de escarabajos en estiércol observados (100 aleatorizaciones)	57
4 B	Curva de acumulación de especies de escarabajos en pesacado podrido observados (100 aleatorizaciones)	58
5 A	Curva Rango Abundancia de Mariposas en Trampas	59
5 B	Curvas Rango Abundancia de Mariposas en Trampa: Epoca Seca	59
5 C	Curvas Rango Abundancia de Mariposas en Trampas: Epoca Lluviosa	59
6 A	Curvas Rango Abundancia de Mariposas Vistas	60
6 B	Curvas Rango Abundancia de Mariposas Vistas: Epoca Seca	60
6 C	Curvas Rango Abundancia de Mariposas Vistas: Epoca Lluviosa	60
7 A	Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Estiércol	61
7 B	Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Estiércol: Epoca Seca	61
7 C	Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Estiércol: Epoca Lluviosa	61
8 A	Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Pescado	62
8 B	Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Pescado: Epoca Seca	62
8 C	Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Pescado: Epoca Lluviosa	62
9 A	Gráfica de los conglomerados para mariposas en trampa	63
9 B	Gráfica de los conglomerados para mariposas vistas.	63
10 A	Gráfica de los conglomerados para escarabajos en estiércol.	64
10 B	Gráfica de los conglomerados para escarabajos en pesacado podrido	64
11	Curvas Rango Abundancia de roedores	65
12	Abundancia de especies de roedores por área	65
13	Exito de captura de roedores	65
14 A	Abundancias relativas por especie cl1	66
14 B	Abundancia Relativa por Especie cl2	66
14 C	Abundancias Relativas por Especie ex1	67
14 D	Abundancias Relativas por Especie ex2	67
15	Mapa de incendios detectados para el área cercana a la concesión de San Miguel La Palotada.	68

LISTADO DE ANEXOS.

No.	Descripción
1	Organización de la Biodiversidad desde su composición, estructura y función.
2 A	La problemática de emplear especies banderas, amenazadas o endémicas.
2 B	Esquema de los pasos a seguir para el diseño de un plan de monitoreo.
3	Curvas de predicción de especies obtenidas mediante el programa Estimates v 5.0 para mariposas y escarabajos
4 A-F	Cuadros con abundancias de mariposas por tipo de muestreo y por época.
5	Información de Lepidopteros diurnos colectados en San Miguel La Palotada
6 A-F	Cuadros con abundancias de escarabajos copronecrofagos por tipo de trampa y época
7	Información de especies de escarabajos copronecrofagos reportados para la RBM, Petén, Guatemala.
8 A-D	Gráficas de primeras capturas para mamíferos menores por área de muestreo
9	Diseños esquemáticos de las diferencias probables entre las áreas estudiadas en San Miguel La Palotada.

Jolon Morales, M. R. 1999. Establecimiento de la línea base de información de biodiversidad del bosque manejado en San Miguel La Palotada, Petén, Guatemala, y su aplicación en monitoreo. Turrialba, Costa Rica. M. Sc., tesis. CATIE. p.

Palabras clave: Didelphidae, extracción selectiva de madera, Guatemala, hesperidae, heteromyidae, lepidoptera, lycaenidae, monitoreo, muridae, nymphalidae, papilionidae, pieridae, rodentia, scarabeidae,

RESUMEN.

En los últimos años la preocupación por los impactos causados en el medio ambiente debido a la actividad humana ha derivado en el desarrollo de actividades y metodologías para el monitoreo de la biodiversidad. Sin embargo muchas de esas metodologías han sido cuestionadas debido a que su enfoque ha sido delimitado a escalas temporales reducidas que aportan poco a las decisiones de manejo. Es decir, como siempre sucede es necesario tomar decisiones rápidas con un tiempo corto, que lo que los estudios realizados quedan a un nivel superficial poco concluyente, en donde un agravante es que se han constituido en estudios de impacto que no buscan continuidad en el tiempo, y es ahí donde el concepto de monitoreo se diluye. Como parte de este proceso, esta investigación proporciona elementos que contribuyan a aumentar el conocimiento en esta área. A través de este trabajo se ha realizado la generación de la línea base de información de biodiversidad referida a tres grupos taxonómicos por medio de las aquí denominadas evaluaciones intensivas de corto plazo (EICP). Herramienta que fue aplicada en un bosque bajo manejo forestal en la concesión de San Miguel La Palotada, Petén Guatemala. El desarrollo específico de la investigación incluye trabajo con tres taxa: escarabajos copronecrofagos, mariposas y mamíferos menores. En estos tres grupos se ha determinado como el manejo dado al bosque bajo los criterios establecidos para la concesión afectan estos grupos en cuanto a su composición, riqueza y abundancia relativa de especies, medidos a través de EICP. Para poder establecer esta línea base de información se establecieron transectos de muestreo en tres áreas: dos áreas de extracción (ex1 y ex2) y una control (cl) que por consideraciones logísticas y metodológicas fue dividida en cl1 y cl2. Para cada uno de los grupos estudiados se utilizaron métodos específicos. Para mariposas se utilizó puntos de observación y trampas dentro de los transectos; para escarabajos se utilizaron trampas tipo *pitfall* cebadas con estiércol de vaca y pescado podrido en estaciones también en transectos y; para mamíferos menores se utilizó el muestreo utilizando trampas Sherman y el método marcaje, captura y recaptura. La hipótesis general del trabajo indica que es posible detectar cambios en la diversidad por la aplicación de la herramienta EICP entre áreas que han sufrido extracción y áreas donde no ha ocurrido dentro de la misma concesión. Al final se concluyó que si es posible observar algunas tendencias en cuanto al comportamiento de las variables estudiadas respecto a la extracción. Además se obtuvo la información de línea base que pueda servir para la elaboración de un programa de monitoreo, se generó información comparativa para otras áreas dentro de la Reserva de la Biosfera Maya y el fortalecimiento de las metodologías por medios de un proceso en el cual esta investigación forma parte de la evolución de esta herramienta en Guatemala.

Key words: Didelphidae, selective logging, Guatemala, heperidae, heteromydae, lepidoptera, lycaenidae, monitoring, muridae, nymphalidae, papilionidae, pieridae, rodentia, scarabaeidae.

ABSTRACT

In the last years, the care for the impacts that human activities have on the environment have conducted to the development of biodiversity monitoring methodologies. Nevertheless, some of these methodologies are not well accepted because they propose to do short time superficial evaluations, without continuity that do not produce enough information for management decision-taking purposes. The present work produced the base-line information for the use of three taxonomic groups (dung beetles, butterflies and small mammals) in what we call "Short Term Intensive Evaluations" (STIE or EICP in spanish). These evaluations were applied in a managed forest in the San Miguel La Palotada concession in Guatemala. We established through the STIE's how the management activities of the forest affects the species richness, structure, diversity and composition the communities of the three groups. Two managed zones (ex1 and ex2) and one control zone divided in two (cl1 and cl2) were evaluated with transects in which each group was sampled with its own techniques: observation points and traps for butterflies, cow dung and rotten fish baited pifall traps for dung beetles and Sherman traps and the capture mark recapture method for small mammals. The general hypothesis was that it is possible to detect by using the STIE's, the differences that the evaluated communities present between places with and without logging inside the concession. At the end, we conclude that it is possible to observe some tendencies of the studied variables. Furthermore, we generated the Base-line information that can be used to elaborate a monitoring program, and that can be compared with that obtained from other zones of the "Reserva de la Biosfera Maya" and that is going to help to improve the methodologies to generate evaluation tools in Guatemala.

1. INTRODUCCIÓN.

Desde la aparición del término biodiversidad, éste se ha convertido más bien en un marco que aglutina una cantidad muy variada y grande de conceptos de acuerdo a diferentes autores. Así mismo, el término monitoreo se ha empezado a utilizar de forma amplia, abarcando desde monitoreo de actividades económicas hasta el de actividades biológicas (Méndez 1997).

La amplitud de las definiciones de biodiversidad y monitoreo biológico han retardado el desarrollo de metodologías y conceptos claros que ayuden al empleo de indicadores para explicar cambios ocurridos en la diversidad biológica como producto de la actividad humana. Una de las principales razones de ser de los indicadores, es su capacidad de poder predecir cambios en el estado de salud de los ecosistemas (Vora 1997) y a la vez, poder representar a más de un grupo taxonómico, que esté o no relacionado con el grupo indicador, en los cambios sufridos como efecto de los cambios de uso de la tierra o de las alteraciones causadas al ecosistema (Simberloff 1998).

Es necesario para el monitoreo de la biodiversidad contar con una definición comprensiva, práctica y operacional (Noss 1990). Tal definición se logra estableciendo claramente los niveles (genes, especies o ecosistemas) y los atributos a los cuales se está trabajando (composición, estructura y función) para poder generar la línea base de información para un programa de monitoreo (Anexo 1). A la vez, los pasos de un programa de monitoreo basado en especies (o grupos de especies) indicadoras, debe responder a preguntas concretas y bien planteadas como un requerimiento básico de un programa exitoso. La necesidad de este tipo de estudios dentro del contexto del manejo forestal se ha convertido en un interés creciente a nivel internacional, ya que es necesario contar con criterios e indicadores que nos permitan evaluar si el manejo del bosque está siendo sostenible o no y que dirección está llevando a partir de un punto inicial de partida.

Con el desarrollo de este trabajo se espera establecer una línea base de información sobre la biodiversidad, enfocada en tres grupos taxonómicos: mamíferos menores, mariposas y escarabajos, cuando se encuentran bajo condiciones de extracción de madera, en las condiciones que se realiza en la concesión comunitaria de San Miguel La Palotada. Por otra parte se espera con el desarrollo de esta investigación fortalecer los esfuerzos locales para la aplicación de metodologías de monitoreo de la diversidad que se han desarrollado, principalmente por Méndez (1997).

Específicamente el trabajo espera documentar cual ha sido el efecto del corte selectivo sobre la diversidad biológica, enfocada en los tres grupos taxonómicos propuestos para el estudio, en la concesión forestal de San Miguel La Palotada en Petén, Guatemala.

1.1 JUSTIFICACIÓN.

Las herramientas que proporcionen información rápida y de fácil aplicación para la toma de decisiones de manejo del bosque son básicas y necesarias. Sin embargo, la mayoría de las veces estas herramientas han sido seriamente cuestionadas debido al tiempo que toma la validación y posible aplicación para responder a preguntas de manejo del bosque. Es decir, en muchas ocasiones el tiempo empleado en responder con información biológica sobre cambios en la biodiversidad es demasiado largo, y muchas veces se presenta como información inconclusa e impráctica. Este trabajo de investigación pretende generar una línea base de información biológica utilizando las evaluaciones intensivas de corto plazo (EICP), enmarcadas dentro de un enfoque multitaxonómico. Con ello se pretende fortalecer el esfuerzo a nivel nacional de este tipo de metodologías y proporcionar más elementos de juicio, que serán la base de futuras comparaciones del desarrollo de métodos, así como contribuir al establecimiento de a que niveles (espacial y temporal) las EICP multitaxonómicas pueden tener un mayor impacto.

La razón de presentar un enfoque multitaxonómico en vez de uno unitaxonómico es tratar de detectar cambios en la biodiversidad, por causas antropogénicas, de una manera más confiable. La razón de ello es que diferentes grupos taxonómicos responden de manera diferente a los cambios debido, por ejemplo, a extracción selectiva de madera. El enfoque multitaxonómico puede ayudarnos a complementar las observaciones realizadas, de acuerdo a la sensibilidad de los grupos trabajados, tanto a escala espacial como temporal.

El trabajo de campo se realizó en la Reserva de la Biosfera Maya (RBM), Petén, Guatemala, una de las áreas naturales más importantes de Mesoamérica. El motivo de realizar el trabajo en la RBM fue que se han empezado a hacer concesiones de manejo de bosques a las comunidades locales y será de gran utilidad contar con metodologías de evaluación ya validadas en campo como una herramienta del manejo sostenible del bosque. Por otra parte, en el departamento del Petén, se ha generado información biológica de base de diferentes grupos taxonómicos que constituye un punto de partida bien fundamentado para que realizar estudios en esa área. Este trabajo formará parte de los esfuerzos nacionales para el desarrollo de un sistema de monitoreo para la RBM, de un interés alto para el Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP) y ONG's interesadas en el manejo y conservación de los Recursos Naturales (Whitacre 1997, Herrera-McBryde 1997), además de representar una contribución a las líneas de investigación de CATIE. La realización de este trabajo de investigación contribuirá a los esfuerzos para el desarrollo y validación de metodologías de evaluación de la sostenibilidad del manejo de los bosques tropicales.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos del trabajo son los siguientes:

GENERAL:

Determinar si existen cambios en la biodiversidad por medio de las evaluaciones intensivas de corto plazo (EICP) enmarcadas dentro de un enfoque multitaxonómico, bajo condiciones de extracción de madera como se realiza en San Miguel La Palotada.

ESPECIFICOS:

1. Determinar el efecto del tipo e intensidad de extracción realizada en la Concesión de San Miguel La Palotada, sobre los grupos de organismos estudiados (, mariposas diurnas, escarabajos copronecrófagos y mamíferos menores) en cuanto a riqueza, diversidad, composición y abundancia relativas de especies, medidos por EICP
2. Establecer la línea base de información biológica para San Miguel La Palotada necesaria para la base del diseño de un programa de monitoreo adecuada a las condiciones locales donde se realiza el estudio y atendiendo a las características de manejo dadas en la concesión.
3. Proporcionar al CONAP elementos metodológicos y resultados de base para el monitoreo biológico de las concesiones forestales en la RBM

1.3 HIPOTESIS:

- Los cambios en la biodiversidad de especies de mamíferos menores, mariposas y escarabajos copronecrófagos debido a la tala selectiva de madera no pueden ser evaluados por medio de cambios en la riqueza, composición y abundancia, bajo las condiciones en que se realiza esta extracción en San Miguel La Palotada
- Específicamente esperamos que la tala selectiva de madera en San Miguel la Palotada , no afecta la riqueza, diversidad o la composición de los grupos de organismos estudiados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 EL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD

La palabra biodiversidad es un término que ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. En la época de los setenta se utilizó como *Diversidad Ecológica* (Schoener 1974, citado por Hair 1987) y posteriormente fue reemplazada por el término más amplio de *Biodiversidad*, que según Pielou (1994) es una confusión ya que ambos términos son realmente distintos, en cuanto a su enfoque y aplicación. La conceptualización de dicho término representó, y representa aún, un serio problema.

En 1987 la Oficina de Medición Tecnológica (Office of Technology Assessment, OTA) de los Estados Unidos definió biodiversidad como "la variedad y variabilidad entre los organismos vivientes y los complejos ecológicos en que ellos existen" (citado en Noss 1990 y McNeely *et al.* 1990). A partir de ese momento la definición, dada por la OTA, ha causado una serie de controversias. McNeely *et al.* (1990) profundizan más en la definición proporcionando un punto de referencia más sólido, y desde entonces de mayor aceptación, con base en la popularización del mismo. En esta nueva ampliación (McNeely *et al.* 1990, WRI/UICN/UNEP 1992) se reconocen tres categorías, afirmando que la biodiversidad es la totalidad de genes, especies y ecosistemas en una región. Así se definen diferentes aspectos de los sistemas vivientes, jerarquizados en tres categorías que los científicos estiman de diferentes formas (para métodos ver Rodríguez 1987 y Krebs 1999).

Positivamente este nuevo concepto reconoce que la biodiversidad es más que simples atributos, y la amplia gama de conceptos y procesos que engloba dicho término, ha contribuido grandemente a que la aceptación y concepción de dicho concepto no sea integral. Esta falta de precisión del concepto imposibilita mediciones rápidas y directas de cambios en la misma, que ayuden responder rápidamente a situaciones específicas de pérdida de diversidad (Stork *et al.* 1997). Una definición debiera ser simple, comprensiva y completamente operacional (Noss 1990). A partir de una definición sencilla, pero altamente funcional, puede ser menos complejo tratar de realizar monitoreo de la biodiversidad. Respecto a la meta de lograr definiciones más manejables de biodiversidad, Franklin (1981 citado por Noss 1990), reconoce tres atributos primarios de los ecosistemas: composición, estructura y función, siendo éstos los que determinan y constituyen factores de la diversidad en un área. La **composición** se encuentra relacionada con la identidad y variedad de elementos en una colección e incluyen listados de especies, medidas de diversidad de especies y diversidad genética. La **estructura** es la organización física o patrón de un sistema: desde la complejidad de hábitats medidos dentro de las comunidades hasta el patrón de parches y otros elementos a escala del paisaje. La **función** involucra procesos ecológicos y evolutivos, incluyendo flujo genético, perturbaciones y ciclos de nutrientes. Los atributos descritos por Franklin son incorporados por Noss (1990) en cuatro niveles de organización jerárquicos y anidados: paisaje regional, ecosistemas de las comunidades, población de especies y genética (Anexo 1). Debido a que los aspectos de composición, estructura y funcionalidad son inter-dependientes, las tres esferas se encuentran inter conectadas y rodeadas por una esfera mayor de interés: la biosfera. La Teoría de Jerarquización

sugiere que los niveles altos de organización incorporan y encierran el comportamiento de los niveles bajos. El concepto jerárquico sugiere entonces que la biodiversidad debe de ser monitoreada a múltiples niveles de organización, y a múltiples escalas temporales y espaciales para resolver diferentes tipos de preguntas. Así, preguntas complejas requieren respuestas a diferentes escalas (Noss 1990).

2.2 TEORIA DE INDICADORES.

Si realmente lo que queremos determinar es el estado de "salud" de un ecosistema a través de la medición de la biodiversidad, deberíamos de monitorear absolutamente todo. Como esto es imposible, los indicadores encuentran aquí su razón de ser (Simberloff 1998). Se espera que a través de la utilización de indicadores se pueda detectar, describir y predecir los cambios ocasionados por las actividades antropogénicas, principalmente. Por otra parte, es deseable que los cambios detectados en la diversidad de grupos específicos este altamente correlacionada con los cambios en la diversidad de otros grupos o que ellos (los indicadores) reflejen cambios químicos y/o físicos en el ambiente (Sparrow *et al.* 1994, Kremen *et al.* 1993, Rykken *et al.* 1997, Rodríguez *et al.* 1998, Simberloff 1998).

Con las consideraciones anteriores ¿Qué debemos entender como un buen indicador? Los criterios para seleccionar un buen indicador son bastante controversiales, principalmente en lo que debe estimar un indicador (Simberloff 1998). Partiendo que un indicador debe aportar información sobre el estado de salud de un ecosistema, diferentes autores tienen a la vez particulares puntos de vista al respecto (Sparrow *et al.* 1994, Kremen *et al.* 1993, Rykken *et al.* 1997, Rodríguez *et al.* 1998). Sin embargo, a pesar de los diferentes puntos de vista, utilizaremos los criterios empleados por Noss (1990), que son los criterios básicos a los cuales la mayoría de los autores consultados hacen referencia. Idealmente un buen organismo indicador debería ser:

- a) Suficientemente sensitivo para detectar cambios tempranos en el ecosistema.
- b) Distribuido a lo largo de una amplia área geográfica, y ser ampliamente aplicable.
- c) Capaz de proveer mediciones continuas sobre un amplio rango de estrés. Es decir, que el grupo indicador con que se este trabajando posea especies sensibles a cambios, por ejemplo, en la cobertura del bosque. Especies que puedan ser encontradas en un amplio rango de variabilidad para poder efectuar comparaciones dentro del mismo grupo. Esto está muy relacionado con la sensibilidad del grupo indicador y de las especies dentro del grupo.
- d) Relativamente independiente del tamaño de la muestra.
- e) Fácil de medir, coleccionar, estimar y/o calcular.
- f) Capaz de diferenciar entre sus ciclos naturales y las tendencias inducidas por actividades antropogénicas y,
- g) Relevante a fenómenos ecológicos importantes

A estas características se puede agregar algunas de las indicadas por Rodríguez *et al.* (1998):

- a) Taxonómicamente bien conocida y estable, para que las poblaciones puedan ser bien definidas.
- b) Biología e historia natural bien conocida.
- c) Algunas evidencias que muestren que los patrones observados en el taxón indicador se ven reflejados en otros taxa relacionados y no relacionados.

Es obvio que no existe un super indicador que logre cumplir con esta amplia gama de requisitos, lo cual nos puede llevar a pensar que lejos del acostumbrado enfoque unitaxonómico (no referido a especie, sino a grupo indicador) una respuesta integral puede encontrarse en el uso de diferentes taxa para lograr describir los efectos que nos interesan estudiar (o enfoque multitaxonómico, Méndez *et al.* 1995).

De acuerdo a los conceptos iniciales respecto a la biodiversidad (Anexo 1), es necesario considerar los efectos que tienen la escala y el tiempo de observación de los grupos indicadores (Franklin 1993, Weaver 1995, Simberloff 1998). Es decir, debe tenerse en cuenta la sensibilidad de los indicadores a los efectos que estamos evaluando y a la escala a la cual lo estamos haciendo (Franklin 1993, Orians 1993, Weaver 1995). Indicadores que pudieran no ser buenos a una escala reducida pudieran ser buenos a una escala mucho mayor (e.g. algunos grupos de roedores).

La utilización de las denominadas especies banderas, claves, endémicas, vulnerables o sombrillas como indicadores (Noss 1990), no cuenta con mucha aceptación (Simberloff 1998). Esto se basa en que los efectos y características que se les atribuyen no representan debidamente los requerimientos mínimos adecuados de hábitat para la mayoría de las especies que dicen representar (Anexo 2a, Simberloff 1998). La selección de estas especies obedece más a cuestiones de tipo sentimentales. Por otra parte, dichas especies representan un número bastante bajo en porcentaje respecto al total de la biodiversidad, ya que se centran principalmente en aves y mamíferos grandes (WRI/UICN/UNEP 1992).

Finalmente, los grupos indicadores pueden ser buenos por sí mismos, pero su uso generalmente obedece al grado de conocimiento (dinámica poblacional, ecología, biología, reproducción, etc.) de los diferentes grupos que se estén utilizando. De ahí que los grupos tales como escarabajos en general (Crisp *et al.* 1998), o grupos específicos tales como: Coleoptera: Carabidae (e.g. Dufrene y Legendre 1997, Rykken *et al.* 1997) o Coleoptera: Cicindelidae (e.g. Rodríguez *et al.* 1998), mariposas (e.g. Sparrow *et al.* 1994, Méndez *et al.* 1995), colémbolos (Deharveng 1996) y aves (i.e. Lambert 1991, Mason 1996), se utilicen ampliamente como indicadores.

2.3 DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MONITOREO.

Las actividades de monitoreo, en general, no son vistas como una actividad glamorosa, debido a que se percibe como una toma de datos desordenadamente (Noss 1990). A ello debe agregarse la falta de claridad al momento de realizar las hipótesis que se desean probar y que, en muchos casos, no son cuestionadas por los investigadores que empiezan a desarrollar un programa de monitoreo (Noss 1990, Kremen *et al.* 1994). Es importante que las hipótesis planteadas sean relevantes para responder a políticas y preguntas de manejo (Noss 1990).

Es necesario ampliar en esta parte la importancia de contar con hipótesis iniciales de trabajo con el monitoreo. Tal como se indica más adelante el concepto de monitoreo, implica algo más que la simple documentación de eventos ocurridos en una población a lo largo del tiempo. Es decir se espera que los cambios observados en la población se deban a un factor específico de evaluación. Debido a que los indicadores de cambio en la biodiversidad, por lo general, tratan de medir el impacto causado por la actividad humana, se considera indispensable contar con hipótesis (sencillas) para ser evaluadas. Kremen *et al.* (1994) indica que las hipótesis pueden ser sencillas, por ejemplo para un estudio específico:

- (1) Ho: No existe diferencia en la diversidad (medida en la composición y estructura de los indicadores) entre zonas de amortiguamiento manejadas y no manejadas,
- (2) Ho: No existe cambio en la diversidad (registrada en la composición y estructura de los indicadores) en el área núcleo de un parque a lo largo del tiempo.

El número y tipo de hipótesis obviamente pueden variar, dependiendo del caso particular de cada estudio. Siguiendo el concepto de monitoreo (Méndez 1997), el simple hecho de documentar el comportamiento de una población, sin tomar en cuenta el factor (o factores) causante (es) de cambios en dicha población no puede considerarse monitoreo. Es con base en ello, que el establecimiento de hipótesis debe ser visto como objetivos del monitoreo, es decir, como parte integral de un diseño que pretenda responder preguntas concretas. Para el diseño de un plan de monitoreo, pueden seguirse las sugerencias vertidas por diferentes autores (Noss 1990, Kremen *et al.* 1994, Sparrow 1994, Vora 1997) a través de una serie lógica de pasos (Anexo 2b), dentro de esta serie esta investigación se ubica dentro del movimiento vertical de la figura del anexo, es decir en un corto plazo generando la línea base de información y verificando la aplicabilidad de los indicadores propuestos. Los pasos se describen a continuación:

1. El primer paso dentro del diseño, debe basarse en responder ¿para qué y por qué un plan de monitoreo?. Definiendo esto con base en preguntas claras (particulares para cada estudio) y respondiendo a objetivos y metas específicas de desarrollo del trabajo (Noss 1990, Vora 1997)

2. Recopilación de información básica sobre la biodiversidad en diferentes ONG's, agencias de gobierno, etc. (Noss 1990). En muchos casos puede ser necesario conducir estudios para proporcionar inventarios de línea base de información y poder desarrollar los pasos siguientes (Vora 1997).
3. Identificar indicadores claves observables o mensurables que puedan ser utilizados para responder a las preguntas respecto a las variables que se están evaluando o midiendo (Sparrow 1994, Vora 1997, CIFOR 1998), estos deben cumplir con las características indicadas anteriormente. La selección de estos indicadores debe obedecer a la escala espacial con que se esté trabajando (Weaver 1995) y a las características de estructura, composición y funcionalidad de la diversidad a los diferentes niveles que se desee evaluar (Noss 1990).
4. Diseñar el programa de monitoreo en el cual deben estar identificadas e incluidas áreas que servirán de control (o testigo) y aquellas que servirán de tratamiento (Noss 1990, Sparrow *et al.* 1994, Kremen *et al.* 1994, Vora 1997).
5. Diseño y desarrollo del esquema de muestreo. Aplicando los principios de diseño experimental seleccionar sitios de monitoreo, para la aplicación del esquema de muestreo en el corto plazo. Sistemas aleatorios de muestreo pueden proveer información básica de referencia y pueden servir para identificar presiones que no se hubiesen observado antes (Noss 1990). A la vez dichas mediciones deben representar intervalos a lo largo del tiempo (largo plazo) para poder establecer tendencias o comportamientos (Vora 1997).
6. Evaluar resultados periódicamente para hacer ajustes al programa de monitoreo o a las prácticas de manejo (Vora 1997). Este numeral se encuentra fuertemente relacionado con el anterior ya que es probable que con información acumulada en el mediano y largo plazo sea necesario hacer correcciones a los métodos de muestreo. Incluso se puede llegar a cuestionar la respuesta de los indicadores (pérdida de sensibilidad a lo largo del tiempo) respecto al factor o aspecto que se está evaluando.
7. Analizar los comportamientos observados y recomendar acciones de manejo. Las series temporales de mediciones (en el largo plazo), después de ser analizadas con el debido rigor estadístico y los resultados sistematizados provenientes de las mediciones deben de ser relevantes (y entendidas) para las personas encargadas del manejo y aquellas que deciden políticas. Es esta parte donde podemos hablar de manejo adaptativo, es decir retroalimentación a partir de la información biológica.

A diferencia de los criterios de selección para indicadores, los pasos propuestos para el diseño de un plan de monitoreo no pueden cumplirse a medias, lo deseable es que se sigan todos.

2.4 DEL DISEÑO DE TOMA DE DATOS Y SU TEMPORALIDAD

Un aspecto vital que debe considerarse dentro del diseño es, cómo tomar los datos en el campo. Antes de desarrollar algunas consideraciones en este aspecto señalaremos un punto que debe quedar claro; el término monitoreo, al menos para la parte ecológica, ha sido muchas veces empleado como un sinónimo de evaluación de impacto ambiental. Tal como lo indica Méndez (1997): “el monitoreo biológico es el estudio de algún agente, factor o condición establecida, sobre un sistema, a través de cambios en algún componente sensible (e.g. la diversidad biológica)”, este concepto presupone la consideración de la toma de datos a través del tiempo y no solamente como un estudio puntual similar a una fotografía.

La medición inicial de cambios debidos a la actividad humana, es solamente el inicio de un verdadero programa de monitoreo. Esta etapa puede realizarse en un lapso de 4-6 meses hasta un año (corto plazo), para tratar de abarcar variaciones de ciclos debidos a, por ejemplo, variaciones estacionales de la precipitación. Debido a que esta etapa inicial tiene la influencia de características particulares de la dinámica propia de las poblaciones, o efecto debidos a características climáticas (e.g. efectos de ENOS) es necesario hacer repeticiones a lo largo del tiempo (estudios a mediano y largo plazo).

Debido a que el tiempo es el limitante de muchas investigaciones (debido a los costos), se han empleado metodologías de Evaluaciones Rápidas (ER's) tales como las propuestas por The Nature Conservancy, TNC (Evaluaciones Ecológicas Rápidas e.g. Méndez y Coronado 1993) o la presentada por CIFOR (Stork et al. 1997) para lograr tener datos iniciales de base para programas de monitoreo. Las ER tal como las concibe TNC, deben de aplicar en su metodología los conceptos empleados en la Metodología de Patrimonio Natural (Heritage Program) que trabaja con especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción que como se ha mencionado anteriormente no pueden considerarse buenos indicadores. La metodología de Patrimonio Natural fue bien acogida en sus inicios (Noss 1987), principalmente cuando se exportó de los Estados Unidos a 13 países de Latinoamérica, sin embargo en la actualidad enfrenta serios problemas de aplicación por lo complicado de sus procedimientos (obs per).

Si bien las ER's son una herramienta buena, para cubrir la necesidad a corto plazo, no deben de sobre dimensionarse y principalmente deben de entenderse como el inicio de una serie de pasos, no como la totalidad del monitoreo. Algunos de los problemas que enfrentan las EER es la necesidad de especialistas para el trabajo al nivel de grupos taxonómicos, aunque este problema puede ser solucionado parcialmente por medio de parataxónomos (Madrid *et al.* 1995, Jiménez 1995), y/o métodos fáciles de identificación (Oliver y Beattie 1993). ER's de tipo intensivo en corto plazo se encuentran estrechamente relacionadas con las EICP, en muchas

partes del desarrollo metodológico, y significan la generación de línea base de información sobre biodiversidad. Sin embargo las EICP varían un poco en cuanto a la forma de empleo del conocimiento del especialista, a que si bien se parte de la base de la generación o la existencia de una plataforma básica de información, las metodologías de medición y los resultados pueden ser interpretados por personas con formación científica sin necesariamente ser especialista en los grupos estudiados. De hecho la información generada por este tipo de evaluaciones debe de ser fácilmente comprensible sin perder el rigor científico en la generación de la información.

En muchas ocasiones los datos se necesitan rápidamente debido al avance de la frontera agrícola y a la necesidad de información básica para toma de decisiones. En muchos casos los estudios realizados pueden tomar mucho tiempo, relativamente. Este último problema puede ser solucionado a través de metodologías sencillas y de fácil aplicación tal como la propuesta por Stork *et al.* (1997). Esta metodología de monitoreo propone generar información básica para la toma de decisiones de manejo en un lapso excepcionalmente corto. La limitante actual de esta propuesta es que aún se encuentra al nivel de ensayo y es una metodología no probada en el campo. Así, el movimiento vertical en el programa de monitoreo puede cubrirse en cuestión de corto plazo de cuatro meses a un año.

A pesar de las limitaciones económicas que podrían enfrentar proyectos planificados a mediano y largo plazo (planificación poco común en nuestros países) estos pueden ayudar a responder mejor a muchas interrogantes de los cambios observados como producto de la actividad humana. Esto ocurre cuando el movimiento se hace horizontalmente en el esquema del diseño de monitoreo (Anexo 2b). A la vez es posible evaluar los efectos del tiempo en el esquema o diseño de muestreo. Incluso, resultados a largo plazo pueden llevarnos a cuestionar el uso de los indicadores seleccionados en las fases iniciales del monitoreo, así como el diseño básico del experimento. Así, es posible observar que además de la evaluación en el corto plazo, los resultados obtenidos en el mediano y largo plazo pueden proporcionar herramientas fuertes para mejorar el programa de monitoreo (Anexo 2b).

2.5 EFECTOS DE LA TALA SELECTIVA EN EL BOSQUE SOBRE LA VEGETACIÓN.

Para poder estimar los daños causados por la extracción de madera de un bosque, es necesario que las mediciones se hagan antes y después de la misma ya que se desean establecer comparaciones antes y después de la extracción o comparación de áreas aprovechadas con áreas no aprovechadas. Pareciera un paso simple y lógico, que muchas veces no se ejecuta por razones económicas.

Los daños comúnmente medidos son aquellos causados en la estructura del bosque:

- Apertura de claros lo cual incluye pérdida de copa, causado por los individuos extraídos, apertura de caminos primarios, secundarios y de arrastre.

- Potencial del bosque después del aprovechamiento lo cual incluye estimación de troncos dañados o muertos.
- Densidad de arboles remanentes por hectárea, cambio en la composición de especies. Medición de diámetros a la altura del pecho (DAP), altura y posición de copa.

Al realizar análisis de cambio en estructura y composición de la vegetación como producto de extracción o algún tipo de manejo forestal, es necesario tomar en cuenta la escala espacial a la cual se está trabajando. Si se comparan áreas pequeñas de bosque, la diversidad y la riqueza de especies vegetales tiende a ser menor en bosques talados (Johns 1992, Johns 1997). Al aumentar la escala espacial los datos de riqueza pueden mantenerse igual y los de diversidad incluso aumentar, dependiendo del índice utilizado, ya que lo que existe son cambios fuertes en el número de individuos por especie (Johns 1997).

Existen varios factores que pueden afectar las condiciones descritas anteriormente, ya que la riqueza y diversidad de especies que pueden encontrarse en un sitio determinado dependerán de, por ejemplo:

- Ubicación de los claros. Es decir, los claros se encuentran rodeados de bosque, a la orilla de algún camino principal, en áreas a menudo afectadas por incendios, etc.
- Intensidad de la extracción. La composición de especies puede verse afectada dependiendo de la apertura causada en el bosque. Esto puede significar que si el claro es demasiado grande se puede dar origen a un proceso de sucesión, y si es relativamente pequeño puede facilitar la regeneración del bosque. Esto produce obviamente una dinámica de la composición intuitivamente diferente.
- Momento de la extracción en relación a fructificación y diseminación de semillas y germinación.

Se ha determinado que las extracciones no planificadas causan mayor daño dentro del bosque que las planificadas (Johns et al 1996). A la vez la intensidad de extracción determinará en que magnitud se afectará a la vegetación en cuanto a número de individuos por especie y los daños a la vegetación remanente, como ya se ha indicado.

A pesar que se ha incluido la dimensión ecológica como un aspecto aparentemente "fuerte" dentro de las evaluaciones de las extracciones forestales, existen pocos estudios que incluyan como se comporta la diversidad de especies vegetales y cómo cambia la composición de especies. En casos donde la tala es altamente selectiva hacia especies raras, y arboles productores de semillas no son protegidos, estas especies entran en peligro de ser eliminadas en grandes áreas de bosque. Sin embargo, a nivel general se reduce la densidad de una o pocas especies pero la de remanentes no cambia. Bajo estas circunstancias en general la composición del bosque no cambia (Johns 1997).

INDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Pag.
1	Nombre de las áreas, año en que se realizó la extracción y tamaño de la misma. Número de arboles extraídos por área y volumen extraído.	70
2	Datos de claros obtenidos por medio de densiometro para cada una de las áreas.	70
3	Detalle de las especies de mariposas capturadas en San Miguel La Palotada. Para los análisis solamente se tomaron en cuenta aquellas que fueron identificadas hasta el nivel de especie	71
4	Detalle de las especies de escarabajos copronecrófagos (Familia Scarabeidae) capturados en San Miguel La Palotada.	72
5	Indices de diversidad y equidad así como información de riqueza y abundancia para mariposas en general y por época. Por tipo de muestreo, ombinado (A), registros en trampas (B) y registros visuales (C); para cada área.	73
6	Indices de diversidad y equidad así como información de riqueza y abundancia para escarabajos. en general y por época. Por tipo de muestreo, combinado (A), con estiercol de vaca (B) y pescado podrido (C) por área.	73
7	Abundancia de las seis principales especies de mariposas por tipo de trampa y época	74
8	Abundancia de las seis principales especies de escarabajos copronecrofagos por tipo de trampa y época.	75
9	Indices de similaridad de Morisita -Horn en las áreas estudiadas, en general (a), por registros visuales (b) y por los registros en trampas (c), para mariposas.	76
10	Indices de similaridad de Morisita -Horn, para escarabajos en las áreas estudiadas, en trampas combinadas (a), en trampas con estiercol de vaca (b) y en trampas con pescado (c).	76
11	Indices de diversidad y equidad así como información de riqueza y abundancia para mamíferos menores	77
12	Composición de especies por área y éxitos de captura (%). El número entre paréntesis indica el número de individuos capturados-recapturados de mamíferos menores	77
13	Indices de similaridad de Morisita Horn para mamíferos menores en las áreas estudiadas.	77

Un estudio realizado por Delgado et al (1997), en un bosque húmedo en Costa Rica, indica que el aprovechamiento y tratamiento silvicultural en ese bosque no afectaron la riqueza ni la diversidad de especies vegetales, en los siguientes tres años a dicho manejo. Sin embargo indica que la composición de especies sí se vio afectada por el manejo del bosque, ya que se introdujeron especies propias de hábitats perturbados. Según Delgado y colaboradores estos cambios en la composición pueden considerarse efímeros ya que las especies que produjeron dichos cambios son pioneras de vida corta. Esta afirmación es controversial ya que deja abierta demasiadas posibilidades, por no aclarar a que se refiere por efímero en una escala temporal clara y que pareciera que la composición de especies va a llegar a ser lo que era antes, es decir que los cambios pueden ser altamente predecibles. En un estudio realizado en las tierras bajas de Costa Rica (Guariguata y Dupuy 1997), se analizó la regeneración en caminos abandonados, donde se efectuó extracción de madera. Los índices de diversidad obtenidos a partir de los datos de este estudio indican que la diversidad es mayor en el bosque que en el borde y en el camino. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Delgado y colaboradores para la Tirimbina. Los resultados obtenidos por Guariguata y Dupuy indican que la composición de las especies varía en todos los caminos estudiados. Tal como lo indican estos autores el comportamiento observado en la riqueza y diversidad de especies en el camino puede explicarse en función de una combinación de pobre regeneración y de malas condiciones de sustrato. La pobre regeneración es posible que ocurra no por falta de semillas, sino que las semillas sean lavadas o desraizadas del sitio debido a la compactación del suelo (mala condición del sustrato, Pinard et al. 1996). La mayor riqueza de especies es posible observarla en el borde, que puede deberse a que en este sitio se encuentre una zona de transición con especies de bosques y especies encontradas en el camino (Delgado et al 1997) y que la alta densidad de tallos encontrados en este sitio se deban a la cantidad de materia orgánica movida durante la elaboración de los caminos (Jhons et al. 1996, Guariguata y Dupuy 1997)

Otro aspecto de discusión es que muy pocos estudios han tomado en cuenta el efecto de la extracción sobre la vegetación del sotobosque, donde figuran especies herbáceas y arbustivas importantes desde el punto económico (muchas forman parte de los productos no maderables) y biológico (producción de frutos para aves principalmente). Además en este estrato también se incluyen especies árboles jóvenes como parte de la regeneración natural (brinzales y latizales). Con la excepción del trabajo de Delgado y colaboradores, dentro de la literatura revisada únicamente en el estudio realizado por Crome *et al.* (1992) en el Norte de Australia, se intentó estimar cambios en el sotobosque, aunque los resultados fueron muy generales y con un índice de cobertura subjetivo y poco explicativo.

La extracción selectiva de árboles del bosque con fines comerciales no es del todo nueva, como tampoco lo es la medición de los cambios en el bosque por dicha actividad (Quevedo 1986). Sin embargo los cambios de enfoque que ha tenido, extendiéndose más allá de estudiar especies forestales de interés comercial, han orientado que las metodologías de medición de daño incluyan la mayor cantidad de información posible, para que puedan conducir a un mejor "manejo del bosque". Se observa que la profundidad de los estudios en la medición de daños depende en gran medida de los objetivos específicos de cada trabajo realizado y en la escala espacial y temporal.

Las mediciones de daño más comúnmente utilizadas, se basan principalmente en el DAP, altura y apertura en el dosel. En general el problema encontrado en las mediciones de los efectos en la diversidad de la vegetación se basan en que no existen estudios previos que sirvan para poder comparar la información del antes y él después de alguna actividad extractiva o de tratamientos silviculturales aplicados al bosque. Por otra parte es notorio el sesgo que existe al momento de realizar los análisis de impacto en la vegetación: estos se centran principalmente en los arboles remanentes y con énfasis en aquellos que son de interés comercial. Incluso las mediciones realizadas en los bosques remanentes se centran en la determinación de especies "indeseables" dentro de las unidades de manejo forestal.

Por otra parte el desarrollo de mediciones en caminos de arrastre (primarios, secundarios, y terciarios) y bacardillas, pocas veces va más allá de las aperturas en el dosel que en estas áreas se hacen. Metodologías sencillas como el establecimiento de parcelas para medición de diversidad de especies vegetales y daños causados al bosque remanente, raramente son trabajadas. Considero que las metodologías de medición de daño, están orientadas hacia la determinación de daño en las especies forestales de valor económico y no por una visión integral del bosque, lo cual puede llevar a una sub-valoración del bosque en toda su capacidad productiva.

Por último la debilidad de las metodologías de medición no se encuentra en que estas no existan, sino en la falta de aplicación de las mismas. Existen metodologías de medición de daño que no son extremadamente caras y que pueden ser aplicadas. Por otra parte una estandarización de daños a medir y de métodos para hacerlo es recomendable.

2.6 EICP: EL ENFOQUE MULTITAXONOMICO.

El enfoque de esta metodología de trabajo se basa en el trabajo desarrollado por Méndez (1997), cuyo trabajo constituye la acumulación de años de experiencia y se encuentra desarrollado para la realidad guatemalteca. La utilización de grupos indicadores para estudiar los cambios en la diversidad, se basa en las limitaciones de recursos que impone este tipo de estudios en el largo plazo.

El estudio planteado de esta forma pretende seguir los pasos metodológicos descritos para la elaboración de un plan de monitoreo descrito anteriormente y con base en la experiencia específica para Petén (Méndez 1997). Con base en este punto de partida, los criterios para la selección de taxa indicadores se realizaron por la disponibilidad de especialistas y los estudios realizados por ellos en la RBM. La selección de los grupos indicadores obedece única y exclusivamente a los estudios realizados de cada taxa; esta selección lleva asociada fuertemente la condición de conocer la biología de los indicadores en detalle y tratar al indicador como un estimador formal de los modelos con que se sugiera trabajar.

Debido al sesgo que puede producir concentrarse en pocas especies para hacer análisis de cambios en la biodiversidad, Méndez et al (1995) y Méndez (1997) proponen la realización de estudios con diferentes taxa, ya que la sola protección de una especie (o grupo de especies del mismo taxon) puede hacerse a expensas de otra. La idea de este enfoque es la de proveer varias respuestas al mismo problema en un momento dado para su interpretación (Méndez 1995). A la vez se espera que los diferentes grupos estudiados respondan a los factores analizados (extracción forestal) de diferente manera para que los resultados puedan ser comparados o complementarse en un momento determinado, dependiendo de las preguntas que pretendamos contestarnos.

2.7 ELECCIÓN DE GRUPOS DE FAUNA PARA EL ESTUDIO.

La elección de los grupos taxonómicos se basa en el hecho de que cumplen con la mayoría de los criterios establecidos (sección 2.2). La selección se hizo principalmente porque los grupos han sido estudiados más que otros grupos taxonómicos, lo cual permite conocer con cierto grado de confianza la forma en que reaccionarán estos grupos a factores tales como la extracción forestal. Se espera poder observar en el comportamiento de estos grupos un cambio en la diversidad, riqueza, abundancia y composición que es directamente proporcional a la perturbación del bosque. Es decir a mayor perturbación mayor cambio en las poblaciones o composición de los organismos seleccionados.

Cada uno de estos grupos tienen en común muchas de las características mencionadas con anterioridad, pero básicamente cada grupo taxonómico es capaz de responder de una u otra forma a los cambios producidos dentro de su hábitat. La elección de los siguientes grupos taxonómicos se basa principalmente en los siguientes criterios (referirse a sección 2.2):

- Su biología e historia natural son bastante conocidas para el área donde se planea realizar el estudio.
- Es posible contar con especialistas que apoyen el desarrollo del trabajo y son los investigadores que han desarrollado en gran medida la información existente para el área en estudio.
- Las técnicas metodológicas para su captura están bastante probadas en esa zona y estandarizada por parte de los especialistas.
- Otro de los criterios es que los grupos elegidos pueden sufrir cambios debidos a los cambios en la temperatura, humedad relativa e iluminación derivados de la extracción de madera del bosque.

2.7.1 Mariposas.

Una de las principales razones de escoger este grupo también se centra en el conocimiento previo que se ha generado de él por medio de Méndez¹ y los listados existentes (Austin *et al* 1996).

Las mariposas como grupo indicador son ampliamente reconocidas (ver Sparrow *et al.* 1994 para bibliografía). La dependencia a plantas hospederas específicas durante los estadios larvales, combinado con los roles de los adultos como polinizadores, hacen que las mariposas estén cercanamente relacionadas a la diversidad y salud de los hábitats en que se encuentran. Además son altamente sensitivas a cambios en la temperatura, humedad, y niveles de luminosidad, parámetros que son típicamente afectados cuando se perturba el hábitat (Kremen *et al.* 1994, Sparrow *et al.* 1993) cuando por ejemplo se extrae madera del bosque.

2.7.2 Escarabajos Copronecrófagos.

La elección de este grupo se encuentra fundamentada en una serie de trabajos que se han realizado que profundizan sobre diferentes aspectos de la respuesta de este grupo a las alteraciones de su hábitat (e.g.: Niemela 1993, Rodríguez *et al* 1998, Crisp *et al.* 1998,) o de trabajos en los cuales se analizan como grupos indicadores (Dufrene y Legender 1997, ver bibliografía en: Halfter y Favila 1993, Favila y Halfter 1997).

Las principales razones para el empleo de este grupo taxonómico son que han sido bastante estudiados y los métodos de captura han sido estandarizados. Además los procedimientos son relativamente de uso generalizado lo cual permite comparaciones con otros estudios (Halfter y Favila 1993). Al efectuar un análisis de las características que debe poseer un indicador, mencionadas anteriormente, Favila y Halfter (1997) indican que muchas de ellas son satisfechas por los escarabajos copronecrofagos.

Existen una serie de estudios que han analizado la respuesta de este grupo a diferentes alteraciones o diferentes tipos de hábitat en los cuales se ha demostrado que el grupo es capaz de indicar esos cambios a través de análisis en su riqueza, diversidad y composición de especies (e.g.: Hill 1996, Rikken *et al.* 1997, Amat-García *et al.* 1997)

2.7.1 Mamíferos Menores.

Los roedores constituyen un grupo grande dentro de los mamíferos del trópico, su importancia es alta debido a que forman parte considerable del alimento de otras especies. La elección de este grupo se debe a que la información generada por ellos, es de gran utilidad en la comprensión de los procesos ecológicos (Jolon 1996). Debido a que se encuentran asociados a hábitats definidos (a bosque o pastizales por ejemplo) y la alteración de los mismos puede ser medida a través de cambios en su diversidad, riqueza de especies y abundancia, pueden considerarse como indicadores ecológicos debido a sus preferencias de hábitat y territorios relativamente pequeños (Roling 1992).

Así mismo debido a sus ciclos de vida cortos, puede obtenerse mucha información en relativamente poco tiempo y pueden constituirse como un elemento de monitoreo de fácil aplicación y de bajo costo en el mediano plazo. Resultados previos sugieren que este puede no ser un buen grupo indicador a escalas muy pequeñas (áreas de extracción de 1 ha, Jolon datos no publ., Méndez 1997), pero no existe información de que pasa a una escala mayor como las áreas existentes en el área a estudiar. Tal como se menciona con anterioridad la escala puede hacer que la calidad del indicador pueda variar y aquellos que no funcionan bien a una escala pequeña lo podrían hacer mejor a una escala mayor (Weaver 1995).

En general para los tres grupos se espera que la diversidad, composición y abundancia se vea afectada hacia aumentos de especies de sitios abiertos o generalistas, y que a la vez se observe una reducción de especies de bosque primario. En cuanto a la riqueza de especies se espera que esta sea mayor en bosques que han sufrido extracción que en aquellas donde no se ha realizado.

Dentro de los grupos de verificadores utilizados por CIFOR dos de estos grupos no son tomados en cuenta: los escarabajos copronecrófagos y los mamíferos menores. Esta es una de las razones por las cuales estos grupos se encuentran incluidos dentro de esta investigación, para probar su utilidad en este tipo de mediciones.

3 METODOLOGIA.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La comunidad de San Miguel pertenece al Municipio de San Andrés y esta ubicada en la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya. Dista a 23 km. de la cabecera municipal y a 45 km. de ciudad Flores (ver mapa, Reyes y Ammour 1997).

Las condiciones climáticas se caracterizan por: a) una precipitación media anual de 1152mm, con una mínima de 1098 mm y una máxima de 1819 mm, ocurriendo la época seca entre los meses de febrero y mayo, b) temperatura media anual de 23°C con temperaturas mínimas y máximas de 9°C y 42°C respectivamente, c) humedad relativa promedio de 77% con valores máximos de 93% en enero y mínimos de 47% en marzo, d) vientos provenientes en su mayoría del norte, sur y sudeste, con velocidades que oscilan entre 3 a 4 m/seg, presentándose con mayor intensidad en los meses de febrero y junio e) la evapotranspiración media anual es de 870 mm/año que representa de un 50% a un 60% de la precipitación. (OLAFO 1994). El bosque es clasificado de acuerdo a las zonas de vida Holdridge como húmedo subtropical cálido (OLAFO 1994) o como tropical semi-deciduo (según Pennington y Sarukhan 1968, citado por Schulze y Whitacre 1999), con tipos de vegetación parecidos a las descritos por Schulze y Whitacre (1999, ver estudio para detalles).

Fisiográficamente el área es parte de la plataforma de Yucatán. El patrón de drenaje es dendrítico y no existen ríos permanentes, sino estacionales, presentándose algunos arroyos que corren en época lluviosa (OLAFO 1994). Los suelos se originan de rocas sedimentarias del Cretáceo superior y del Eoceno. Taxonómicamente se les clasifica como Vertisoles y Rendzinas (Collinet 1997). La topografía es plana al sur del sitio donde se encuentra asentada la comunidad, mientras al norte, el terreno es quebrado a ambos lados de la carretera principal, disminuyendo la pendiente conforme se avanza en esta misma dirección. Las pendientes pronunciadas alcanzan hasta un 45% y las elevaciones máximas llegan hasta 300 msnm (OLAFO 1994).

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE CORTA.

Desde que el área fue dada en concesión forestal a la Comunidad de San Miguel, se han realizado un total de cinco extracciones de madera: 1994, 1995, 1996, 1997 y 1998. El tamaño de las áreas en donde se ha realizado la extracción de madera es variable. Dentro de estas áreas no se aprovechó todo el volumen permitido debido a que algunas de las especies todavía no tienen mercado. La cantidad de madera extraída y el número de árboles extraídos en cada sitio se resumen en el Cuadro 1.

La intensidad de extracción de madera por hectárea puede considerarse bastante baja y de bajo impacto, debido a que durante el proceso de extracción de la madera se utilizan bueyes para el arrastre de madera hacia las bacadillas y un pick-up para el traslado de la madera. Además, los caminos forestales son abiertos con motosierra y machetes. (Reyes com per.²). En la extracción de 1994 fue en la única que se realizó un tratamiento silvicultural que consistió en la eliminación de competencia para especies de interés comercial. El tratamiento fue aplicado en 20 ha (la mitad de la parcela) y consistió en la aplicación de herbicida a diferentes concentraciones (Detlefsen *et al.* 1995)

Previo a que se le diera la concesión a la comunidad, el área en general estuvo expuesta a tala ilegal de madera. Es decir toda el área tiene historial de extracción de madera previo a la concesión. Siendo así, las mediciones de este estudio, están basadas en el manejo dado a la concesión desde su reconocimiento legal, el cual empezó en 1994. Es decir las comparaciones son válidas en el sentido que se comparan áreas que no han sufrido extracción reciente contra aquellas que si han sido extraídas recientemente pero bajo los conceptos de manejo de la concesión.

3.3 MÉTODOS DE MUESTREO.

3.3.1 Diseño general del muestreo.

El diseño de muestreo contempló realizar colectas una vez al mes, de abril a septiembre de 1999, en tres áreas: área control o testigo (cl) y en dos áreas donde se efectuó extracción de madera (ex1 (1994) y ex2 (1995), Fig. 1). En cada una de estas áreas se seleccionaron dos sitios de muestreo, en donde se colocaron juegos de transectos tal como se explica más adelante. Para establecer los efectos debidos a la estacionalidad, se realizaron muestreos durante tres meses en la época seca (abril, mayo y junio) y tres meses en la época lluviosa (julio, agosto y septiembre) definidos *a priori* que fueron posteriormente contrastados con los datos climáticos de 1999. La elección *a priori* de los meses de muestreo se realizó con base en los datos de la estación meteorológica del Parque Nacional Tikal (Lat 14° 13' 40'', Long 89° 36' 15'', 200 msnm) que se encuentra más cercana al área de estudio. Sin embargo debido que dicha estación fue cerrada se tomaron datos de otra estación climatológica situada en Sta Elena (Lat 16° 54' 53'', Long 89° 51' 59'', 123 msnm) ubicada a 63 km de San Miguel.

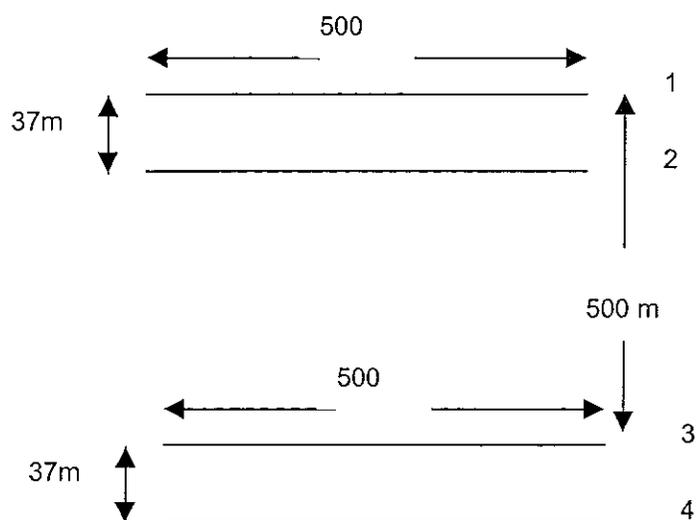
Debido a que en algunas zonas de la concesión existen áreas que han sufrido incendios recientes que incluyen algunas unidades de corta (Reyes com pers) se decidió trabajar en las áreas donde esto no ocurrió. Esto debido a que los efectos del fuego no son fácilmente distinguibles de aquellos causados por la extracción de madera. Así, las áreas elegidas para el trabajo fueron la extracción de 1994 (ex1 o Yarxché) y de 1995 (ex2 o Los Camarones). Los sitios para el área control (cl) se encuentran adyacentes de las áreas de extracción,

² Reginaldo Reyes. Coordinador del Proyecto CATIE-OLAFO en Guatemala.

estableciéndose un par de transectos control en el área de Yarxché (c11) y otro en el área de Los Camarones (c12) ver Fig 1b. La única variante a este esquema general lo constituyen las mariposas, que tuvieron algunas modificaciones a este diseño básico debido a su propio comportamiento, y se encuentran descritas más adelante.

Los motivos para no elegir un solo sitio dentro de las áreas de extracción son para evitar que las diferencias observadas se puedan deber a condiciones de sitios y debido a que el principal objetivo es establecer si existen diferencias de los grupos estudiados en cuanto al tipo de manejo: sitios con diferentes intensidades de extracción de madera y no-extracción.

En cada una de las áreas ex1 y ex2 se establecieron los transectos de medición de esta forma:



En los sitios control debido a razones de logística y previendo diferencias de sitio fue dividido como se explicó anteriormente, así que el área c11 y c12 tienen un par de transectos cada uno (Fig 1b). Cada área fue muestreada mensualmente. El sistema de muestreo para cada mes contempló realizar el muestreo en cada área al mismo tiempo. Así, se realizaron los muestreos en el área c12 y ex2 al mismo tiempo es decir se evaluaron 6 transectos, luego en el área de ex1 y c11. Los pares de transectos distanciados por 37 m (1-2 y 3-4) fueron utilizados para el muestreo de mamíferos menores y escarabajos, y los transectos 1 y 3 para el muestreo de mariposas. Los métodos específicos para cada grupo y los esfuerzos de muestreo se definen en la sección 3.4.

3.3.2 Mediciones del Ambiente Lumínico

Se realizaron mediciones de entradas de luz, en los sitios de muestreo de mariposa y escarabajos, en todos los transectos establecidos para poseer un poco más información en cuanto a la estructura del bosque para entender mejor lo observado dentro del bosque. Se utilizó un densiometro para hacer dichas mediciones. En cada transecto se realizaron 10 mediciones, en los puntos de muestreo de mariposas y escarabajos que son los grupos más afectados por la presencia de aperturas en el dosel. En cada punto se realizaron cuatro mediciones y de ellas se obtuvo un promedio para obtener el dato de claro en cada punto. Es decir que por transecto establecido se obtuvieron 10 mediciones, cada una de las cuales era promedio de cuatro mediciones realizadas por punto.

3.4 METODOLOGÍA POR TAXA.

3.4.1 Mariposas

La metodología de muestreo de mariposas se basó en la desarrollada para la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) en estudios anteriores (Austin *et al.* 1996, Méndez *et al.* 1995, Méndez 1997, 1998). Se realizaron los censos de mariposas a lo largo de líneas de 500 metros de largo. En las unidades de corta ex1 y ex2 se tomaron los senderos impares para hacer las mediciones (1 y 3) que se encuentran separados entre sí 500 m. En el caso de las áreas consideradas testigo (c11 y c12) se colocaron tres líneas de trampeo distribuidas así: c11 (Yarxhé): L1, L3 y L4; c12 (Los Camarones): L1, L2 y L3, tal y como se muestran en la fig. 1b. En la figura las áreas control compartidas se ven en las líneas gruesas, y los senderos utilizados únicamente para las mediciones de mariposas son las líneas delgadas. Esta modificación se adoptó debido a que este grupo es muy sensible a los claros, con lo cual se pretendió abarcar una mayor cantidad de hábitats bajo condición de no extracción. Es necesario indicar que por cuestiones de logística cada uno de los transectos fue muestreado dos veces (uno en época seca y otro en época lluviosa) pero en conjunto son las mediciones para el área control. Es decir que se establecieron más transectos, pero para las mediciones mensuales se mantuvo constante el esfuerzo de muestreo: un sendero en cada área control (1 y 2).

En cada transecto se colocaron 10 trampas equidistantes, con base en la metodología de Sparrow *et al.* (1994) modificada por Austin *et al.* (1996) y empleada por Méndez (1997) y Méndez *et al.* (1998). El método involucra tres técnicas de censo complementarias: identificación visual de especies en vuelo que es posible para varias especies, identificación después de la captura por medio de una red en caso de dificultad para la identificación al vuelo; y trampeo por medio de trampas con cebo. El censo consiste en emplear los métodos simultáneamente y contar las especies que llegan a cada punto de trampa en un radio de 6-8 m aproximadamente (Austin *et al.* 1996, Méndez 1997).

Los censos se realizaron en cada mes y se hicieron durante tres días consecutivos en cada área. Es decir los primeros tres días se tomaban los datos, por ejemplo, en las áreas ex1 y cl1 (tres transectos) y los siguientes tres en las áreas ex2 y cl2 (tres transectos). Las estaciones de conteo tuvieron una duración de siete minutos por punto. Las trampas fueron colocadas el día anterior de iniciar el trapeo. El día que se empezaban los muestreos las trampas fueron cebadas con banano fermentado entre las 07:30 y las 08:30. La preparación del banano fermentado era necesario hacerlo por lo menos con una semana de anticipación para que el mismo se encontrara en condiciones óptimas para el muestreo. Se colocaron los bananos en recipientes plásticos herméticos los cuales se abrían hasta el momento de la utilización del cebo.

El muestreo se iniciaba a las 09:00 a.m. y se terminaba aproximadamente a las 14:30 p.m. Debido al horario y las limitaciones de tiempo, en el muestreo preliminar se determinó que era necesario alternar entre los diferentes senderos la hora de inicio, ya que esto podía causar sesgo en cuanto a las especies que se estuvieran viendo en actividad en determinada hora (Méndez com per³). Así que en los tres días de duración del censo cada línea tuvo una hora de inicio de censo diferente, aproximadamente a las 09:00, a 11:00 y 13:00 ya que cada línea requiere de aproximadamente de 1:40 a 2:00 horas para realizarse, tomando en cuenta el tiempo invertido para movilizarse de un sitio a otro. Las observaciones se iniciaban en la primera estación y transcurridos los siete minutos se procedía a pasar a la siguiente. Al terminar de hacer las observaciones en la línea se recorría la línea de regreso botando el cebo que era reemplazado con cebo nuevo el día siguiente. Los datos que se anotaron en las hojas para el efecto fueron: fecha, colectores, condiciones climáticas del día, área, sitio, número de estación, hora de inicio, especies observadas, número, capturada, vista, trampa, hora de trampa y si era colectada o no (Méndez com per).

3.4.2 Escarabajos copronecrófagos

La metodología utilizada en el muestreo de escarabajos fue con base en la utilizada por Cano (1998a) para el estudio de escarabajos copronecrófagos en Petén. Los muestreos se realizaron en los mismos senderos que para roedores tal y como se ha descrito en la parte general de los métodos.

Las trampas fueron colocadas por la mañana luego de ser cebadas con estiércol de vaca. El estiércol utilizado nunca fue colectado cuando estaba mezclado con orines, y como a veces provenía de diferentes vacas, el mismo fue homogeneizado en la bolsa en que fue colectado. Esto se hace para evitar posibles diferencias en la atracción por provenir el estiércol de vacas diferentes, además de colocar cantidades parecidas en cada trampa. En el caso del pescado este se compró fresco, era congelado, y preparado un día antes de empezar cada muestreo. Los pedazos fueron cortados en partes iguales, para evitar diferencias en la atracción de escarabajos (Cano com per). Se utilizaban aproximadamente 8 libras de pescado para cebar un total de 60 trampas.

A lo largo de cada transecto se colocaron 10 trampas pitfall separadas 50 metros entre sí. Cada línea de trapeo contenía 5 trampas de estiércol de vaca y 5 trampas con pescado en descomposición en forma alterna. Cada trampa del mismo tipo de cebo quedó separada entre sí por lo menos 100 m en cada línea y por lo menos 62 m en línea recta entre líneas. Las trampas fueron colocadas entre las 9:00 y las 12:00 y fueron recogidas 24 horas después. Las trampas fueron revisadas y los escarabajos que fueron capturados fueron colectados y conservados en envases plásticos con alcohol. En el campo se llenaba una boleta control de colecta que indicaba el número de individuos colectados por trampa en cada sitio. Los individuos fueron posteriormente identificados en laboratorio y se tomaron los siguientes datos: área/sitio, fecha, especie, sexo y cantidad. Los ejemplares fueron colectados y depositados en la Colección de Referencia de la Universidad del Valle de Guatemala

3.4.3 Mamíferos menores

La metodología empleada para la realización del trapeo de mamíferos menores fue la descrita y recomendada por Jolon (1996) que es la estandarizada para el departamento de Petén. La metodología consiste en dos líneas paralelas de longitud adaptada a las condiciones del área de estudio. En este caso las líneas tuvieron una longitud de 480 m, separadas entre sí 37 m. Cada línea contó con 40 estaciones de trapeo, con una distancia entre estaciones de 12 m. Estas líneas de muestreo quedaron distribuidas tal como se describió anteriormente.

La tarde previa al inicio de los trapeos se colocaron, en cada una de las estaciones en cada línea, una trampa jaula tipo Sherman cebada con maíz. En total se colocarán 40 trampas por línea. Se efectuaron trapeos de tres noches en cada área de muestreo para lograr un esfuerzo de muestreo de 480 trampas-noche por mes (extracción y controles tal como se describió antes). El esfuerzo total fue de 480 trampas-noche x 3 áreas (ex1, ex2 y cl) x 6 meses = 8640 trampas-noche.

Las trampas fueron revisadas por las mañanas a partir de las 7:30 horas. Los individuos fueron marcados-liberados-recapturados. El marcaje de los individuos se hizo por medio de ectomización de falanges. Para detectar si hubo movimiento de individuos de líneas consideradas independientes, se organizaron las hojas de marcas entre sitios para poder detectar si esos movimientos se estaban dando. Es decir, que los individuos fueron marcados de tal forma que era posible distinguir por especie a que sitio pertenecían.

En el caso de capturas de individuos juveniles de especies de mediano tamaño (e.g.: *Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* o *Phillander opossum*) no se ectomizaron las falanges ya que en posteriores ocasiones seguramente el tamaño alcanzado no les permitiría entrar nuevamente a las trampas. Los datos a tomar

³ Claudio Méndez, especialista de Lepidopteros para Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala y Centro para la Biología de la Conservación, Programa Guatemala de la Universidad de Stanford.

en cada captura incluyen fecha, colectores, número de estación de trampeo, especie, peso, sexo, edad-clase (adulto o juvenil), marca y condiciones reproductoras (testículos visibles o no, hembras receptivas, preñadas).

No se realizaron colectas de los ejemplares ya que la identificación no representa problema y no es necesario la preparación de ejemplares para tal efecto, ya que se han colectado los especímenes de referencia en trabajos previos (Jolon 1995, 1996).

3.5 ANÁLISIS DE DATOS.

Los datos climáticos necesarios para determinar épocas seca y lluviosa fueron obtenidos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH (1999) de la estación más cercana al área en estudio. Se determinaron las épocas por medio de la Precipitación y la Evapotranspiración Potencial (ETP) para determinar superávit o déficit de humedad. Este análisis se realizó para determinar exactamente la forma de agrupación de datos para el análisis.

La ETP se calculó utilizando el método de Hargreaves (ver Jolon 1996) por medio de la siguiente formula:

$$ETP = [\sqrt{\sqrt{100 - \%HR} * 12.5}] * [(0.075 * RMM)(0.0075)(9 / 5^{\circ}C + 32)]$$

Donde:

HR = Humedad relativa promedio mensual

RMM = Radiación media extraterrestre mm de evap/día, una constante diferente para cada mes, la cual es obtenido de una tabla específica de acuerdo a las coordenadas latitudinales de ubicación.

Con base en esta información se elaboró una gráfica en la cual se encuentra la precipitación mensual y la ETP obtenida mensualmente, durante el periodo de estudio. En la gráfica se determinara la estación lluviosa cuando ocurre una mayor precipitación respecto a la evapotranspiración (superávit de humedad) y la estación seca cuando la evapotranspiración es mayor que la precipitación (déficit de humedad, Jolon 1996). Con base en este criterio es posible definir las épocas seca y lluviosa.

Los análisis efectuados fueron con el fin de establecer los patrones de respuesta de las variables estudiadas en las comunidades de los grupos taxonómicos a las actividades de extracción. Se elaboraron bases de datos en excel 97 en las cuales se generaron cuadros en los cuales se presentó la información de las diferentes especies capturadas por grupo taxonómico y sus abundancias.

Con base en esta información se procedió al cálculo de la riqueza de especies y la elaboración de curvas de acumulación de especies por medio del programa EstimateS v5.0 utilizando para ello 100 aleatorizaciones

(Colwell 1997). Con base en esas curvas se describió el patrón de comportamiento de la riqueza en cada una de las áreas estudiadas. En el caso de las áreas controles (1 y 2) el cálculo de la riqueza se realizó en las áreas por separado y en conjunto. Esto para documentar bien los resultados observados, ya que en la elaboración de la curva de acumulación de especies el esfuerzo muestral es importante. Debido a que las áreas cl1 y cl2 poseen la mitad del esfuerzo que para las áreas de extracción se decidió presentar también los resultados combinados para observar la consistencia de los comportamientos de las curvas elaboradas para cada una de las áreas control por separado. Se utilizaron también los modelos no paramétricos de estimación de riqueza total del programa EstimateS v5.0 para cada una de las áreas estudiadas, los cuales fueron: ACE, ICE, Chao1, Chao2, Jack1, Jack2, MMEan y Cole para establecer la riqueza máxima estimada y cual de los estimadores se ajustaba mejor a lo observado. Se espera que el mejor estimador, describa el comportamiento observado de las curvas de acumulación de especies (aleatorizadas) y que a la vez adopte un comportamiento horizontal (Colwell y Coddington 1994 y Chazdon *et al.* 1999)

Para observar el comportamiento de la diversidad se obtuvieron los índices de Shannon-Weiner, Simpson y Alfa de Fisher, además se calcularon índices de equidad y se elaboraron curvas rango abundancia, expresadas en función logarítmica de las abundancias relativas, para poder describir el comportamiento en todas las áreas estudiadas respecto a la diversidad (Magurran 1988, Krebs 1999 y Colwell 1997). Para establecer si existían diferencias entre las áreas se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Weiner, calculado para cada mes y se aplicó pruebas de normalidad y posteriormente un análisis de varianza al 5% (en el programa SAS, del SAS Institute). La razón de usar este índice para estos análisis es debido a que es sensible a las especies raras, que en este caso y para los grupos trabajados fue una característica notoria. Para complementar estos análisis y comprender los análisis de composición se realizaron análisis de conglomerados bajo la estrategia Ward del Programa JMP (SAS Institute) con los datos de abundancia estandarizados en función del esfuerzo de muestreo.

Para complementar los análisis de conglomerados se calcularon índices de similitud de Morisita-Horn (Magurran 1988, Colwell 1997) y se hicieron matrices para comparar entre las áreas. Por último se hicieron análisis de composición de especies para caracterizar la respuestas de los grupos estudiados.

4. RESULTADOS.

4.1 ESTACIONALIDAD DE LA PRECIPITACIÓN.

De acuerdo a la información climática obtenida se estableció que la definición *a priori* de las épocas seca y lluviosa para el análisis de resultados es funcional para los propósitos de estacionalidad que se deseaban incluir en el estudio. La definición de épocas se vio dificultada debido a que la estación meteorológica más adecuada para la obtención de datos dejó de funcionar desde hace dos años (Estación Tikal) y fue necesario buscar la información para 1999 de la estación más cercana localizada en el área central (Estación Flores). Se realizó el respectivo análisis gráfico y se determinó que el comportamiento del clima promedio en ambos sitios es bastante parecido (Figuras 2 a y b) principalmente en la variable de interés que es la precipitación, y no se encontró diferencia estadística entre los datos promedios de precipitación entre ambas estaciones (Kruskal-Wallis, $gl=1$, $p > 0.05$) Este análisis fue necesario para determinar si los datos de precipitación de la estación de Flores podían ser utilizados con la seguridad de que se estaba describiendo el patrón observado en San Miguel. En general para ambos sitios la precipitación tiende a aumentar a partir del mes de abril alcanzando sus puntos máximos entre julio y septiembre. Al hacer la relación de evapotranspiración (etp) y precipitación (pp) el déficit de humedad es casi igual para ambas estaciones meteorológicas, es decir que ocurre de enero a mayo o junio. La principal diferencia es que la canícula o veranillo según los datos obtenidos en la estación Flores ocurre en agosto, un mes después que lo reportado para la estación Tikal. Los datos obtenidos para el año específico de 1999 (Fig 2c), hasta los primeros días de septiembre) coinciden con el comportamiento promedio ya descrito para la estación Flores.

4.2 ANÁLISIS DEL AMBIENTE LUMÍNICO EN LOS SITIOS DE ESTUDIO.

Los resultados obtenidos de la medición de claros utilizando el densiómetro pueden observarse en el Cuadro 2. Con base en ellos podemos decir que no existe diferencia entre el % de entradas de luz encontrados en las áreas de extracción y las controles (ANDEVA, $F = 0.9$, $gl = 39$, $p > 0.05$). El porcentaje de claros en los sitios osciló desde 0% hasta 25%. El promedio por área, muestreada dentro de los sitios, fue de 2.59% (c11), 3.42% (c12), 3.37% (ex1), 2.69%(ex2). Como ya se mencionó anteriormente, el área de la concesión de SMP fue sujeta a extracción ilegal de madera en años anteriores al establecimiento legal de la misma, por lo cual el que no exista diferencia en el porcentaje de claros encontrados era algo que no se esperaba, ya que a pesar que la intensidad de extracción actual de madera es realmente baja, se esperaba una cantidad de entradas de luz mayor en las áreas de extracción.

4.3 MARIPOSAS Y ESCARABAJOS.

4.3.1 Características generales de las comunidades.

Para las mariposas diurnas se observaron un total de 1297 individuos combinando ambos tipos de muestreo (417 en las áreas definidas como controles y 880 en las áreas con extracción de madera). De ese total no pudieron identificarse 2 individuos, 66 individuos fueron identificados hasta género (12 géneros) y 31 individuos hasta familia. Los restantes 1200 individuos se encuentran repartidos en 46 especies que corresponden a 32 géneros, pertenecientes a 14 subfamilias y 4 familias que fueron los utilizados para los análisis. (Cuadro 3). De los dos métodos de observación utilizado se observó que: ambos métodos tienen en común 17 especies; el registro visual reportó 20 especies (de 37) detectadas solo por este método, y que el registro en trampas detectó 10 especies (de 27) que no fueron detectadas de forma visual.

En los registros en trampas se reportan un total de 474 individuos para 27 especies, el detalle de abundancia y número de especies por sitio puede observarse en el Cuadro 3. Durante la época seca la riqueza de especies fue de 23 especies y un total de 282 individuos, y durante la época lluviosa se contó con 21 especies para un total de 189 individuos. En los registros visuales se reportan un total de 726 individuos para 37 especies, nuevamente el detalle puede observarse en el cuadro al igual que para las épocas seca y lluviosa. En la época seca el número de especies fue de 28 y 509 individuos; en la época lluviosa el número de especies aumenta a 31 y 217 individuos.

Tanto en trampas como en los registros visuales el número de individuos disminuye en la época lluviosa, siendo más notorio en los registros visuales. Esto se debió principalmente a la influencia de una especie: *Eurytides philolaus*. De la misma forma un patrón consistente en la abundancia de especies, es el hecho de que en registros de trampas y visuales en ambas épocas, las abundancias fueron menores en las áreas controles comparado con las áreas de extracción.

Para escarabajos copronecrófagos se colectaron un total de 5945 individuos (2664 en las áreas definidas como controles y 3281 en las áreas con extracción de madera). De ese total 2 individuos fueron identificados hasta género. En el caso de los individuos identificados como *Uroxys micros* puede ser que pertenezcan a dos especies: a la ya mencionada y a una especie nueva de *Uroxys* que esta siendo descrita (Cano com per.), para fines prácticos se incluyó dentro de la especie mencionada como una morfoespecie. Los individuos reportados se encuentran repartidos en 29 especies que corresponden a 11 géneros, pertenecientes a 4 Tribus y 4 Subtribus (Cuadro 5).

De los dos tipos de cebos utilizados se observó que ambos métodos tienen en común 19 especies y que las trampas de estiércol reportaron 6 especies detectadas solo por este método (de 26) y que el registro en trampas de pescado detectó 4 especies (de 23) que no fueron detectadas en trampas de estiércol. En las trampas de estiércol de vaca se colectaron un total de 26 especies para 1117 individuos, observándose 14 especies en época seca (99 individuos) y 24 especies en época lluviosa (1018 individuos, Cuadro 6)). En las trampas con pescado se colectaron un total de 23 especies para 4828 individuos; en la época seca se observan un total de 19 especies (1092 individuos) y 21 especies en la época lluviosa (3736 individuos). A diferencia de lo observado en mariposas, aquí existió un marcado aumento de la abundancia en la época lluviosa en casi 2700 individuos. Este aumento se debe principalmente a la especie *Canthon cyanellus*. En cuanto a las abundancias entre las áreas control y de extracción se observó que en las trampas de estiércol el comportamiento es igual al descrito para mariposas. En tanto que para las trampas con pescado se observó mayor abundancia en las áreas de extracción solamente en la época seca, en los datos generales y de época lluviosa se observó más parecido entre las áreas relacionadas por la cercanía.

4.3.2 Riqueza y Diversidad.

Riqueza

Para poder observar el comportamiento de la riqueza de especies se realizaron las curvas de acumulación de especies observadas obtenidas por la aleatorización respecto al esfuerzo muestral por mes (EstimateS v5). Para realizar el análisis lo más completo posible, la riqueza se describió de acuerdo a la división de sitios, mencionada anteriormente, recordando que para las áreas cl1 y cl2 se realizaron la mitad del esfuerzo que para las áreas ex1 y ex2. Así, también se realizó el análisis de riqueza para el área control, es decir combinando las áreas cl1 y cl2 (cl) para hacer comparaciones con las áreas de extracción.

Para las mariposas diurnas al comparar entre ambos métodos fue posible observar que el riqueza de mariposas registradas visualmente fue mayor que la riqueza para registros en trampas, para las cuatro áreas observadas. En los registros por trampas (Fig 3 A), las curvas de acumulación de especies tendieron a mostrar poca diferenciación en las áreas de extracción, siendo a la vez estas las que muestran la mayor riqueza. Las áreas control mostraron la menor riqueza, siendo el área cl1 la que mostró la riqueza mas baja y la cl2 la más alta de las dos, notándose una diferenciación a partir de la cuarta muestra. En general el área control (cl) mostró mayor riqueza pero siempre menor a las áreas de extracción y claramente diferenciada de estas. En los registros visuales (Fig 3 B), se observó que el área ex1 y cl2 tuvieron un comportamiento muy parecido y de una riqueza intermedia, a pesar del menor esfuerzo de muestreo. El área ex2 mostró la mayor riqueza desde el inicio y el área cl1 la menor riqueza. Para las dos áreas de extracción fue posible observar que la diferencia observada desde el inicio se mantuvo a lo largo del muestreo, acentuándose a lo largo del tiempo. El área control, sigue teniendo una riqueza menor de especies con respecto a las áreas de extracción y la diferenciación de las tres áreas en cuanto a riqueza es obvia desde el inicio.

Para escarabajos copronecrófagos, en ambos métodos de muestreo la riqueza de especies fue parecida, siendo un poco mayor en las trampas con estiércol. En el caso de escarabajos las curvas para las trampas de estiércol (Fig. 4 A) muestran una clara diferenciación entre las áreas de extracción, siendo la ex1 la que muestra la mayor riqueza y la ex2 la menor. Es posible observar también que las áreas control muestran una riqueza menor que la de ex1, y similar a la de ex2. Siendo el cl1 más parecido a ex2 y el cl2 la que muestra la menor riqueza. Existe una diferenciación entre las áreas control entre si. Una cosa de hacer notar es que debido a la estacionalidad en los meses de la época seca el número de individuos capturados por tipo de trampa fue bajo y de ahí que en el caso del área cl1 no se capturasen especies en mayo y en el área cl2 no se capturaron especies en mayo y junio. Analizando las áreas control en conjunto se observó que la riqueza de especies es muy parecida con el área ex2 y claramente diferenciada del ex1. En las trampas con pescado (Fig. 4 B), se observó una clara diferencia en las áreas de extracción con los controles, siendo estos últimos menos ricos en especies. Las áreas de extracción son muy parecidas entre sí, a diferencia de las áreas controles que muestran una clara diferenciación siendo el área cl1 más rica en especies y cercana a las áreas de extracción. Al realizar el análisis con las áreas control combinadas, se observó que la riqueza de especie tiende a parecerse con los controles aunque siendo relativamente menor.

En cuanto a los estimados de riqueza obtenidos por medio del programa EstimateS v5 para los 8 modelos escogidos, los resultados de los modelos seleccionados pueden verse en el Anexo 3. Escoger el modelo que mejor se ajuste a los datos, se basa principalmente en cuanto los modelos seleccionados se parecen a los comportamientos de la riqueza observada en campo, en este caso comparada con las curvas aleatorizadas. En cuanto que modelo se ajusta mejor o puede ser seleccionado mejor me parece que tiene una serie de aspectos que deberan ser tratados más en detalle y que escapan al objetivo primordial de este estudio. Con base en lo anterior los modelos que mejor se ajustaron fueron: para mariposas en trampa los de MMMean y Coleman, y para mariposas vistas los de ACE, Jackknife y Coleman. Para escarabajos en trampas de pescado los de MMMean, Coleman y Chao 1, y en las trampas de estiércol los de Coleman y Jack 1. Siendo que el estimador de riqueza de Coleman es común para todos.

Diversidad.

La distribución de rango-abundancia de especies para la mariposas diurnas, obtenidas con base en el logaritmo del porcentaje de la abundancia relativa, para cada tipo de bosques y épocas en trampas (Fig. 5 a,b y c) y en registros visuales (Fig. 6 a,b,c) muestran colas largas de especies raras, es decir especies con registros de 10 individuos o menos (siguiendo los criterios de Colwell 1997) en el programa Estimates v5 (entre un 77% a un 85% de las especies reportadas, ver Cuadro 5). Este resultado indica que las comunidades son bastante diversas. Según las curvas de rango abundancia, mencionadas anteriormente, no se observaron diferencias marcadas entre sitios, en los diferentes análisis efectuados por tipo de muestreo. En general se puede decir que no se observó un patrón claro del comportamiento de los índices diversidad entre las áreas de extracción y las áreas control

(Cuadro 5). En los registros en trampas en general se observó que los índices de diversidad son relativamente más altos en las áreas de extracción que en las áreas control, así como los índices de equidad. Es notorio sin embargo que los índices de diversidad son más altos en la época seca que en la lluviosa. En los registros visuales en general no se observó ninguna tendencia sobresaliente. Al efectuar un análisis por épocas se observó que la época lluviosa presenta índices de diversidad más altos que en la época seca, así como índices de equidad mayores. Nuevamente entre las áreas no existe un patrón definido.

Las curvas rango abundancia para escarabajos en cada tipo de bosque y por tipo de muestreo: trampas de estiércol (Fig. 7 a,b y c) y trampas con pescado (Fig. 8 a,b y c) muestran igualmente colas largas de especies raras. El número de especies raras puede observarse en el Cuadro 6, la rareza de especies comparada con la de mariposas es menor en los escarabajos. Siendo una característica para este último grupos, en ambos tipos de trampas, mas especies raras en la época seca. Según las curvas de rango abundancia no se observaron diferencias altamente marcadas entre sitios, en los diferentes análisis efectuados por tipo de muestreo. En general se puede decir que existe una tendencia a mayores valores de todos los índices de diversidad en las áreas de extracción, sin embargo esas diferencias no son en extremo notorio. Ese aumento de la diversidad puede deberse a la intromisión de especies de escarabajos propias de sitios abiertos, que en bosque pueden ser raras pero que aumentan la diversidad en las áreas de extracción.

4.3.3 Composición y Abundancia.

Del total de 1200 individuos de mariposas diurnas identificados hasta especie, 72 % fueron de la familia Nymphalidae, 24. % a la familia Papilionidae, 2 % a la familia Lycaenidae y 1% a la familia Pieridae. Durante los seis meses de muestreo se observó dos picos de abundancia de especies. Al inicio del muestreo en abril, con una disminución notoria hacia junio, para luego empezar a aumentar en julio y alcanzar otro pico en el mes de septiembre. Este patrón general observado fue el mismo para todas las áreas. El número total de especies reportadas se considera bajo comparativamente con estudios en la RBM (Méndez com per.) en áreas cercanas como Tikal (328 especies de las familias aquí incluidas Austin *et al.* 1996), Parque Nacional Laguna del Tigre (97 especies, Méndez *et al.* 1998) o Cooperativa Bethel (77 especies, Méndez 1997). Es posible observar que las curvas de acumulación de especies aleatorizadas nunca llegan a alcanzar una estabilización, a pesar de que el esfuerzo de muestreo fue alto.

Por tipo de método (registros visuales y registros en trampa), se observó que el número de especies registradas en trampa es menor (27 especies) que el reportado para los registros visuales (37 especies). Ambos métodos fueron planteados como complementarios (Austin *et al.* 1996). Del total de individuos reportados para el método por trampas (474), tres especies representan el 56% (Cuadro 7, Anexo 4A). Dos de estas especies fueron: *Archaeoprepona demophoon* y *A. demophon*. Esas mismas especies siguen siendo las más abundantes al hacer el análisis por épocas, representando el 40% en la época seca (Cuadro 7, Anexo 4B) y el 59% en la época

lluviosa (Cuadro 7, Anexo 4 C). En cada época se observó que alternan su importancia en las listas. En los registros visuales, tres especies representan el 72% del total de individuos reportados (726, Cuadro 7, Anexo 4D). Aquí se incluyen a las especies de *Archaeoprepona demophoon* y *A. demophon* indicadas anteriormente y una tercera *E. philolaus*, manteniendo el patrón de abundancia descrito. Al ver por épocas se observó que durante la época seca (Cuadro 7, Anexo 4 E) las mismas tres especies siguen manteniendo su dominancia representando un 83% del total de individuos capturados para esa época (509). Sin embargo, durante la época lluviosa (Cuadro 7, Anexo 4 F) la especie *E. philolaus* desaparece de los reportes hechos por fenología temporal propia de dicha especie (Austin *et al.* 1996, Anexo 5) y es sustituida en importancia por *Cissia glausina* que junto con las especies de *Archaeoprepona* representan un 53% del total de individuos vistos para esa época (217). Es importante hacer notar la poca diferencia existente entre las áreas de extracción y la mayor abundancia de la especie *E. philolaus* en el área de los camarones

Del total de individuos de escarabajos identificados, 73 % pertenecen a la Tribu Scarabaeini, 10 % a la Tribu Onthophagini, 10 % a la Tribu Onitini y 7% a la tribu Coprini. Durante los seis meses de muestreo se observó un aumento de especies desde abril alcanzando el máximo número de especies en septiembre, con una marcada diferencia en la época seca (riqueza baja) comparada contra la época lluviosa (riqueza alta). A diferencia de lo observado para mariposas, el número total de especies reportadas se considera alto comparando con estudios más intensivos llevados en toda la RBM por Cano (1998a) tal como se describe más adelante y comparado al número de especies reportados para la cooperativa Bethel (Méndez 1997). Del total de individuos reportados en trampas de estiércol (1117), tres especies representan el 60% (Cuadro 8, Anexo 6 A). *Copris laeviceps*, *Dichotomius agenor* (especie estacional) y *Phaneus wagneri*. En estas trampas *C. cyanellus* es la cuarta especie en importancia debido a que es preferentemente necrófaga (ver anexo 6). *C. laeviceps* sigue siendo una de las tres más abundantes al hacer el análisis por épocas, representando el 68% en la época seca (Cuadro 8, Anexo 6 B) y el 64% en la época lluviosa (Cuadro 8, Anexo 6 C). En cada época se observó un cambio en la composición de las especies dominantes debido a la estacionalidad en su aparición y cambios en su abundancia. Las especies dominantes en la época seca son *Onthophagus longimanus*, *Copris laeviceps* y *Onthophagus cyclographus* que hacen el 67%; en tanto que en la época lluviosa el 64% lo hacen las mismas especies que las indicadas al inicio. En las trampas con pescado, nuevamente se observó que la especie *C. cyanellus* es la dominante representando un 80 % del total de individuos reportados (4828, Cuadro 8, Anexo 6 D) seguido por *Coprophanes telamon* 8% y *Deltochilum pseudoparile* 2%. Al ver por épocas se observó que durante la época seca (Cuadro 8, Anexo 6 E) la misma especie sigue manteniendo su dominancia representando un 85% del total de individuos capturados para esa época (1092) seguido por *Uroxys micros* 3% y *Deltochilum lobipes* 3%. En la época lluviosa sigue siendo dominante solo que en un porcentaje un poco menor: del 79 % (Cuadro 8 Anexo 6 F) siguiendo en importancia *Coprophanes telamon* 10% y *Deltochilum pseudoparile* 3%. Es posible observar que dentro de las áreas de extracción se observa pocas diferencias entre las áreas de extracción, principalmente con las trampas de pescado; aunque con las trampas de estiércol es posible notar una pequeña diferencia.

4.3.4 Diferencias entre sitios.

Los ANDEVA's (utilizando SAS), tomando en cuenta la diversidad (índice de Shannon-Weiner) por cada sitio por mes, no demostraron diferencias significativas en general y por épocas, así como tampoco por tipo de registro (visual o trampa) en las diferentes épocas. Complementario a estos análisis se realizaron análisis de conglomerados utilizando la estrategia Ward del programa JMP (SAS Institute 1996). Estos análisis fueron propuestos como una forma de explicar ciertos patrones observados, a pesar que no existen diferencias significativas, que son interesantes discutir a un nivel descriptivo.

Al observar la parte baja de los listados, es decir las especies raras, es ahí donde es posible observar diferencias entre las áreas. En los registros en trampas es posible observar que 8 especies se encuentran solamente en cualquiera de las áreas de extracción y que no aparecen en ninguno de los controles, por ejemplo: *Nessaea aglaura*, *Memphis chaeronea*, *Memphis morvus* y *Archaeoprepona meander*, por mencionar algunas especies. En el caso de los registros visuales el número es mayor, 12 especies fueron registradas únicamente en las áreas de extracción: *Taygetis mermeria*, *Cissia hesione*, *Hamadryas ipthime*, *Siproeta stelenes*, por citar algunas.

Los índices de similitud de Morisita Horn (Cuadro 9) indican un general parecido que con los controles juntos en las observaciones visuales y en trampas. En todos los casos, los índices de similaridad más altos ocurrieron en las áreas que están relacionadas por la cercanía. Aunque se esperaba que las áreas que fueron sujetas a extracción fueran más similares, así como los controles entre sí, esto no ocurrió. Sin embargo al efectuar el análisis de conglomerados, la situación cambia un poco.

Es posible observar en los gráficos de los conglomerados, en el caso de las mariposas capturadas en trampas (Fig. 9 A) una separación de las áreas control y de las áreas de extracción, diferencia que puede deberse a las especies de mariposas que solamente aparecen en las áreas de extracción. La agrupación en el caso de las mariposas vistas (Fig. 9 B) es parecido a lo arrojado por los índices de Morisita, es decir agrupa de acuerdo a las diferencias de sitio que es en este caso más acentuada que las diferencias a las especies únicas a las áreas de extracción.

Al aplicar ANDEVAS en el caso de escarabajos no se encontraron diferencias significativas entre sitios en los diferentes tipos de trampa utilizado. La excepción lo constituyó el muestreo por época lluviosa en trampas de estiércol de vaca en donde el ANDEVA indicó que si existían diferencias significativas entre los dos sitios ($F = 6.55$, $p < 0.05$, $gl = 3$). La prueba múltiple de medias indicó que las áreas ex1 y cl1 poseen índices de diversidad significativamente mayores a las ex2 y cl2, pero que dentro de ellas son iguales (Tukey $p < 0.05$, $gl=8$). Para poder ver tipos de tendencias se realizaron los análisis de conglomerados mencionados anteriormente.

Los índices de similitud de Morisita Horn son altos para los dos tipos de trampas, en general por arriba del 0.85, lo cual indica que las áreas son muy parecidas entre sí. (Cuadro 10). Sin embargo, pueden observarse algunas diferencias en el muestreo hecho en las trampas de estiércol, que como ya se indicó, fueron las más diversas. Puede observarse que las áreas más cercanas se parecieron entre sí (ex2 y cl2), pero la similitud entre ex1 y ex2 también es grande lo cual concuerda con los resultados de diversidad obtenidos. Es posible observar un comportamiento parecido al observado en mariposas al revisar las gráficas de los conglomerados. En las trampas de estiércol (Fig. 10 A) es posible observar claramente la separación de áreas por las diferencias de sitio, y en las trampas con pescado (Fig. 10 B) se pudo diferenciar que las áreas control quedan agrupadas separadas de las áreas de extracción

4.4 MAMÍFEROS MENORES

4.4.1 Riqueza y Diversidad.

Los índices de diversidad calculados indican que las áreas ex1 y cl1 son más diversas que las cl2 y ex2. Y a la vez las áreas de extracción son un poco más diversas que las áreas controles (Cuadro 11). Es posible observar que los índices de equidad son bastante altos, tal y como se pudo observar en la curva rango-abundancia en general (Fig. 11). Esto se debió a que no existe una dominancia extremadamente marcada de ninguna especie, así como tampoco números altos de especies raras. Para este grupo no fue necesario hacer estimaciones de riqueza de especies ya que de acuerdo al conocimiento generado en el área se observó que se colectó la totalidad de especies que podían capturarse en este tipo de muestreo, incluidas capturas ocasionales de determinadas especies (Jolon 1995).

4.4.2 Composición y Abundancia.

Se capturó un total de 178 individuos de 8 diferentes especies de mamíferos menores, y un total de 206 capturas-recapturas (Fig. 12). El éxito de captura promedio, fue alrededor del 2.04 % para todo el período de estudio. En términos generales el éxito de captura osciló de un 0% a un 6.11% (ver Fig. 13 para detalles por área). El éxito de captura se consideró relativamente bajo. De las 8 especies de mamíferos capturados 2 pertenecen a la Familia Didelphidae (Orden Marsupialia), 2 a la familia Heteromyidae y 4 a la familia Muridae (ambas del Orden Rodentia).

El porcentaje de composición varía dentro de las áreas, así como dentro de los meses. Se puede observar que en general las especies *H. desmarestianus* y *H. gaumeri* son dominantes (Cuadro 12). La dominancia de *H. desmarestianus* ya ha sido ampliamente documentada para la Península de Yucatán. Sin embargo, para la RBM es la primera vez que se detecta la aparición de ambas especies en porcentaje parecido (obs per).

El comportamiento en general de las especies, es el de pocas capturas durante la época seca, la cual va aumentando durante el avance de la época lluviosa (Figs 14 a,b,c y d) . Es posible observar que el número de individuos capturados por primera vez es bastante mayor en la época lluviosa (Anexo 8). Por otro lado las especies capturadas pocas ocasiones, son individuos juveniles de *Didelphis marsupialis* y *D virginiana* (Familia Didelphidae) ambas especies son consideradas capturas ocasionales en este tipo de muestreos. Dentro de la composición de especies encontramos especies que se consideran especies de sitios abiertos o perturbados tal como *Sigmodon hispidus*, *Heteromys gaumeri* y *Oryzomys melanotis*. Aunque de la especie *H. gaumeri* no se sabe mucho respecto a su biología. También se encuentran especies propias de bosque primario tal como *Heteromys desmarestianus* y *Ototylomys phyllotys*. Esta última especie puede soportar al parecer alteraciones de su hábitat.

Es interesante notar el hecho de que la especie *S. hispidus* que es la que menos se esperaba ser encontrada en el bosque, se reporte dentro de las áreas estudiadas como residente, de acuerdo a los datos y al número de veces capturados-recapturados (Roling 1992). Además fue posible observar hembras con crías en las áreas en estudio (obs per.). Es decir que no se encuentran en el área solamente de paso, sino que residen en ella.

Es notorio que el área cl2 fue la menos diversa y con menor riqueza de especies. Este comportamiento fue diferente a lo esperado, ya que se esperaba que las áreas controles se parecieran bastante. Además fue el área donde se capturó el menor número de individuos.

4.4.3 Diferencias entre sitios.

Las áreas muestran diferencias entre cada una de ellas, siendo la más notoria la existente entre el área cl2 y las cl1 y ex1, de acuerdo a los índices de Morisita obtenidos (Cuadro 13). En el área cl2 encontramos especies que pueden ser consideradas de sitios abiertos o perturbados y es la que menor abundancia presenta de las 3 con apenas 16 individuos (8% del total). Por otro lado la mayoría de capturas en ese sitio se concentraron en los últimos dos meses del muestreo (Fig. 14b.)

La presencia en números relativamente altos de *S. hispidus* en las áreas cl1 y ex1 comparando con las áreas cl2 y ex2, puede deberse a que las primeras áreas se encontraron más cerca de las áreas de cultivo. Siendo así que a pesar de ello llamó la atención que esa misma especie apareciera reportada para las otras áreas que se encuentran aún más alejada del área de guamiles y de milpas.

5. DISCUSIÓN.

De acuerdo a las características observadas en el sitio referentes a:

- Actividades de extracción de madera con baja intensidad: utilización de bueyes para arrastre, moto sierras y machetes para abrir caminos, bajos volúmenes de extracción (Cuadro 1).
- Probables diferencias de sitio al momento de realizar las observaciones, debido a la distancia entre las unidades o compartimentos de corta donde se efectuaron las mediciones.
- Posible efecto de incendios fuertes en áreas aledañas.

Para el análisis de la información teníamos las siguientes expectativas (ver esquemas en Anexo 9):

- a) Que los resultados obtenidos reflejaran de alguna forma la hipótesis o predicción inicial del trabajo en cuanto a que los grupos estudiados fueran capaces de responder a las actividades extractivas de madera (escenario 1). Es decir que, los grupos podrían indicarnos, o mostrar, diferencias entre las áreas control (o testigos) y las áreas de extracción.
- b) Debido a la posibilidad de diferencias de sitio, esperábamos entonces que existiera una división previa a la división entre controles y extracciones (escenario 2). Es decir, esperábamos que las áreas identificadas como ex1 y cl1 quedaran juntas y las áreas identificadas como ex2 y cl2 hicieran lo mismo, pero a la vez estas quedaran divididas entre control y extracción.
- c) Por último, debido a el efecto de los incendios (efecto del mosaico) cercanos a las áreas, la posibilidad de un tercer agrupamiento apareció como una respuesta también razonable (escenario 3). Siendo así, debido a la intensidad de aprovechamiento esperábamos una agrupación en la cual las áreas, cl1, cl2 y ex2 se encontraran de alguna forma más parecidas dentro de sí y que el área ex1 quedara separada del resto.

5.1 MARIPOSAS.

De acuerdo al número total de especies observado, una de las primeras cosas que llama la atención es el hecho del poco número de las mismas que se reportan para el área. De acuerdo a estudios realizados en la RBM como Parque Nacional Tikal y alrededores (Austin *et al.* 1996) área aledaña a la concesión, Cooperativa Bethel (Mendez 1997) y en Laguna del Tigre (Mendez *et al.* 1998); se esperaba tener un registro de entre 80 a 95 especies de acuerdo a el esfuerzo de muestreo realizado y al conocimiento de las mariposas generado ya por varios años en esa parte del Petén (Méndez com per.). Los resultados obtenidos en las curvas de estimación de riqueza de especies también indican que el número de especies esperado es mayor (Anexo 3)

De acuerdo con las curvas de predicción de especies, las que mejor se acomodaron al comportamiento de las especies acumuladas observadas, es notorio también que los números observados son menores que los esperados para la riqueza de especies (Fig 3 A y B, Anexo 3). Las diferencias en cuanto al número de especies esperado y lo observado puede deberse a:

- (a) los meses en que se realizaron los muestreos,
- (b) debido a un efecto posterior de incendios intensos en áreas aledañas a los sitios de estudio.

Este ultimo efecto ya ha sido documentado en Brasil (Brown *et al.* 1997), en ese estudio se indica que si las áreas son alteradas fuertemente puede observarse una disminución en la riqueza y diversidad de mariposas, en tanto que alteraciones leves o moderadas tienden a aumentar la riqueza y la diversidad en el área (Brown 1997, Ghazoul en prep). Este aumento de diversidad por intervenciones leves también ha sido documentado en otros estudios (Kremen 1992, Spitzer *et al.* 1997), y paralelamente a este trabajo el realizado en Costa Rica (Aguilar en prep.). Sin embargo existen estudios que determinan lo contrario (Hill *et al.* 1995) Aquí es importante hacer notar el papel que juega el mosaico que rodea a la concesión (Brown *et al.* 1997) al momento de efectuar las predicciones.

La primera de las razones por las cuales no se pudo detectar mayor cantidad de especies (inciso a del primer párrafo) queda descartada ya que según el estudio más intensivo realizado para la zona (Austin *et al.* 1996), los meses en que ocurre la mayor riqueza de especies es durante la estación seca, y el inicio de la estación lluviosa, lo cual correspondería en este caso de los meses de marzo a septiembre. Como se describió en las condiciones iniciales del trabajo se contempló cubrir ambas épocas debido a la estacionalidad de las especies estudiadas. Muy probablemente seis meses no sean suficientes para tratar de tener un mayor número de especies, sin embargo a partir de información disponible no muestreamos en épocas que fueran realmente malas. Pero también existe la posibilidad que nos encontráramos al final del primer pico (en marzo) y muy al inicio del segundo (en septiembre) que es cuando ocurren los picos de riqueza de especies.

Las especies encontradas en la concesión en general, son especies que tienen características de ser de requerimientos de hábitat mas bien generalizados (De Vries 1987, Austin *et al.* 1996 ver anexo 4). Y muy pocas reportadas como especies únicas de bosque primarios (*Cissia confusa*, *Hypothesis euclea*, *Memphis chaeronea* según De Vries 1987) o con cierta preferencia a vegetación de bosque primario (*Caligo urans* y *C. memnon*). Como se indicó en los resultados, es posible observar que las áreas de extracción presentaron un número de especies que no fueron reportadas para las áreas control. El hecho de llamar la atención hacia el grupo de mariposas raras, es porque esas pueden estar visitando las áreas de extracción porque se les esta brindando el tipo de hábitat para que lo hagan, que puede verse reflejado en las curvas de rango abundancia en los dos métodos. El hecho de que sean raras, puede ser debido a que ese tipo de hábitat dentro de las áreas de extracción es (ver Fig 5 y 6) también raro y que en caso de intervenciones repetidas estas especies pueden aumentar sus números. Esto es importante por el tipo de extracción que se esta dando en el área. El hecho de que existan pocos trabajos enfocados a responder los cambios de diversidad en el bosque debido a la extracción dificulta el establecimiento de patrones y comportamientos. Además existe la consideración de que la vegetación en la concesión es de un bosque mas bien de tipo semicaducifolio (Schulze y Whitacre 1999) lo cual puede influir en la composición de las especies que pueden encontrarse en el área, debido al tipo de bosque tal como lo sugieren las comparaciones realizadas por De Vries (1987) en Costa Rica, o como lo indica Méndez y colaboradores (1998) para las zonas

secas de Guatemala. Estas ideas en general, nos harían esperar de hecho que si bien las especies son de tipo generalistas con respecto al hábitat, pudiéramos encontrar una mayor frecuencia de especies (o de sus abundancias) en las áreas de extracción que fue lo que logramos observar.

Las diferencias son patentes en las curvas de acumulación aleatorizadas de especies (Figs 3 A y B), que indican que las áreas de extracción en los registros visuales tanto como en los registros por trampas, la riqueza de especies permanece por arriba de las áreas control. Inclusive considerando las áreas control por separado como en conjunto.

En general a pesar que las diferencias observadas no son significativas, al elaborar un análisis de conglomerados por tipo de trampas se observó que en su mayoría tienden a agruparse tal como se describieron para el escenario 1 y como el escenario 2 (Anexo 9, Figs 9 A y B). Estos análisis confirman que las diferencias observadas son debidas al sitio (probablemente debido a presencia de incendios) pero que existe una influencia detectable como tendencia debida a la extracción. En general como se ha mencionado, el número de especies es bajo, y eso puede deberse al efecto de los incendios que han afectado a la concesión, esto es posible verificarlo por medio de información proveniente de un trabajo de investigación hecho con incendios para la RBM por Ramírez (en prep) y que puede observarse en el mapa adjunto en donde se muestran las áreas afectadas por incendios cercanos o dentro de la concesión (Fig 15).

Una de las especies que apoyan estas observaciones es *Eurytides philolaus*, que es una especie propia de áreas abiertas (Austin *et al.* 1996, De Vries 1987, Méndez com pers⁴), que fue reportada en grandes números solamente en las áreas 2 para la época seca. Esta zona de la concesión ha sufrido incendios en sus alrededores en años recientes. Esto contrastó con el reporte de solo algunos individuos durante la misma época para las áreas 1. Además debe considerarse lo indicado anteriormente en cuanto a los hábitos generalistas de las especies reportadas y que ejemplos claros lo constituyen especies como *Hamadryas februa*, *H. feronia* o *Memphis oenomias*, especies que prefieren sitios abiertos o de borde (Austin *et al.* 1996), por citar algunas. Sumado a ello debe tenerse en cuenta que las observaciones se llevaron a cabo después de un año en que el efecto del niño (ENOS) afectó la región, el más intenso en los últimos 15 años.

Hasta el momento las consideraciones respecto al bajo número de especies detectadas, pueden ser más bien hipotéticas y que podrán ser verificadas en un estudio a largo plazo. Es decir que si el área posee, debido a su historial de manejo, pocas especies de mariposas debido a las extracciones sufridas con anterioridad, a lo largo del tiempo la riqueza de especies no aumentara considerablemente. Pero si el efecto de los incendios es un factor temporal que están afectando nuestras mediciones, y bajo el supuesto de que ese factor pueda ser controlado en el futuro, nosotros esperamos que la riqueza de especies aumente en futuras evaluaciones y que a la vez puedan detectarse cambios en la composición de especies o de sus abundancias.

⁴ Cladio Méndez especialista en mariposas.

Siguiendo esa línea de consideración general, una hipótesis de continuidad de la investigación, es que se esperaría que en un futuro a mediano plazo cuando las áreas afectadas por los incendios se recuperen, las áreas estudiadas tenderán a parecerse más entre sí. Y que si efectivamente los efectos de los incendios fueron tan intensos, en mediciones futuras el número de especies vaya en aumento. A la vez esperaríamos que si existe un efecto de la extracción de madera sobre la diversidad esta pueda ser detectable por medio de este grupo. Esta información puede ser valiosa en cuanto a la forma en que se está manejando la concesión en el largo plazo.

Por último, como se mencionó en la sección 2.5 la tala selectiva de madera tiene diversos efectos en la estructura del bosque, que pueden ser detectados por medio de cambios en la estructura de las comunidades de mariposas. A un nivel muy local esos cambios pueden conducir a cambios de abundancia o de composición de especies vegetales de las cuales se alimentan o dependen en alguna fase de su ciclo las mariposas (De Vries 1987, Brown *et al.* 1997, Navarrete 1998, Aguilar en prep.). La importancia de poder detectar por medio de las especies vegetales o por medio de las especies de mariposas, es que nos pueden dar un aviso temprano de cambios que afectan la estructura y diversidad de este grupo. Una ventaja es que en general la biología e historia natural de este grupo en particular permite llegar a hacer conjeturas a este respecto. Sin embargo, esta ventaja tiene su contrapeso en el hecho de que para poder llevar esta herramienta a un nivel práctico de aplicación al manejo es necesario contar con inventarios de vegetación bastante completos y no solo de las especies de interés comercial.

5.2 ESCARABAJOS.

A diferencia del caso de las mariposas el número de especies obtenido en este estudio para el área de la concesión fue considerado adecuado de acuerdo a que el número de trampas colocadas fue alto y que solamente se utilizaron dos tipos de cebos. Para la RBM están reportadas un total de 47 especies de escarabajos copronecrófagos que incluyen especies nuevas (*Uroxys sp. nv.*) y muchas que son raras, además que el espectro de cebos utilizados para la determinación de ese total fue más amplio que lo utilizado en este estudio: estiércol de burro, milipodos, heces humanas, colectas en heces de jaguar (Cano 1998 a, ver Anexo 5). En este estudio reportamos un total de 30 especies (aunque *Uroxys sp. nv.* se incluyó dentro de la especie *Uroxys micros*). La diferencia de 17 especies además de lo explicado con anterioridad también puede deberse a que nos faltó hacer muestreos en los meses en que las capturas siguen siendo altas (octubre y parte de noviembre) y tal como lo muestran los datos, en este grupo también existe estacionalidad en la composición de especies.

Por otro lado el listado generado por Cano incluye el trapeo en sitios extremos tal como potreros y guamiles, lo cual agrega especies que nunca iban a aparecer en el bosque o en números muy bajos, tal como *Copris lugubris*, *Onthophagus marginicollis*, *Canthon leechi*, *Sysiphus mexicanus*, especies raras: *Sulcophaneus cryseicollis*, *Malagioniella astianax yucateca*, *Aeteuchus illaesum*, *Ontherus azteca*. Entre las especies colectadas en otros tipos de cebos figuran: *Canthon subhyalinus Deltochilum valgum* (depredador de milpies, Cano 1998b), *Eurysternus foedus* (estiércol de mula), *Eurysternus angustulus* (heces humanas); otros tipos de hábitat no

boscoso: *Ateuchus illaesum* (bosque bajo, no incluido en este estudio); y otras especies que debieron capturarse y que no se sabe porque no lo fueron: *Deltochilum gibossum sublaeve*, *Eurysternus caribaeus*, *Bdelyroptis bowditahi*, *Scatimus ovatus*, que muy probablemente sea porque son especies raras. Tomando aquellas especies que son exclusivas de bosque alto y colectadas con los mismos cebos de los utilizados en este estudio tenemos que nos faltaron aproximadamente 4 especies, lo cual significa que tenemos aproximadamente un 88% de las especies posibles.

Con respecto a las curvas de acumulación de especies aleatorizadas (Fig. 3 A y B), es posible observar una diferenciación en cuanto a los sitios. En las trampas de pescado se observó que las áreas de extracción poseen una mayor riqueza de especies y al igual que con mariposas esto puede indicarnos la presencia de especies de sitios abiertos aunque acá aparezcan como raras, tal es el caso de *Onthophagus cyclographus* o de *O. landolt* (ver anexo 5 y Fig 7 y 8).

Al igual que con las mariposas a pesar de que en general no se observaron cambios drásticos en cuanto a los índices de diversidad, hay una tendencia de mayor diversidad en áreas de extracción respecto a los controles, al igual que lo observado por Aguilar (en prep.) en Costa Rica y como ya se ha indicado en estudios específicos que tratan sobre fragmentación y la influencia de la misma sobre las comunidades del bosque, aumentando el número de especies en el mismo por invasión de especies de hábitats abiertos (Klein 1989). Además que no existen diferencias altamente marcadas entre los sitios, existen algunas tendencias que pueden observarse al hacerse un análisis de conglomerados para complementar la información. En general pudo observarse al realizar el análisis por tipo de trampa que se tendió a seguir los escenarios propuestos al inicio de esta discusión, al igual que con las mariposas se observó que las áreas tienden a agruparse tal como se plantea para los escenarios 1 y 2 (Figs. 10 A y B). En todo caso lo que se acentúa son las diferencias de sitio y un poco las diferencias observadas entre las áreas control y extracción tal como se indicó al inicio y como lo indicaron las pruebas estadísticas en el caso del muestreo en las trampas con estiércol en la época lluviosa, separando las diferencias de sitio observadas.

Los estudios que se han realizado para este grupo, propuesto firmemente como indicador, se han llevado a cabo en sitios extremos (eg. Bosque y potreros), existiendo pocos estudios que documenten diferencias debidas a la extracción de madera y hasta donde se sabe para este grupo solo existe hecho un trabajo hecho en la RBM próximo a publicarse, en el cual se evalúan los efectos de la extracción de madera en los grupos aquí trabajados. (Mendéz y Cano en prep.). En el caso de la extracción de madera, el hecho que la mayoría de estudios sean comparando hábitats extremos plantean fuertemente el problema de la escala para establecer comparaciones, ya que a una escala mayor es probable que el grupo responda mejor. He aquí, la importancia de que además de realizar trabajos que planteen el enfoque utilizado en este trabajo, también lo haga a diferentes intensidades y escalas de extracción. Este es uno de los principales aportes de este trabajo, ya que se realizó bajo condiciones de manejo y extracción diferentes.

Bajo estas circunstancias se hace indispensable ampliar el conocimiento de la biología de las especies que se está trabajando, ya que si bien se sabe un poco respecto a la frecuencia de aparición en determinados tipos de hábitat no se sabe como alteraciones de tipo más local pueden afectar la dinámica de sus poblaciones en cuanto a variaciones de sus abundancias relativas o a la misma composición y estructura de la comunidad de escarabajos copronecrófagos dentro de esas áreas. Si bien es posible inferir que la composición de especies de escarabajos se encuentran relacionada al tipo de hábitat, por la presencia de especies propias de bosque tal como *C. femoralis* o *Phaneus sallei*.

En diferentes estudios en México se ha reportado a la especie *C. cyanellus* asociada al bosque en muy bajos números respecto al resto de especies que componen la comunidad y a esfuerzos de muestreo menores, pero que a pesar de ello indican su poca dominancia en la composición (Estrada y Coates-Estrada 1991, Montes de Oca y Halfpter 1995). Para citar algunas abundancias en Tepexco Puebla (5), Jojutla (221) y Tepoztlán (6) en Morelos (Deloya 1992, 1996); Bocas de Chajul (10) en Chiapas (Morón 1991), en números comparativamente bajos a los reportados en este estudio (3950). Las variaciones en las abundancias de esta especie ya habían sido detectadas en diferentes sitios en México. La explicación dada a ese comportamiento es que esta especie ve aumentada su abundancia por un cambio del paisaje hacia áreas cuyo mosaico sea pastos-bosques, donde esta especie adquiere una mayor importancia (Fávila y Halfpter 1997). La explicación a este comportamiento es que esta especie prefiere ocupar hábitats de borde, entonces en hábitats de bosque conservados en un mosaico esta especie aumenta su abundancia debido a que los fragmentos son más parecidos a los hábitats de borde en términos de condiciones microclimáticas (Fávila y Halfpter 1997). En este estudio los efectos de los incendios en el mosaico circundante a la concesión y en la misma concesión pueden ayudar a comprender porque estos números tan altos reportados para esta especie.

Observando los resultados obtenidos con las trampas de estiércol, en la cual el efecto de la especie *C. cyanellus*, se ve notoriamente disminuido se puede ver que encontramos que las primeras seis especies se encuentran asociadas a bosque (Cuadro 8, anexo 5), incluida la especie *C. cyanellus*, que aquí aparece con abundancia baja (84) debido a que, como ya se ha mencionado, es preferentemente necrófago (ver Anexo 5). En general, se puede decir que, si los resultados observados son debidos a una condición temporal particular que causa diferencias de sitio, a lo largo del tiempo, si el manejo orientado hacia la extracción no tiene efectos sinérgicos, las áreas de extracción y controles seguirán siendo parecidas como en la actualidad, y las áreas 1 y 2 también tenderán a serlo.

Si las extracciones sucesivas en el área tienen algún tipo de efecto, tal como el que afecta a las poblaciones de *C. cyanellus*, es posible que este se vea en el largo plazo en general con una disminución de especies, es decir empezarían a reducirse aquellas propias del bosque y sensibles a las alteraciones del hábitat y empezarían a aumentar el número y abundancia de especies de sitios abiertos.

5.3 MAMÍFEROS MENORES.

Si bien el éxito de captura es bajo, el número de especies capturadas es alta en función del poco tiempo dedicado al muestreo (6 meses). En 42 meses de muestreo en Parque Nacional Tikal, en trapeo similar, solamente se colectó una especie más, que en sí es rara (Jolon 1996). En otro trabajo también en Tikal se reportan 3 especies más, sin embargo en ese trabajo se realizaron muestreos a diferentes alturas dentro del bosque, y las especies adicionales reportadas son netamente arborícolas (Jolon 1995). En general los patrones de abundancia para las especies observadas no fueron exactamente lo que se esperaba, según a lo descrito para la especie *H. desmarestianus* que es la más común y abundante para la región de la selva Maya que abarca parte de México y Belize (Rabinowitz y Nottingham 1989, Roling 1992, Jolon 1995, 1996). Es decir, se observó que la abundancia relativa mantiene el patrón descrito para esa especie: abundancias bajas durante la época seca las cuales aumentan conforme aumenta el régimen de las lluvias. Al igual que lo descrito para *H. desmarestianus* en el Parque Nacional Tikal (Jolon 1996), se observó para las especies capturadas, un incremento del reclutamiento de juveniles durante el inicio de la época lluviosa. Aunque es necesario decir que esos patrones pueden sufrir cambios de año tras año (Jolon 1996).

En general las áreas de extracción contaron con mayor abundancia de mamíferos menores, seguidos por el cl 1 y por último el cl 2. Respecto a este último no podemos saber con exactitud por qué mostró tan pocas capturas y tan pocas especies. Probablemente se debió a un efecto muy particular del sitio en donde quedaron los transectos de evaluación.

Es interesante el hecho de que en todos los sitios sean las dos especies de la familia Heteromyidae los dominantes, además de que ambas especies compiten fuertemente por los mismos recursos, lo cual se vio reflejado en las cantidades muy parecidas que hay de ambas especies. Por el tipo de hábitos y la información de las semillas colectadas en los abazones es muy probable que por eso *H. desmarestianus* no represente un alto porcentaje de las capturas como ha ocurrido en otros sitios en que alcanza hasta un 100% (Jolon 1995, Jolon 1996, Jolon mat no publicado y este estudio).

Es sobresaliente el hecho que la especie *S. hispidus* sea encontrada dentro del bosque con tanta frecuencia, ya que esta especie es de hábitat extremos. Su presencia dentro del bosque puede ser considerada como una intromisión debido a la simplificación del mismo y la cercanía a las áreas de cultivo. Si bien no existe información específica para esta especie, al menos disponible, se ha documentado en casos específicos con mamíferos menores que esta condición puede darse (Mills 1995, Malcom 1997, Stevens y Husband 1998.). Ambas cosas fueron fuertemente asociadas, ya que en el caso de las áreas cl1 y ex1 se esperaba que podía ocurrir ya que se encontraban más cercanas a las áreas de cultivo. Sin embargo, en el caso de las áreas cl2 y ex2 es más dramático ya que las áreas de cultivo se encontraban considerablemente más alejadas. Acá de nuevo podemos hipotetizar que los cambios drásticos observados en las áreas aledañas, causados por los fuertes incendios pueden crear las rutas de acceso para que esta especie pueda movilizarse hasta esas zonas de bosque.

Una especie que es interesante, por su relación con el dosel del bosque y con estratos inmediatos del suelo (1-3m) es la especie *O. phyllotys*. Esta especie ha sido reportada con abundancias relativas menores para otros sitios (Jolon 1995, 1996 y en Méndez 1997). En los seis meses de muestreo, del presente estudio, se realizaron un total de 38 capturas recapturas (35 individuos), en tanto que en Tikal solamente se capturaron 15 individuos en 42 meses (Jolon 1996), y en la Cooperativa Bethel 29 individuos en 11 meses de muestreo (Jolon en Méndez 1997). La información obtenida en la Cooperativa Bethel apuntaba hacia que esta especie sufría reducciones en sus abundancias al momento de realizar extracciones, debido a que en ese caso específico, no eran aplicadas medidas adecuadas de tala, como por ejemplo la corta lianas. Esto reduce la conectividad del dosel y sub-dosel por donde esta especie se moviliza. Los resultados observados en la concesión, donde estas prácticas son un hecho obligado, y además de la baja intensidad (que es parecida en Bethel) pueden explicar que esta especie sea considerada común. Por otro lado también puede deberse a la alta equidad en la distribución de especies, en Tikal se ha observado, que cuando la abundancia de *H. desmarestianus*, disminuye la de otras especies aumenta (Jolon 1995).

También los resultados observados corroboran en cierta medida, que alteraciones en el bosque pueden provocar aumento de esta poblaciones y en nuestro caso el área de perturbación reciente es la ex2 que muestra un aumento notorio de esta especie, lo cual no cabría esperar en el área ex1 ya que ahí fue más intensa la extracción y además fueron aplicados tratamientos silviculturales de eliminación de algunas especies arbóreas.

5.4 EL ENFOQUE MULTITAXÓNOMICO DE LAS EICP Y EL MONITOREO.

Cada uno de los grupos aquí trabajados presenta un tipo de respuesta al factor que estamos evaluando y que en conjunto los tres grupos nos permiten tener una visión más completa de los efectos de la extracción de madera sobre esos grupos de fauna. En el caso de mariposas la información proporcionada nos permite observar el efecto en general del mosaico sobre la fauna presente en la concesión, es decir principalmente debido a los incendios. Pero a la vez nos permite ver algunas tendencias con respecto al comportamiento del grupo con respecto a las áreas de extracción, es decir en una escala un poco más fina. En esta escala los escarabajos también reafirman las tendencias observadas en el grupo de mariposas, ya que es posible observar que se detectan algunas tendencias con respecto a las áreas de extracción respecto a los controles. En el caso de los roedores se aportó información valiosa en cuanto a que debido a las características del sitio, se observó que la composición de especies puede ir cambiando hacia la intromisión o aumento de la abundancia de especies de sitios abiertos, tal como se indicó en los resultados. Esta era una situación hipotética que encuentra más fundamento con lo observado en este estudio.

Las diferencias observadas al nivel de la escala espacial, y como las mariposas pueden ser más sensibles a cambio de hábitat y del entorno, comparado con escarabajos, nos dan mejores ideas de cómo se complementan esos datos. A un nivel temporal de comparación se espera que cada grupo –tal como se hipotetizó en los casos

particulares- posea tendencias propias y que a la vez se complementen. Por ejemplo se espera reducción de abundancia de especies de borde en escarabajos (*C. cyanellus*), aumento de especies de bosque en mariposas y por último una reducción o desaparición de la especie *Sigmodon hispidus* en el bosque. Es ahí donde se puede observar como la información puede robustecer nuestra comprensión por respuestas diferentes a un mismo factor, y a la vez como esos aspectos pueden ayudar a complementarlo.

Las EICP, se han desarrollado en Guatemala desde hace muy poco tiempo y en este estudio es la primera vez que se aplica ya como una herramienta de evaluación, que aporta información valiosa del comportamiento de los tres grupos a un nivel de extracción de madera considerado de baja intensidad e impacto. Estas evaluaciones, al igual que un índice, carecen de sentido si no son realizadas a lo largo del tiempo, tal como se plantea en la sección 2.3. El levantamiento de la línea base de información carece de sentido si no se da a la par de un monitoreo, es decir el movimiento horizontal a lo largo del tiempo, como se indica en el anexo 2b. Esta herramienta de trabajo, se encuentra en un punto muy importante en el sentido de que es necesario poder determinar los alcances, limitaciones, ventajas, desventajas y posibilidades de aplicación en un amplio espectro de condiciones de extracción de madera dentro de la RBM. Es decir, poder determinar que es lo que podemos medir o evaluar con esta herramienta, tanto en el corto como en el largo plazo. A la vez de poder saber si con esta herramienta, y con los grupos indicadores propuestos podremos determinar los efectos de la extracción de madera sobre la diversidad. Una aplicación inmediata de los resultados obtenidos en este estudio para el manejo del área pueden traducirse en recomendaciones de ordenamiento territorial de la concesión que con base en información biológica proveniente de tres grupos de fauna, permita establecer zonas de recuperación.

Por otra parte es importante que este proceso que se está llevando a cabo en Guatemala sea considerado dentro del desarrollo de Criterios e Indicadores de manejo sostenible del bosque. Aquí el aporte de este proceso puede encontrarse referido específicamente a la parte ecológica. Siendo que se ha generado información en el área por medio de diferentes estudios y que ya se cuenta con información por lo menos del impacto instantáneo o en poco tiempo de transcurrida la extracción para los tres grupos aquí trabajados. Este proceso puede incorporarse fácilmente a las iniciativas de elaboración de propuestas de Criterios e Indicadores para el monitoreo del manejo forestal en Guatemala. Incluso esta información no permitirá poder establecer nuestras propias prioridades y nuestros propios criterios con base en información generada de forma científica y orientada a responder específicamente esas preguntas de manejo.

Tal como lo menciona Méndez (1997) debido a las mismas características del manejo forestal, estas evaluaciones deben de ser realizadas a lo largo del tiempo, por muchos años, dependiendo de los ciclos de corta definidos. Ya que de lo contrario, se cae en la confusión de términos en cuanto a evaluaciones de impacto y lo que debiera significar realmente el monitoreo. Hasta ahora, lo que se ha realizado, son evaluaciones de los procesos de entrada e intermedios de los planes generales de manejo. Pero nada en cuanto a los procesos de salida que son los que realmente puede retroalimentar las decisiones de manejo orientadas a hacer de la

extracción de madera una actividad sostenible (Finegan *com per*⁵). Tal como se plantea en los acápites 2.4 y 2.5, este enfoque nos plantea ante un manejo adaptativo, dinámico en el tiempo, con preguntas específicas para responder y con actividades claras para responder a esas preguntas.

5.5 LA LÍNEA BASE DE INFORMACIÓN Y EL DISEÑO DE UN PLAN DE MONITOREO PARA SAN MIGUEL LA PALOTADA.

Con base en las cuestiones discutidas con anterioridad es necesario poder discutir algunos aspectos que debieran ser tomados en cuenta para un plan de monitoreo de fauna en la concesión de San Miguel.

En general, según lo planteado por Méndez (1997) en un trabajo de monitoreo a largo plazo tratara de responder si el efecto de la extracción en la heterogeneidad del hábitat, esta causando que las tendencias observadas en los grupos evaluados se deban al efecto mismo de la extracción o que esas diferencias se deban a efectos de sitio. Predicciones hipotéticas en este sentido han sido planteadas para cada uno de los grupos por separado, pero se espera que en conjunto puedan también responder a esta hipótesis o pregunta general.

Como se ha indicado anteriormente, una evaluación es solamente una "fotografía temporal" del efecto de la actividad de extracción y que esa actividad será constante en el tiempo a largo plazo. Siendo así, que lo que aporta este trabajo es la línea de comparación para poder determinar si existe o no, efecto de la extracción sobre la diversidad biológica, es decir que ha una escala temporal y espacial mayor el efecto continuado de la extracción provocara cambios en la diversidad, y hacia donde se dirige ese cambio de acuerdo a las condiciones iniciales del área. Debido a las condiciones del área y a que las unidades de corta son bastante grandes, se sugiere que para el diseño de monitoreo a largo plazo se utilicen las áreas empleadas en este estudio, pero fortaleciendo las áreas consideradas como controles en el sentido que se aplique el mismo esfuerzo de muestreo al momento de hacer las evaluaciones. Desde un punto de vista práctico y real, se puede aumentar las áreas que sean utilizadas para efectuar las mediciones en un 100%, es decir tratar de establecer esos sitios como parcelas permanentes de medición. En cuanto a la ubicación de las nuevas áreas están tendrán que estar ubicadas, por cuestiones de logística cerca de caminos de acceso que permitan poder realizar el trabajo sin serias limitaciones. De acuerdo al plan de manejo de San Miguel, las áreas tendrán que ser ubicadas en las nuevas unidades de corta.

Las metodologías empleadas para cada grupo pueden ser básicamente las empleadas en este estudio. Sin embargo de acuerdo a lo observado en este estudio puede sugerirse modificaciones en el diseño a largo plazo en cuanto a la intensidad del muestreo y la temporalidad en el ciclo de un año. Para el caso de escarabajos, dado que la época seca brinda pocos datos se sugiere que los muestreos se consideren realizarlos en la época lluviosa: en los meses a agosto a noviembre y con un esfuerzo de trampeo a la mitad del realizado en este estudio. Para mamíferos menores, también pueden realizarse las evaluaciones en los mismos meses que para escarabajos,

⁵ Dr. Bryan Finegan. Ecólogo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.

manteniendo el mismo esfuerzo de muestreo. En el caso de mariposas se puede mantener el mismo esfuerzo de muestreo; considero que debido a los picos de abundancia registrados y a los reportados por Austin y colaboradores (1996) los muestreos pueden quedar divididos en dos meses en época seca (marzo y abril) y dos meses en época lluviosa (septiembre y octubre).

Es innegable el hecho de que el realizar este tipo de trabajo tiene un costo, que debido a las condiciones en que se está trabajando actualmente en San Miguel, difícilmente podrá ser asumido sin reducir fuertemente el margen de ganancia. Como parte del apoyo técnico que puede brindarse a la Comunidad de San Miguel, es el de brindarles la capacidad de efectuar alianzas estratégicas con instituciones u ONG's para el desarrollo de investigación y de implementación del plan de monitoreo. Una de las situaciones que pueden ser aprovechadas para lograr alcanzar este objetivo es la de poder hacer de el proceso de certificación algo que retroalimente el manejo del bosque por parte de la comunidad. Es decir lograr que la certificación aporte información valiosa al proceso de monitoreo que se establezca en la comunidad. De hecho el manejo del bosque por parte de la comunidad ya ha sido certificado por Smart Wood por cinco años y es ahí donde pueden tratar de uniformizar o integrar el monitoreo.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo con la principal pregunta planteada en esta investigación, podemos concluir que de los grupos utilizados para la evaluación de la diferenciación entre las áreas de extracción de madera y las áreas controles no muestran cambios significativos entre ellas, excepto en la riqueza de especies, debido a esta practica de manejo. Sin embargo, es posible observar algunas tendencias en cuanto al manejo del área en general y como el mosaico que rodea la concesión puede jugar un papel preponderante en el manejo de la concesión en cuanto a la conservación de los grupos estudiados.

No es posible establecer diferencias entre las áreas por medio de los índices de diversidad para los grupos evaluados. Sin embargo se observó que las áreas de extracción tenderían a mostrar mayor riqueza de especies que las áreas control. Este patrón fue consistente para los tres grupos estudiados.

Es posible establecer las diferencias entre las áreas de extracción y controles en cuanto a la composición de especies, principalmente las que se encuentran dentro de las que poseen pocas abundancias, y se consideran raras dentro del estudio. Ya que a ese nivel se puede observar cosas que los índices no permiten ver, si bien pueden ser unos buenos macro descriptores de tendencias, en este caso el análisis específico de composición revela información de tipo biológica muy interesante que permite comprender mejor las tendencias observadas.

Solamente la continuidad en las evaluaciones podrá permitir tener elementos más claros en cuanto a que es lo que puede ocurrir en las áreas que están siendo sometidas a extracción de madera. Según lo observado y

discutido en términos generales si el área es manejada bajo los conceptos y sistemas actuales, la probable predicción es que en términos de composición, abundancia y diversidad, las áreas controles y de extracción sean parecidas, y lo que pueda observarse en determinado momento sean diferencias debidas a impacto inmediato de la extracción. Por otro lado si los efectos del mosaico (avance de frontera agrícola e incendios principalmente) así como los efectos sinérgicos de unidades de corta aledañas son demasiado altos se esperaría una disminución de la diversidad y un aumento de las especies y de poblaciones de especies de sitios alterados.

Para poder considerar incluir a estos grupos como verificadores de algún indicador de cambios en la biodiversidad debido a actividades extractivas de productos maderables del bosque, es obvia la necesidad de establecer a que escala espacial y temporal pueden responder de una o de otra manera. En el corto plazo, lo más interesante será saber como responden estos grupos a intensidades de extracción a un nivel de concesión comunitaria o a un nivel de concesión industrial.

Derivado de estos estudios es importante notar que los mismos representan una línea base de información la cual será referente de ahora en adelante para futuros trabajos de investigación. Es notorio por ejemplo en el caso de mariposas que el número de especies reportados en inferior a lo esperado. Sin embargo, a partir de esa información no es posible decir que el manejo del área es bueno o malo. En el caso de los grupos de escarabajos y mamíferos menores, se cuenta con bastantes de las especies reportadas para la RBM (arriba del 88%). De aquí la importancia de estudios iniciales de relativa intensidad que provean información que permita tomar decisiones adecuadas en cuanto al manejo del área.

En cuanto a la aplicación de la herramienta EICP, podemos afirma que este estudio permite tener más elementos de juicio para poder someter esta herramienta de evaluación multitaxónomica a una evaluación más fuerte. Es decir, comparar esta metodología de evaluación o de medición con otras. A la vez, entendida dentro del proceso de monitoreo explicado en los capítulos iniciales, esta herramienta se verá fortalecida por las repeticiones en el tiempo, comparando los resultados con este punto de partida y analizando a partir de las predicciones de cada grupo en específico como se van desarrollando estas en el tiempo. Además tal como se observó en el caso particular de cada grupo, estos pueden aportar información complementaria con respecto a los otros grupos evaluados o fortalecer las tendencias observadas por poseer a la vez tendencias parecidas como respuesta al mismo factor de evaluación.

En cuanto a la importancia del conocimiento generado para todos los grupos estudiados, esta resulta bastante obvia. Se cuenta con una evaluación de biodiversidad a un nivel de manejo y extracción específico, lo cual puede facilitar comparaciones futuras dentro de las otras concesiones realizadas dentro de la RBM. Es decir lo que generamos acá es un conocimiento más a nivel de ecología aplicada que de taxonomía, la cual podrá ser utilizada de una manera diferente.

Es indispensable mencionar que para poder hacer este tipo de trabajos a este nivel, es necesario contar con una plataforma inicial de información básica, además de personal capacitado medianamente o altamente capacitado. Es por ello que una persona con escaso conocimiento de dos de los grupos trabajados, fue capaz de llevar a cabo la evaluación en seis meses.

Con base en los resultados obtenidos en este estudio y las observaciones realizadas sobre fauna para los grupos específicos se sugiere que las áreas que han sido afectadas por incendios, y que casualmente coinciden con áreas donde ya se ha realizado extracción, sean declaradas como áreas de recuperación dentro de la Concesión. Esta es una recomendación que puede ser implementada en muy breve plazo, ya que existe iniciativas por parte de las dos comunidades –que cuentan con asesoría técnica de CATIE–, en realizar un ordenamiento de la concesión con miras a la actualización del plan general de manejo.

Siendo que este es el primer estudio de fauna sistemático que se realiza en el concesión, con preguntas claras y específicas respecto a la actividad de extracción, se recomienda que sea considerado como prioridad que la investigación biológica que se realice en el área tienda a darle continuidad a este estudio. Es necesario recalcar la importancia de la continuidad temporal de este tipo de trabajos para poder llegar a responder a la pregunta de mas largo plazo: ¿es la extracción selectiva de madera una actividad sostenible?. A la vez se sugieres, dado que la Concesión de San Miguel se ha involucrado en el proceso de certificación, que las evaluaciones biológicas que se lleven a cabo en ese sentido apoyen las líneas de investigación que se definan en el área. Siendo esta línea de monitoreo una de ellas. A la vez, se debe tratar de involucrar e interesar a instituciones de investigación para apoyar este tipo de trabajos, en los cuales ambos actores salen beneficiados.

El poder realizar estudios integrales de monitoreo de la fauna pueden ayudar a entender mejor los resultados que se están obteniendo, por lo tanto se recomienda la realización de estudios de monitoreo que contemplen especies de vertebrados mayores ya que se puede encontrar relación entre los grupos aquí estudiados y esa fauna mayor. En este sentido, y sabiendo de la importancia de que una mayor conocimiento de los recursos con que cuenta el área se puede realizar un mejor manejo. Esta recomendación ya se ha impulsado para ser incluida en el plan de manejo. No se incluye dentro de este trabajo ya que es una actividad paralela, pero que ya cuenta con un documento escrito, y que tiene otro nivel de trabajo metodológico y enfoque, que si bien es complementario escapa a los objetivos primordiales de este trabajo.

Se recomienda que para estudios biológicos en otras concesiones dentro de la RBM que persigan responder a las preguntas aquí planteadas, se utilicen a estos grupos como prioridades por las siguientes razones:

1. Este es un proceso que ha generado información de base que en términos comparativos es muy importante.
2. Se cuenta con especialistas dentro del país para cada uno de los grupos, además de recurso humano capacitado que puede apoyar dichas actividades de investigación

3. Se ha generado información biológica y ecológica sobre estos grupos que permite una mejor interpretación de los resultados obtenidos.

Es decir que puede adoptarse como política impulsar el trabajo con estos grupos taxonómicos por parte de CONAP por la importancia de la información generada, así como parte de una estrategia clara para el desarrollo de Criterios e Indicadores de sostenibilidad en el ámbito nacional para el componente biológico. Además se sugiere que este proceso sea vinculado a los esfuerzos internacionales como los realizados por CIFOR para el establecimiento de verificadores de Indicadores desarrollados en el ámbito regional y local.

Por último se recomienda impulsar este tipo de trabajo en otras áreas donde se realizan extracciones a una escala y una intensidad mayor para poder caracterizar de mejor forma la respuesta de estos grupos a la extracción y poder establecer patrones de comportamiento de la diversidad, en respuesta a la alteración del bosque por la extracción de madera.

7. BIBLIOGRAFIA.

- Amat-García G., Lopera-Toro A., Amézquita Melo. 1997. Patrones de distribución de escarabajos coprofagos (Coleoptera:Scarabaeidae) en un relicto del bosque Altoandino, Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia*. 19(1-2):191-204.
- Austin T.A., Haddad N.M, Méndez C., Sisk T.D., Murphy D.D., Launer A.E., Ehrlich P.R. 1996. Annotated Checklist of the butterflies of the Tikal National Park Area of Guatemala. *Tropical Lepidoptera*, 7(1): 21-37.
- Brown K. S. Jr., Hutchings R.W. 1997. Disturbance fragmentation an the dynamics diversity in Amazonian Forest Butterflies. In: Laurance W.E.; Bierregaard R.O. Jr., 1997. *Tropical Forest Remnants. Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago. Pp: 91-110
- Cano, E.B. 1998 a. Escarabajos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae:Scarabaeinae) de la Reserva de la Biósfera Maya, Petén, Guatemala: Taxonomía, diversidad, asociación de hábitat y su uso en programas de monitoreo. Tesis, M.Sc. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 151pp.
- _____. 1998b. *Deltochilum valgum acropyge* Bates (Coleoptera: Scarabaeidae:Scarabaeinae): habits and distribution. *The Coleopterists Bulletin* 52(2): 174-178.
- Collinet 1997. Limitantes y Potencialidades de los suelos de San Miguel La Palotada. Costa Rica: CATIE.
- Colwell R.K., Coddington J.A: 1994. Estimating Terrestrial biodiversity trough estrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 345: 101-118.
- Colwell R.K. 1997. User's guide to EstimateS 5. Statistical Estimation Species Richness and Shared Species from Samples. EstimateS Website: viceroy.eeb.uconn.edu/estimates. 17 p.
- Crisp P.N., Dickinson K.J.M., Gibbs G.W. 1998. Does native invertebrate diversity reflect native plant diversity? A case study from New Zealand and implications for conservation. *Biological Conservation*, 83(2):209-220.
- Chazdon R.L., Colwell R.K., Denslow J. S., Guariguata M.R: 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary an secondary rain forest of Northeastern Costa Rica. In: Dallmeier F., Comiskey J.A: *Forest Biodiversity Reseach, Monitoring and Modeling. Conceptual background an old Wold case studies. The Man and The Biosfere Series, Vol. 20*. Washington: The Parthenon Publishing Group. Pp: .
- Crome FHJ, Moore LA, Richards GC. 1992. A study of logging damage in upland rainforest in north Queensland. *Forest Ecology and Managment No. 49*: 1-29.
- Detlefsen G., Ceballos R., Monroy H. 1995. Informe de la primera experiencia de manejo forestal sustentable realizada por la comunidad de San Miguel La Palotada, durante 1994. Guatemala: Proyecto CATIE-OLAFO. Documento Técnico. 14p + anexos.
- Deharveng L. 1996. Soil Collembola diversity, endemism, and reforestation: a case study in the Pyrenees (France). *Conservation Biology*, 10(1):74-84.
- Delgado D, Finegan B, Zamora N, Meir P. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica. Costa Rica: CATIE. 43p.
- Deloya C. 1992. Necrophilus Scarabaeidae and Trogidae beetles of tropical decidous forest in tepexco, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 52.
- _____. 1996. Los macro-coleopteros necrófilos de Tepoztlán, Morelos, México (Scarabaeidae, Trogidae, Silphidae). *Folia Entomol. Mex* 97: 39-54 p.

- De Vries P. 1987. The Butterflies of Costa Rica and their natural history. Vol I. United Kingdom: Princeton University Press. 327p.
- Dufrêne M., Legendre P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67(3):345-366.
- Estrada A., Coates-Estrada R. 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology*, 7: 459-474.
- Favila M.E., Halfter G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zool. Mex.*, (n.s.) 72:1-25.
- Franklin J.F. 1993. Preserving biodiversity: species, ecosystems, or landscapes?. *Ecological Applications* 3(2): 202-205.
- Gill B.D. 1991. Dung Beetles in tropical American Forest. In Hanski I., Cambefort Y (Eds.). 1991. *Dung Beetle Ecology*. Pp: 211-229
- Guariguata MR, Dupuy JM. 1997. Forest Regeneration in abandoned logging roads in lowland Costa Rica. *Biotropica*, 29(1): 15-28.
- Hair J.D. 1987. Medida de la Diversidad Biológica. En: Rodríguez Tarrés R. ed. *Manual de técnicas de Gestión de Vida Silvestre*. Estados Unidos de América: The Wildlife Society. pp: 283-289
- Halfter G., Favila M.E. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International* No. 27: 15-20.
- Herrera-MacBryde O. Ed. 1998. Taller sobre inventario y Monitoreo de Biodiversidad de la Selva Maya. (Guatemala 29 septiembre al 3 de Octubre). Washington: SI/MAB. 232 p.
- Hill C.J. 1996. Habitat specificity and food preferences of an assemblage of tropical Australian dung beetles. *Journal of Tropical Ecology*, 12: 449-460.
- Hill J.K., Hamer K. C., Lacey L.A., Banham W.M.T. 1995. Effects of selective logging on tropical forest butterflies on Buru, Indonesia. *Journal of Applied Ecology* 32: 754-760.
- INSIVUMEH/PNUD. 1989. Memoria: I Congreso Guatemalteco de Agrometeorología. Guatemala: Sección de Agrometeorología, INSIVUMEH. 377p.
- Jiménez J.A. 1995. Training parataxonomist and curators to help conservation. In: Bissonette JA, Krausman PR. Eds. 1995. *Integrating People and Wildlife for Sustainable Future*. United States of America: The Wildlife Society, pp:165-167.
- Johns AD. 1992. Species Conservation in managed tropical forest. In: Whitmore TC, Sayer JA. Eds. *Tropical Deforestation and Species Extinction*. London: Chapman & Hall.
- Johns JS, Barreto P, Uhl C. 1996. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. *Forest Ecology Management*. No 89: 59-77.
- Johns AG. 1997. *Timber production and biodiversity conservation in tropical rain forest*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Jolon M.R. 1995. Patrones de estratificación vertical de mamíferos menores en Parque Nacional Tikal. Guatemala.: Wildlife Conservation Society. Documento Técnico. 19p.

_____. 1996. Ecología Poblacional del ratón espinoso de bolsas *Heteromys desmarestianus* (Rodentia: Heteromyidae) en el Parque Nacional Tikal, Guatemala. (Tesis de Licenciatura). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 82p.

Klein B.C: 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology*, 70(6): 1715-1725.

Krebs C.J. 1999. *Ecological methodology*. 2nd Edition. United States of America: Addison-Wesley Educational Publisher. 620 p.

Kremen C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications* 2(2): 203-217.

Kremen C., Colwell R.K., Erwin T.L., Murphy D.D., Noss R.F., Sanjayan M.A. 1993. Terrestrial arthropods assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7(4): 796-808.

Kremen C., Merenlender A.M., Murphy D.D. 1994. Ecological monitoring: a vital need for integrated conservation and development programs in the tropics. *Conservation Biology*, 8(2): 388-397.

Kohlmann B., Sánchez-Colón S. 1984. Structure of Scarabaeinae a numerical behavioural study (Coleoptera:Scarabaeinae). *Acta Zool. Mex (ns)* 2:1-27.

Lambert F. 1991. The conservation of fig-eating birds in Malasya. *Biological Conservation*, 58: 31-40.

Madrid J.A., Burnham W.A., Whitacre D.F. 1995. The Peregrine Found's "Maya Project": conservation education in Central American Tropical Forest. In: Bissonette JA, Krausaman PR. Eds. *Integrating People and Wildlife for Sustainable Future*. United States of America: The Wildlife Society. pp:160-161.

Magurran A.E. 1988. *Ecological Diversity and its measurement*. United States of America: Princeton University Press. 179p.

Malcom J.R. . 1997. Biomass and diversity of small mammals in Amazonian Forest Fragments. In: Laurance W.E., Bierregaard R.O. Jr., 1997. *Tropical Forest Remnants. Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago. Pp: 207-220.

Mason D. 1996. Responses of Venezuelan understory birds to selective logging, enrichment strips, and vine cutting. *Biotropica*, 28(3): 296-309.

McNeely J.A., Miller K.R., Reid W.V., Mittermeir R.A., Werner T.B. 1990. *Conserving the world's biological diversity*. Suiza: UICN/WRI/WWF/WORLD BANK. 191 p.

Méndez C.A., Coronado L.E. 1993. *Evaluación Ecológica Rápida de Sierra de las Minas*. Guatemala: CDC/CECON/TNC. 57p.

_____, Sisk T.D., Haddad N.M. 1995. Beyond Birds: multitaxonomic monitoring programs provide a broad measure of tropical biodiversity. In: Bissonette JA, Krausaman PR. Eds. 1995. *Integrating People and Wildlife for Sustainable Future*. United States of America: The Wildlife Society, pp:451-456.

_____. 1997. Diseño de un programa de monitoreo biológico a largo plazo mostrado a través de un estudio de caso: el corte selectivo del bosque en la Cooperativa Bethel, La Libertad, Petén (Tesis Licenciatura). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 89p.

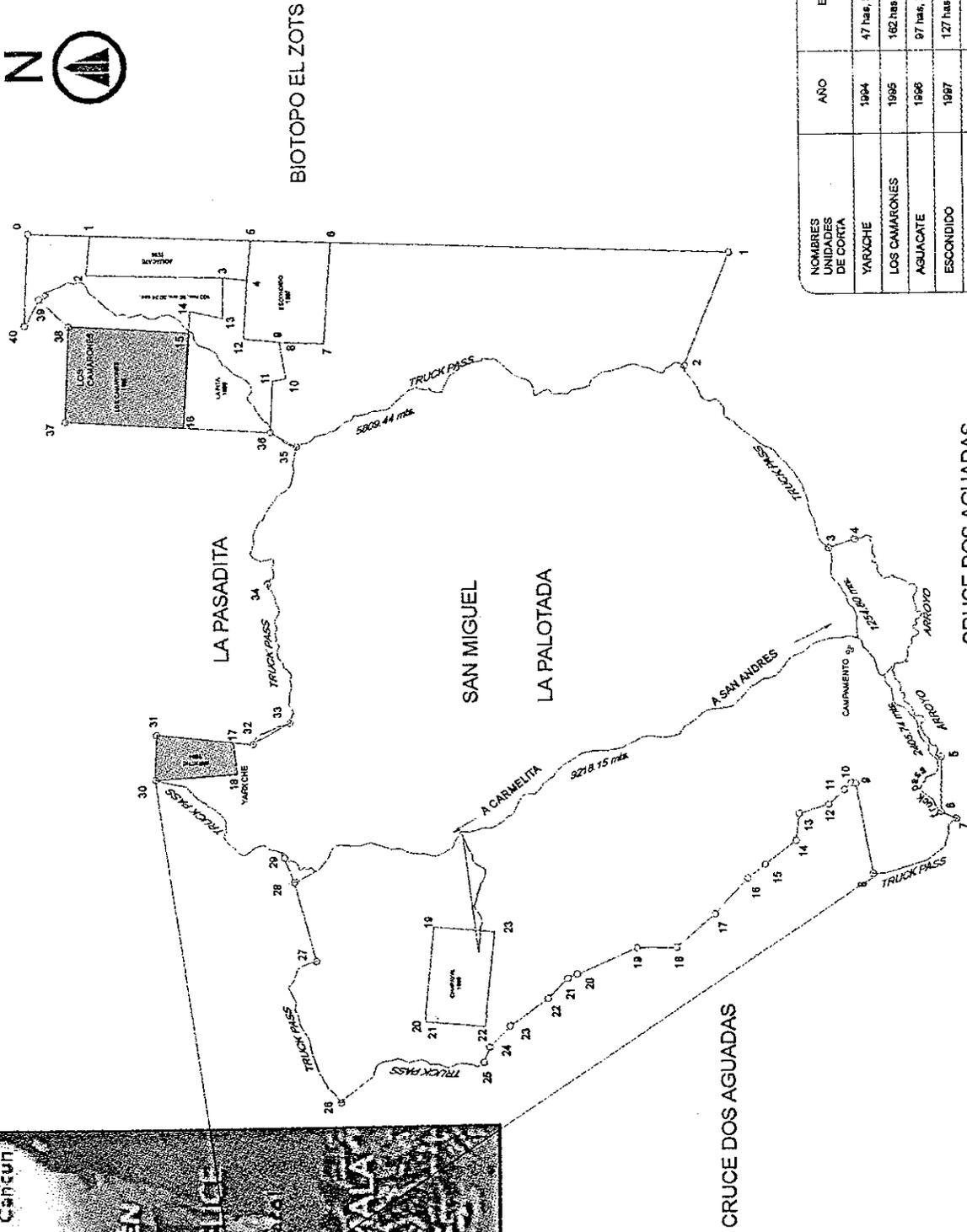
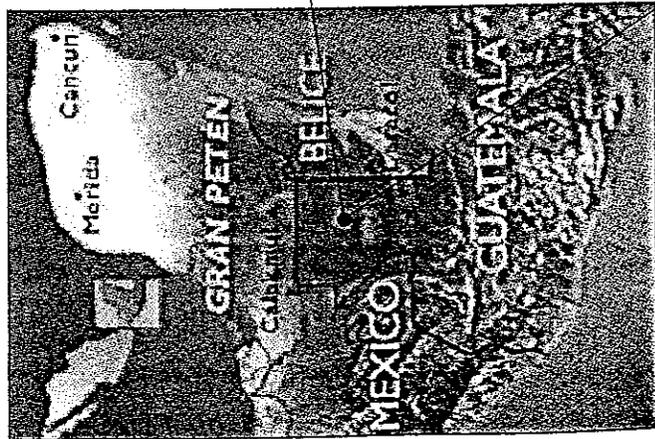
Mills L.S. 1995. Edge effects and Isolation: ed-Backed Voles on Forest Remnants. *Conservation Biology* 9(2):395-403.

- Montes de Oca E., Halffter G. 1995. Daily seasonal activities of a guild of the coprophagus, burrowing beetle (Coleoptera Scarabaeidae Scarabaeinae) in tropical grassland. *Tropical Zoology*, 8: 159-180.
- Morón M.A. 1987. The necrophagus Scarabaeinae beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) from a coffee plantation in Chiapas, México: habits and phenology. *The Coleopterists Bulletin* 41(3): 225-232.
- Navarrete Gutierrez D. A. 1998. Estudio de las comunidades de pequeños roedores y mariposas en un bosque tropical manejado para la producción de madera y sus implicaciones para el monitoreo de la biodiversidad. Tesis (Mag Sc). Turrialba (Costa Rica): CATIE. 99 p.
- Niemela J., Langor D., Spence J.R. 1993. Effects of clear-cut harvesting on boreal ground-beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in western Canadá. *Conservation Biology*, 7(3):551-561
- Noss R.F. 1987. From Plant Communities to landscapes in Conservation Inventories: a loss at The Nature Conservancy (USA). *Biological Conservation*, 41: 11-37.
- _____. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4(4): 355-364.
- OLAFO. 1994. Plan de Manejo Forestal para la unidad de Manejo San Miguel. Costa Rica: CATIE. Documento de Trabajo No.9.
- Oliver I., Beattie A.J. 1993. A possible method for the rapid assessment of biodiversity. *Conservation Biology*, 7(3): 562-568.
- Orians G.H. 1993. Endangered at what level?. *Ecological Applications* 3(2): 206-208.
- Pielou E.C: 1994. Biodiversity versus old-style diversity measuring biodiversity for conservation. In: Boyle T.J.B., Bontawe B. Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forest. Proceedings of a IUFRO, Symposium held at Chiang Mai, Thailand August 27th-September 2nd, 1994. Pp:5-6.
- Pinard MA, Putz FE, Tay J, Sullivan TE. 1995. Creating timber harvest guidelines for a reduced-impact logging project in Malaysia. *Journal of Forestry*: 41-45.
- Quevedo L. 1986. Evaluación del efecto de la tala selectiva sobre la renovación de un bosque humedo subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Tesis de Licenciatura. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 221p.
- Rabinowitz A., Nottingham D.G. 1989 Mammal species richness and relative abundance of samall mammals in a subtropical wet forest of Central America.. *Mammalia* T. 53, No.2 217-226.
- Reyes R, Ammour T. 1997. Sostenibilidad de los sistemas de producción en la concesión comunitaria de San Miguel Petén, Guatemala. Guatemala: OLAFO. 29 p.
- Rodríguez R. ed. 1987. 4 ed. Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. Estados Unidos de América: The Wildlife Society 703 p.
- Rodríguez J.P., Pearson D.L., Barrera-R R. 1998. A test for the adequacy of bioindicator taxa: are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the degradation of tropical forest in Venezuela? *Biological Conservation* 81(1): 69-76.
- Roling G. 1992. Notas sobre los mamíferos pequeños de la Reserva de la Biosfera Maya. En: Proyecto Maya, reporte de avance V. 1992. Editado por David F. Whitacre y Rusell K. Thorstrom. United States of America: The Peregrine Fund Inc.: pp 143-156.
- Rykken J.J., Capen D.E., Mahabir S.P. 1997. Ground beetles as indicators of land type diversity in the green mountains of Vermont. *Conservation Biology*, 11(2): 522-530.



- Schulze M.D., Whitacre D. F. 1999. A classification and ordination of the tree community of Tikal National Park, Petén, Guatemala. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History*, 41(3):169-297.
- Simberloff D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era?. *Biological Conservation*, 83(3): 247-257.
- Sparrow H.R., Sisk T.D., Erlich P.R., Murphy D.D. 1994. Techniques and guidelines for monitoring neotropical butterflies. *Conservation Biology*, 8(3): 800-809.
- Spitzer K., Jaros J., Havelka J., Leps J. 1997. Effect of small-scale disturbance on butterfly communities of an indochinese montane rainforest. *Biological Conservation* 80: 9-15.
- Stevens S.M., Husband T.P. 1998. The influence of edge on small mammals: evidence from Brazilian Atlantic forest fragments. *Biological Conservation*, 85: 1-8.
- Stork N.E., Boyle T.J.B., Dale V., Eeley H., Finegan B., Lawes M., Manokaran N., Prabhu R., Soberon J. 1997. Criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: Conservation of Biodiversity. CIFOR, Working Paper No. 17. 29p.
- Vora R.S. 1997. Developing programs to monitor ecosystem health and effectiveness of management practices on lakes states national forest, USA. *Biological Conservation*, 80: 289-302.
- Weaver J.C. 1995. Indicator species and scale of observation. *Conservation Biology*, 9(4):939-942.
- Whitacre D. 1997. Un programa de Monitoreo Ecologico para la Reserva de la Biosfera Maya. Un reporte a la AID y CONAP. Guatemala: The Peregrine Fund. 119p
- WRI/UICN/UNEP. 1992. Global Biodiversity Strategy. Suiza: WRI/UICN/UNEP. 244p.

8. FIGURAS



NOMBRES UNIDADES DE CORTA	AÑO	EXT. (has.)
YARBOCHE	1984	47 has. 92 ars. 41.85 cas.
LOS CAMARONES	1985	182 has. 78 ars. 40.02 cas.
AGUACATE	1986	97 has. 26 ars. 41.74 cas.
ESCONDIDO	1987	127 has. 41 ars. 86.80 cas.
CHAPAYAL	1988	91 has. 13 ars. 81.33 cas.
LA PITA	1989	176 has. 86 ars. 12.84 cas.

FIGURA 1A: MAPA DE LA CONCESION DE SAN MIGUEL LA PALOTADA. UNIDADES DE CORTA

UBICACION: HOJA SAN MIGUEL, JURISD. DE SAN ANDRES, PETEN.

FUENTE: PROYECTO CATTIE-OLAFO, GUATEMALA C. A. 1999

SIMBOLOGIA

▬ TRANSECTOS DOBLES

▬ TRANSECTOS SENCILLOS (MARIPOSAS)

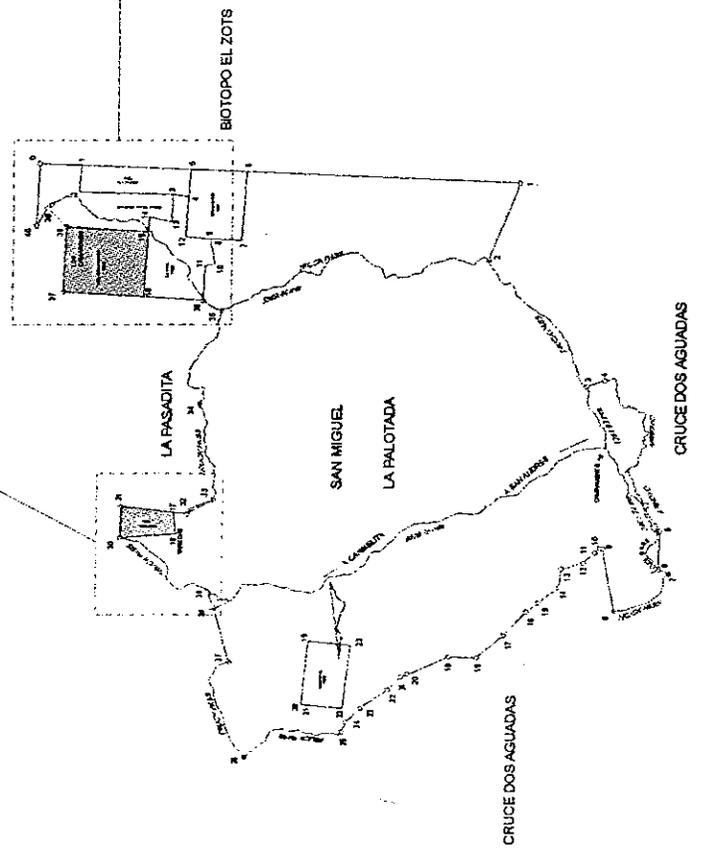
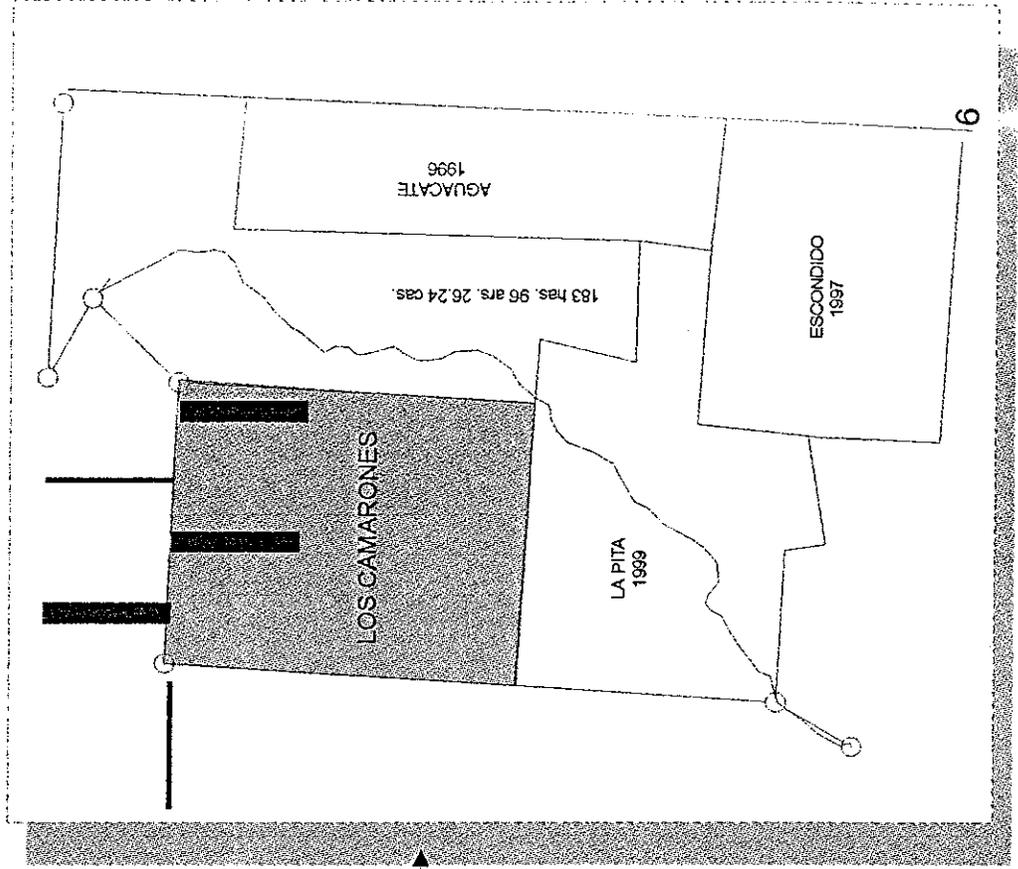
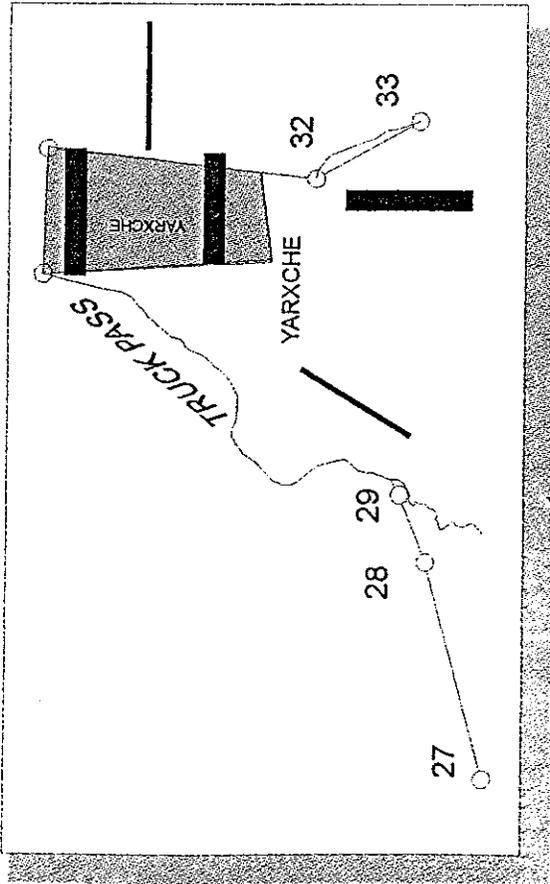


FIGURA 1B: MAPA DE LA CONCESION DE SAN MIGUEL LA PALOTADA. SITIOS DE MUESTREO

UBICACION: HOJA SAN MIGUEL, JURISD. DE SAN ANDRES, PETEN.

FUENTE: PROYECTO CATIE-OLAFO, GUATEMALA C. A. 1999

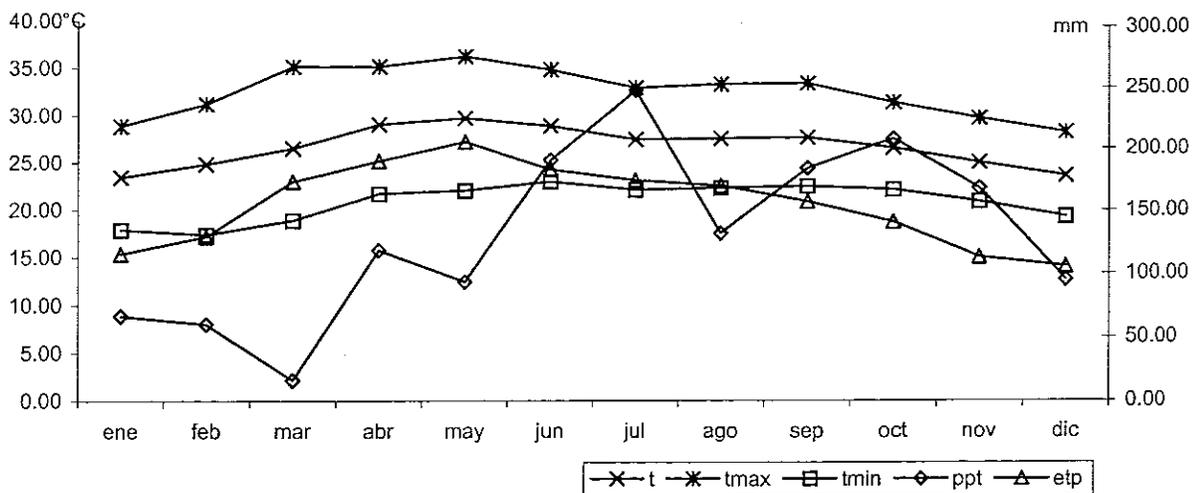


FIG 2 A. Clima Promedio de Flores: 1995-1998

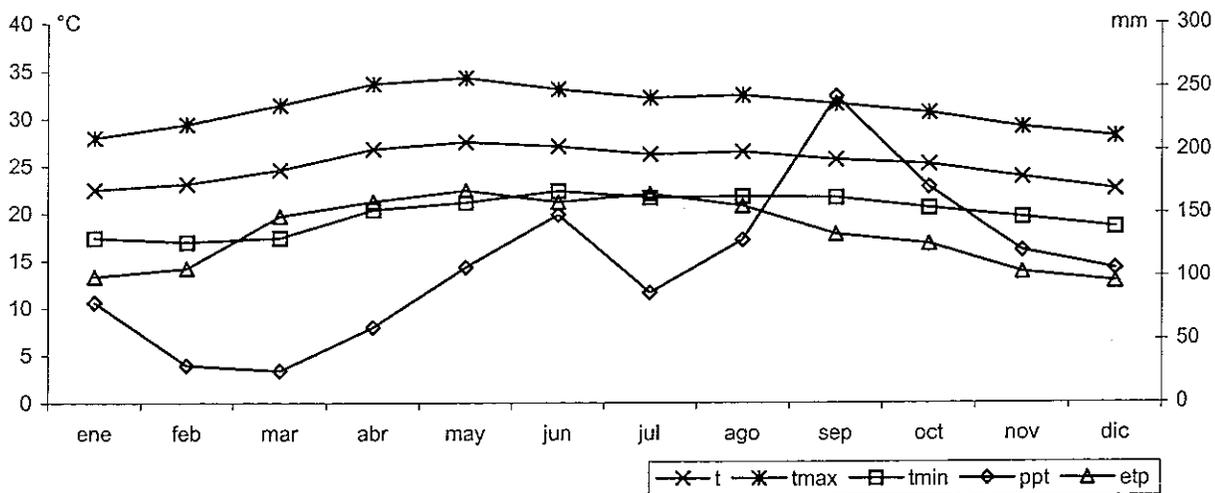


FIG 2B Clima Promedio Parque Nacional Tikal: 1988-1996

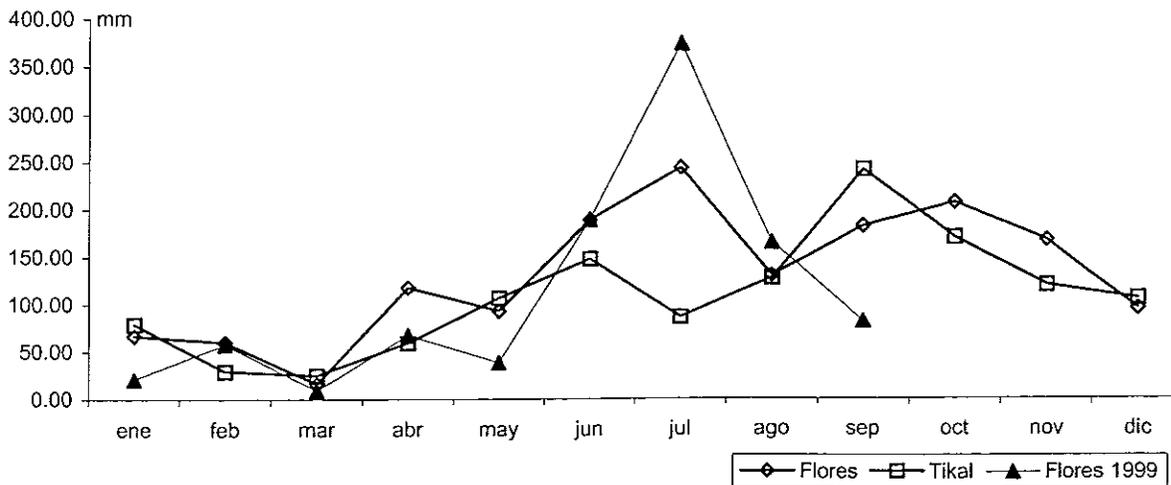


FIG 2C. Comparación del Comportamiento de las Lluvias en Flores y Tikal

Fig. 3 A. Curva de acumulación de especies de mariposas en trampas (100 aleatorizaciones)

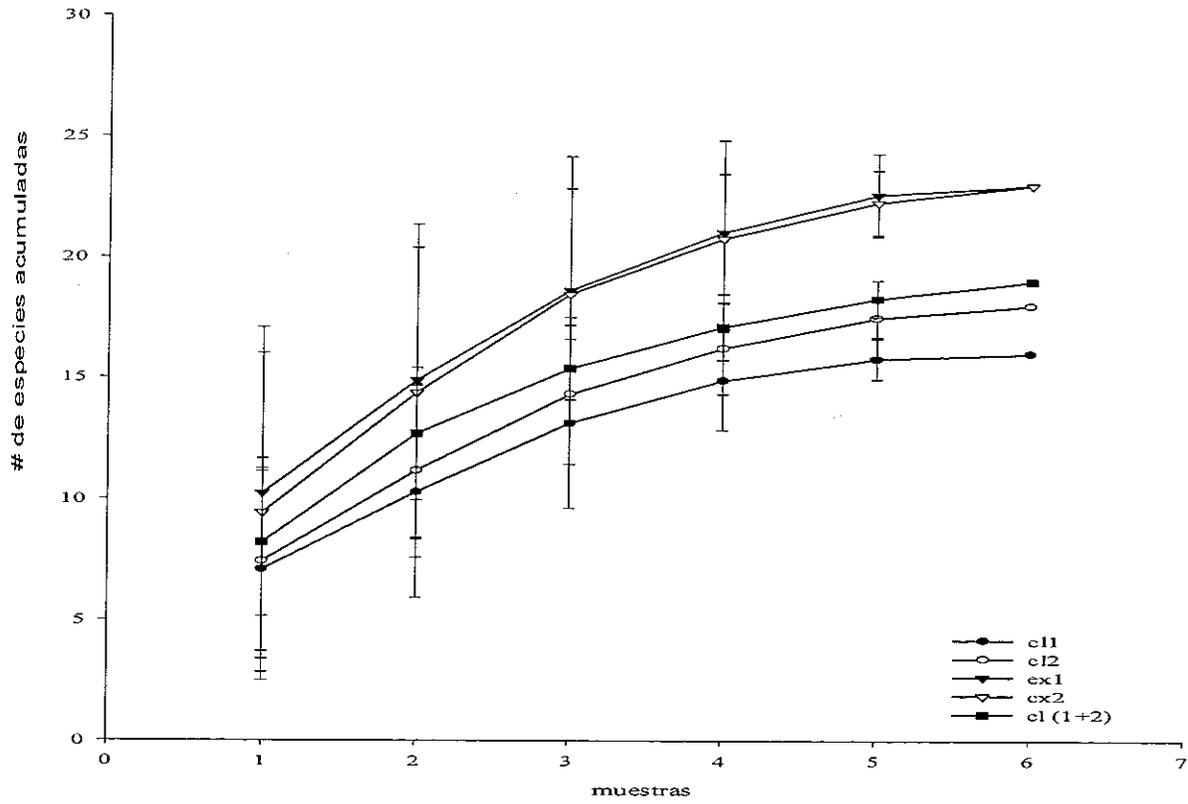


FIG 3 B. Curva de acumulación de especies de mariposas registros visuales (100 aleatorizaciones)

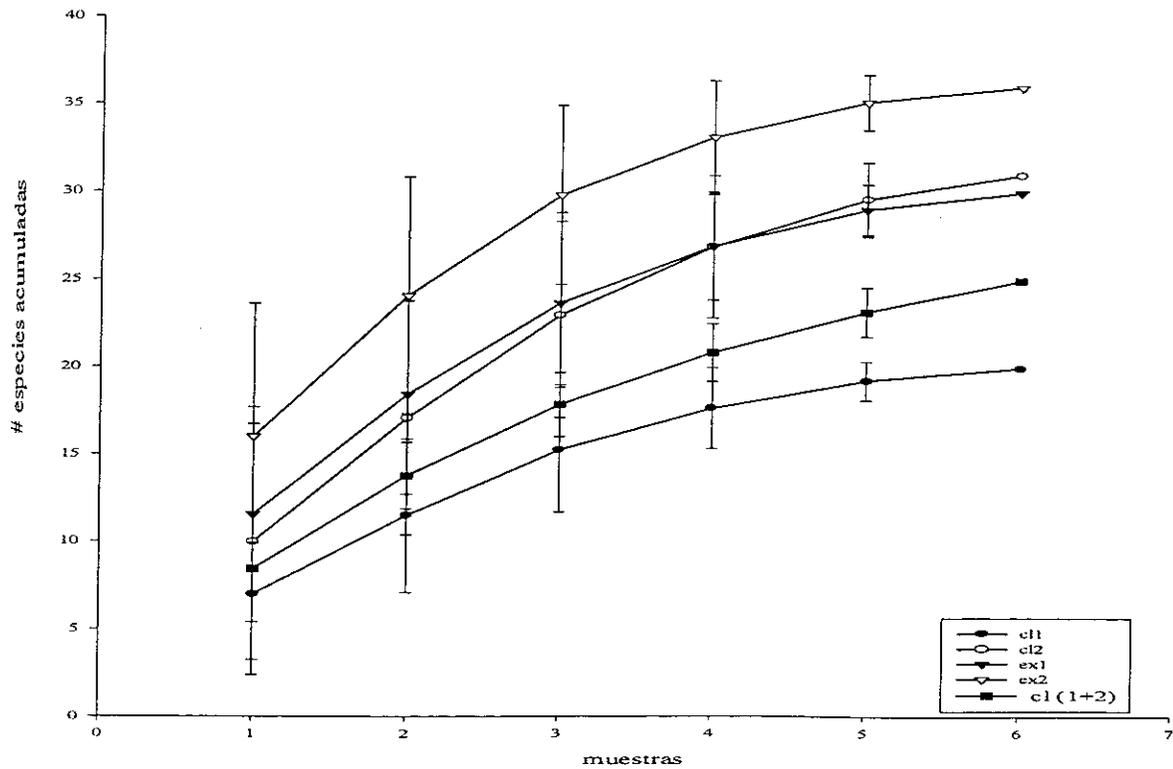


Fig 4 A. Curva de acumulación de especies de escarabajos en trampas de estiércol (100 aleatorizaciones)

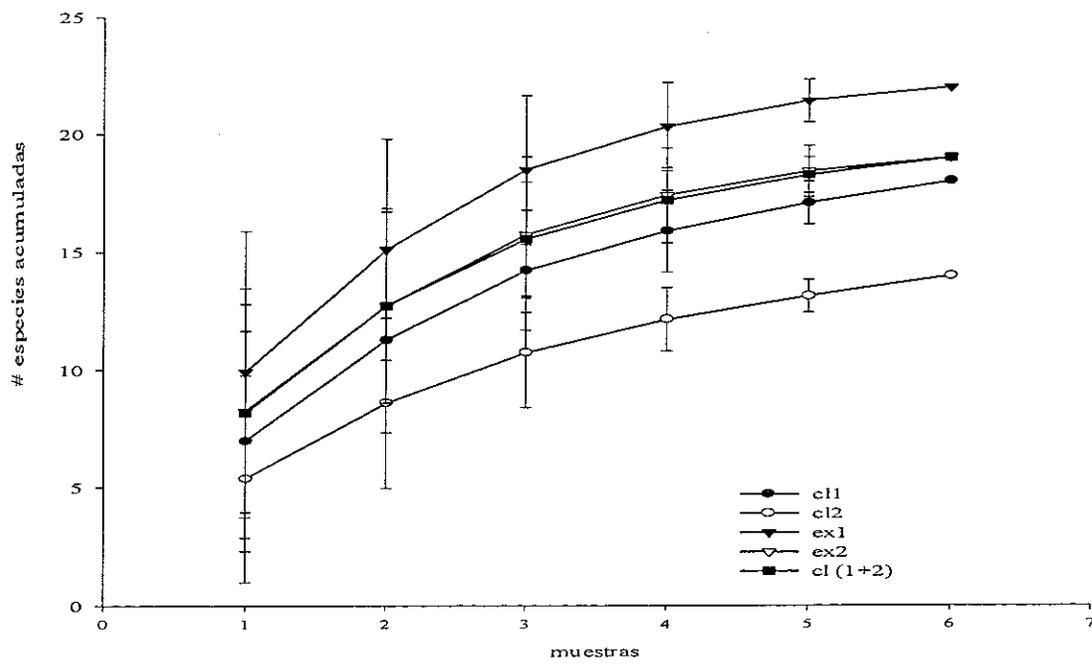
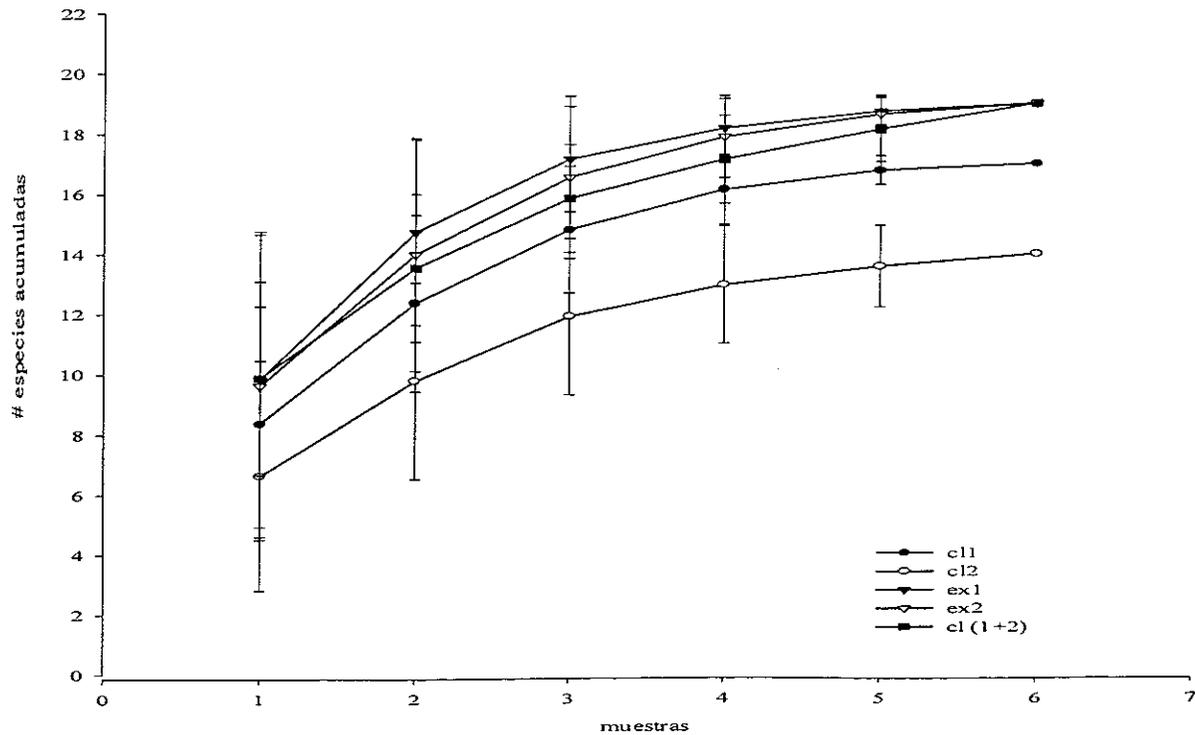


Fig. 4 B. Curva de acumulación de especies de escarabajos en pescado (100 aleatorizaciones)



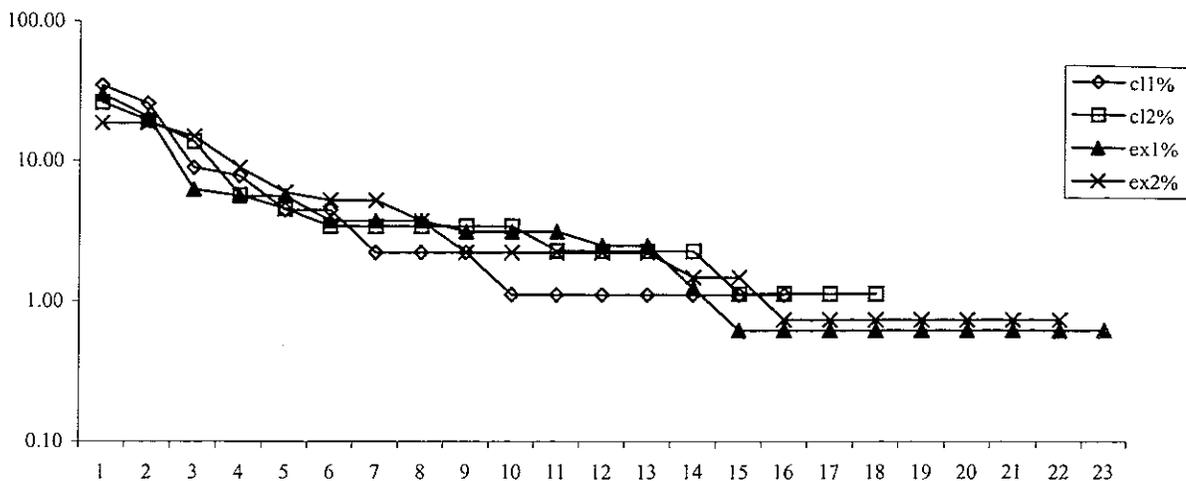


FIG 5A. Curva Rango Abundancia de Mariposas en Trampas

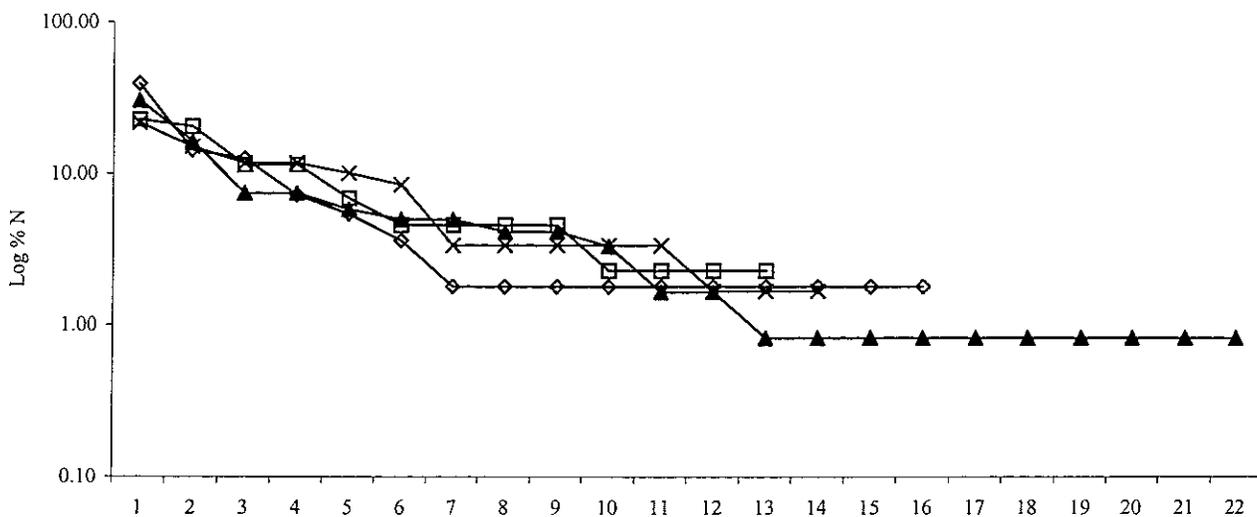


FIG 5B. Curvas Rango Adundancia de Mariposas en Trampa: Epoca Seca

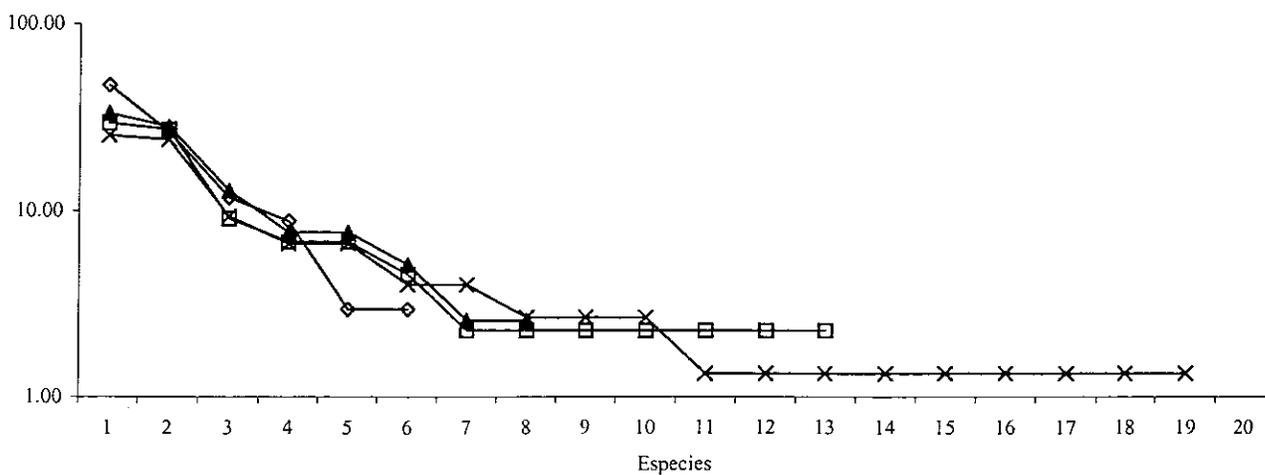


FIG 5C. Curvas Rango Abundancia de Mariposas en Trampas: Epoca LLuviosa

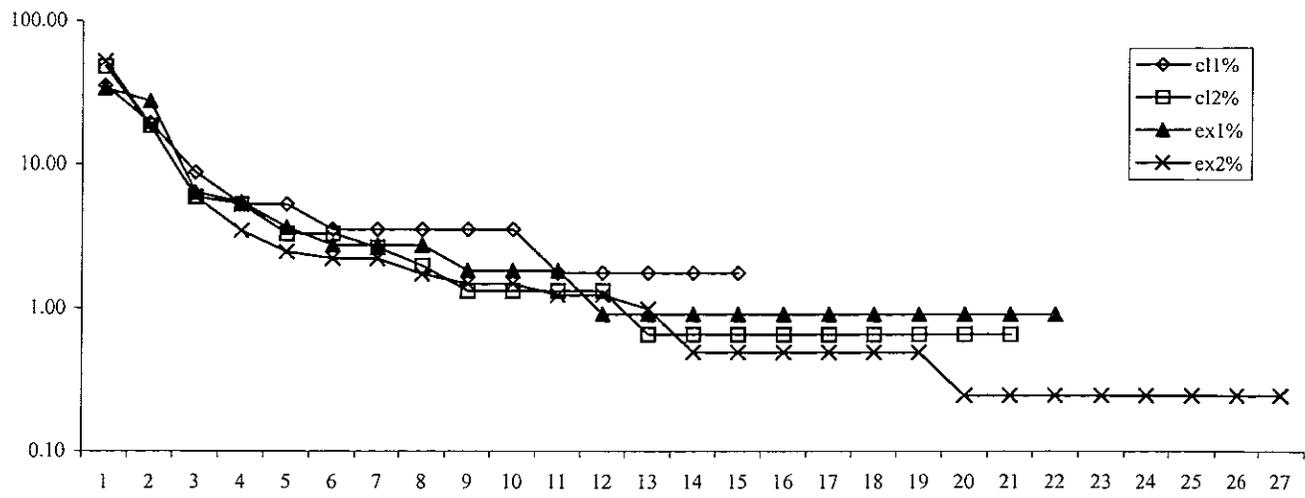


FIG 6A. Curvas Rango Abundancia de Mariposas Vistas

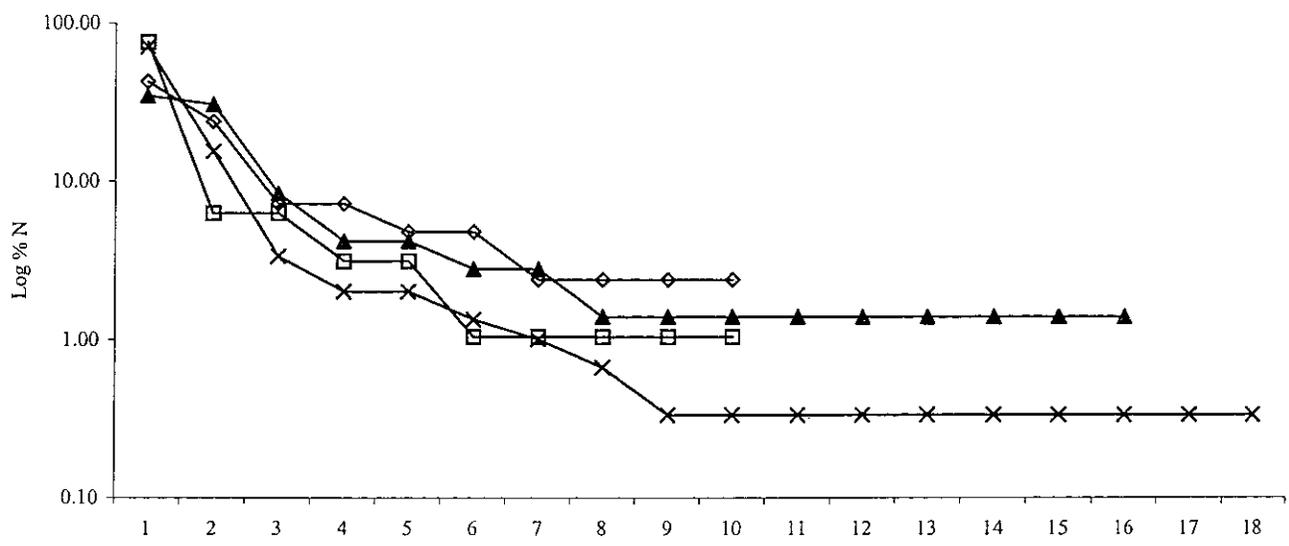


FIG 6B. Curvas Rango Abundancia de Mariposas Vistas: Epoca Seca

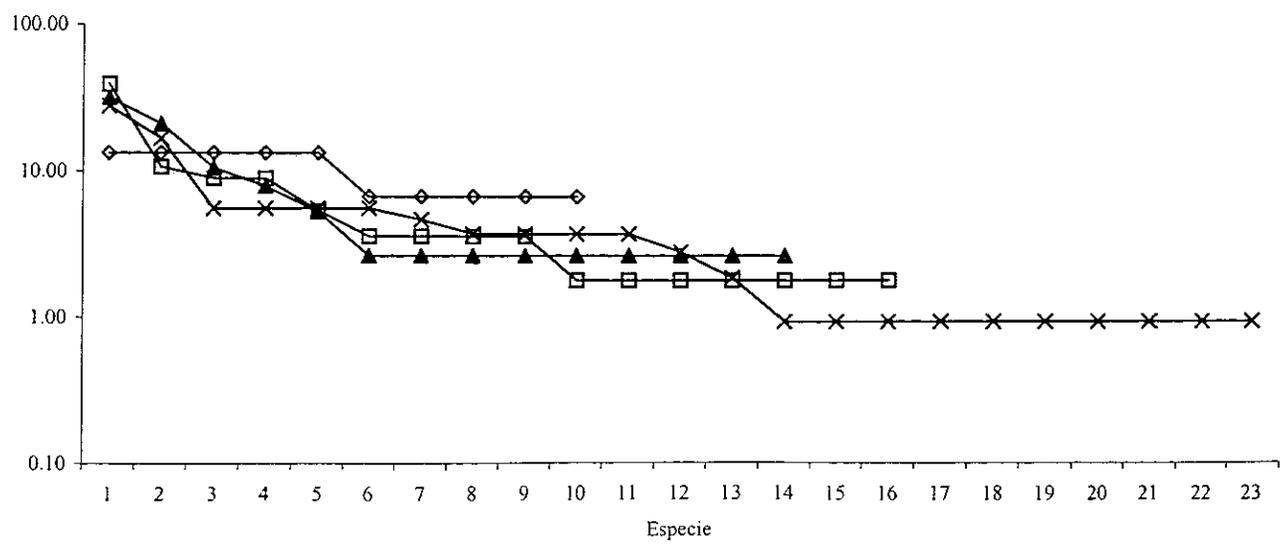


FIG 6C. Curvas Rango Abundancia de Mariposas Vistas: Epoca Lluviosa

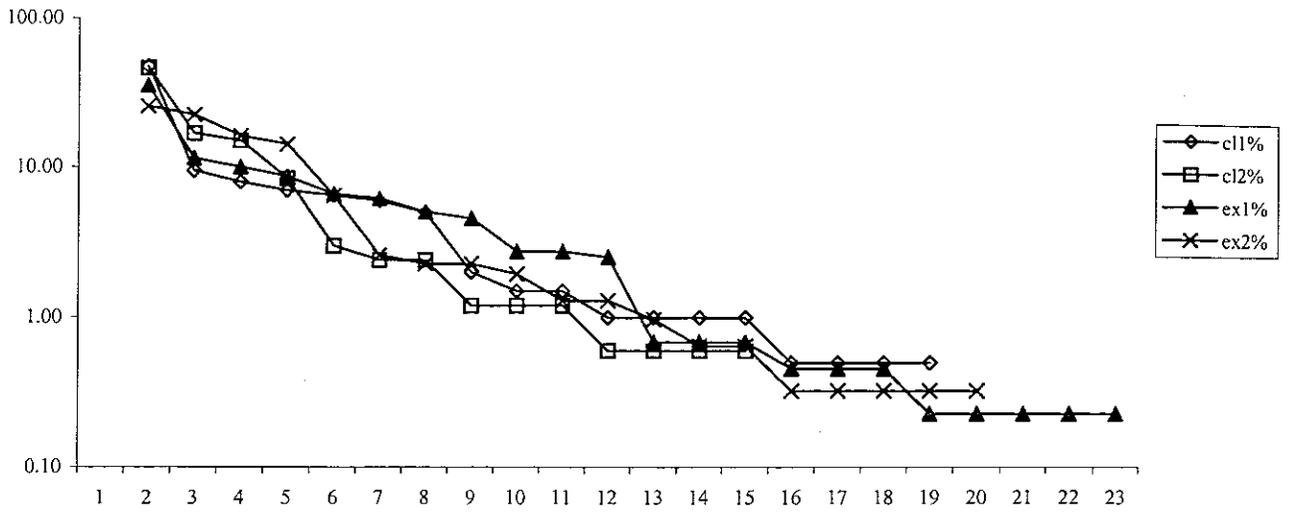


FIG 7A. Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Estiercol

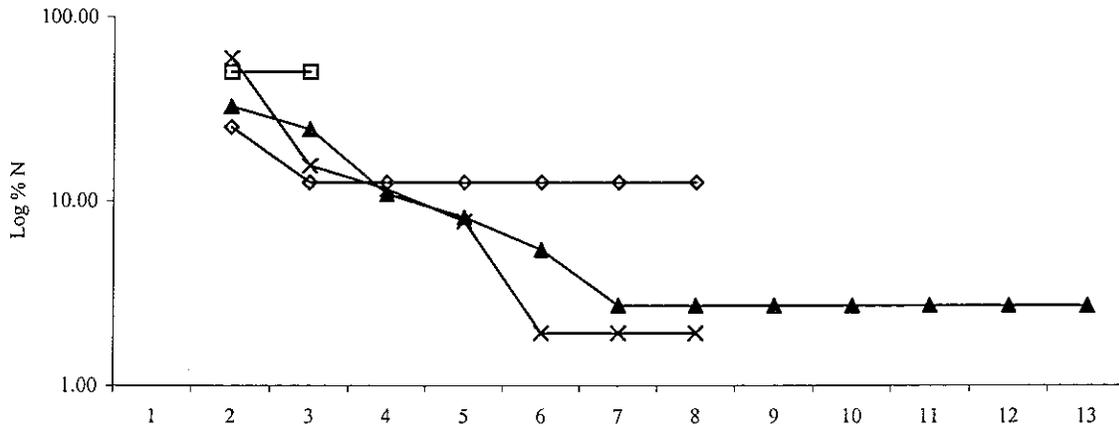


FIG 7B. Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Estiercol: Epoca Seca

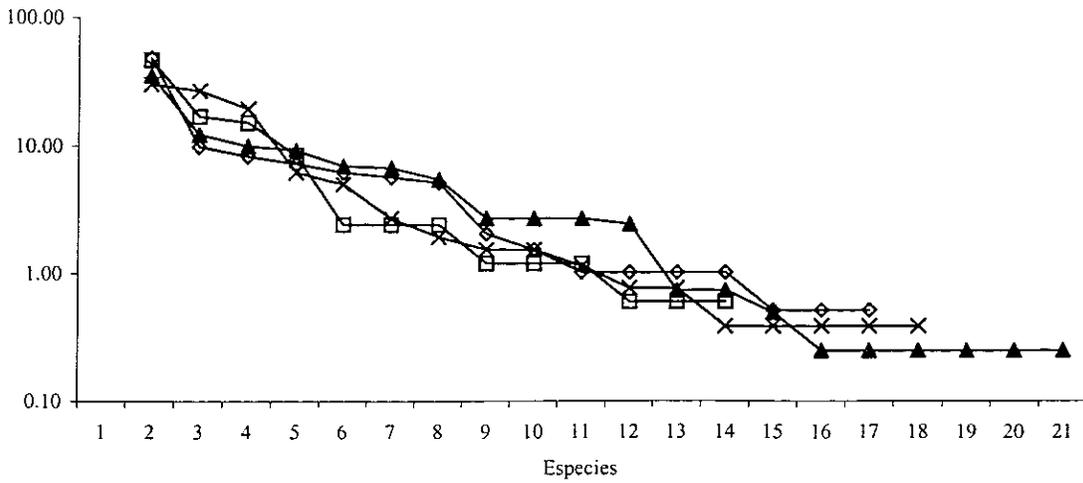


FIG 7C. Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Estiercol: Epoca Lluviosa

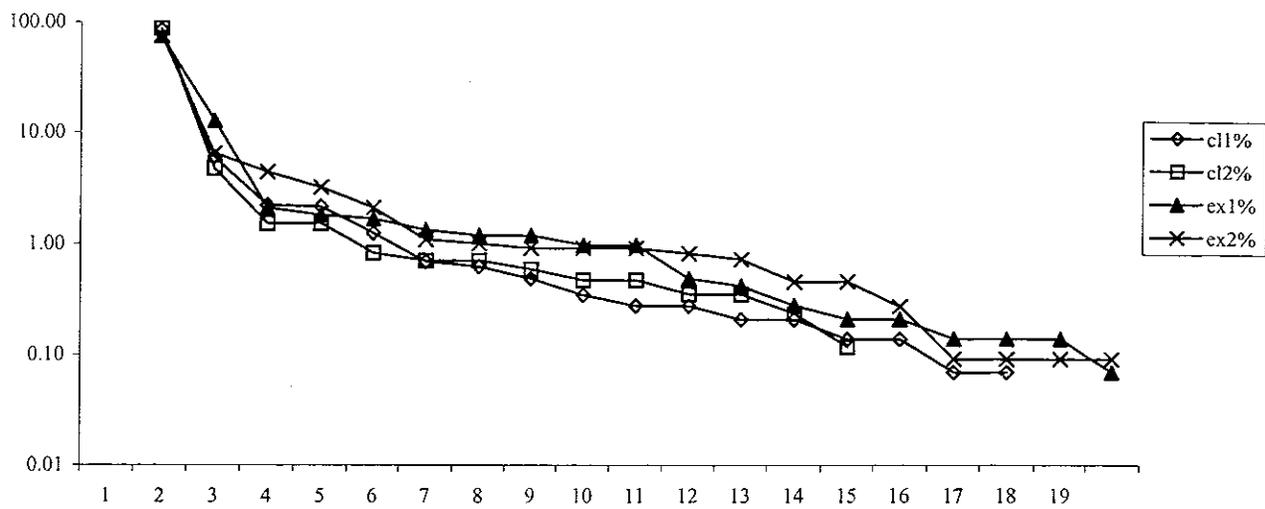


FIG 8A. Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Pescado

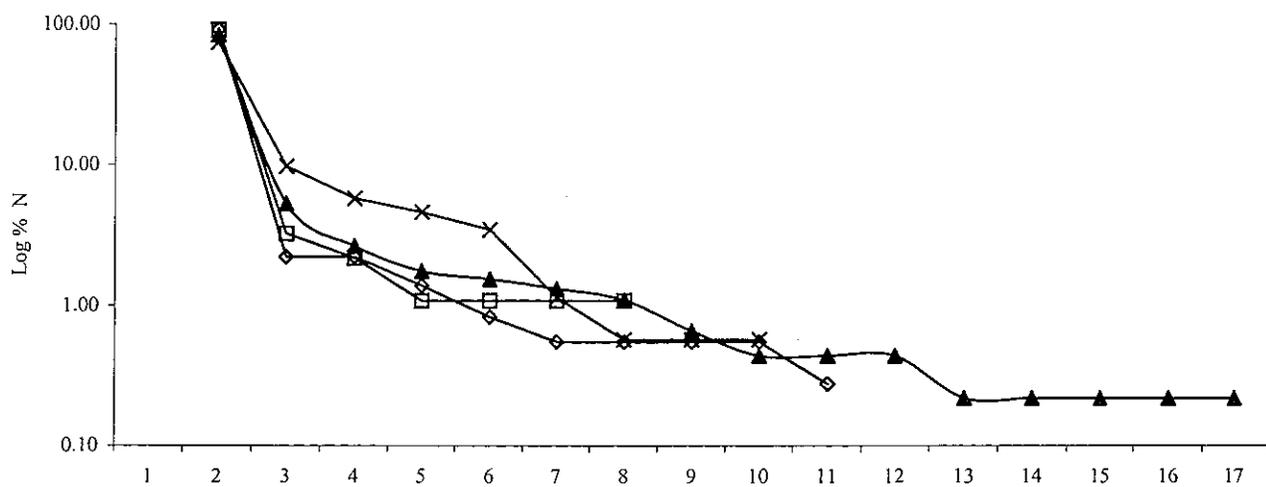


FIG 8B. Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Pescado: Epoca Seca

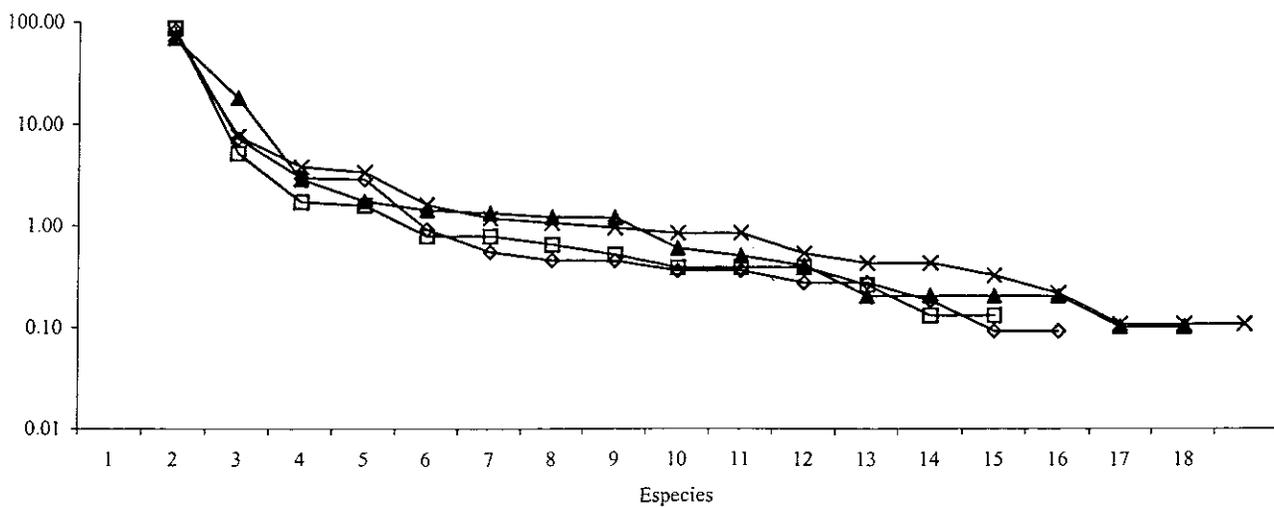


FIG 8C. Curvas Rango Abundancia de Escarabajos en Pescado: Epoca Lluviosa

Fig 9 A. Gráfica de los conglomerados de mariposas en trampa

Mariposas en trampa en general

Hierarchical Clustering, Method = ward

Clustering History

Number of Clusters	Distance	Leader	Joiner
3	4.5166861865	d1	d2
2	5.1697188166	d1	e2
1	5.8200990756	d1	e1

Dendrogram

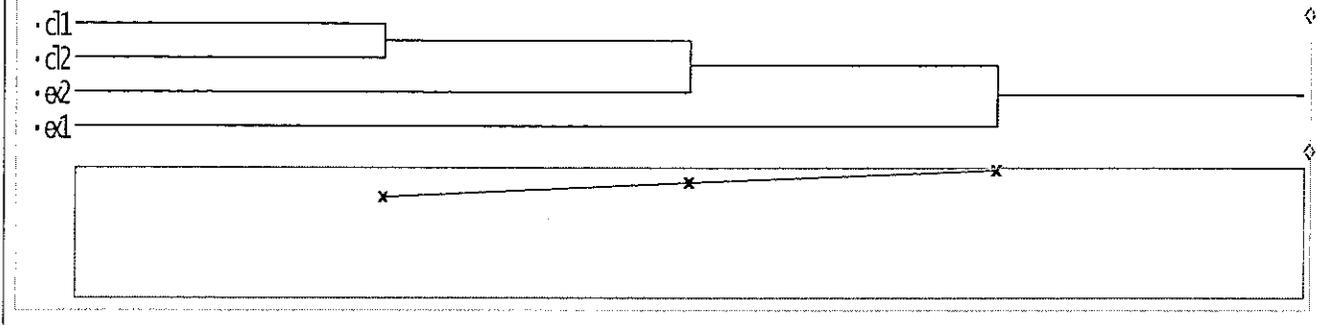


Fig 9 B. Gráfica de los conglomerados de mariposas vistas

Mariposas vistas en General

Hierarchical Clustering, Method = ward

Clustering History

Number of Clusters	Distance	Leader	Joiner
3	5.0452144004	d1	e1
2	5.4527185525	d2	e2
1	7.47085484	d1	d2

Dendrogram

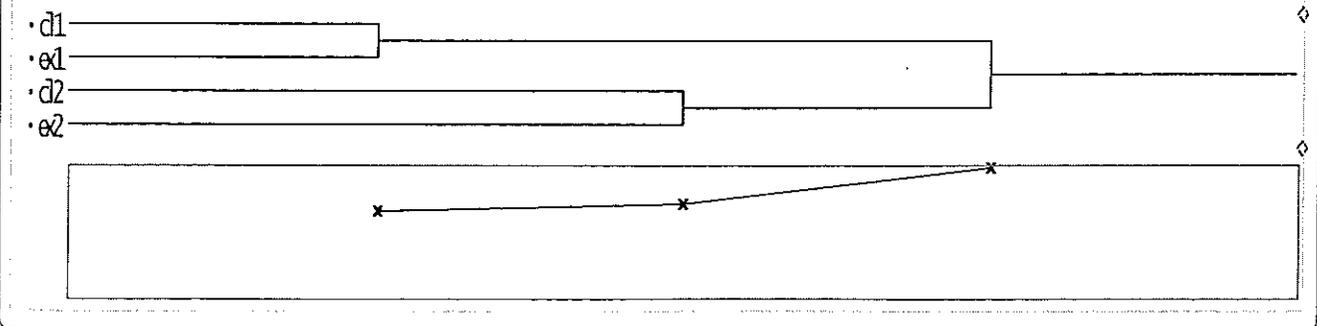


Fig. 10 A Análisis de conglomerados para escarabajos en trampas de estiércol.

Escarabajos por trampas de estiércol en General

Hierarchical Clustering Method = ward

Clustering History			
Number of Clusters	Distance	Leader	Joiner
3	4.680193	d1	e1
2	7.00904	d2	e2
1	5.968067	d1	d2

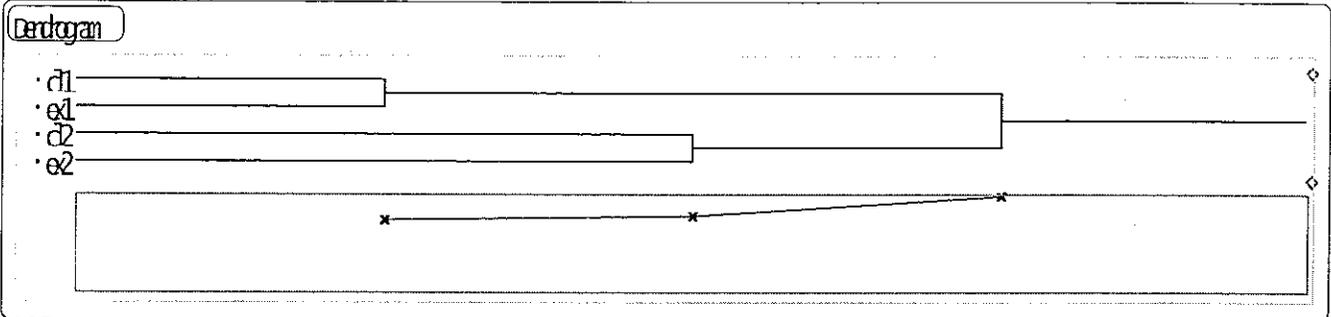
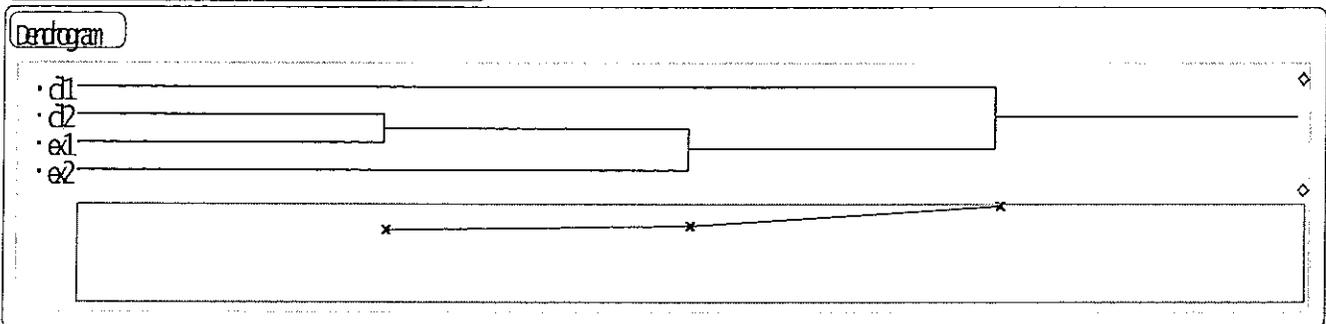


Fig. 10 B Análisis de conglomerados para escarabajos en trampa de pescado..

Escarabajos en trampas de pescado en General.

Hierarchical Clustering Method = ward

Clustering History			
Number of Clusters	Distance	Leader	Joiner
3	4.1920625	d2	e1
2	4.408276	d2	e2
1	1.5640332	d1	d2



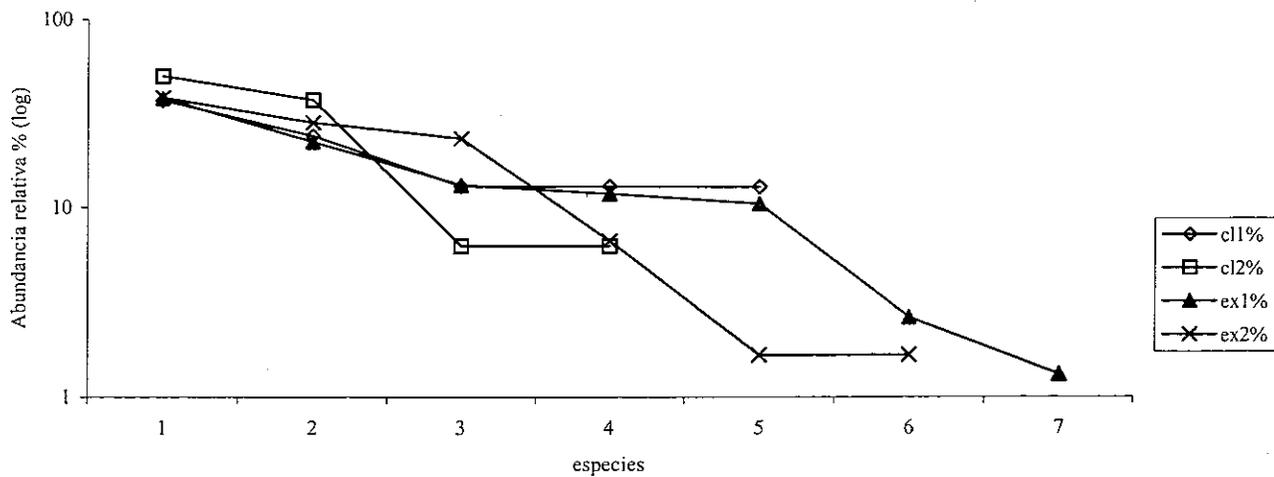


FIG. 11 Curvas rango abundancia de roedores.

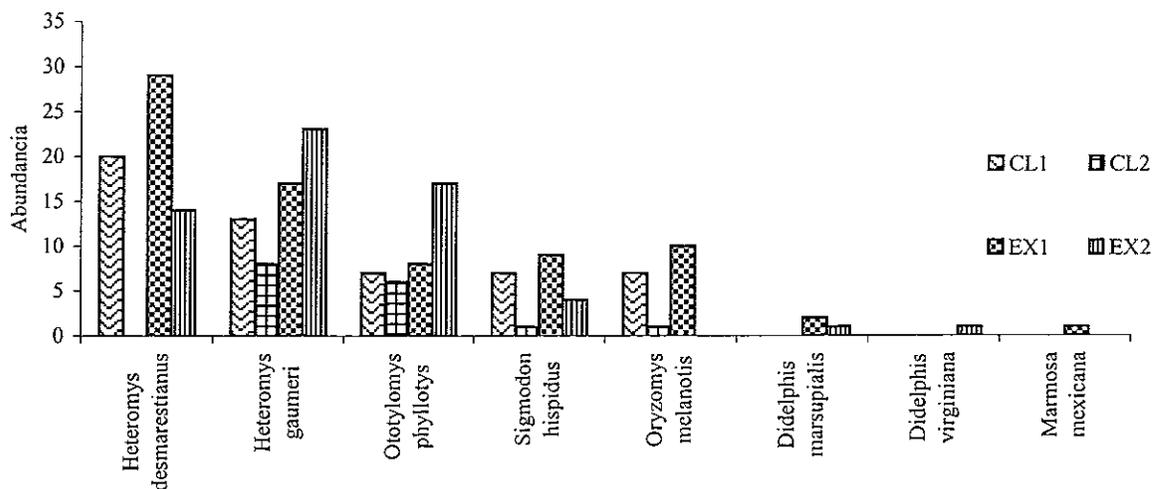


FIG. 12 Abundancia de especies por área

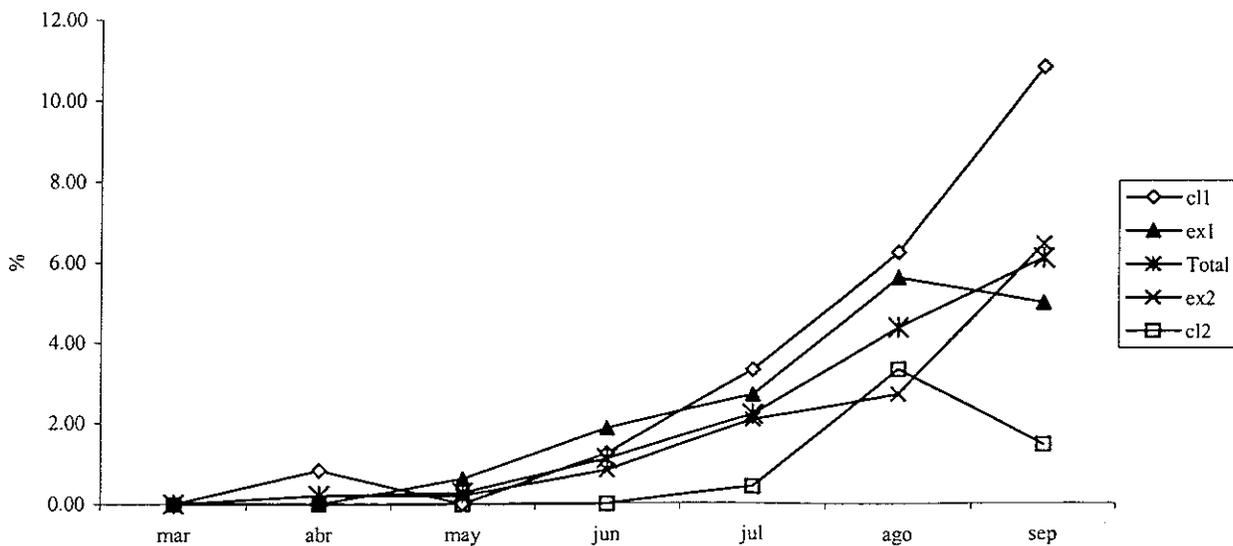


FIG. 13 Exito de captura de roedores

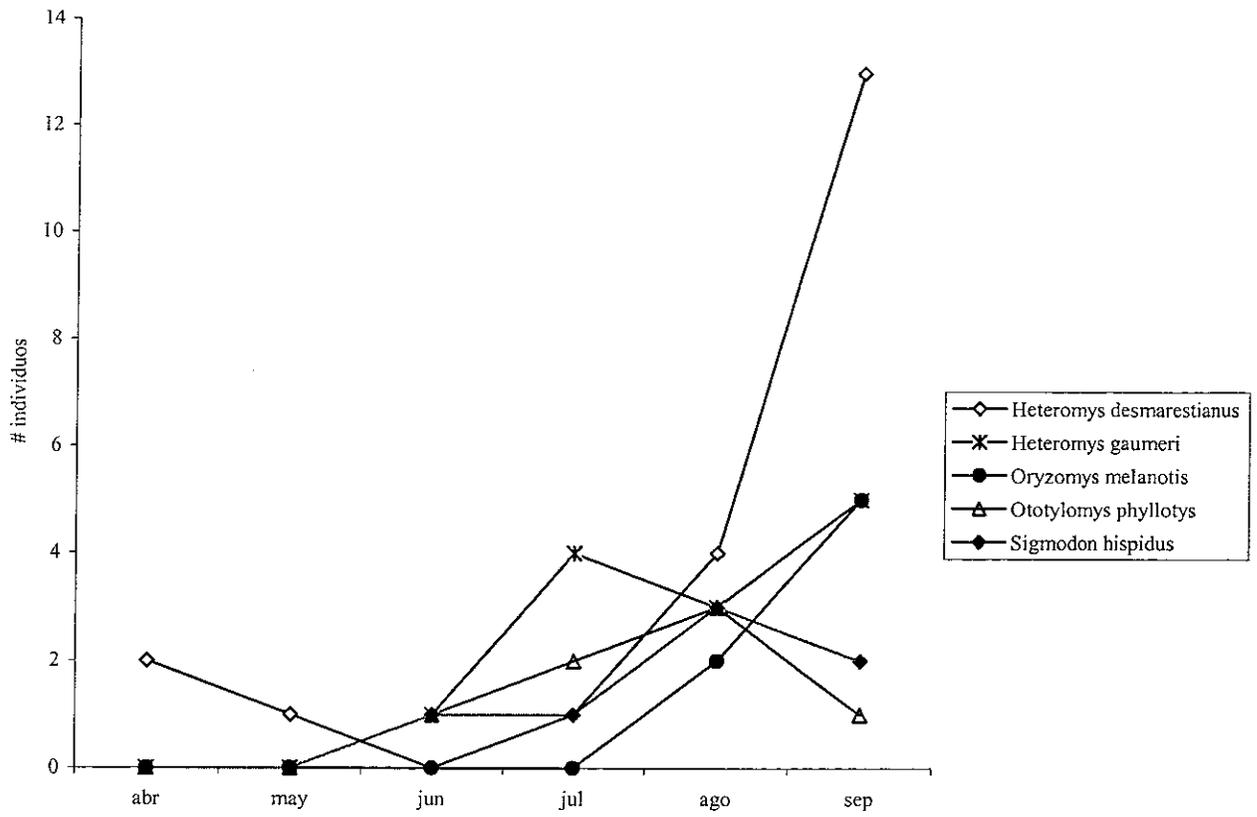


Fig 14 A Abundancias relativas por especie c11

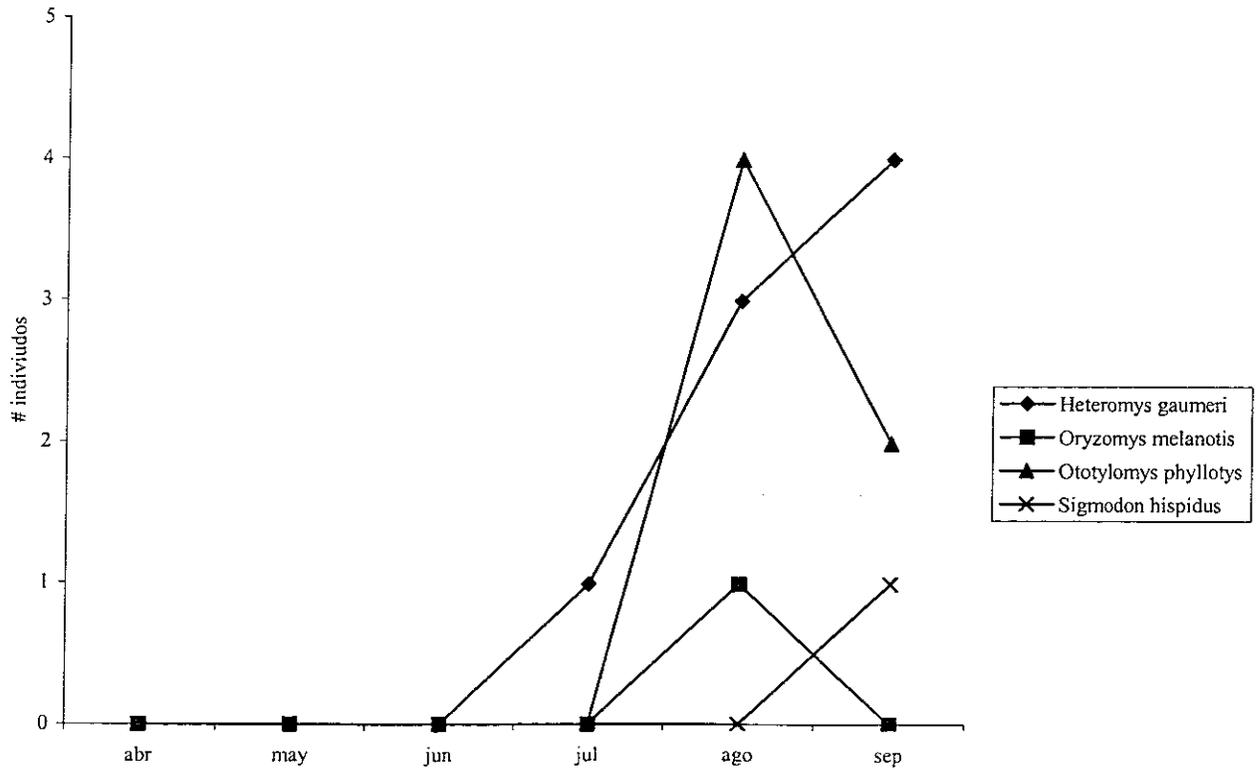


Fig. 14 B Abundancia Relativa por especie c12

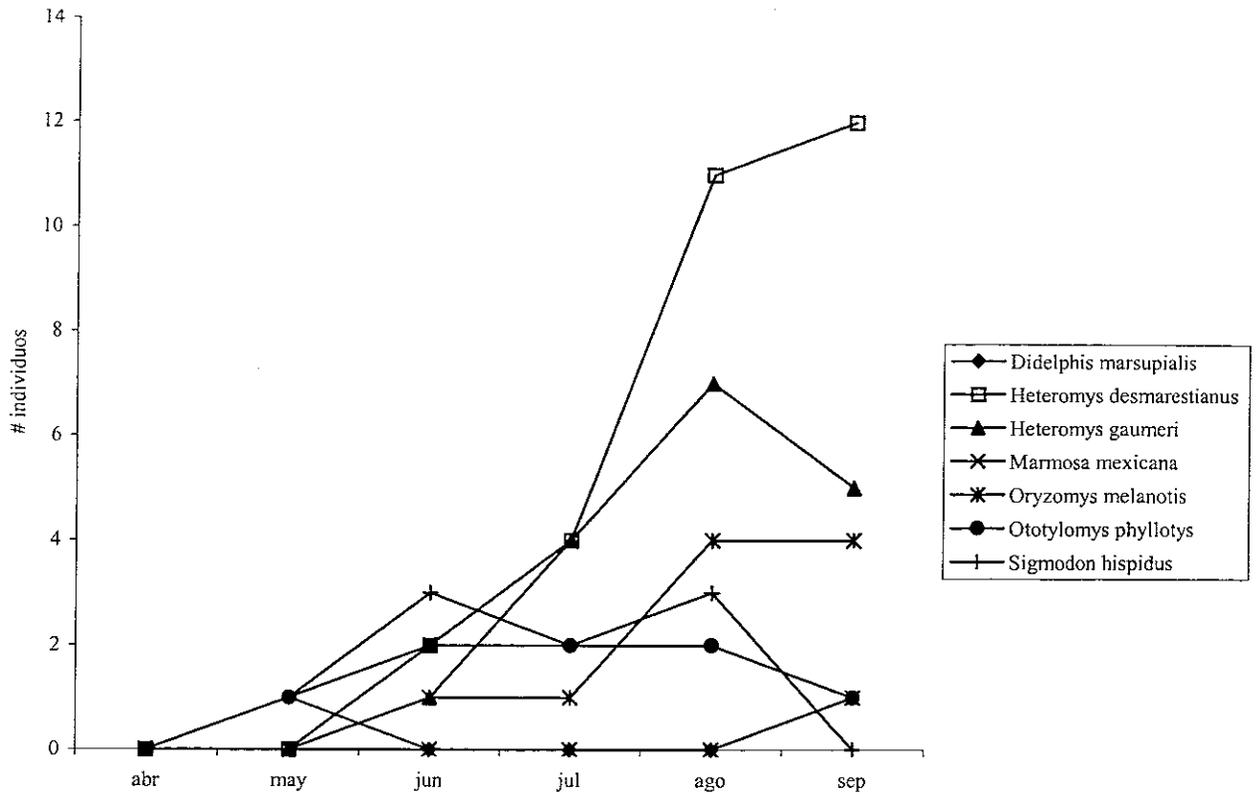


Fig. 14 C Abundancias Relativas por especie ex1

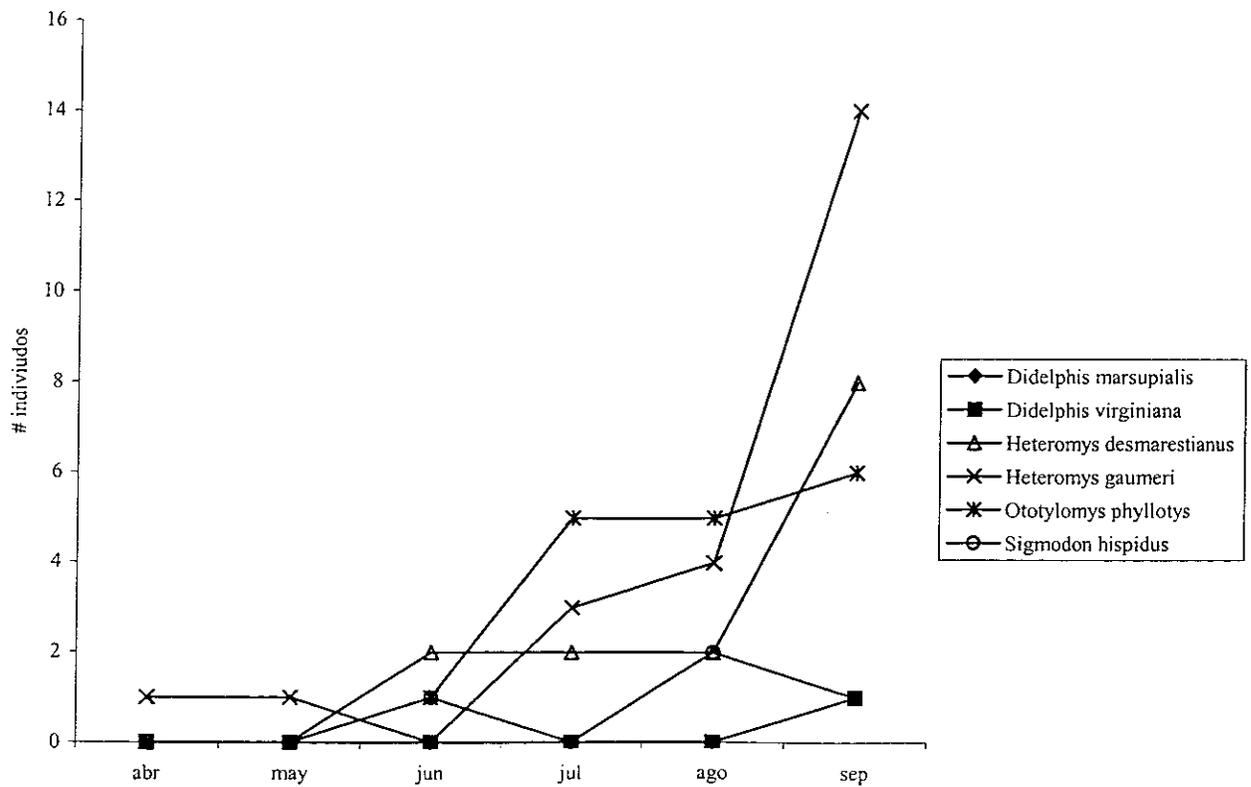


Fig. 14 D Abundancias Relativas por especie ex2

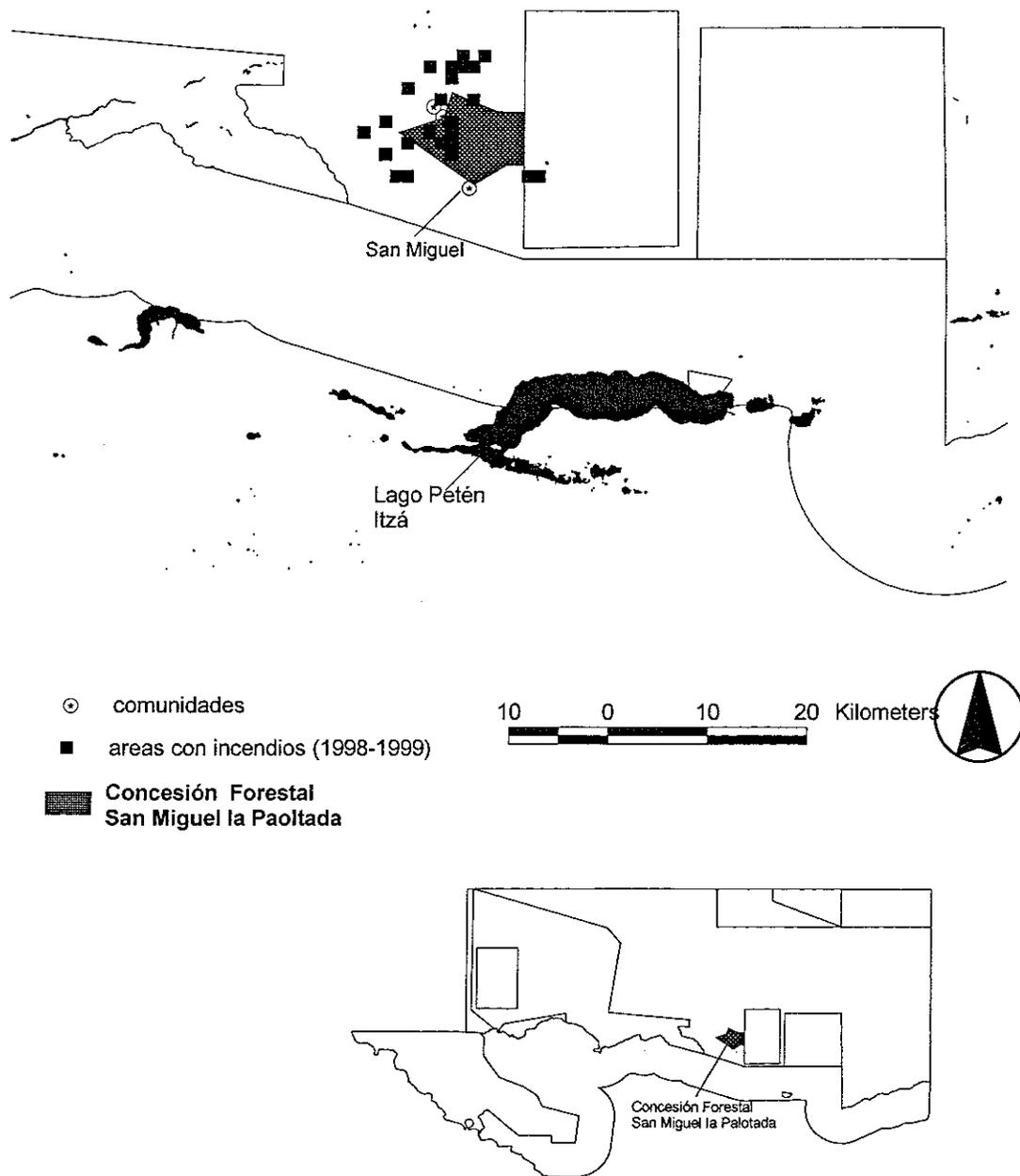


Figura 15. Mapa de incendios detectados para el área cercana a la Concesión de San Miguel La Palotada, Petén, Guatemala.

9. CUADROS

Cuadro 1. Nombre de las áreas, año en que se realizó la extracción y tamaño de la misma. Número de árboles extraídos por área y volumen extraído.

Nombre	Año	Área (ha)	# árboles extraídos	Volumen extraído m3	Arb/ha extraídos	Vol m3/ha extraídos
Yarxche	1994	42.5	62	236.48	1.46	5.56
Los Camarones	1995	180	195	251.62	1.08	1.4
El Aguacate	1996	100	159	325.62	1.59	3.256
El Escondido	1997	125	96	206.12	0.768	1.65
El Chapayal	1998	90				

Cuadro 2. Datos de claros obtenidos por medio de densiometro para cada una de las áreas.

Repeticion	cl1	cl2	ex1	ex2
1	2.73	2.21	1.95	1.56
2	3.445	2.015	3.9	3.25
3	1.43	1.17	4.095	1.755
4	1.69	2.73	3.9	2.925
5	2.015	9.165	3.185	3.055
6	2.34	5.98	4.55	1.885
7	2.145	3.575	2.73	2.6
8	3.38	1.885	4.485	3.51
9	1.885	3.38	1.69	3.185
10	4.875	2.08	3.185	3.185
Promedio por sitios	2.5935	3.419	3.367	2.691

Cuadro 4. Detalle de las especies de escarabajos copronecrófagos (Familia Scarabeidae) capturados en San Miguel La Palotada.

Tribu	Subtribu	Especie	Abundancia
Coprini	Coprina	<i>Copris laeviceps</i>	441
Onitini		<i>Coprophanes telamon</i>	380
		<i>Phaneus sallei</i>	20
		<i>Phaneus wagneri</i>	137
		<i>Phaneus endymion</i>	45
Onthophagini		<i>Onthophagus</i>	2
		<i>Onthophagus batesi</i>	3
		<i>Onthophagus incensus</i>	1
		<i>Onthophagus crinitus</i>	84
		<i>Onthophagus sharpi</i>	59
		<i>Onthophagus landolti</i>	2
		<i>Onthophagus maya</i>	7
		<i>Onthophagus rhinolophus</i>	7
		<i>Onthophagus cyclographus</i>	18
		<i>Onthophagus sp. aff. luismargaritorum</i>	37
		<i>Onthophagus longimanus</i>	88
	Dichotomina	<i>Dichotomius n. sp. aff. colonicus</i>	5
		<i>Dichotomius agenor</i>	172
		<i>Canthidium centrale</i>	31
		<i>Uroxys micros</i>	66
Scarabaeini	Canthonina	<i>Megathoposoma candezei</i>	4
		<i>Canthon morsei</i>	34
		<i>Canthon euryscelis</i>	116
		<i>Canthon femoralis</i>	10
		<i>Canthon cyanellus</i>	3950
		<i>Pseudocanthon perplexus</i>	1
		<i>Deltochilum scabriusculum</i>	13
		<i>Deltochilum lobipes</i>	100
		<i>Deltochilum pseudoparile</i>	110
	Eurysternini	<i>Eurysternus caribaeus</i>	2
Total			5945
Total en trampas de estiercol			1117
Total en trampas con pescado			4828

Cuadro 5 Índices de diversidad y equidad así como información de riqueza y abundancia para mariposas en general y por época. Por tipo de muestreo registros en trampas (A) y registros visuales (B) para cada área.

(A)	General					Epoca Seca				Epoca Lluviosa			
	cl	cl1	cl2	ex1	ex2	cl1	cl2	ex1	ex2	cl1	cl2	ex1	ex2
Riqueza	19	16	18	23	22	15	12	21	13	6	12	7	18
Abundancia	178	90	88	161	135	56	44	122	60	34	44	39	72
No. especies < 10 individuos	14	14	15	20	18	15	12	20	13	5	11	6	17
% de especies raras	74	88	83	87	82	100	100	95	100	83	92	86	94
Diversidad Alfa de Fisher	5.39	4.58	5.46	6.07	6.45	6.04	4.99	6.67	4.79	1.8	4.97	2.56	7.18
Diversidad de Shannon-Weiner	2.27	2.01	2.36	2.39	2.55	2.08	2.23	2.4	2.31	1.37	2.03	1.72	2.36
Diversidad de Simpson	6.44	5.06	7.63	6.87	9.43	5.16	8.17	7.21	8.97	3.32	5.91	4.89	7.42
Equidad J		0.61	0.72	0.73	0.77	0.6	0.66	0.71	0.69	0.42	0.61	0.51	0.69
Equidad de Shannon-Weiner	0.77	0.72	0.82	0.76	0.82	0.77	0.90	0.79	0.90	0.76	0.82	0.88	0.82

(B)	General					Epoca Seca				Epoca Lluviosa			
	cl	cl1	cl2	ex1	ex2	cl1	cl2	ex1	ex2	cl1	cl2	ex1	ex2
Riqueza	26	15	21	22	27	10	10	16	18	10	16	14	23
Abundancia	209	57	152	110	407	42	96	72	299	15	56	38	108
No. especies < 10 individuos	22	13	19	20	22	10	10	16	18	10	16	14	23
% de especies raras	85	87	90	91	81	100	100	100	100	100	100	100	100
Diversidad Alfa de Fisher	7.41	5.99	6.61	8.27	6.5	4.15	2.09	6.38	4.21	10.88	7.48	8.01	8.95
Diversidad de Shannon-Weiner	2.18	2.1	1.91	2.16	1.82	1.73	1.01	1.94	1.13	2.14	2.17	2.15	2.53
Diversidad de Simpson	5.08	5.79	3.7	5.19	3.2	4.18	1.71	4.61	1.9	18.2	5.64	6.76	8.42
Equidad J		0.6	0.53	0.6	0.5	0.52	0.3	0.58	0.34	0.65	0.63	0.62	0.74
Equidad de Shannon-Weiner	0.67	0.78	0.63	0.70	0.55	0.75	0.44	0.70	0.39	0.93	0.78	0.81	0.81

Cuadro 6. Índices de diversidad y equidad así como información de riqueza y abundancia para escarabajos en general y por época. Por tipo de muestreo, con estiércol de vaca (A) y pescado podrido (B) por área.

(A)	General					Epoca Seca				Epoca Lluviosa			
	cl	cl1	cl2	ex1	ex2	cl1	cl2	ex1	ex2	cl1	cl2	ex1	ex2
Riqueza	19	18	14	22	19	7	2	12	7	16	13	20	17
Abundancia	368	201	167	439	310	8	2	37	52	193	165	402	258
No. especies < 10 individuos	12	11	10	11	14	7	2	11	6	9	9	9	12
% de especies raras	63	61	71	50	74	100	100	92	86	56	69	45	71
Diversidad Alfa de Fisher	4.25	4.15	3.18	4.3	3.9	13.5	-	4.89	1.9	3.68	2.94	4.01	3.66
Diversidad de Shannon-Weiner	1.91	1.96	1.71	2.23	2.08	1.88	-	1.99	1.27	1.88	1.67	2.17	1.89
Diversidad de Simpson	3.92	4.03	3.71	5.98	6.01	16.3	-	5.72	2.6	3.85	3.61	5.82	4.81
Equidad J		0.6	0.53	0.69	0.64	0.72	-	0.76	0.48	0.61	0.54	0.7	0.6
Equidad de Shannon-Weiner	0.65	0.68	0.65	0.72	0.71	0.97	-	0.80	0.65	0.68	0.65	0.72	0.67

(B)	General					Epoca Seca				Epoca Lluviosa			
	cl	cl1	cl2	ex1	ex2	cl1	cl2	ex1	ex2	cl1	cl2	ex1	ex2
Riqueza	19	17	14	19	19	10	7	16	9	19	18	21	22
Abundancia	2295	1445	850	1434	1098	364	93	459	176	1082	757	975	922
No. especies < 10 individuos	10	11	10	9	9	9	6	13	6	10	10	9	11
% de especies raras	53	65	71	47	47	90	86	81	67	53	56	43	50
Diversidad Alfa de Fisher	234	2.48	2.16	2.83	2.96	1.75	1.57	2.96	1.82	2.29	2.26	2.71	2.94
Diversidad de Shannon-Weiner	0.71	0.73	0.64	1.08	1.1	0.49	0.48	0.81	1.01	0.77	0.64	1.11	1.07
Diversidad de Simpson	1.35	1.38	1.3	1.77	1.71	1.21	1.23	1.43	1.79	1.44	1.32	1.93	1.69
Equidad J		0.23	0.21	0.35	0.35	0.16	0.16	0.28	0.34	0.25	0.21	0.36	0.35
Equidad de Shannon-Weiner	0.24	0.26	0.24	0.37	0.37	0.21	0.25	0.29	0.46	0.26	0.22	0.36	0.35

Cuadro 7. Número de individuos por las seis principales especies de mariposas registradas en trampas y visualmente para área estudiada en San Miguel La Palotada.

Especie	Mariposas registradas en trampas										74	
	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Archaeoprepona demophoon	31	34.44	17	19.32	48	26.88	48	29.81	25	18.52	121	25.53
Archaeoprepona demophon	23	25.56	23	26.14	46	25.85	33	20.50	25	18.52	104	21.94
Eunica tatila	1	1.11	12	13.64	13	7.37	9	5.59	20	14.81	42	8.86
Smyrna blomfieldia	8	8.89	3	3.41	11	6.15	10	6.21	12	8.89	33	6.96
Colobura dirce	7	7.78	5	5.68	12	6.73	6	3.73	8	5.93	26	5.49
Memphis oenomais	4	4.44	3	3.41	7	3.93	9	5.59	3	2.22	19	4.01

Especie	Mariposas registradas en trampas: época seca											
	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Archaeoprepona demophoon	22	39.29	5	11.36	27	25.32	37	30.33	6	10.00	70	24.82
Archaeoprepona demophon	7	12.50	10	22.73	17	17.61	20	16.39	7	11.67	44	15.60
Eunica tatila	1	1.79	9	20.45	10	11.12	7	5.74	13	21.67	30	10.64
Smyrna blomfieldia	8	14.29	2	4.55	10	9.42	9	7.38	9	15.00	28	9.93
Colobura dirce	3	5.36	5	11.36	8	8.36	6	4.92	5	8.33	19	6.74
Memphis oenomais	4	7.14	2	4.55	6	5.84	9	7.38	2	3.33	17	6.03

Especie	Mariposaa registradas en trampas: época lluviosa											
	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Archaeoprepona demophon	16	47.06	13	30.23	29	38.65	13	34.21	18	25.00	60	32.09
Archaeoprepona demophoon	9	26.47	12	27.91	21	27.19	11	28.95	19	26.39	51	27.27
Opsiphanes cassina	3	8.82	4	9.30	7	9.06	3	7.89	5	6.94	15	8.02
Eunica tatila	0	0.00	3	6.98	3	3.49	2	5.26	7	9.72	12	6.42
Hamadryas amphinome	1	2.94	2	4.65	3	3.80	0	0.00	5	6.94	8	4.28
Colobura dirce	4	11.76	0	0.00	4	5.88	0	0.00	3	4.17	7	3.74

Especie	Mariposas registradas visualmente											
	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Eurytides philolaus	3	5.26	73	48.03	76	26.64	0	0.00	212	52.09	288	39.67
Archaeoprepona demophon	20	35.09	28	18.42	48	26.75	37	33.64	76	18.67	161	22.18
Archaeoprepona demophoon	11	19.30	9	5.92	20	12.61	30	27.27	24	5.90	74	10.19
Cissia glausina	2	3.51	5	3.29	7	3.40	7	6.36	9	2.21	23	3.17
Eunica tatila	0	0.00	8	5.26	8	2.63	1	0.91	14	3.44	23	3.17
Eumaeus toxea	1	1.75	3	1.97	4	1.86	4	3.64	10	2.46	18	2.48

Especie	Mariposas registradas visualmente época seca											
	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Eurytides philolaus	3	7.14	73	76.04	76	41.59	0	0.00	212	70.90	288	56.58
Archaeoprepona demophon	18	42.86	6	6.25	24	24.55	25	34.72	46	15.38	95	18.66
Archaeoprepona demophoon	10	23.81	3	3.13	13	13.47	22	30.56	6	2.01	41	8.06
Eunica tatila	0	0.00	6	6.25	6	3.13	1	1.39	10	3.34	17	3.34
Eumaeus toxea	0	0.00	3	3.13	3	1.56	3	4.17	6	2.01	12	2.36
Historis acheronta	2	4.76	0	0.00	2	2.38	6	8.33	1	0.33	9	1.77

Especie	Mariposas registradas visualmente época lluviosa.											
	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Archaeoprepona demophon	2	13.33	22	39.29	24	26.31	12	31.58	30	27.78	66	30.41
Archaeoprepona demophoon	1	6.67	6	10.71	7	8.69	8	21.05	18	16.67	33	15.21
Cissia glausina	1	6.67	5	8.93	6	7.80	4	10.53	6	5.56	16	7.37
Heliconius erato	0	0.00	5	8.93	5	4.46	3	7.89	6	5.56	14	6.45
Appias drusilla	1	6.67	3	5.36	4	6.01	1	2.63	5	4.63	10	4.61
Dryas julia	2	13.33	2	3.57	4	8.45	2	5.26	4	3.70	10	4.61

Escarabajos capturados en trampas de estiércol

Especie	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total general	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Copris laeviceps</i>	95	47.26	77	46.11	172	46.69	154	35.08	79	25.48	405	36.26
<i>Dichotomius agenor</i>	19	9.45	25	14.97	44	12.21	38	8.66	50	16.13	132	11.82
<i>Phaneus wagneri</i>	10	4.98	28	16.77	38	10.87	22	5.01	69	22.26	129	11.55
<i>Canthon cyanellus</i>	14	6.97	14	8.38	28	7.67	50	11.39	6	1.94	84	7.52
<i>Onthophagus longimanus</i>	12	5.97	5	2.99	17	4.48	20	4.56	44	14.19	81	7.25
<i>Canthon euryscelis</i>	16	7.96	4	2.40	20	5.18	44	10.02	7	2.26	71	6.36

Escarabajos en trampas de estiércol: época seca

Especie	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Onthophagus longimanus</i>	1	12.50	1	50.00	2	31.25	9	24.32	31	59.62	42	42.42
<i>Copris laeviceps</i>	2	25.00	0	0.00	2	12.50	12	32.43	1	1.92	15	15.15
<i>Onthophagus cyclographus</i>	1	12.50	0	0.00	1	6.25	3	8.11	6	11.54	10	10.10
<i>Uroxys micros</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	2.70	8	15.38	9	9.09
<i>Onthophagus crinitus</i>	1	12.50	0	0.00	1	6.25	1	2.70	4	7.69	6	6.06
<i>Canthon euryscelis</i>	0	62.50	0	0.00	0	31.25	4	10.81	0	0.00	4	4.04

Escarabajos en trampas de estiércol: época lluviosa

Especie	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Copris laeviceps</i>	93	48.19	77	46.67	170	47.43	142	35.32	78	30.23	390	38.31
<i>Dichotomius agenor</i>	19	9.84	25	15.15	44	12.50	37	9.20	50	19.38	131	12.87
<i>Phaneus wagneri</i>	10	5.18	28	16.97	38	11.08	22	5.47	69	26.74	129	12.67
<i>Canthon cyanellus</i>	14	7.25	14	8.48	28	7.87	49	12.19	5	1.94	82	8.06
<i>Onthophagus longimanus</i>	11	5.70	4	2.42	15	4.06	11	2.74	13	5.04	39	3.83
<i>Canthon euryscelis</i>	16	8.29	4	2.42	20	5.36	40	9.95	7	2.71	67	6.58

Escarabajos en trampas de pescado

Especie	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Canthon cyanellus</i>	1228	84.92	743	87.41	1971	86.17	1061	73.99	834	75.96	3866	80.07
<i>Coprophaneus telamon</i>	86	5.95	40	4.71	126	5.33	182	12.69	71	6.47	379	7.85
<i>Deltochilum pseudoparile</i>	32	2.21	13	1.53	45	1.87	30	2.09	35	3.19	110	2.28
<i>Deltochilum lobipes</i>	18	1.24	7	0.82	25	1.03	26	1.81	48	4.37	99	2.05
<i>Onthophagus sharpi</i>	31	2.14	3	0.35	34	1.25	17	1.19	3	0.27	54	1.12
<i>Canthon euryscelis</i>	7	0.48	1	0.12	8	0.30	14	0.98	23	2.09	45	0.93

Escarabajos en trampas de pescado: época s

Especie	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Canthon cyanellus</i>	331	90.93	84	90.32	415	90.63	383	83.44	130	73.86	928	84.98
<i>Uroxys micros</i>	2	0.55	3	3.23	5	1.89	24	5.23	10	5.68	39	3.57
<i>Deltochilum lobipes</i>	8	2.20	2	2.15	10	2.17	12	2.61	17	9.66	39	3.57
<i>Coprophaneus telamon</i>	8	2.20	1	1.08	9	1.64	6	1.31	1	0.57	16	1.47
<i>Canthon euryscelis</i>	2	0.55	0	0.00	2	0.27	8	1.74	8	4.55	18	1.65
<i>Dichotomius agenor</i>	5	1.37	0	0.00	5	0.69	7	1.53	0	0.00	12	1.10

Escarabajos en trampas de pescado: época lluviosa

Especie	cl1		cl2		cl		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Canthon cyanellus</i>	897	82.90	659	87.05	1556	84.98	678	69.54	704	76.36	2938	78.64
<i>Coprophaneus telamon</i>	78	7.21	39	5.15	117	6.18	176	18.05	70	7.59	363	9.72
<i>Deltochilum pseudoparile</i>	32	2.96	13	1.72	45	2.34	28	2.87	35	3.80	108	2.89
<i>Deltochilum lobipes</i>	10	0.92	5	0.66	15	0.79	14	1.44	31	3.36	60	1.61
<i>Onthophagus sharpi</i>	31	2.87	3	0.40	34	1.63	17	1.74	3	0.33	54	1.45
<i>Phaneus endymion</i>	6	0.55	3	0.40	9	0.48	13	1.33	11	1.19	33	0.88

Cuadro 9. Índices de similaridad de Morisita -Horn para mariposas en las áreas estudiadas, por registros visuales (A) y por los registros en trampas (B), para mariposas.

(A)

	cl	cl1	cl2	ex1	ex2
cl	1	0.659	0.961	0.548	0.942
cl1		1	0.461	0.942	0.437
cl2			1	0.351	0.994
ex1				1	0.325
ex2					1

(B)

	cl	cl1	cl2	ex1	ex2
cl	1	0.969	0.961	0.972	0.917
cl1		1	0.867	0.963	0.826
cl2			1	0.907	0.95
ex1				1	0.886
ex2					1

Cuadro 10. Índices de similaridad de Morisita -Horn, para escarabajos en las áreas estudiadas, en trampas con estiercol de vaca (A) y en trampas con pescado (B).

(A)

	cl	cl1	cl2	ex1	ex2
cl	1	0.989	0.985	0.939	0.821
cl1		1	0.952	0.95	0.774
cl2			1	0.896	0.849
ex1				1	0.782
ex2					1

(B)

	cl	cl1	cl2	ex1	ex2
cl					
cl1		1	0.999	0.986	0.992
cl2			1	0.981	0.988
ex1				1	0.995
ex2					1

Cuadro 11. Índices de diversidad y equidad así como información de riqueza y abundancia para roedores

	cl1	cl2	ex1	ex2
Riqueza	5	4	7	6
Abundancia	54	16	76	60
Diversidad alfa de Fisher	1.336	1.711	1.879	1.659
Diversidad de Shannon-Weiner	1.495	1.06	1.611	1.381
Diversidad de Simpson	4.23	2.79	4.371	3.641
Equidad J	0.724	0.51	0.775	0.664
Equidad de Shannon-Weiner	0.929	0.765	0.828	0.771

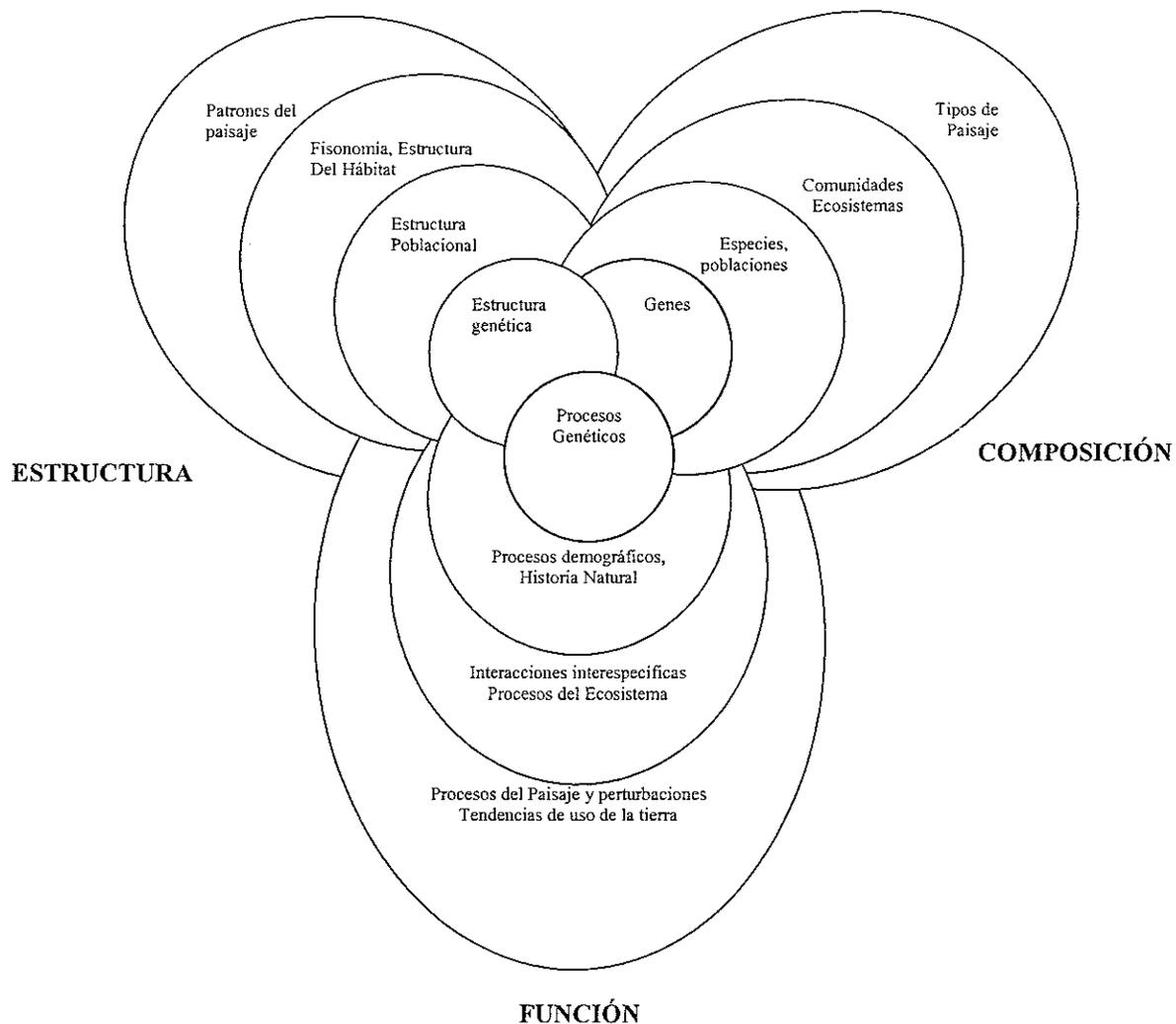
Cuadro 12. Composición de especies por área y éxitos de captura (%). El número entre paréntesis indica el número de individuos capturados-recapturados

Especie	Area				Total por especie
	cl1	cl2	ex1	ex2	
<i>Didelphis marsupialis</i>	-	-	2.63 (2)	1.67 (1)	1.46 (3)
<i>Didelphis virginiana</i>	-	-	-	1.67 (1)	0.49 (1)
<i>Heteromys desmarestianus</i>	37.04 (20)	-	38.16 (29)	23.33 (14)	30.58 (63)
<i>Heteromys gaumeri</i>	24.08 (13)	50 (8)	22.36 (17)	38.33 (23)	29.61(61)
<i>Marmosa mexicana</i>	-	-	1.32 (1)	-	0.49 (1)
<i>Oryzomys melanotis</i>	12.96 (7)	6.25 (1)	13.16 (10)	-	8.74 (18)
<i>Ototylomys phyllotis</i>	12.96 (7)	37.5 (6)	10.53 (8)	28.33 (17)	18.45 (38)
<i>Sigmodon hispidus</i>	12.96 (7)	6.25 (1)	11.84 (9)	6.67 (4)	10.19 (21)
Total por área.	100 (54)	100 (16)	100 (76)	60	100 (206)
Esfuerzo trampeo	1440	1440	2880	2880	8640
Éxito Captura	3.75	1.11	2.64	2.08	2.384

Cuadro 13. Índices de similaridad de Morisita Horn para roedores en las áreas estudiadas.

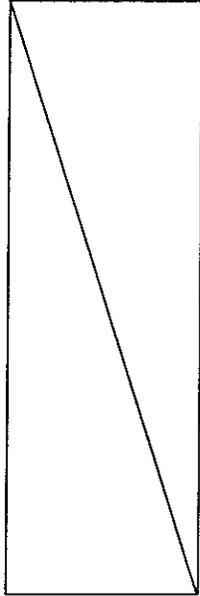
	cl1	cl2	ex1	ex2
cl1	1	0.575	0.995	0.842
cl2		1	0.523	0.881
ex1			1	0.81
ex2				1

10. ANEXOS



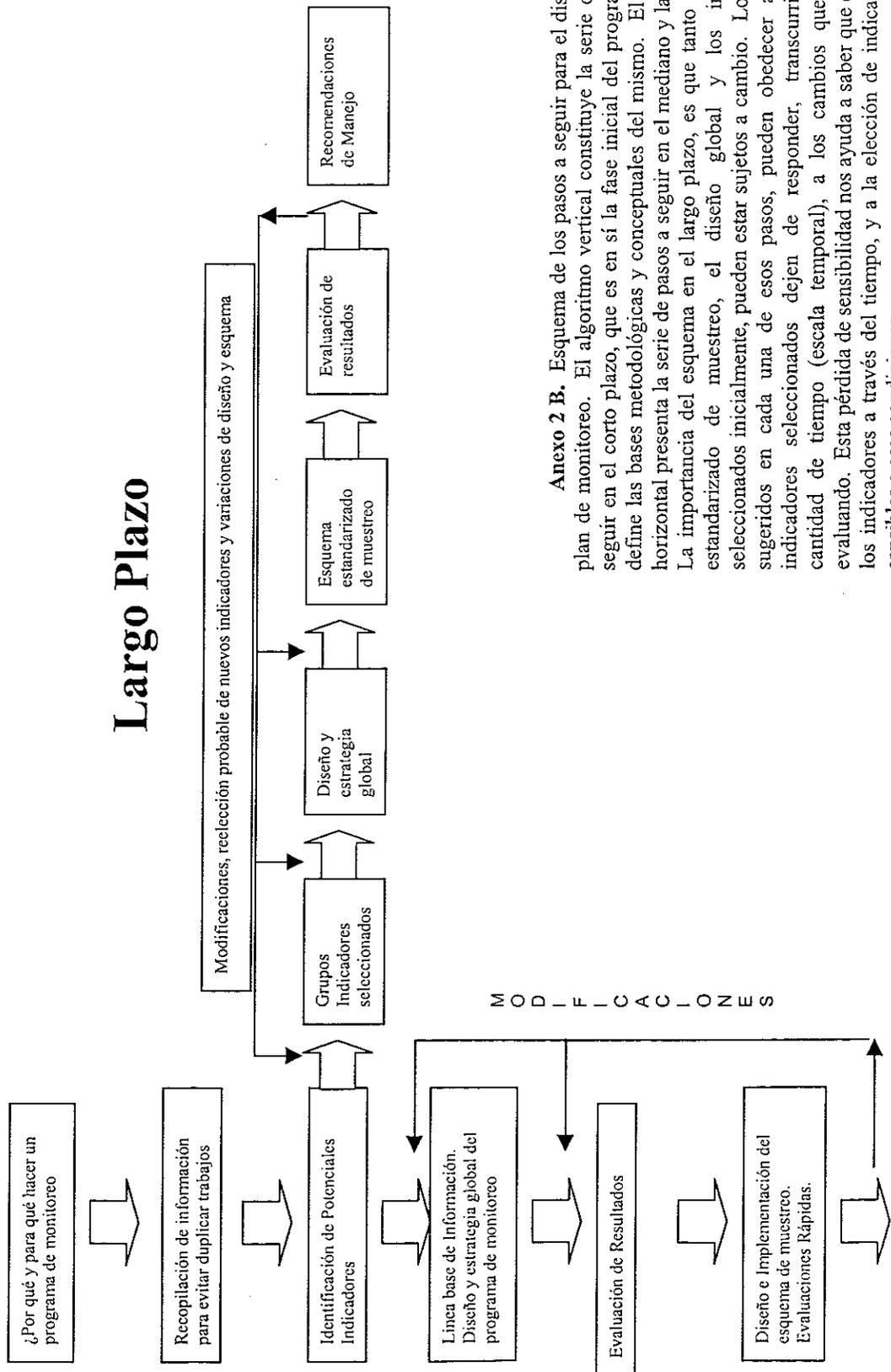
Anexo 1. Organización de la Biodiversidad desde su composición, estructura y función, mostrado como esferas interconectadas abarcando múltiples niveles de organización. Este marco conceptual puede facilitar la selección de indicadores que representen los múltiples aspectos de la biodiversidad que merezcan la atención de programas de monitoreo y evaluación ambiental (tomado de Noss 1990)

Facilidad de extrapolar información a áreas mayores



Representatividad de requerimientos a escala local

Anexo 2 A. La problemática de emplear especies banderas, amenazadas o endémicas radica en lo difícil que resulta extrapolar la información obtenida según sea el caso. En los extremos de este problema puede encontrarse el uso de especies bandera, que poseen requerimientos de hábitat bastante amplios. Se considera que al proteger a estas especies se está protegiendo a una cantidad mucho mayor de otras. El problema radica en la poca representatividad de requerimientos de hábitats específicos de las especies a las cuales supuestamente representan. Por otra parte, el extremo opuesto lo constituyen las especies endémicas, las cuales por poseer requerimientos muy específicos de hábitat, resulta difícil extrapolar la información generada por esas especies hacia áreas mayores. Si bien a una escala local pueden representar adecuadamente los requerimientos de hábitat para varias especies, la información a un nivel mayor no es adecuada.

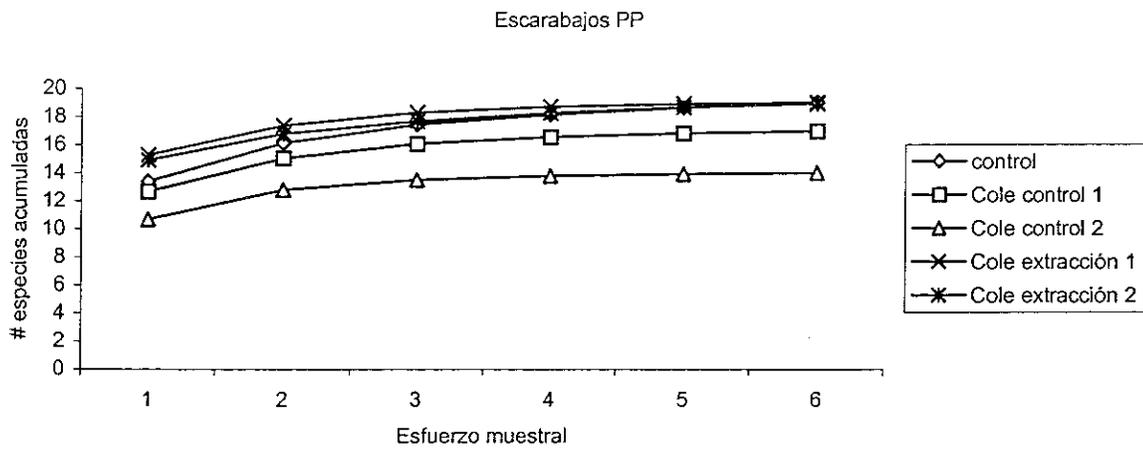
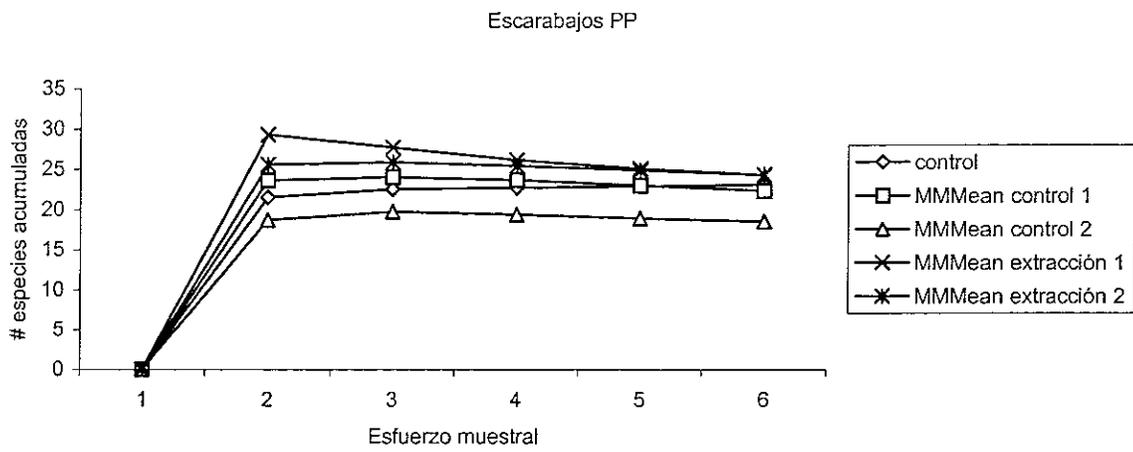
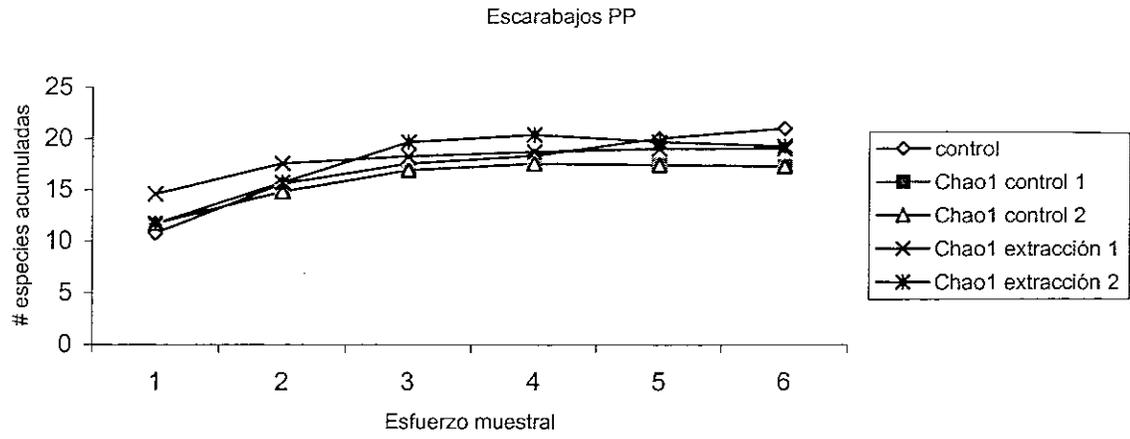


Largo Plazo

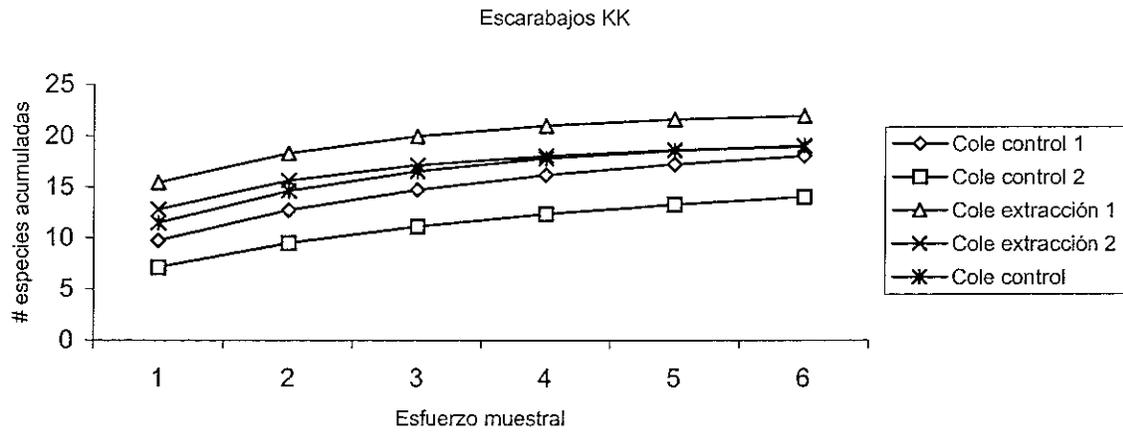
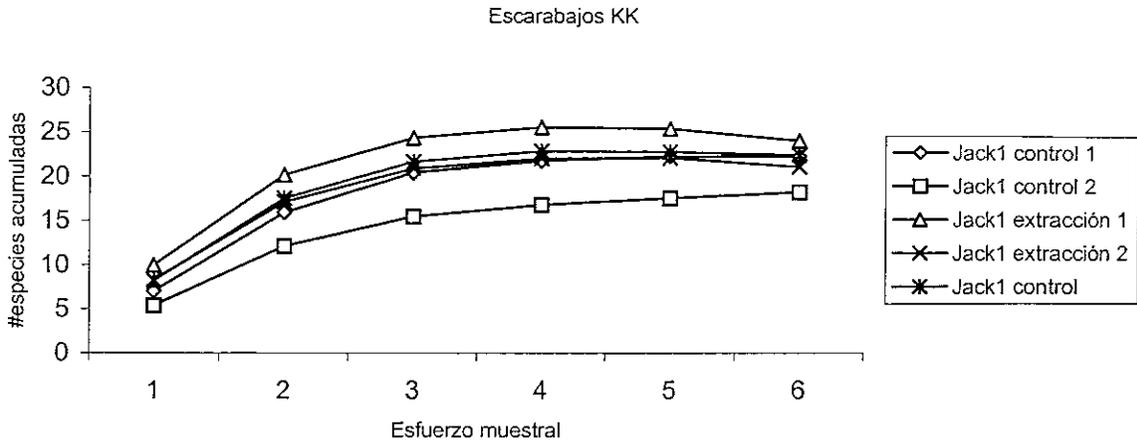
Corto Plazo

Anexo 2 B. Esquema de los pasos a seguir para el diseño de un plan de monitoreo. El algoritmo vertical constituye la serie de pasos a seguir en el corto plazo, que es en sí la fase inicial del programa y que define las bases metodológicas y conceptuales del mismo. El algoritmo horizontal presenta la serie de pasos a seguir en el mediano y largo plazo. La importancia del esquema en el largo plazo, es que tanto el sistema estandarizado de muestreo, el diseño global y los indicadores seleccionados inicialmente, pueden estar sujetos a cambio. Los cambios sugeridos en cada una de esos pasos, pueden obedecer a que los indicadores seleccionados dejen de responder, transcurrido cierta cantidad de tiempo (escala temporal), a los cambios que se estén evaluando. Esta pérdida de sensibilidad nos ayuda a saber que ocurre con los indicadores a través del tiempo, y a la elección de indicadores más sensibles a esas condiciones.

Anexo 3. Curvas de predicción de especies para escarabajos en trampas de pescado.

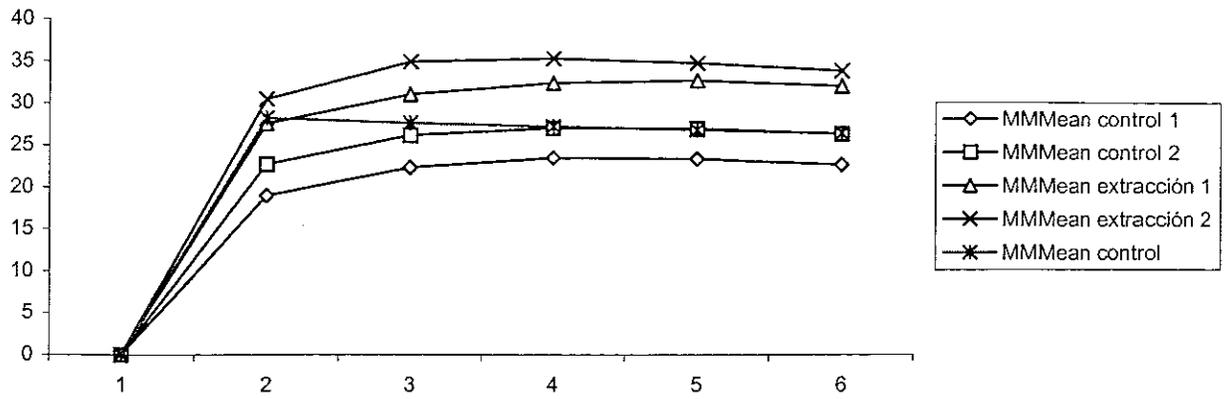


Anexo 3. Curvas de predicción de especies para escarabajos en trampas de estiércol

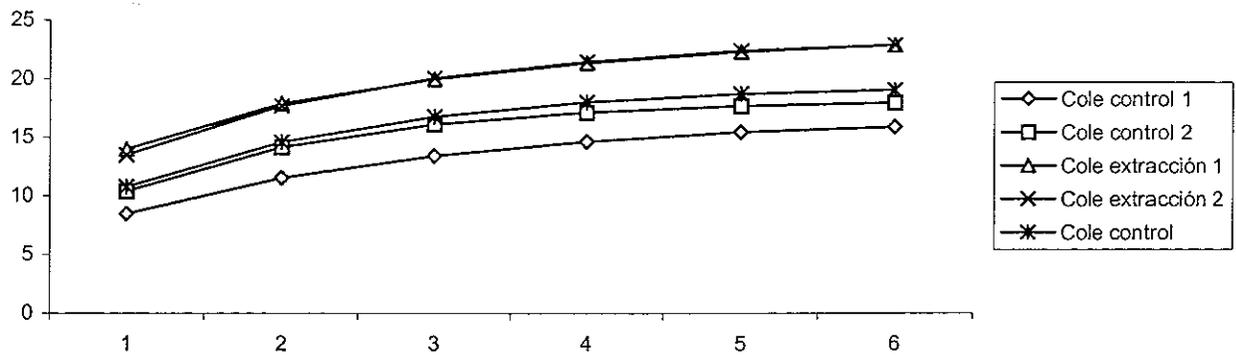


Anexo 3. Curvas de predicción de especies para mariposas en trampas .

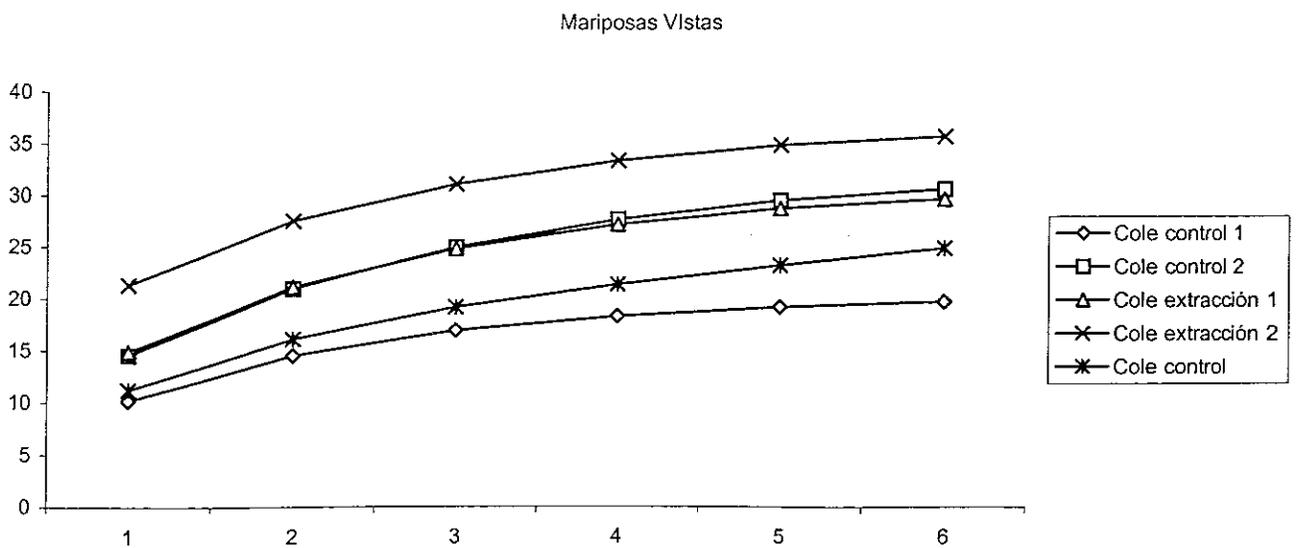
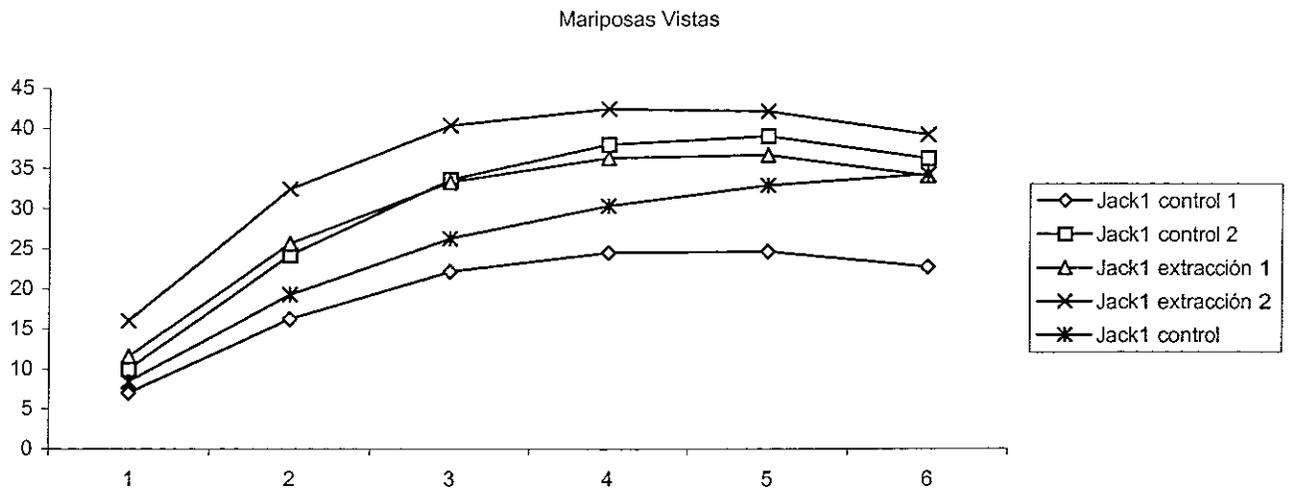
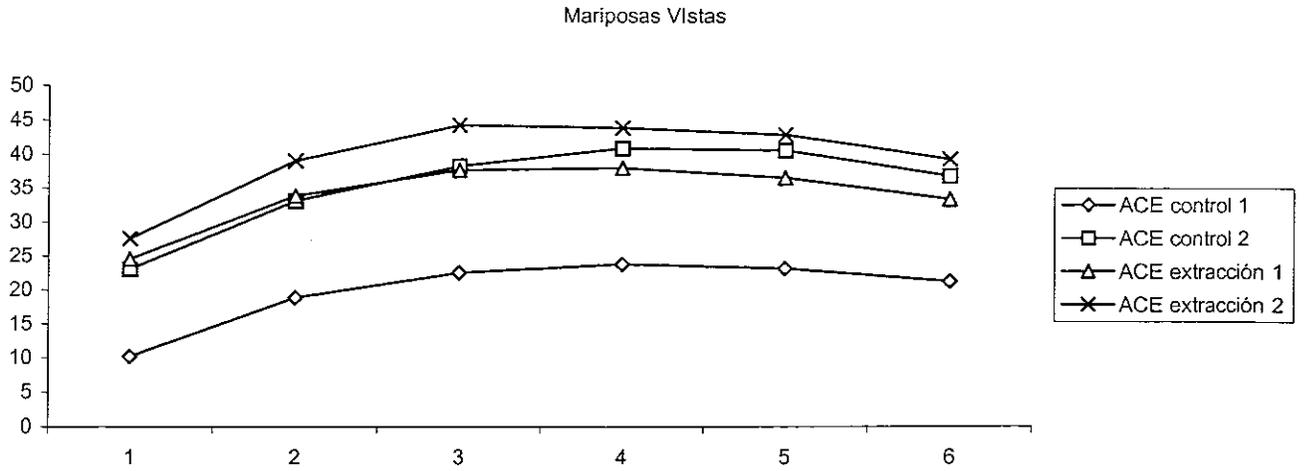
Mariposas en Trampa



Mariposas en Trampa



Anexo 3. Curvas de predicción de especies para mariposas en trampas .



Anexo 4A. Número de individuos por especie de mariposas registradas en trampas por área estudiada en San Miguel La Palotada.

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Archaeoprepona demophoon</i>	31	34.44	17	19.32	48	29.81	25	18.52	121	25.53
<i>Archaeoprepona demophon</i>	23	25.56	23	26.14	33	20.50	25	18.52	104	21.94
<i>Eunica tatila</i>	1	1.11	12	13.64	9	5.59	20	14.81	42	8.86
<i>Smyrna blomfieldia</i>	8	8.89	3	3.41	10	6.21	12	8.89	33	6.96
<i>Colobura dirce</i>	7	7.78	5	5.68	6	3.73	8	5.93	26	5.49
<i>Memphis oenomais</i>	4	4.44	3	3.41	9	5.59	3	2.22	19	4.01
<i>Opsiphanes cassina</i>	4	4.44	4	4.55	4	2.48	5	3.70	17	3.59
<i>Hamadryas amphinome</i>	2	2.22	2	2.27	5	3.11	7	5.19	16	3.38
<i>Cissia glausina</i>	2	2.22	3	3.41	6	3.73	1	0.74	12	2.53
<i>Historis acheronta</i>	1	1.11	3	3.41	5	3.11	3	2.22	12	2.53
<i>Prepona gnorima</i>	0	0.00	3	3.41	2	1.24	7	5.19	12	2.53
<i>Hamadryas februa</i>	1	1.11	1	1.14	5	3.11	3	2.22	10	2.11
<i>Consul electra</i>	1	1.11	2	2.27	4	2.48	1	0.74	8	1.69
<i>Nessaea aglaura</i>	0	0.00	0	0.00	6	3.73	1	0.74	7	1.48
<i>Prepona omphale</i>	1	1.11	1	1.14	1	0.62	3	2.22	6	1.27
<i>Hamadryas feronia</i>	1	1.11	2	2.27	0	0.00	2	1.48	5	1.05
<i>Hamadryas ipthime</i>	2	2.22	0	0.00	1	0.62	2	1.48	5	1.05
<i>Historis odius</i>	0	0.00	2	2.27	0	0.00	3	2.22	5	1.05
<i>Memphis forreri</i>	1	1.11	1	1.14	1	0.62	1	0.74	4	0.84
<i>Memphis chaeronea</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.62	1	0.74	2	0.42
<i>Memphis morvus</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.62	1	0.74	2	0.42
<i>Archaeoprepona meander</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.62	0	0.00	1	0.21
<i>Catonephele numilia</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.62	0	0.00	1	0.21
<i>Hypothesis euclea</i>	0	0.00	1	1.14	0	0.00	0	0.00	1	0.21
<i>Memphis orthesia</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.74	1	0.21
<i>Nica flavilla</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.62	0	0.00	1	0.21
<i>Opsiphanes quiteria</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.62	0	0.00	1	0.21
Total general	90	100.00	88	100.00	161	100.00	135	100.00	474	100.00

Anexo 4 B. Número de individuos por especie de mariposas registradas en trampas en época seca, por área en San Miguel La Palotada

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Archaeoprepona demophoon</i>	22	39.29	5	11.36	37	30.33	6	10.00	70	24.82
<i>Archaeoprepona demophon</i>	7	12.50	10	22.73	20	16.39	7	11.67	44	15.60
<i>Eunica tatila</i>	1	1.79	9	20.45	7	5.74	13	21.67	30	10.64
<i>Smyrna blomfildia</i>	8	14.29	2	4.55	9	7.38	9	15.00	28	9.93
<i>Colobura dirce</i>	3	5.36	5	11.36	6	4.92	5	8.33	19	6.74
<i>Memphis oenomais</i>	4	7.14	2	4.55	9	7.38	2	3.33	17	6.03
<i>Prepona gnorima</i>	0	0.00	2	4.55	2	1.64	7	11.67	11	3.90
<i>Historis acheronta</i>	1	1.79	3	6.82	5	4.10	1	1.67	10	3.55
<i>Cissia glausina</i>	2	3.57	0	0.00	6	4.92	0	0.00	8	2.84
<i>Hamadryas amphinome</i>	1	1.79	0	0.00	5	4.10	2	3.33	8	2.84
<i>Consul electa</i>	1	1.79	1	2.27	4	3.28	0	0.00	6	2.13
<i>Hamadryas februa</i>	1	1.79	1	2.27	2	1.64	2	3.33	6	2.13
<i>Memphis forreri</i>	1	1.79	1	2.27	1	0.82	1	1.67	4	1.42
<i>Prepona omphale</i>	1	1.79	0	0.00	1	0.82	2	3.33	4	1.42
<i>Hamadryas feronia</i>	1	1.79	2	4.55	0	0.00	0	0.00	3	1.06
<i>Historis odius</i>	0	0.00	1	2.27	0	0.00	2	3.33	3	1.06
<i>Hamadryas ipthime</i>	1	1.79	0	0.00	1	0.82	0	0.00	2	0.71
<i>Memphis chaeronea</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.82	1	1.67	2	0.71
<i>Opsiphanes cassina</i>	1	1.79	0	0.00	1	0.82	0	0.00	2	0.71
<i>Archaeoprepona meander</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.82	0	0.00	1	0.35
<i>Catonephele numilia</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.82	0	0.00	1	0.35
<i>Memphis morvus</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.82	0	0.00	1	0.35
<i>Nessaea aglaura</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.82	0	0.00	1	0.35
<i>Nica flavilla</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.82	0	0.00	1	0.35
Total general	56	100.00	44	100.00	122	99.18	60	100.00	282	100.00

Anexo 4 C. Número de individuos por especie de mariposas registradas en trampas en época lluviosa por área en San Miguel La Palotada

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Archaeoprepona demophon	16	47.06	13	30.23	13	34.21	18	25.00	60	32.09
Archaeoprepona demophoon	9	26.47	12	27.91	11	28.95	19	26.39	51	27.27
Opsiphanes cassina	3	8.82	4	9.30	3	7.89	5	6.94	15	8.02
Eunica tatila	0	0.00	3	6.98	2	5.26	7	9.72	12	6.42
Hamadryas amphinome	1	2.94	2	4.65	0	0.00	5	6.94	8	4.28
Colobura dirce	4	11.76	0	0.00	0	0.00	3	4.17	7	3.74
Nessaea aglaura	0	0.00	0	0.00	5	13.16	1	1.39	6	3.21
Smyrna blomfieldia	0	0.00	1	0.00	1	0.00	3	0.00	5	0.00
Cissia glausina	0	0.00	3	6.98	0	0.00	1	1.39	4	2.14
Hamadryas februa	0	0.00	0	0.00	3	7.89	1	1.39	4	2.14
Hamadryas ipthime	1	2.94	0	0.00	0	0.00	2	2.78	3	1.60
Consul electra	0	0.00	1	2.33	0	0.00	1	1.39	2	1.07
Hamadryas feronia	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	2.78	2	1.07
Historis acheronta	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	2.78	2	1.07
Historis odius	0	0.00	1	2.33	0	0.00	1	1.39	2	1.07
Memphis oenomais	0	0.00	1	2.33	0	0.00	1	1.39	2	1.07
Prepona omphale	0	0.00	1	2.33	0	0.00	1	1.39	2	1.07
Hypothyris euclea	0	0.00	1	2.33	0	0.00	0	0.00	1	0.53
Memphis morvus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	1.39	1	0.53
Memphis orthesia	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	1.39	1	0.53
Opsiphanes quiteria	0	0.00	0	0.00	1	2.63	0	0.00	1	0.53
Prepona gnorima	0	0.00	1	2.33	0	0.00	0	0.00	1	0.53
Total general	34	100.00	43	97.67	39	100.00	75	100.00	191	99.47

Anexo 4 D. Número de individuos por especie de mariposas registradas visualmente en cada área estudiada en San Miguel La Palotada

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Eurytides philolaus</i>	3	5.26	73	48.03	0	0.00	212	52.09	288	39.67
<i>Archaeoprepona demophon</i>	20	35.09	28	18.42	37	33.64	76	18.67	161	22.18
<i>Archaeoprepona demophon</i>	11	19.30	9	5.92	30	27.27	24	5.90	74	10.19
<i>Cissia glausina</i>	2	3.51	5	3.29	7	6.36	9	2.21	23	3.17
<i>Eunica tatila</i>	0	0.00	8	5.26	1	0.91	14	3.44	23	3.17
<i>Eumaeus toxea</i>	1	1.75	3	1.97	4	3.64	10	2.46	18	2.48
<i>Colobura dirce</i>	5	8.77	1	0.66	3	2.73	7	1.72	16	2.20
<i>Appias drusilla</i>	1	1.75	4	2.63	1	0.91	9	2.21	15	2.07
<i>Heliconius erato</i>	0	0.00	5	3.29	3	2.73	6	1.47	14	1.93
<i>Dryas julia</i>	2	3.51	2	1.32	3	2.73	4	0.98	11	1.52
<i>Hamadryas februa</i>	1	1.75	2	1.32	2	1.82	5	1.23	10	1.38
<i>Historis acheronta</i>	2	3.51	0	0.00	6	5.45	2	0.49	10	1.38
<i>Juditha molpe</i>	0	0.00	2	1.32	0	0.00	5	1.23	7	0.96
<i>Morpho peleides</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	1.47	6	0.83
<i>Lycorea cleobaea</i>	2	3.51	2	1.32	1	0.91	0	0.00	5	0.69
<i>Hamadryas amphinome</i>	0	0.00	1	0.66	1	0.91	2	0.49	4	0.55
<i>Smyrna blomfieldia</i>	0	0.00	1	0.66	1	0.91	2	0.49	4	0.55
<i>Caligo memnon</i>	3	5.26	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.41
<i>Cissia similis</i>	2	3.51	1	0.66	0	0.00	0	0.00	3	0.41
<i>Parides iphidamas</i>	1	1.75	0	0.00	0	0.00	2	0.49	3	0.41
<i>Taygetis mermeria</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.91	2	0.49	3	0.41
<i>Caligo urans</i>	0	0.00	1	0.66	0	0.00	1	0.25	2	0.28
<i>Cissia hesione</i>	0	0.00	0	0.00	2	1.82	0	0.00	2	0.28
<i>Consul electra</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.91	1	0.25	2	0.28
<i>Eumaeus sp1</i>	0	0.00	0	0.00	2	1.82	0	0.00	2	0.28
<i>Eurema nise</i>	0	0.00	1	0.66	0	0.00	1	0.25	2	0.28
<i>Hamadryas feronia</i>	0	0.00	1	0.66	1	0.91	0	0.00	2	0.28
<i>Hamadryas ipthime</i>	1	1.75	0	0.00	1	0.91	0	0.00	2	0.28
<i>Opsiphanes cassina</i>	0	0.00	1	0.66	0	0.00	1	0.25	2	0.28
<i>Siproeta stelenes</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.49	2	0.28
<i>Cissia confusa</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.91	0	0.00	1	0.14
<i>Cissia metaleuca</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.25	1	0.14
<i>Historis odius</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.25	1	0.14
<i>Marpesia chiron</i>	0	0.00	1	0.66	0	0.00	0	0.00	1	0.14
<i>Memphis oenomais</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.25	1	0.14
<i>Nessaia aglaura</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.91	0	0.00	1	0.14
<i>Prepona gnorima</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.25	1	0.14
Total general	57	100.00	152	100.00	110	100.00	407	100.00	726	100.00

Anexo 4 E. Número de individuos por especie de mariposas registradas visualmente en época seca en cada área estudiada en San Miguel La Palotada

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Eurytides philolaus</i>	3	7.14	73	76.04	0	0.00	212	70.90	288	56.58
<i>Archaeoprepona demophon</i>	18	42.86	6	6.25	25	34.72	46	15.38	95	18.66
<i>Archaeoprepona demophoon</i>	10	23.81	3	3.13	22	30.56	6	2.01	41	8.06
<i>Eunica tatila</i>	0	0.00	6	6.25	1	1.39	10	3.34	17	3.34
<i>Eumaeus toxea</i>	0	0.00	3	3.13	3	4.17	6	2.01	12	2.36
<i>Historis acheronta</i>	2	4.76	0	0.00	6	8.33	1	0.33	9	1.77
<i>Cissia glausina</i>	1	2.38	0	0.00	3	4.17	3	1.00	7	1.38
<i>Colobura dirce</i>	3	7.14	1	1.04	2	2.78	1	0.33	7	1.38
<i>Appias drusilla</i>	0	0.00	1	1.04	0	0.00	4	1.34	5	0.98
<i>Hamadryas februa</i>	1	2.38	1	1.04	1	1.39	2	0.67	5	0.98
<i>Cissia similis</i>	2	4.76	1	1.04	0	0.00	0	0.00	3	0.59
<i>Cissia hesione</i>	0	0.00	0	0.00	2	2.78	0	0.00	2	0.39
<i>Hamadryas amphinome</i>	0	0.00	0	0.00	1	1.39	1	0.33	2	0.39
<i>Smyrna blomfieldia</i>	0	0.00	0	0.00	1	1.39	1	0.33	2	0.39
<i>Caligo memnon</i>	1	2.38	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.20
<i>Cissia metaleuca</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.33	1	0.20
<i>Consul electra</i>	0	0.00	0	0.00	1	1.39	0	0.00	1	0.20
<i>Dryas julia</i>	0	0.00	0	0.00	1	1.39	0	0.00	1	0.20
<i>Eumaeus sp1</i>	0	0.00	0	0.00	1	1.39	0	0.00	1	0.20
<i>Eurema nise</i>	0	0.00	1	1.04	0	0.00	0	0.00	1	0.20
<i>Hamadryas feronia</i>	0	0.00	0	0.00	1	1.39	0	0.00	1	0.20
<i>Hamadryas ipthime</i>	1	2.38	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.20
<i>Historis odius</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.33	1	0.20
<i>Juditha molpe</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.33	1	0.20
<i>Lycorea cleobaea</i>	0	0.00	0	0.00	1	1.39	0	0.00	1	0.20
<i>Prepona gnorima</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.33	1	0.20
<i>Siproeta stelenes</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.33	1	0.20
<i>Taygetis mermeria</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.33	1	0.20
Total general	42	100.00	96	100.00	72	100.00	299	100.00	509	100.00

Anexo 4F. Número de individuos por especie de mariposas registradas visualmente en época lluviosa en cada área estudiada en San Miguel La Palotada

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Archaeoprepona demophon</i>	2	13.33	22	39.29	12	31.58	30	27.78	66	30.41
<i>Archaeoprepona demophoon</i>	1	6.67	6	10.71	8	21.05	18	16.67	33	15.21
<i>Cissia glausina</i>	1	6.67	5	8.93	4	10.53	6	5.56	16	7.37
<i>Heliconius erato</i>	0	0.00	5	8.93	3	7.89	6	5.56	14	6.45
<i>Appias drusilla</i>	1	6.67	3	5.36	1	2.63	5	4.63	10	4.61
<i>Dryas julia</i>	2	13.33	2	3.57	2	5.26	4	3.70	10	4.61
<i>Colobura dirce</i>	2	13.33	0	0.00	1	2.63	6	5.56	9	4.15
<i>Eumaeus toxea</i>	1	6.67	0	0.00	1	2.63	4	3.70	6	2.76
<i>Eunica tatila</i>	0	0.00	2	3.57	0	0.00	4	3.70	6	2.76
<i>Juditha molpe</i>	0	0.00	2	3.57	0	0.00	4	3.70	6	2.76
<i>Morpho peleides</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	5.56	6	2.76
<i>Hamadryas februa</i>	0	0.00	1	1.79	1	2.63	3	2.78	5	2.30
<i>Lycorea cleobaea</i>	2	13.33	2	3.57	0	0.00	0	0.00	4	1.84
<i>Parides iphidamas</i>	1	6.67	0	0.00	0	0.00	2	1.85	3	1.38
<i>Caligo memnon</i>	2	13.33	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.92
<i>Caligo urans</i>	0	0.00	1	1.79	0	0.00	1	0.93	2	0.92
<i>Hamadryas amphinome</i>	0	0.00	1	1.79	0	0.00	1	0.93	2	0.92
<i>Opsiphanes cassina</i>	0	0.00	1	1.79	0	0.00	1	0.93	2	0.92
<i>Smyrna blomfieldia</i>	0	0.00	1	1.79	0	0.00	1	0.93	2	0.92
<i>Taygetis mermeria</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.63	1	0.93	2	0.92
<i>Cissia confusa</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.63	0	0.00	1	0.46
<i>Consul electra</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.93	1	0.46
<i>Eumaeus sp1</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.63	0	0.00	1	0.46
<i>Eurema nise</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.93	1	0.46
<i>Hamadryas feronia</i>	0	0.00	1	1.79	0	0.00	0	0.00	1	0.46
<i>Hamadryas ipthime</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.63	0	0.00	1	0.46
<i>Historis acheronta</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.93	1	0.46
<i>Marpesia chiron</i>	0	0.00	1	1.79	0	0.00	0	0.00	1	0.46
<i>Memphis oenomais</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.93	1	0.46
<i>Nessaea aglaura</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.63	0	0.00	1	0.46
<i>Siproeta stelenes</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.93	1	0.46
Total general	15	100.00	56	100.00	38	100.00	108	100.00	217	100.00

ANEXO 5. Información de especies de lepidópteros diurnos colectados en San Miguel La Palotada. Las fuentes consultadas son Austin *et al* (1996) y De Vries (1987). Se utilizaron las clasificaciones de habitat mencionadas por Austin y colaboradores. Los meses del año están indicados por números.

Especie	Meses	Habitat I	Abundancia	Comentarios
<i>Appias drusilla</i>	1 al 12	P,B,D,G,E	A	Común en todos los hábitats excepto en barbechos viejos y bosque bajo. Abundante de abr-jul.
<i>Archaeoprepona demophon</i>	1 al 12	P,B, D, G	A	Picos de abundancia en Mar-Abr; Jul-Ago
<i>Archaeoprepona demophon</i>	1 al 12	P,B, D, G	A	Común en bosque primario y bosque de tierras altas perturbado
<i>Archaeoprepona meander</i>	1 al 12	P,B, D, G	C	Picos de abundancia en Mar, Jun-Ago
<i>Caligo memnon</i>	2 al 112	B, G	U	Común en guamilles viejos
<i>Caligo urans</i>	3 al 12	P, B, D	U	Más común en bosque de tierras altas
<i>Catonephele numilia</i>	1 al 11	B,D,G,E	C	Prefieren sitios abiertos, como claros, bordes
<i>Cissia confusa</i>	1 al 12	P	C?	Se encuentra en la sombra del sotobosque o del subdosel.
<i>Cissia glausina</i>				
<i>Cissia hesione</i>		P, G,E	C	Principalmente en bosque
<i>Cissia metalauca</i>		P,D, E	C	Común en época seca.
<i>Cissia similis</i>	1 al 12	P, E, G	C	Picos de abundancia en jun-ago.
<i>Colobura dirce</i>	1 al 12	P,D, B, G	C	Principalmente en bosque secundario, especie de dosel.
<i>Consul electra</i>	1 al 12	P, B, D, G,E	C	Ocurre en todos los hábitats es común en época seca
<i>Dryas julia</i>	1 al 12	P, B, D, G,E	A	Comun en guamilles viejos y bajos. Picos de abundancia feb-abr y jun-ago
<i>Eumacrus sp1</i>				
<i>Eumacrus toxca</i>	1 al 12	P,B, D, G, E	A	Común en todos los hábitats especialmente en mar-may
<i>Eunica tatila</i>	1 al 12	P,B,G	A	Pico de abundancia en Jul, especialmente en barbechos juvenes
<i>Eurema nise</i>	1 al 12	B,D,G,E	A	Pico de abundancia en mar-abr y jun-ago, comun en barbechos juvenes
<i>Eurytides philolaus</i>	3,4,5,6,7	G, E	A	común a orillas de caminos y zonas abierta (obs per)
<i>Hamadryas amphinome</i>	1 al 12	P, B, G	C	Picos de abundancia en mar- abr y otu-nov. Asociada a menudo a guamilles. A veces en dosel
<i>Hamadryas februa</i>	1 al 12	D, G, E	A	Pico de abundancia en mar-jul (época seca) Asociado a bosque perturbado
<i>Hamadryas feronia</i>	1 al 12	D, G	A	comun en feb-sept. Aparentemente ligada a bosque.
<i>Hamadryas ipithime</i>	3 al 11	P,D, G	U	Puede encontrarse a lo largo de caminos y claros
<i>Heliconius erato</i>	1 al 12	B, G, E	C	Comun en bordes de bosques, pero no en bosque primario, picos de abundancia en feb-abr y jul-sep
<i>Historis acheronta</i>	1 al 12	P, B, D, G	C	Comun en terrenos de barbechos entre jun-jul
<i>Historis odius</i>	1 al 12	P, B, D,G	A	comun en postos y bosques de tierras altas, entre feb-nov y pico de abundancia en jun
<i>Hypothyris euclea</i>	?	P	U	Común en bosque primario y ocasionalmente en sitios abiertos cuando migra.
<i>Juditha molpe</i>	1 al 12	P,B,D,G,E	A	Pico de abundancia en jun-jul, comun en bosques y barbechos viejos
<i>Lycorea cleobaea</i>	1 al 11	P,D,G,E	C	Pico de abundancia en Jul, especialmente en barbechos juvenes
<i>Marpesia chiron</i>	1 al 11	P,B,D,G,E	A	Común en charcos a orillas de caminos, en barbechos viejos y bosque bajo, Comun abr-jul. Pico de abundancia en Jul.
<i>Memphis chaeronea</i>		P	C	Especies de dosel y subdosel
<i>Memphis forreri</i>	1 al 12	P,B,D,G,E	C	Comun en barbechos viejos y bosque bajo, en mar-jun, pico de abundancia en mar-abr
<i>Memphis morvus</i>	1 al 12	P, B, D, G	C	Especie de bosque mas común en el dosel que en el sotobosque.
<i>Memphis oenomais</i>	7	G	R	De las pocas Memphis que vuelan en áreas abiertas, común en áreas perturbadas.

Especie	Meses	Habitat	Abundancia	Comentarios
<i>Memphis orthesia</i>		P,E	U	
<i>Morpho peleides</i>	3 al 12	P,B,D,G,E	C	Especie de dosel se encuentran en barrancos escarpados comun en el bosque "bajo", pico de abundancia en apr-may, ago-sep y nov
<i>Nessaea aglaura</i>	2 al 12	P,G,E	U	Intolerante a areas perturbadas, puede encontrarse sin embargo en claros y caminos en el bosque
<i>Nica flavilla</i>	1 al 12	P,B,D,G,E	C	Pico de abundancia en abr-may. Ocasional en el bosque, principalmente en bordes y claros
<i>Opsiphanes cassina</i>	1 al 11	P,B,D,G	C	Comun en bosques primarios, pico de abundancia en jul-ago y oct
<i>Opsiphanes quiteria</i>	1,6,7,9,11	P,D	R	Aparentemente visitan habitats de borde
<i>Parides iphidamas</i>	1 al 11	P,B,D,G,E	C	Pico de abundancia en abr-may. Tolerante a gran variedad de habitats. Se pueden ver en bordes y claros.
<i>Prepona gnorima</i>	3,4,6,8,9,10	P,G	R	
<i>Prepona omphale</i>	3 al 12	P,B,G,E	C	Encontrada a lo largo de bordes y claros. Los machos perchan en el dosel o subdosel
<i>Siproeta stelenes</i>	1 al 12	G,E	U	Vista frecuentemente en área abierta.y bordes.
<i>Smyrna blomfieldia</i>	1 al 12	P,B,D,G	C	Comun en barbechos viejos en may-ago.
<i>Taygetis mermeria</i>	1 al 12	P,B,D	U	Asociada a bosque deciduo, guamiles.

Clave de Habitat: Bosque Alto Primario (P), Bosque Bajo Primario (B), Bosque Perturbado (D), Vegetación secundaria (G) y Habitat de borde (E)
Clave de Abundancia: Abundante (A), Común (C), Poco Común (U) y Rara (R).

Anexo 6B. Número de individuos por especie de escarabajos colectados en trampa con estiércol de vaca en época seca, por área estudiada en San Miguel La Palotada

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Onthophagus longimanus</i>	1	12.50	1	50.00	9	24.32	31	59.62	42	42.42
<i>Copris laeviceps</i>	2	25.00	0	0.00	12	32.43	1	1.92	15	15.15
<i>Onthophagus cyclographus</i>	1	12.50	0	0.00	3	8.11	6	11.54	10	10.10
<i>Uroxys micros</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.70	8	15.38	9	9.09
<i>Onthophagus crinitus</i>	1	12.50	0	0.00	1	2.70	4	7.69	6	6.06
<i>Canthon euryscelis</i>	0	0.00	0	0.00	4	10.81	0	0.00	4	4.04
<i>Onthophagus aff luismargaritorum</i>	1	12.50	0	0.00	2	5.41	0	0.00	3	3.03
<i>Canthon cyanellus</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.70	1	1.92	2	2.02
<i>Onthophagus batesi</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.70	1	1.92	2	2.02
<i>Eurysternus caribaeus</i>	1	12.50	1	50.00	0	0.00	0	0.00	2	2.02
<i>Dichotomius agenor</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.70	0	0.00	1	1.01
<i>Megathoposoma candezei</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.70	0	0.00	1	1.01
<i>Dichotomius aff colonicus</i>	0	0.00	0	0.00	1	2.70	0	0.00	1	1.01
<i>Onthophagus landolti</i>	1	12.50	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	1.01
Total general	8	100.00	2.00	100.00	37	100.00	52	100.00	99	100.00

Anexo 6C. Número de individuos por especie de escarabajos colectados en trampa con estiércol de vaca en época lluviosa, por área estudiada en San Miguel La Palotada

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Copris laeviceps</i>	93	48.19	77	46.67	142	35.32	78	30.23	390	38.31
<i>Dichotomius agenor</i>	19	9.84	25	15.15	37	9.20	50	19.38	131	12.87
<i>Phaneus wagneri</i>	10	5.18	28	16.97	22	5.47	69	26.74	129	12.67
<i>Canthon cyanellus</i>	14	7.25	14	8.48	49	12.19	5	1.94	82	8.06
<i>Onthophagus longimanus</i>	11	5.70	4	2.42	11	2.74	13	5.04	39	3.83
<i>Canthon euryscelis</i>	16	8.29	4	2.42	40	9.95	7	2.71	67	6.58
<i>Onthophagus crinitus</i>	12	6.22	2	1.21	28	6.97	16	6.20	58	5.70
<i>Canthidium centrale</i>	2	1.04	0	0.00	27	6.72	1	0.39	30	2.95
<i>Uroxys micros</i>	2	1.04	0	0.00	11	2.74	0	0.00	13	1.28
<i>Phaneus sallei</i>	4	2.07	1	0.61	11	2.74	4	1.55	20	1.96
<i>Onthophagus aff luismargaritorum</i>	2	1.04	1	0.61	10	2.49	2	0.78	15	1.47
<i>Onthophagus cyclographus</i>	1	0.52	4	2.42	0	0.00	1	0.39	6	0.59
<i>Canthon femoralis</i>	1	0.52	2	1.21	3	0.75	4	1.55	10	0.98
<i>Phaneus endymion</i>	2	1.04	0	0.00	3	0.75	2	0.78	7	0.69
<i>Onthophagus sharpi</i>	3	1.55	0	0.00	2	0.50	0	0.00	5	0.49
<i>Megathoposoma candezei</i>	1	0.52	2	1.21	0	0.00	0	0.00	3	0.29
<i>Dichotomius aff colonicus</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.25	3	1.16	4	0.39
<i>Onthophagus batesi</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.25	0	0.00	1	0.10
<i>Canthon morsei</i>	0	0.00	1	0.61	1	0.25	0	0.00	2	0.20
<i>Deltochilum scabriusculum</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.25	1	0.39	2	0.20
<i>Eurysternus caribaeus</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Coprophaneus telamon</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.25	0	0.00	1	0.10
<i>Deltochilum lobipes</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.39	1	0.10
<i>Onthophagus landolti</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Onthophagus maya</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.39	1	0.10
<i>Onthophagus incensus</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.25	0	0.00	1	0.10
Total general	193	100.00	165	100.00	402	100.00	258	100.00	1018	100.00

Anexo 6D. Número de individuos por especie de escarabajos colectados en trampa con pescado podrido, por área estudiada en San Miguel La Palotada

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total general	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Canthon cyanellus</i>	1228	84.92	743	87.41	1061	73.99	834	75.96	3866	80.07
<i>Coprophaneus telamon</i>	86	5.95	40	4.71	182	12.69	71	6.47	379	7.85
<i>Deltochilum pseudoparile</i>	32	2.21	13	1.53	30	2.09	35	3.19	110	2.28
<i>Deltochilum lobipes</i>	18	1.24	7	0.82	26	1.81	48	4.37	99	2.05
<i>Onthophagus sharpi</i>	31	2.14	3	0.35	17	1.19	3	0.27	54	1.12
<i>Canthon euryscelis</i>	7	0.48	1	0.12	14	0.98	23	2.09	45	0.93
<i>Uroxys micros</i>	3	0.21	5	0.59	24	1.67	12	1.09	44	0.91
<i>Dichotomius agenor</i>	10	0.69	6	0.71	19	1.32	5	0.46	40	0.83
<i>Phaneus endymion</i>	9	0.62	4	0.47	14	0.98	11	1.00	38	0.79
<i>Copris laeviceps</i>	4	0.28	6	0.71	17	1.19	9	0.82	36	0.75
<i>Canthon morsei</i>	3	0.21	13	1.53	6	0.42	10	0.91	32	0.66
<i>Onthophagus crinitus</i>	0	0.00	3	0.35	7	0.49	10	0.91	20	0.41
<i>Onthophagus aff luismargaritorum</i>	5	0.35	0	0.00	4	0.28	10	0.91	19	0.39
<i>Deltochilum scabriusculum</i>	0	0.00	4	0.47	2	0.14	5	0.46	11	0.23
<i>Phaneus wagneri</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	8	0.73	8	0.17
<i>Onthophagus longimanus</i>	2	0.14	2	0.24	2	0.14	1	0.09	7	0.14
<i>Onthophagus rhinolophus</i>	4	0.28	0	0.00	3	0.21	0	0.00	7	0.14
<i>Onthophagus maya</i>	2	0.14	0	0.00	3	0.21	1	0.09	6	0.12
<i>Onthophagus</i>	0	0.00	0	0.00	2	0.14	0	0.00	2	0.04
<i>Onthophagus cyclographus</i>	1	0.07	0	0.00	0	0.00	1	0.09	2	0.04
<i>Canthidium centrale</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.07	0	0.00	1	0.02
<i>Pseudocanthon perplexus</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.09	1	0.02
<i>Onthophagus landolti</i>	1	0.07	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02
Total general	1446	100.00	850	100.00	1434	100.00	1098	100.00	4828	100.00

Anexo 6E. Número de individuos por especie de escarabajos colectados en trampa con pescado podrido en época seca, por área estudiada en San Miguel La Palotada

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Canthon cyanellus</i>	331	90.93	84	90.32	383	83.44	130	73.86	928	84.98
<i>Uroxys micros</i>	2	0.55	3	3.23	24	5.23	10	5.68	39	3.57
<i>Deltochilum lobipes</i>	8	2.20	2	2.15	12	2.61	17	9.66	39	3.57
<i>Coprophanes telamon</i>	8	2.20	1	1.08	6	1.31	1	0.57	16	1.47
<i>Canthon euryscelis</i>	2	0.55	0	0.00	8	1.74	8	4.55	18	1.65
<i>Dichotomius agenor</i>	5	1.37	0	0.00	7	1.53	0	0.00	12	1.10
<i>Onthophagus aff luismargaritorum</i>	2	0.55	0	0.00	2	0.44	6	3.41	10	0.92
<i>Phaneus endymion</i>	3	0.82	1	1.08	1	0.22	0	0.00	5	0.46
<i>Copris laeviceps</i>	0	0.00	0	0.00	5	1.09	0	0.00	5	0.46
<i>Onthophagus longimanus</i>	2	0.55	1	1.08	1	0.22	0	0.00	4	0.37
<i>Onthophagus crinitus</i>	0	0.00	0	0.00	3	0.65	2	1.14	5	0.46
<i>Canthon morsei</i>	0	0.00	1	1.08	1	0.22	0	0.00	2	0.18
<i>Deltochilum pseudoparile</i>	0	0.00	0	0.00	2	0.44	0	0.00	2	0.18
<i>Onthophagus</i>	0	0.00	0	0.00	2	0.44	0	0.00	2	0.18
<i>Onthophagus cyclographus</i>	1	0.27	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.09
<i>Onthophagus rhinolophus</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.22	0	0.00	1	0.09
<i>Onthophagus maya</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.22	0	0.00	1	0.09
<i>Deltochilum scabriusculum</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.57	1	0.09
<i>Pseudocanthon perplexus</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.57	1	0.09
Total general	364	100.00	93	100.00	459	100.00	176	100.00	1092	100.00

Anexo 6F. Número de individuos por especie de escarabajos colectados en trampa con pescado podrido en época lluviosa, por área estudiada en San Miguel La Palotada

Especie	cl1		cl2		ex1		ex2		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Canthon cyanellus</i>	897	82.90	659	87.05	678	69.54	704	76.36	2938	78.64
<i>Coprophanes telamon</i>	78	7.21	39	5.15	176	18.05	70	7.59	363	9.72
<i>Deltochilum pseudoparile</i>	32	2.96	13	1.72	28	2.87	35	3.80	108	2.89
<i>Deltochilum lobipes</i>	10	0.92	5	0.66	14	1.44	31	3.36	60	1.61
<i>Onthophagus sharpi</i>	31	2.87	3	0.40	17	1.74	3	0.33	54	1.45
<i>Phaneus endymion</i>	6	0.55	3	0.40	13	1.33	11	1.19	33	0.88
<i>Copris laeviceps</i>	4	0.37	6	0.79	12	1.23	9	0.98	31	0.83
<i>Canthon morsei</i>	3	0.28	12	1.59	5	0.51	10	1.08	30	0.80
<i>Dichotomius agenor</i>	5	0.46	6	0.79	12	1.23	5	0.54	28	0.75
<i>Canthon euryscelis</i>	5	0.46	1	0.13	6	0.62	15	1.63	27	0.72
<i>Onthophagus crinitus</i>	0	0.00	3	0.40	4	0.41	8	0.87	15	0.40
<i>Deltochilum scabriusculum</i>	0	0.00	4	0.53	2	0.21	4	0.43	10	0.27
<i>Onthophagus aff luismargaritorum</i>	3	0.28	0	0.00	2	0.21	4	0.43	9	0.24
<i>Phaneus wagneri</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	8	0.87	8	0.21
<i>Onthophagus rhinolophus</i>	4	0.37	0	0.00	2	0.21	0	0.00	6	0.16
<i>Onthophagus maya</i>	2	0.18	0	0.00	2	0.21	1	0.11	5	0.13
<i>Uroxys micros</i>	1	0.09	2	0.26	0	0.00	2	0.22	5	0.13
<i>Onthophagus longimanus</i>	0	0.00	1	0.13	1	0.10	1	0.11	3	0.08
<i>Canthidium centrale</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.10	0	0.00	1	0.03
<i>Onthophagus landolti</i>	1	0.09	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.03
<i>Onthophagus cyclographus</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.11	1	0.03
Total general	1082	100.00	757	100.00	975	100.00	922	100.00	3736	100.00

Anexo 7. Información de especies de escarabajos copronecrofagos reportados para la RBM, Petén, Guatemala.

Especie

Comentarios

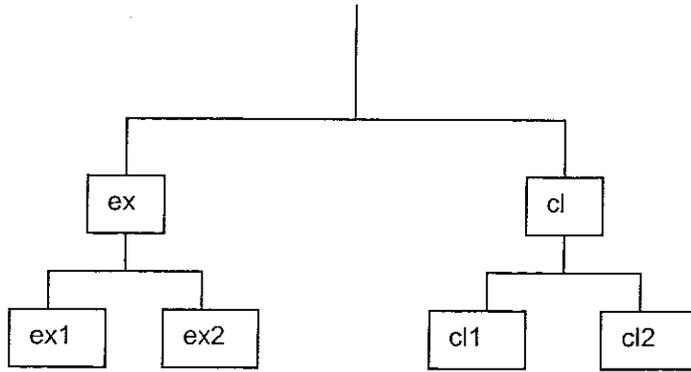
<i>Copris laeviceps</i>	Especie cavadora coprofaga y nocturna. Colectada principalmente en estiércol de vaca, también en heces humanas. Reportado en heces de <i>Alloua palliata</i> (Estrada y Coates-Estrada 1991)
<i>Copris lugubris</i>	Especie cavadora coprofaga y nocturna (ver también Gill 1991). Colectada en estiércol de vaca en potreros y guamilles muy jóvenes
<i>Coprophaneus telamon</i>	Especie nocturna copronecrofaga (Gill 1991)
<i>Sulcophaneus chryseicollis</i>	Especie cavadora ,coprofaga y aparentemente diurna. Raro. Colectado un espécimen en heces de vaca.
<i>Phaneus sallei</i>	Especie cavadora, coprofaga y nocturna. Exclusiva de zonas de bosque primario.
<i>Phaneus wagneri</i>	Especie cavadora, coprofaga y nocturna, exclusiva de bosque primario.
<i>Phaneus endymion</i>	Especie cavadora y principalmente necrofaga. Colectado en pescado y ocasionalmente en heces de vaca.
<i>Onthophagus batesi</i>	Reportado en heces de <i>Alloua palliata</i> (Estrada y Coates-Estrada 1991)
<i>Onthophagus incensus</i>	Especie cavadora, coprofaga, nocturna y crepuscular. Colectado principalmente en heces de vaca. En la RBM común en potreros y guamilles. Reportado en heces de <i>Alloua palliata</i> (Estrada y Coates-Estrada 1991)
<i>Onthophagus cernitius</i>	Especie cavadora, coprofaga y nocturna. Colectado en trampas con heces humanas y con heces de vaca.
	Especie cavadora, necrofaga y nocturna. Abundante en trampas con pescado y raro en estiércol de vaca. Muy común en áreas boscosas, pero presente en zonas perturbadas como guamilles y potreros.
<i>Onthophagus sharpi</i>	Gill (1991) reporta a la especie diurna principalmente coprofago y necrofago.
<i>Onthophagus landolti</i>	Común en trampas de pescado y raro en estiércol de vaca. Muy abundante en frutos podridos.
	Gill (1991) reporta a la especie diurna, principalmente coprofago, necrofago y que se alimenta de frutos.
<i>Onthophagus marginicollis</i>	Común en potreros y áreas perturbadas. Colectado principalmente en trampas con heces de vaca y heces humanas. Especie cavadora coprofaga y diurna.
<i>Onthophagus maya</i>	Especie cavadora, coprofaga y diurna. Pocos individuos colectados en potreros en estiércol de vaca.
<i>Onthophagus rhinolophus</i>	Especie cavadora, copro-necrofaga y nocturna. Capturado en heces de vaca y pescado podrido en zonas boscosas.
	Especie cavadora, coprofaga aparentemente nocturna. Pocos especímenes atraídos a heces de vaca. La información obtenida indica que aparecen en áreas perturbadas y en zonas boscosas.
<i>Onthophagus cyclographus</i>	Reportado en heces de <i>Alloua palliata</i> (Estrada y Coates-Estrada 1991)
<i>Onthophagus sp. aff. luismargaritorum</i>	Especie cavadora, coprofaga y nocturna. Principalmente en áreas de potreros en altas cantidades. Capturados solamente cinco especímenes. Uno en heces de jaguar dentro del bosque y el resto en heces humanas
<i>Onthophagus longimanus</i>	Colectado en heces humans y heces de vaca, en bosque alto.
<i>Dichotomius n. sp. aff. colonicus</i>	Especie cavadora, nocturna y coprofaga. Especie característica en la RBM de zonas boscosas y guamilles viejos (30 años).
<i>Dichotomius agenor</i>	Especie cavadora, nocturna y coprofaga (ver también Gill 1991). Colectada en la RBM principalmente en trampas con heces de vaca en áreas con bosque. Algunos especímenes colectados en trampas con pescado.
<i>Ateuchus lactitiae</i>	Colectados en trampas con estiércol de vaca y pescado. Parece abundar más en área de bosques bajos.
<i>Ateuchus illaesum</i>	Especie cavadora, coprofaga y nocturna. Colectado en heces de vaca y un ejemplar en heces de mula.
<i>Ontherus azteca</i>	Especie rara capturada en heces humanas y de vaca en Biotopo Cerro Cahui.
<i>Scatimus ovatus</i>	Especie cavadora, nocturna y coprofaga colectado en trampas con heces de vaca y humana. Reportada como especie de bosque y nocturna por Kohlman y Sánchez-Colón (1984).
	Reportado nocturno, principalmente coprofago y necrofago (Gill 1991).

Especie	Comentarios
<i>Canthidium centrale</i>	Colectado principalmente en heces de vaca y a veces en trampas con pescado podrido. Nocturno, y se alimenta de heces y carroña (Gill 1991)
<i>Uroxys micros</i>	En trampas con heces de vaca y humana. Reportado como especie de actividad nocturna y coprofago Gill (1991)
<i>Uroxys n. sp.</i>	Capturada con heces humanas y de vaca. Asociado a zonas de bosque.
<i>Bdelyopsis bowditahi</i>	Capturado en heces de vaca y pescado podrido.
<i>Malagoniella astianax yucateca</i>	Especie nocturna y coprofaga. Hace bolas de heces. Tres especímenes colectados con métodos diferentes: heces de vaca, redes de niebla y luz incandescente
<i>Megathoposoma candezei</i>	Especie diurna atraída por excrementos humanos. El excremento de atracción en el campo es el de <i>Dycotyles tajacu</i> . Colectado en heces de vaca en la RBM. Marcada preferencia por el piso de bosque y escasos en el borde.
<i>Canthon morsei</i>	Capturado en trampas con pescado podrido. Es un especie rodadora, aparentemente diurna con preferencia por las áreas de bosque natural. Según Gill (1991) es diurno y coprofago.
<i>Canthon subhyalinus</i>	Colectado en trampas con heces humanas. Especie diurna. Coprofaga.
<i>Canthon euryscelis</i>	Reportado en heces de <i>Allouata palliata</i> (Estrada y Coates-Estrada 1991, Gill 1991)
<i>Canthon femoralis</i>	Especie rodadora, diurna y coprofaga principalmente colectada en heces humanas y con menor frecuencia en heces de vaca. Capturado en pescado podrido en bosques inundables. Colectado en heces de zorro gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>). Asociado a bosque primario y bosque bajo. Colectado en heces humanas y de Mono Aullador (<i>Allouata pigra</i>). Ocasionalmente en heces de vaca. Diurna, asociada a bosques primarios. Ocasionalmente colectado en guamil y nunca en potreros. Reportado en heces de <i>Allouata palliata</i> (Estrada y Coates-Estrada 1991) El mas abundante en la RBM. Especie rodadora, necrofaga y de hábitos diurno-nocturno. En la RBM colectado principalmente en pesacado podrido. Asociado con áreas de bosque. Se puede colectar en menos cantidad en áreas de guamil y escasamente en potreros.
<i>Canthon cyaneellus</i>	Reportado en heces de <i>Allouata palliata</i> (Estrada y Coates-Estrada 1991)
<i>Canthon leechi</i>	Kohlman y Sánchez-Colón (1984) reportan a la especie de bosque y nocturna.
<i>Pseudocanthon perplexus</i>	Gill (1991) reporta a la especie diurna, principalmente necrofago y coprofago
<i>Deltochilum scabriusculum</i>	Rodadora, necrofaga y diurna. Solamente capturado en potreros en trampas con heces. Colectado en trampas con heces de vaca. Nocturno y diurno.
<i>Deltochilum gibbosum sublaeve</i>	En la RBM abundante en trampas con heces humanas. Frecuente en trampas con pescado y poco en trampas con heces de vaca.
<i>Deltochilum lobipes</i>	Especie rodadora, nocturna y casi exclusivamente necrofaga. Es posible encontrarla en bosque alto bajo, guamil y escasamente en potreros. (ver Kohlman y Sánchez-Colón 1984)+B93
<i>Deltochilum pseudoparile</i>	Especie rodadora, principalmente nocturna y casi exclusivamente necrofaga. Encontrada en bosque alto y bajo. Escasamente en potreros.
<i>Deltochilum valgum</i>	Rodadora, nocturna y generalista. Común en trampas con heces de vaca, humana y pescado. Reportado en heces de <i>Allouata palliata</i> (Estrada y Coates-Estrada 1991)
<i>Sisyphus mexicanus</i>	De actividad crepuscular y nocturno principalmente necrofago y coproneofago (Gill 1991). Nocturna, carnívora, depredadora especializada en milpíes (Diplopoda: Spirobolida). Considerada rara. La rareza aparente es un artefacto de colecta.(Cano 1998). Especie rodadora de actividad diurna y coprofaga. En la RBM colectado principalmente en trampas con heces humans y heces de vaca. Colectado en guamil viejos de 30años y guamil de 5 a 9 años. Nunca en bosque primario o bajos.

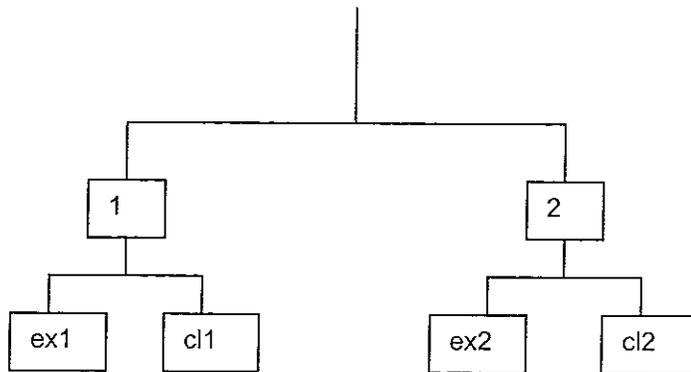
Especie	Comentarios
Eurystemus mexicanus	Colectado principalmente en trampas con heces humanas. Frecuente en heces de vaca. Diurna y nocturna. Reportado en heces de Alloua palliata (Estrada y Coates-Estrada 1991)
Eurystemus caribaeus	Especie coprofaga, no rodadora colectado principalmente en heces humanas y heces de vaca. Ocasionalmente en trampas de pescado. Habita principalmente zonas boscosas.
Reportado en heces de Alloua palliata (Estrada y Coates-Estrada 1991)	
Eurystemus foveatus	Según Gill (1991) es de actividad crepuscular y de mañana. Coprofago.
Eurystemus angustulus	Especie rara, únicamente colectado en heces de mula en orilla de bosque. Nocturno principalmente.
	Especie coprofaga colectado principalmente en heces humanas y heces de vaca. Ocasionalmente en pescado. Habita principalmente zonas boscosas.
	Reportado en heces de Alloua palliata (Estrada y Coates-Estrada 1991)

Anexo 9. Diseños esquemáticos de las diferencias probables entre las diferentes áreas estudiadas en San Miguel La Palotada para los tres grupos de especies seleccionados (mariposas, escarabajos y roedores). La separación de línea y las distancias no representan en ninguna forma medición de ninguna clase.

Situación A



Situación B



Situación C

