



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
ESCUELA DE BIOLOGIA



DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION -DIGI-  
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACION EN  
RECURSOS NATURALES -PUIRNA-

**DINAMICA DE LA VEGETACION A LO LARGO DE  
GRADIENTES ECOLOGICOS EN EL  
DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO:  
IMPLICACIONES PARA EL FUTURO (FASE I)**

COORDINADOR: DR. JUAN FERNANDO HERNANDEZ  
INVESTIGADOR: LIC. CARLOS FRANCISCO CHINCHILLA

GUATEMALA, 27 DE NOVIEMBRE DE 2008

ESCUELA DE BIOLOGIA  
FINCA LOS LEONES, MORAZAN, EL PROGRESO

No.		Pag.
I	INDICE GENERAL	I
II	INDICE DE MAPAS Y FIGURAS	II
1	RESUMEN	1
2	PALABRAS CLAVES	1
3	INTRODUCCION	2
4	ANTECEDENTES	2
4.1	Importancia de advertir a las comunidades locales sobre las consecuencias de los cambios climáticos	4
4.2	Probable efecto de los cambios climáticos	4
4.3	Análisis de la salud de los bosques en base a su dinámica de regeneración de la vegetación	8
4.4	Relación entre cambios en la vegetación latitudinales, altitudinales y climáticos	8
4.5	Sucesión y bordes	12
4.6	Dinámica de las asociaciones vegetales del gradiente altitudinal del departamento de El Progreso.	13
5	OBJETIVOS	16
6	HIPOTESIS	16
7	METODOS	17
8	DISEÑO EXPERIMENTAL	18
9	RESULTADOS	19
9.1	Resultados de la dispersión de semillas	19
9.2	Descripción de resultados	27
9.3	Abundancia y riqueza de plántulas	27
9.4	Discusión de resultados	29
9.5	Conclusiones	32
9.6	Recomendaciones	32
10	BIBLIOGRAFIA	33

## INDICE DE MAPAS Y FIGURAS

	pág.
Mapa 1. Ecoregiones de Guatemala.....	9
Mapa 2. Zonas amenazadas por sequía en Guatemala .....	10
Figura 1. Triángulo de relaciones entre el clima y la vegetación.....	12
Figura 2. Registro de vegetación y cambio climático.....	13
Figura 3. Colocación de las jaulas con los embudos colectores de semillas....	14
Figura 4. Efecto de los cambios climáticos sobre la regeneración del bosque De galería.....	16
Figura 5. Descripción del proceso natural de cambio en la proporción de especies Vegetales.....	18
Figura 6. Jaulas y embudos colectores de semillas.....	24
Figura 7. Vista aérea de una jaula con embudos y microparcels.....	25

## **1. RESUMEN**

Al igual que en otros lugares del oriente de Guatemala, en la región semiárida del departamento de El Progreso se desconoce la dinámica de regeneración de sus bosques. Esta situación, junto con los cambios climáticos acelerados de la actualidad, evidencian la necesidad de tomar iniciativas regionales a partir de los convenios internacionales ratificados por Guatemala y las crecientes necesidades locales. En este contexto, este proyecto consistió en: 1) registrar la dinámica de dispersión de semillas y regeneración de las plantas que integran los bosques antes mencionados a lo largo de un gradiente altitudinal; 2) plantear el primer “modelo de respuesta” de los tipos de vegetación ante el cambio de clima, derivado de las dinámicas observadas; 3) socializar alternativas de manejo de las especies vegetales congruente con el “modelo de respuesta” y sus consecuencias sobre la biodiversidad.

La metodología consistió primeramente en ubicar las diez parcelas experimentales de los sitios de muestreo. Posteriormente se realizó un muestreo quincenal en relación a la dispersión de semillas y germinación de plántulas, por medio de colectas para documentar el avance de las diferentes etapas de estos procesos biológicos. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza para establecer si existía diferencia en cuanto a las morfoespecies de semillas y en cuanto a la biomasa a un nivel de significancia del 5%, demostrándose que existe diferencia significativa entre las morfoespecies y la cantidad de biomasa entre los diferentes niveles altitudinales. De igual manera se hizo un análisis de varianza con un nivel de significancia del 5% entre las morfoespecies de plántulas en los diferentes niveles altitudinales, demostrándose que existe diferencia significativa entre las morfoespecies de plántulas de los diferentes niveles altitudinales estudiados. La información generada será socializada por medio de capacitaciones a los líderes comunitarios y se elaborarán y distribuirán trífolios, afiches y manuales rurales entre los pobladores locales.

Al finalizar el proyecto, se obtuvo la cuantificación de semillas de especies predominantes en los diferentes tipos de bosque, y se determinaron las características de la germinación, sobrevivencia y crecimiento de las plántulas. Asimismo, se propone un modelo que explique la tendencia actual entre los diferentes ecotonos a lo largo de gradientes ambientales. Esta información se integrará para luego ser socializada entre los habitantes de 40 aldeas ubicadas en los cuatro municipios de la región semiárida, en El Progreso.

## **2. PALABRAS CLAVES**

Dinámica vegetal, bosque seco, bosque de galería, bosque de pino, desarrollo rural, región del valle del Motagua, El Progreso, Guatemala.

### **3. INTRODUCCIÓN**

Algunos estudios sobre la regeneración de los bosques de en Guatemala indican que existen factores que intervienen en la alteración de los ecosistemas y que la velocidad con la que el bosque se regenera no corresponde a la velocidad con la cual este está siendo alterado.

En el valle del Motagua son pocos los datos que nos permitan tener una panorámica amplia de cómo se está dando la dinámica de la vegetación. El presente trabajo intenta describir la dinámica de la vegetación a lo largo de gradientes ecológicos en el Departamento de El Progreso, para ello se eligió un área ubicada en el municipio de Morazán, en una finca privada denominada Los Leones, en esta finca se encuentra representados los bosques de de Pino, Seco y de Galería.

En estos tres tipos de bosque se colocaron trampas de semillas con el fin de evaluar la lluvia de semillas de forma quincenal. Las semillas colectas fueron caracterizadas por su forma (morfoespecies), se realizaron ocho colectas y se pudo describir la dinámica observándose que existe una diferencia marcada en cuanto al patrón de lluvia en los tres tipos de bosque, que la cantidad de semillas que cae no permite que la regeneración del bosque se lleve a cabo de buena forma. A continuación se presenta un documento que describe de mejor forma lo anteriormente dicho.

### **4. ANTECEDENTES**

Dentro de la comunidad científica internacional existe consenso de que en los próximos años ocurrirán fuertes cambios climáticos a nivel mundial (Solomon 1997, Solomon y Kirielienco 1997, Llorente *et al.* 2004, Beier *et al.* 2004, ACSUR *et al.* 2006). Guatemala, al igual que todos los países de Latinoamérica, se verá más o menos afectada (MARN 2001, IARNA 2004, 2005 a y b, 2006). Por tanto, deben tomarse medidas urgentes a nivel nacional, con visión a mediano y largo plazo, porque, de lo contrario, las consecuencias serán desastrosas para la biodiversidad (Guitay *et al.* 2002). No obstante, no es fácil disponer de modelos de los efectos que estos cambios puedan tener sobre el medio ambiente, con el objeto de ilustrar las consecuencias frente a la sociedad, las autoridades gubernamentales, los administradores de las reservas naturales y las comunidades rurales. Esto último es vital, a fin de que a todo nivel se tomen las medidas necesarias para mitigar los efectos adversos de los cambios climáticos (Beier *et al.* 2004).

Para modelar las consecuencias que los cambios ambientales pueden tener sobre los recursos naturales en una zona particular es posible recurrir a lo que se denomina “experimentos naturales” (Schreiber y Schreiber 1989). Estos experimentos naturales se producen cuando los cambios locales en el entorno a lo largo de la historia sugieren las consecuencias de cambios a una escala diferente.

Por ejemplo, Marquet y Bradshaw (2004) afirman que modificaciones en temperatura, humedad y precipitación a lo largo de un gradiente altitudinal en una sierra pueden servir como modelo para ilustrar cambios en estos parámetros a lo largo de escalas de área y tiempo considerablemente mayores.

Solomon (1997) afirma que crisis ambientales profundas como los cambios climáticos que se prevén para el Siglo XXI, afectarán la dinámica de regeneración de los bosques. En este contexto, cuando un tipo de bosque como el bosque mixto del sudeste de Estados Unidos sea afectado por cambios climáticos, se dice que puede ser reemplazado por pastizales. Además, se dice que las disminuciones en la humedad y la precipitación y los aumentos en la temperatura se reflejan en el avance de la vegetación de pastizal en detrimento del área cubierta por la vegetación arbórea (Bachelet *et. al.* 2001).

Los cambios de esta naturaleza también se han producido en varias sierras de México (Magaña y Gay-García *s. f.*) y Colombia (González – Michaels *et al.* 2002, Lovejoy y Hanna 2005, Morales-Betancourt y Estévez-Varón 2006). Además, El IPCC (2001 a y b) y el PNUMA–SEMARNAT (2004) afirman que existe abundante evidencia de que estos experimentos naturales son comunes a muchos tipos de bosques, tanto en Europa como en América del Sur, Australia, etc. En estos lugares, la comunidad científica ha utilizado los experimentos naturales para prevenir a las comunidades humanas sobre las consecuencias de los cambios en el ambiente. No obstante, Thomas *et al.* (2004) afirman que, debido a que el cambio climático puede afectar el área de distribución de cada especie independientemente, las aproximaciones clásicas a nivel de comunidad ecológica necesitan ser modificadas. Esto es sumamente importante porque con frecuencia estos cambios afectan de distinta manera a las plantas utilizadas por las personas que dependen de los diferentes tipos de bosque a lo largo de gradientes ecológicos como las laderas de las sierras y las cuencas de los ríos. Existe abundante evidencia de que crisis ambientales severas como las producidas por sequías prolongadas pueden conducir al abandono de áreas muy extensas que antiguamente fueron colonizadas por grandes civilizaciones y, eventualmente, llevaron al colapso de estas mismas (IARNA 2005a). Un ejemplo claro ocurrió en Guatemala con los mayas de Petén (Diamond 1997, 2005; IPCC 2001 a y b, Islebe y Leyden 2006). La FAO y la COAG han insistido en la necesidad de armonizar las políticas ambientales y agrícolas en Centroamérica con el objetivo del desarrollo sostenible fortificando la cooperación para la gestión ambiental (Guillén y González 2007).

Castañeda (1995) afirma que en Guatemala, al igual que en el resto de Mesoamérica, han ocurrido grandes cambios ambientales desde el Holoceno hasta el presente. Naturalmente, estos cambios han afectado profundamente los tipos de vegetación de todo el país; pero se cree que las respuestas a estos cambios no son uniformes (Islebe y Leyden 2006), lo que sugiere que se les debe estudiar individualmente.

Cuando Schuster (1992) estudió la distribución de los escarabajos de la familia Passalidae en la Sierra de las Minas, sugirió que los cambios en temperatura,

humedad y precipitación producidos desde el Pleistoceno, tuvieron como efecto el aislamiento de los bosques de montaña donde viven estos insectos. En estudios posteriores, Schuster y Cano (2005) han dicho que estos bosques, que antiguamente eran continuos, actualmente se encuentran aislados en las cumbres de las montañas más altas, como ocurre con los bosques de neblina y los de pinabete, y constituyen refugios para la biota de montaña. Esto sugiere que los distintos tipos de asociaciones vegetales típicas de zonas más frías se han desplazado hacia arriba de las montañas, mientras que tipos de vegetación característicos de zonas más calurosas han invadido áreas más bajas (véase Cano 2006). Este fenómeno coincide con los patrones que se han observado en varios otros países (véase Figura 1 adaptada de Hughes *et. al.* 2006). Es muy importante tomar en cuenta la sugerencia de Schuster, Cano y Cardona (2000) quienes sugieren que la información generada por este tipo de hallazgos puede contribuir para priorizar las acciones de conservación de los diferentes tipos de bosque.

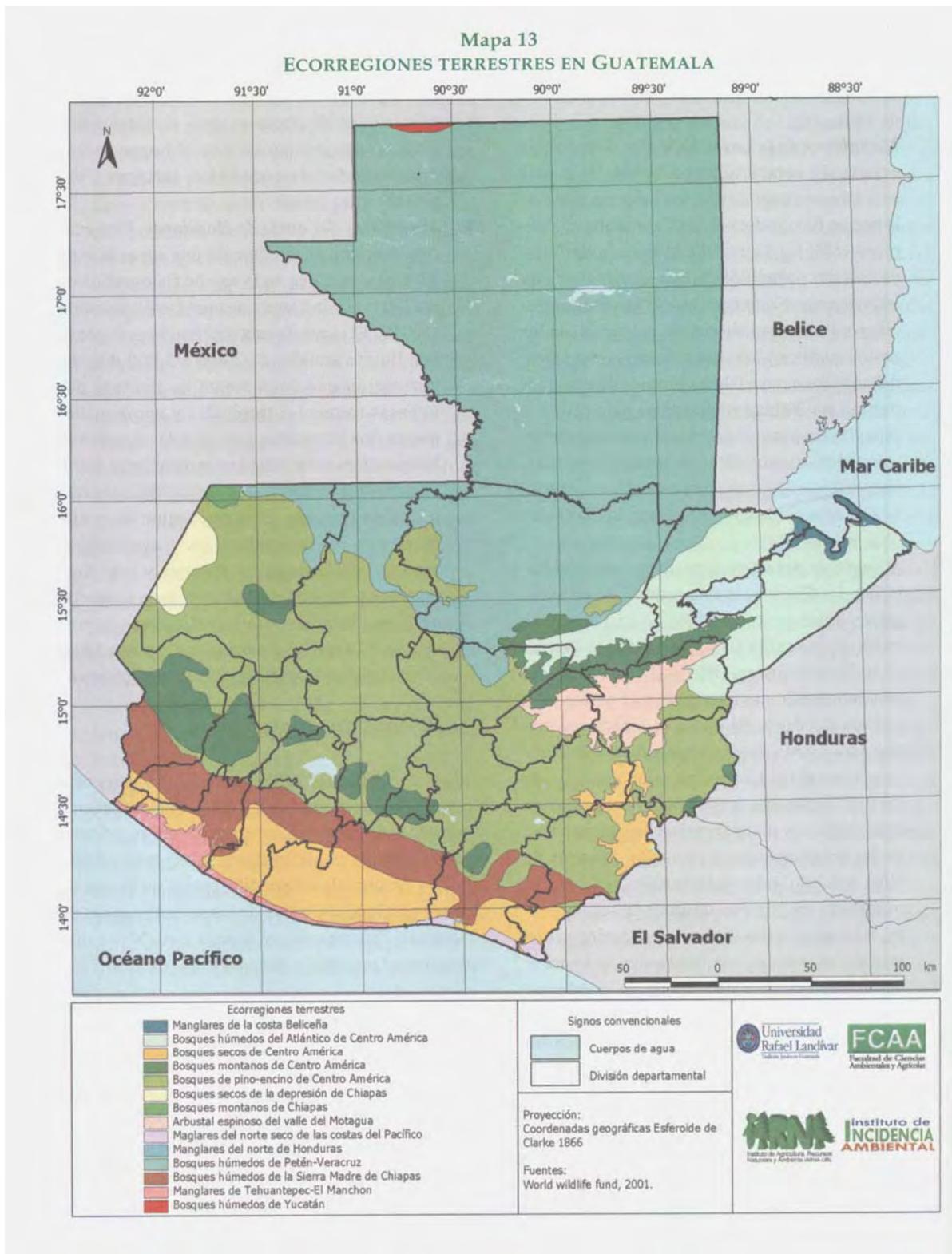
#### **4.1 Importancia de advertir a las comunidades locales sobre las consecuencias de los cambios climáticos**

En Guatemala apenas se han iniciado los estudios sobre los cambios climáticos y sus consecuencias sobre la biota, incluyendo el ser humano. No obstante, resulta necesario contar con modelos que sirvan para prever las consecuencias a diferentes escalas y así advertir a toda la nación lo que puede ocurrir ante la inminencia de éstos. Esto es particularmente grave en los cerros y las cuencas de los ríos en regiones semiáridas y sus bosques adyacentes, donde una disminución en la humedad y la precipitación y un aumento en la temperatura promedio anual pueden conducir a la escasez de agua (Guillén y González 2007), extinción de numerosos organismos, reducción de la biodiversidad e incremento en la frecuencia de incendios (Tot *et al.* 2005) y sequías de consecuencias desastrosas (MARN 2001, Thomas *et al.* 2004, IARNA 2005a).

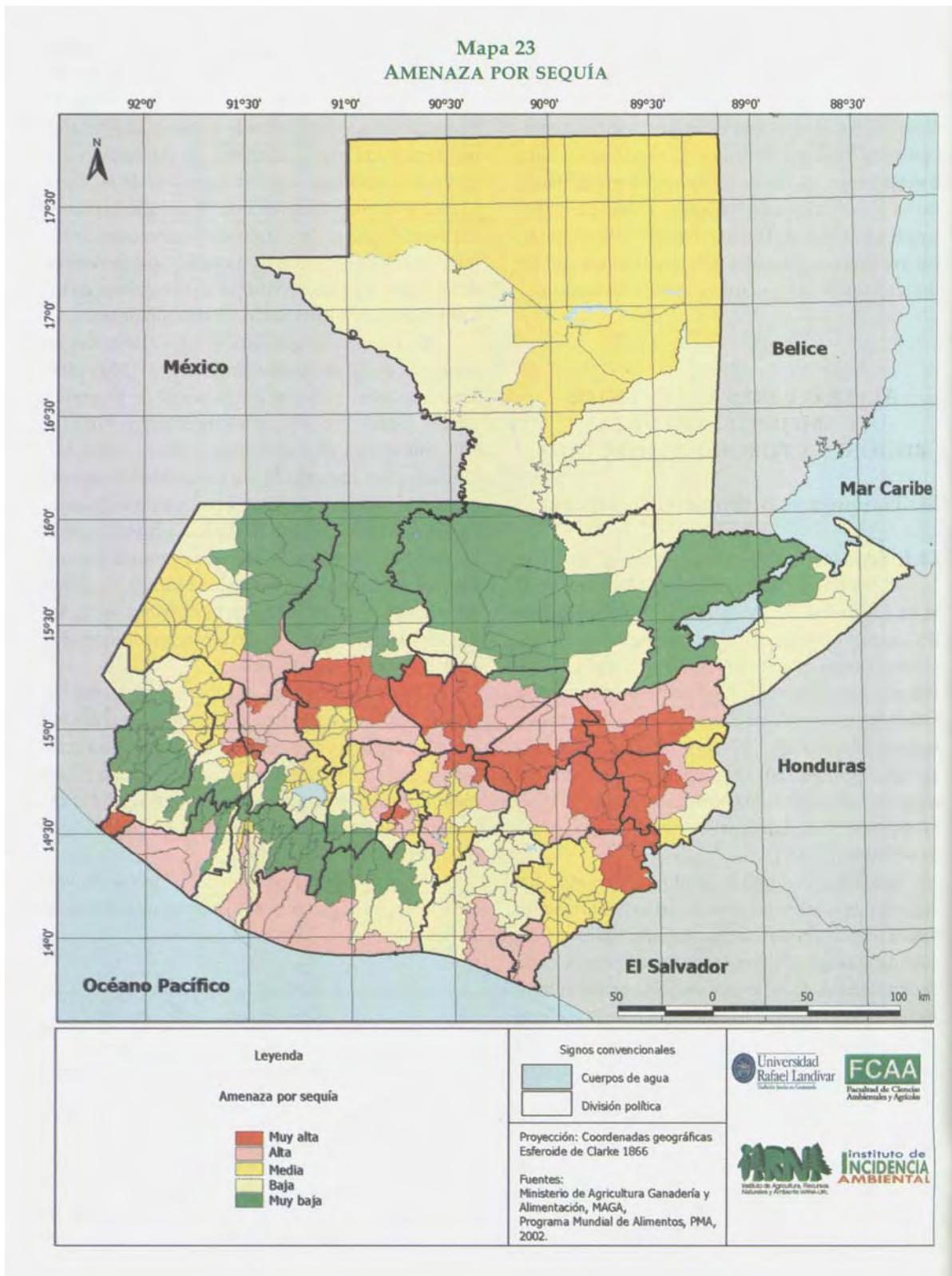
Debido a su topografía tan irregular, Guatemala es un país de alta vulnerabilidad ante los cambios de clima, dado que una significativa porción de su territorio, y el departamento de El Progreso no es la excepción, cuenta con asentamientos o comunidades rurales instaladas en áreas de alto riesgo a derrumbes, inundaciones y sequías. Observaciones personales por miembros de nuestro equipo de trabajo realizadas durante y después del Huracán Mitch en 1998 pusieron en evidencia como fenómenos climáticos como éste pueden causar efectos desastrosos en la cuenca del Motagua. Estas condicionantes se asocian a una profunda desigualdad social y constituyen un factor clave en la generación de pobreza y enfermedades (ACSUR-Las Segovias *et. al.* 2006).

#### **4.2 Probable efecto de los cambios climáticos en el departamento de El Progreso**

En la zona de estudio del departamento de El Progreso existen al menos tres biomas: Chaparral Espinoso, Bosque de Montaña y Selva de montaña y también tres ecoregiones terrestres bien limitadas: bosques de pino-encino centroamericanos, bosques secos y el arbustal espinoso del Valle del Motagua (ver Mapas 1 y 2), el cual posee características de alto endemismo y biodiversidad (Duro *et al.* 2002, Véliz *et al.* 2005, CONAP 2006). Estos se encuentran a lo largo de un corto trayecto de 20 kilómetros sobre la carretera hacia Cobán, donde es posible identificarlos fácilmente. Como ha ocurrido en otros lugares, es probable que aquí, con los cambios que se prevén en las regiones climáticas de Guatemala, los límites y la extensión de estos tipos de bosque varíen. Esto afectaría también el caudal y pureza del agua de los ríos de la zona. Además, la biodiversidad de los bosques y los tipos de cosechas que se pueden sembrar variarían. Estas variaciones tendrían un impacto considerable sobre las comunidades humanas y las reservas naturales – tanto públicas como privadas- que allí se encuentran (Marroquín *et al.* 2002, MARN 2006). La disponibilidad de agua, madera, leña y muchos otros recursos naturales se vería muy afectada. En algunas aldeas incluso podría conducir al abandono de áreas de siembra, pastoreo y astilleros municipales. Por tanto, advertir de los cambios climáticos y su efecto sobre los bosques de el Progreso es urgente, porque estos son de vital importancia para una gran cantidad de personas, principalmente dentro de los municipios de Morazán, San Agustín Acasaguastlán, San Cristóbal Acasaguastlán y Guastatoya, donde habitan al menos 70,000 personas según el último censo nacional de población (INE 2002) que pueden sufrir amenazas por sequía (ver mapa 2).



Mapa 1. Ecoregiones Terrestres de Guatemala (IARNA 2004)



Mapa 2. Zonas amenazadas por sequía en Guatemala (IARNA 2004)

### **4.3 Análisis de la salud de los bosques en base a su dinámica de regeneración de la vegetación**

Hernández (1995) sugiere que una manera de conocer el estado actual de la salud los bosques es evaluar su dinámica de regeneración actual. Esta dinámica debe compararse con la del pasado (representada por la composición específica de las poblaciones de árboles adultos), pues esto ayudará a realizar predicciones biológicas y sus consecuencias sociales (IARNA 2005). Estas predicciones estarán disponibles para las autoridades nacionales, departamentales y locales para que tomen las medidas pertinentes. Servirá a COCODES, CODEDES, etc. para poner a la disposición de sus miembros. Los dueños o administradores de las reservas naturales contarán con esta información para sus planes de manejo. Además, proporcionará material para elaborar afiches, folletos, revistas y material audiovisual para así contribuir gráficamente a que los alumnos de las escuelas y otras personas de las comunidades rurales conozcan las consecuencias de lo que está ocurriendo, tomen las medidas adecuadas y estén preparados para los posibles cambios. Videos, fotografías y modelos estarán a mano para monitorear los fenómenos a lo largo del tiempo.

Dado que nuestro equipo de investigación ha estudiado la regeneración del matorral espinoso (Hernández *et al.* 1997, Hernández *et al.* 2000, Ixcot *et al.* 2002); y unos pocos investigadores han estudiado las especies del género *Pinus* (Medinilla 1999) y las del género *Quercus* (encinos) (Marcos-Villatoro 1999) en otras regiones de oriente, creemos muy importante incorporar esta información a la información científica generada por este proyecto, con el fin de que sea aplicada en la prevención de los efectos adversos del cambio climático sobre las comunidades locales.

### **4.4 Relación entre cambios en la vegetación latitudinales, altitudinales y climáticos**

Hacia 1894, T. H. Merriam, biólogo estadounidense, estudió la vegetación de los Picos de San Francisco, un volcán extinto en el oeste de Estados Unidos (Sterling 1974). La precisión con la que fue capaz de reconocer los cambios que ocurrían en la composición de la flora a lo largo del gradiente altitudinal le permitió establecer el concepto de “zona de vida” (diferente del concepto de zona de vida planteado por Holdrige), con el que denominó, con el nombre de una región latitudinal de Norteamérica, la faja altitudinal a la que su flora se asemejaba. Con algunas modificaciones este sistema se ha seguido utilizando en el oeste de Estados Unidos. Lew (2004) establece que, aún con los cambios climáticos que se han producido a lo largo del tiempo desde el Holoceno, estas “zonas de vida” se han desplazado paralelamente tanto latitudinal como altitudinalmente (ver Figura 1). Por su parte, con base a sus estudios sobre polen, González – Michaels *et al.* (2002) y Lovejoy y Hannah (2005) también reconocieron este tipo de cambios altitudinales en los últimos 15,000 años en la vegetación de los Andes de Colombia en base a sus estudios sobre el polen (Figura 2).

Dado que en Guatemala se cuenta con elementos de la flora tropical, la de zonas más o menos áridas y de zonas que se asemejan a Norteamérica (presencia de pinos, álamos y encinos, por ejemplo), puede postularse que estas zonas altitudinales tienen relación con las zonas latitudinales y su variación, según se ha producido desde el final de la última glaciación. Conforme el clima se ha ido haciendo más seco y cálido, y las variaciones han incrementado desde el final de la “Pequeña Edad de Hielo” (Siglo XVI a mediados del Siglo XIX), es muy probable que los dos o tres tipos de bosque que se encuentran en el sitio de estudio hayan sufrido fluctuaciones en su extensión, rango de altitud y dinámica sucesional. Similarmente, las condiciones ambientales que actualmente imperan en la parte inferior de la zona (promedio de temperatura 29° C, precipitación promedio inferior a 800 mm.), que mantienen la vegetación característica de regiones semiáridas probablemente se hayan ido extendiendo hacia altitudes mayores desde los inicios del Siglo XX. Comparablemente, la zona de bosque seco (*sensu* Rdzedowsky 1988), también se habría extendido hacia arriba de la montaña en detrimento del límite inferior del bosque de pino (Figura 3).

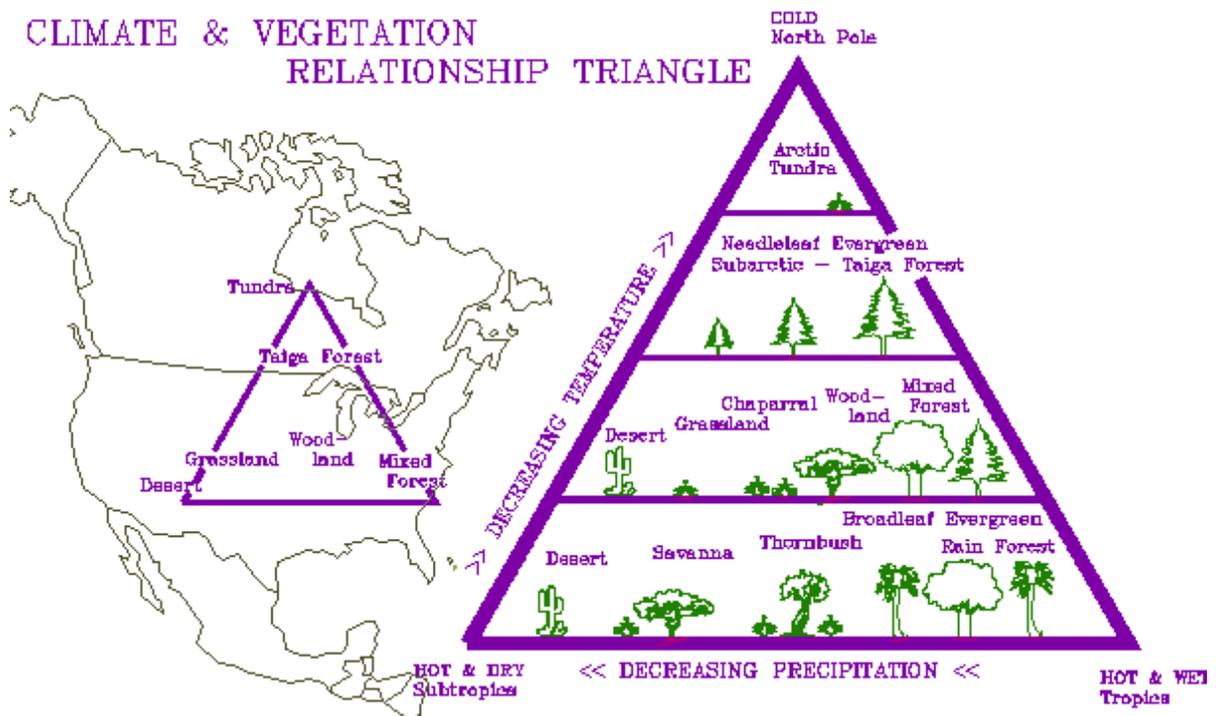


Figura 1. Triángulo de relación entre clima y vegetación en América del Norte y Centroamérica. Puede verse que una reducción en la temperatura lleva desde el Subtrópico Cálido y Seco (Hot and Dry Subtropics) hasta la Tundra Ártica (Arctic Tundra). De igual manera, una disminución en la precipitación lleva desde el Trópico Cálido y Húmedo (Hot and Wet Tropics) hasta el Subtrópico Cálido y Seco (Hot and Dry Subtropics). La vegetación de cada una de estas regiones está condicionada al clima. La zona de estudio cubriría el área del triángulo señalada con los tipos de vegetación: “Thornbush”, “Broadleaf”, “Woodland” y “Mixed Forest” (según Lew 2004)

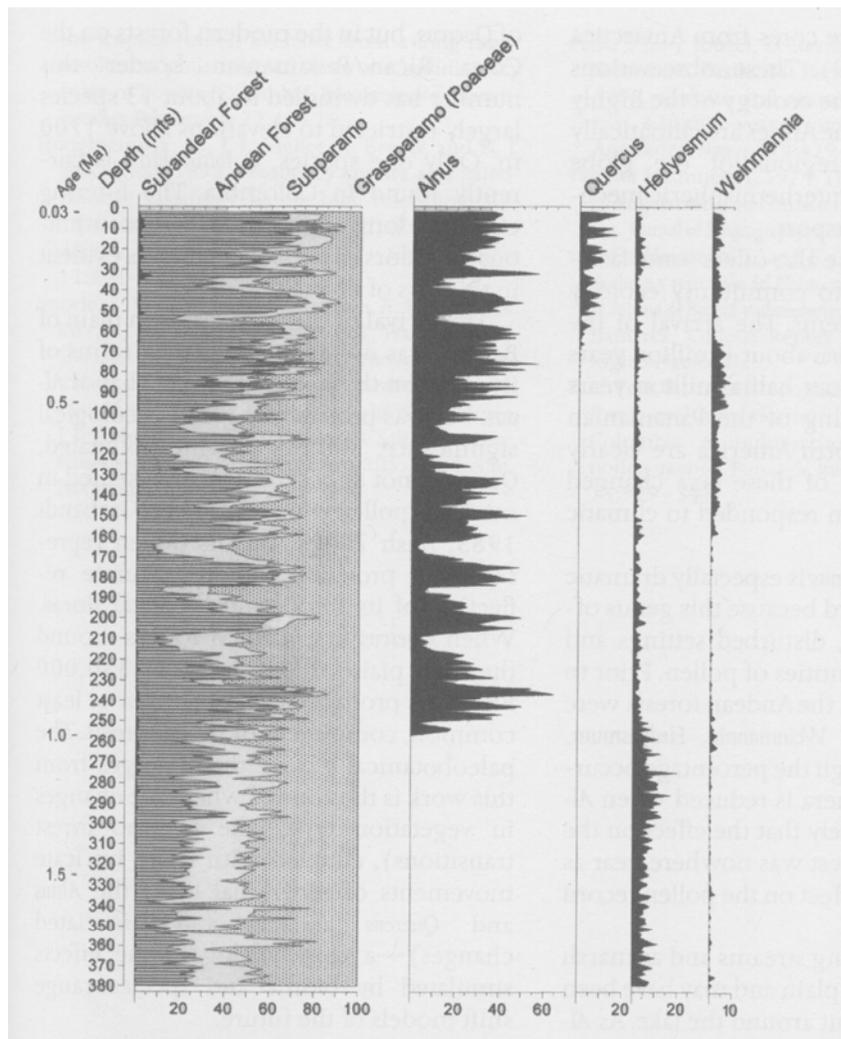


Figura 2. Registro de vegetación y cambio climático durante 2 millones de años para el altiplano de los Andes. Cada columna en la figura representa la proporción de polen fósil (% del polen total registrado) de un solo género de planta en el tiempo, en un núcleo de sedimento tomado del lago Fuquene, Colombia. La edad (en millones de años) representada a través de la profundidad del núcleo perforado (metros) se muestra en el eje Y. El panel a la izquierda provee una síntesis de resultados en donde los tipos de polen característicos de diferentes biomas (Bosque andino, Pastizales del Páramo, etc.) están agrupados en cada intervalo temporal. Nótese la llegada de *Alnus* (Ilanos) hace aproximadamente 1 millón de años y *Quercus* (encinos) hace aproximadamente 600, 000 años (Bush, M. en Lovejoy y Hannah 2005).

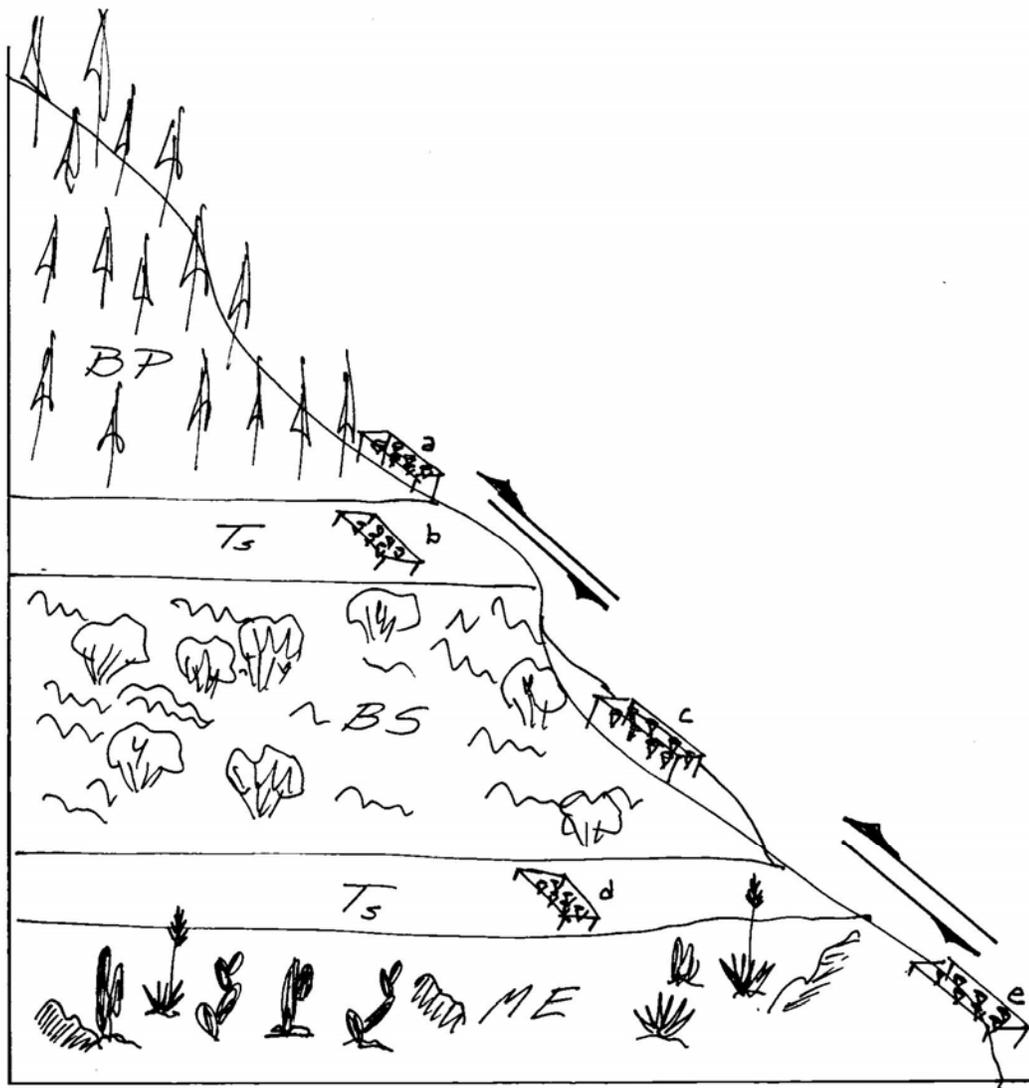


Figura 3. Colocación de las jaulas con los embudos colectores de semillas y las microparcelas para la observación de la germinación y sobrevivencia de plántulas, a lo largo del gradiente altitudinal. Las zonas de transición entre los tipos de vegetación en región semiárida se señalan con (Ts). La posición de las jaulas se ilustra con las letras a, c y e para el estudio de la regeneración de cada tipo de vegetación particular: Matorral espinoso 100 – 300 msnm (ME), Bosque Seco 300 – 900 msnm (BS) y Bosque de Pino - Encino 900 msnm en adelante (BP). Las letras b y d indican las dos zonas de transición entre ME-BS y BS-BP.

## 4.5 Sucesión y bordes

La salud de un bosque está directamente ligada a su proceso sucesional. Si un bosque no presenta una sucesión vigorosa, significa que o está sometido a un estrés que puede conducir a su deterioro, o que las condiciones ambientales están tendiendo a que su composición específica y estructura estén cambiando. Por ejemplo, cuando las especies que caracterizan a un bosque de pino no se están reproduciendo, es probable que, en un plazo más o menos largo este bosque esté cambiando hacia un bosque seco compuesto por plantas de especies distintas. Por ello, el conocimiento de la dispersión de semillas, germinación de plántulas, dinámica de la vegetación, y la estructura y función en los bordes de los bosques es indispensable (López–Barrera 2004).

Las condiciones microambientales bajo las plantas del bosque de galería y entre las asociaciones vegetales pueden determinar el establecimiento diferencial de las especies cuyas semillas se concentran bajo su dosel de distintas maneras: por una parte, los árboles pueden atenuar el estrés ambiental (calor, sequía, insolación), debido al efecto termorregulador de su sombra y hojarasca (Venable y Browns 1988, Chambers y McMahon 1994); también pueden modificar el porcentaje de mortalidad por predación, condicionando la conducta de los vertebrados granívoros (Hernández 1995). Además, la vegetación riparia puede modificar las condiciones de germinación bajo las copas, reteniendo la humedad del suelo o destilando sustancias de la raíz o de las hojas al suelo (Debussche *et al.* 1982, Howe y Smallwood 1982, Fuentes *et al.* 1984, Guevara y Meave 1987). Diferentes especies de plantas adultas podrían tener distintos efectos sobre la sobrevivencia, germinación y establecimiento de las semillas que han concentrado, sobre todo en grandes claros o bordes (Howe y Smallwood 1982, Fuentes *et al.* 1986). Solamente si los propágulos sobreviven y las plántulas germinan bajo el dosel del bosque, el borde del río representa un "sitio seguro" (*sensu* Harper 1977), y "facilita" (*sensu* Connell y Slatyer 1977) el establecimiento de las especies colonizadoras. El monitoreo de la dispersión de semillas es importante para conocer la disponibilidad local de especies (Guevara y Laborde 1993) así como el monitoreo de la sobrevivencia de las plántulas en estos sitios. Los cambios en el clima que conduzcan a un incremento o una disminución en la corriente pueden traducirse en una amplificación o estrechamiento en la vegetación del bosque de galería (Figura 4).



Figura 4. Efecto de los cambios climáticos sobre la regeneración del bosque de galería. Al hacerse el clima más cálido y árido, la vegetación arbórea se estrecharía en torno al curso de agua y aumentaría el área cubierta por la vegetación arbustiva característica de zonas más secas. Si volviera el clima más húmedo, la vegetación arbórea cubriría nuevamente un área mayor en torno al curso del río.

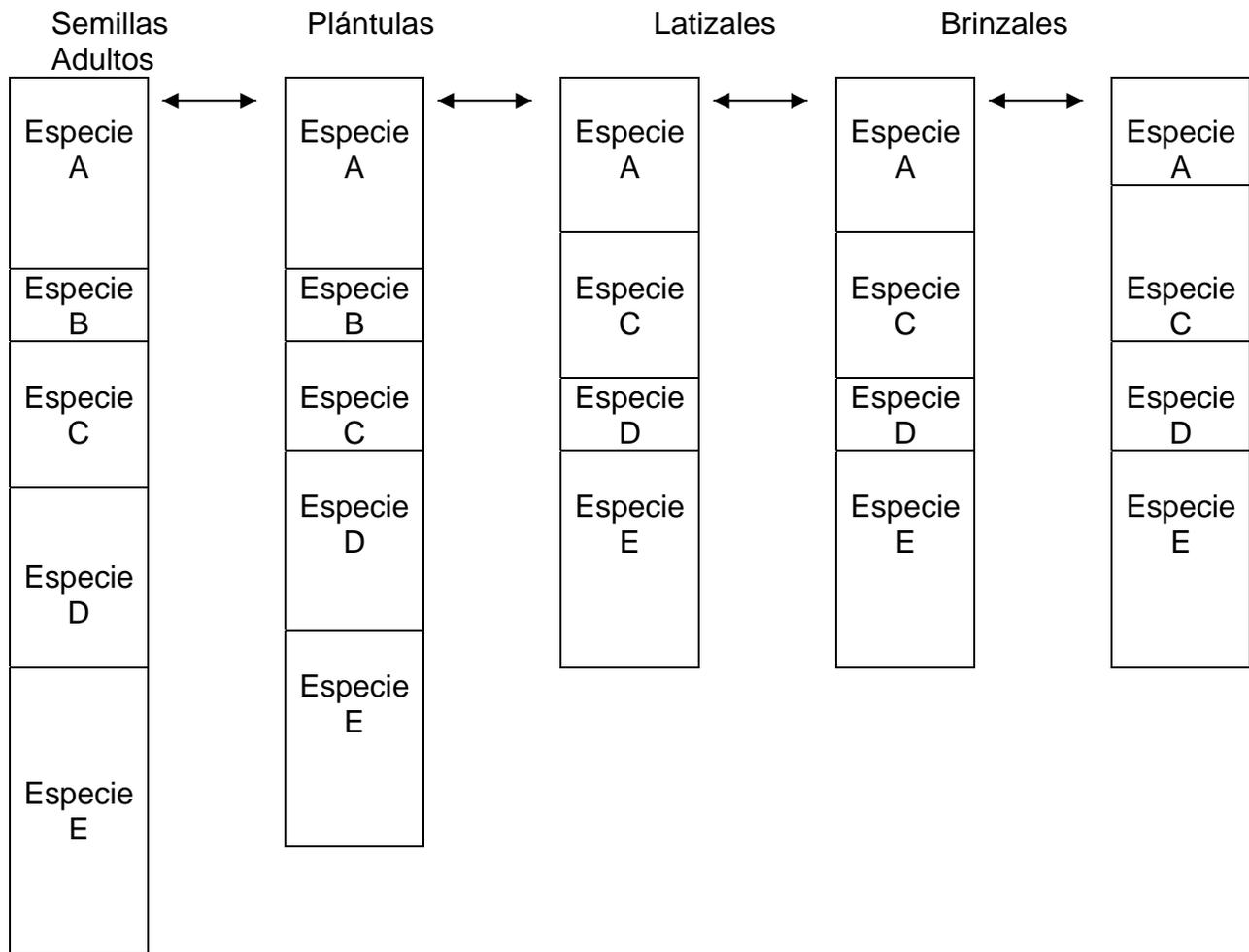
#### 4.6 Dinámica de las asociaciones vegetales del gradiente altitudinal en el departamento de El Progreso

Durante la mayor parte del Pleistoceno terminal (hace 24,000 a 10,500 años) es probable que bosques de vegetación templada (*Pinus*, *Quercus*, *Liquidambar* en la parte baja y media de las montañas; *Abies* en la parte más alta) hayan cubierto la región oriental de Guatemala desde la actual Sierra de las Minas hasta el cerro Miramundo en Jalapa y el cerro Montecristo en la actual frontera entre El Salvador, Honduras y Guatemala. Esto puede suponerse, entre otras cosas por los cambios en la distribución de especies indicadoras como los escarabajos de la familia Passalidae

que se encuentran asociados a tipos particulares de bosque (véase Schuster 1992, Schuster, Cano y Cardona 2000 y Schuster y Cano 2005). De haber sido así, los bosques de neblina habrían estado restringidos a alturas medias, mientras que los bosques de pino – encino o pino habrían cubierto altitudes inferiores a los 1000 metros. El actual “bosque seco” caracterizado por el subín (*Acacia* sp.), el timboque (*Tecoma stans*), la flor amarilla (*Cochlospermum vitifolium*), el indio desnudo (*Bursera simaruba*) y madrecaao (*Gliricidia sepium*), se habrían encontrado por debajo de los 900 u 800 m. En consecuencia, podría especularse que el matorral espinoso habría estado limitado a alturas inferiores a los 200 o 300 m. Conforme han ido subiendo las temperaturas y se han reducido las precipitaciones debido a cambios en los patrones de ENSO, etc. los principales tipos de bosque se habrían ido desplazando hacia arriba. Ocupando los límites que actualmente los definen: selva baja caducifolia xerofítica (de 100 a 600 msnm), selva baja caducifolia –bosque seco- (de 600 a 1000 msnm) y bosque de pino (1000 a 1300 msnm). De estarse produciendo un aumento en la temperatura y una alteración en el régimen pluvial, se esperaría que los cambios fueran en la misma dirección; siguiendo el patrón que se presenta:

1. Las semillas, plántulas, brinzales y latizales de las especies características del bosque seco estarían ocupando un mayor porcentaje que las del bosque de pino en la zona de borde entre los dos tipos de bosque (Figura 5).

2. Las semillas del bosque de galería y las plántulas no se estarían reproduciendo; el patrón sería de contracción de la cobertura leñosa en torno al curso de agua (Figura 5).



**Figura 5. Descripción del proceso natural de cambio en la proporción de especies vegetales durante la sucesión natural. Este proceso inicia con la lluvia de semillas y termina con el crecimiento y sobrevivencia de plantas adultas. Por ej., la especie A se mantiene a lo largo de su desarrollo, mientras las semillas de la especie B sólo llegan a producir plántulas y luego desaparecen por la acción de agentes ambientales.**

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

Establecer para tres tipos de bosques en el municipio de Morazán, El Progreso, la dinámica sucesional, cambios específicos por efectos de bordes y prever efectos promoviendo medidas de conservación y manejo comunitario acorde al cambio climático.

### **5.2 Específicos**

- 1) Registrar la dinámica de dispersión y regeneración del bosque seco y el bosque de pino a lo largo del gradiente altitudinal.
- 2) Evaluar la dinámica de dispersión y regeneración del bosque de galería y su papel en el mantenimiento a largo plazo del recurso hídrico en el área de estudio.
- 3) Plantear un “modelo de respuesta” de los tipos de bosque ante el clima, derivado de las dinámicas observadas.
- 4) Socializar alternativas de manejo de especies vegetales nativas congruentes con el “modelo de respuesta” y sus consecuencias sobre la biodiversidad.

## **6. HIPÓTESIS**

La sucesión de la vegetación en los bordes entre cada tipo de bosque está condicionada por la composición específica de las plantas adultas que los integran, la lluvia de semillas que generan, y la germinación y sobrevivencia de las plántulas que se desarrollan bajo su dosel; de estarse produciendo cambios en el tipo de bosque como consecuencia de cambios climáticos, la composición específica de las semillas y plántulas en los bordes estará cambiando hacia los tipos de bosque característicos de zonas más secas y cálidas.

## **7. MÉTODOS**

### **7.1 Composición y estructura de la vegetación actual de los bosques**

#### **7.1.1 Definición de las áreas de muestreo**

Los sitios para los experimentos serán seleccionados de acuerdo a la composición específica de las asociaciones vegetales, reconociéndose como “bosque de pino - encino” aquella asociación cuya cobertura esté compuesta de al menos un 60 % por *Pinus oocarpa*, *Quercus sp.*, *Simarouba glauca* y *Byrsonima crassifolia*; como “bosque seco” aquella en la cual la cobertura esté compuesta al menos de un 20 % por *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba* y *Tecoma stans*; el “matorral espinoso” será definido según el criterio de Véliz et al. 2005 y el “bosque de galería” la zona con cobertura arbórea mayor del 80% y que se extienda al menos 15 metros desde la ribera del río. Adicionalmente, se incluyó dentro de los sitios de muestreo una zona de regeneración secundaria consistente en un claro del bosque.

#### **7.1.2 Evaluación de los procesos y patrones determinantes de la regeneración**

Los procesos de dispersión y regeneración se midieron a través de una cuantificación y caracterización de la lluvia de semillas y de una cuantificación y caracterización de las plántulas.

#### **7.1.3 Lluvia de semillas**

El análisis de la lluvia de semillas se llevó a cabo mediante la colecta de las mismas en trampas de malla de mosquitero, modificando la metodología utilizada por Hernández (1995), Hernández *et al.* (1998), Hernández (2000) e Ixcot *et al.* (2002). Estas trampas de 0.9 x 2.00 m se colocaron en parcelas de 3 X 3 metros cada una, localizadas en cada sitio. Las semillas se colectaron quincenalmente y se transportaron a la ciudad capital donde se identificaron mediante comparación con las semillas existentes en el Index Seminum del Jardín Botánico de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **7.2 Socialización de la información**

Primeramente, se concertó una cita con los líderes comunitarios de zona. En estas reuniones se efectuó una presentación oral para divulgar la importancia del estudio y su contribución con prácticas alternativas de manejo y conservación de los recursos naturales. También se les entregaron los documentos escritos correspondientes.

### **7.3 Póster informativo sobre los avances del proyecto**

Posteriormente, se elaborará un póster ilustrativo sobre lo más sobresaliente del proyecto. También se preparará un tiraje de 100 pósteres que serán colocados en

sitios estratégicos de las aldeas del área de estudio (tiendas, parques, entradas de las iglesias católicas y evangélicas, etc.).

#### **7.4 Manual informativo dirigido a líderes comunitarios**

El manual contendrá en forma visual, didáctica y accesible la aplicación de los conocimientos generados para el manejo adecuado de los recursos en la región. El contenido se sustentará en los datos obtenidos en las fases experimentales de este proyecto.

### **8. DISEÑO EXPERIMENTAL**

#### **8.1 Dispersión**

Desde un inicio se establecieron los siguientes tipos de bosque: bosque de pino-encino, bosque de bambú y bosque de galería. Adicionalmente se incluyó una zona donde la vegetación había sido cortada y mostraba indicios de crecimiento secundario. Dentro de cada tipo de bosque se instalaron trampas de semillas consistentes en redes de malla de mosquitero (Figura 7). Identificamos las unidades muestrales de nuestro estudio para la lluvia de semillas, la cual fue un área de dos metros cuadrados por trampa de semillas. Se contabilizaron e identificaron las semillas que cayeron en estas trampas. Cada unidad experimental contó con dos replicaciones dentro de cada tipo de bosque. Identificamos la variable independiente, la cual será: el tipo de bosque; mientras que la variable dependiente fue: el número, modo de dispersión (anemócora, ornitócora, etc.), morfoespecie y composición de las semillas colectadas.

#### **8.2 Análisis estadístico de datos**

Para registrar los gradientes ambientales responsables de la dispersión y regeneración de las especies vegetales, se empleará el análisis de. De este paquete se tomará el gráfico de ordenación indirecta de los sitios, para deducir posibles hipótesis que expliquen la distribución de la dispersión y la regeneración de las especies.

Estos análisis se efectuarán usando los programas: PC-ORD Version 3.12 (McCune y Mefford, 1997 en Pardo 2007) y Past Versión 1.14 (Hammer y Harper, 2003 en Pardo 2007).

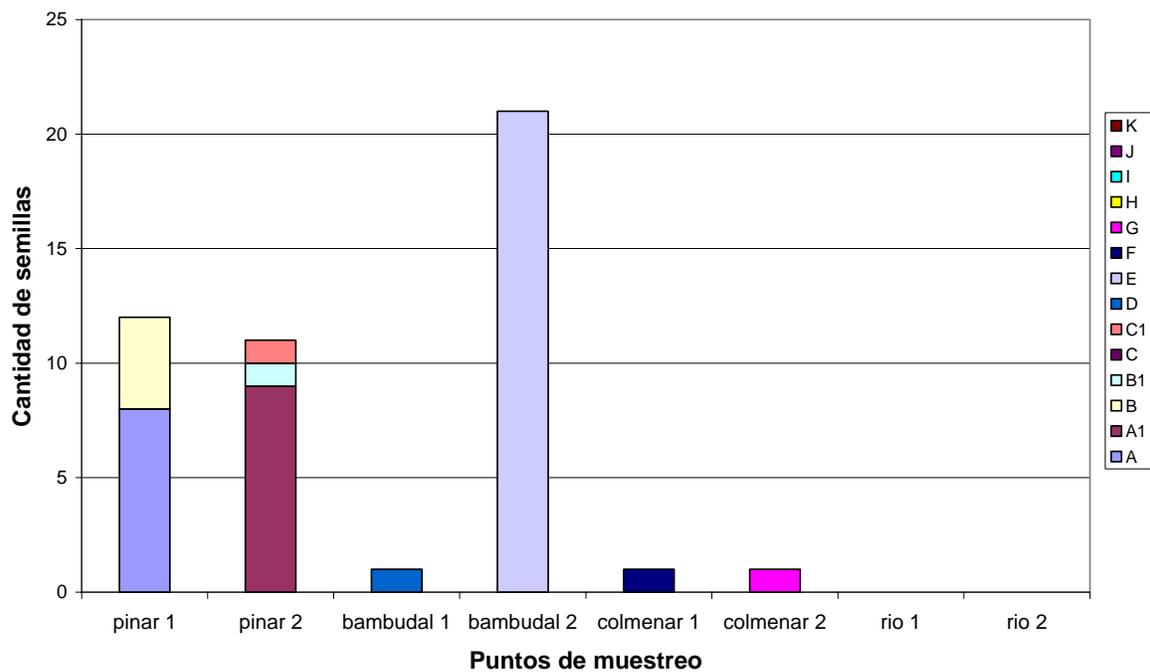
## 9. RESULTADOS

### 9.1 Resultados de la dispersión de las semillas

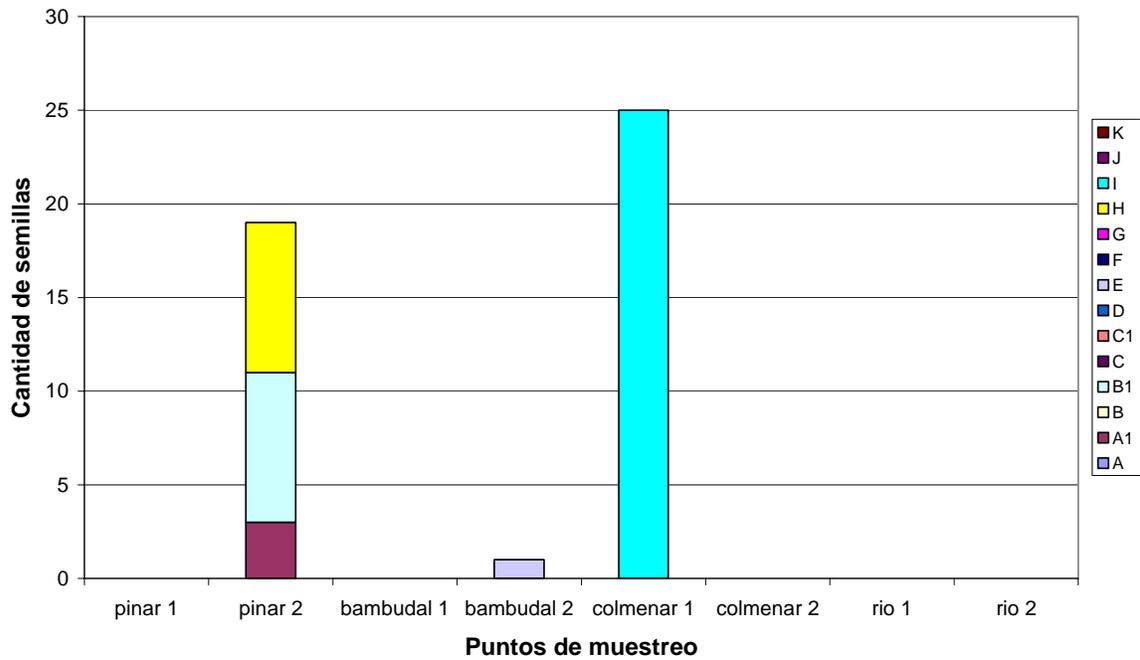
Tabla No. 1 Diversidad de semillas según su estrategia de dispersión colectadas durante el experimento

Tipo de dispersión	Morfoespecie	No. De Morfoespecies	Porcentaje %
Anemocoras	A,A1,C,E,G,H;Ñ1,	7	33
Endozoocoras	B1,D,F,K,L,Ñ,N	7	33
Barocoras	J,N,O,M	4	19
Epizoocoras	B, C1,I	3	14
		21	100

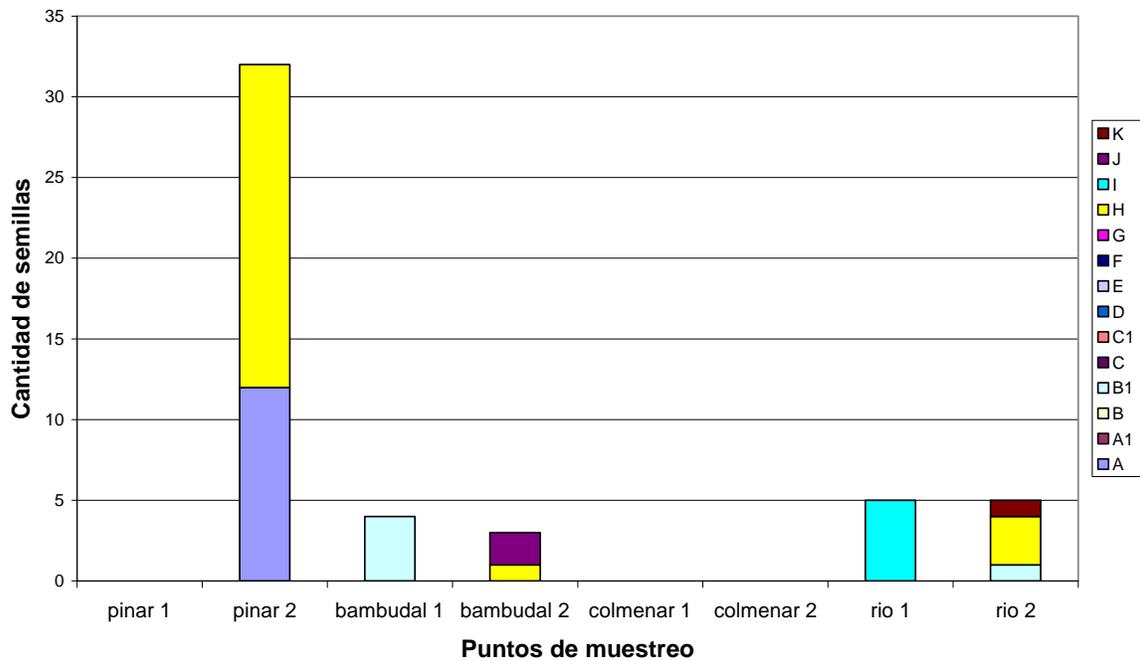
Grafica No. 1 Lluvia de semillas en la primera colecta



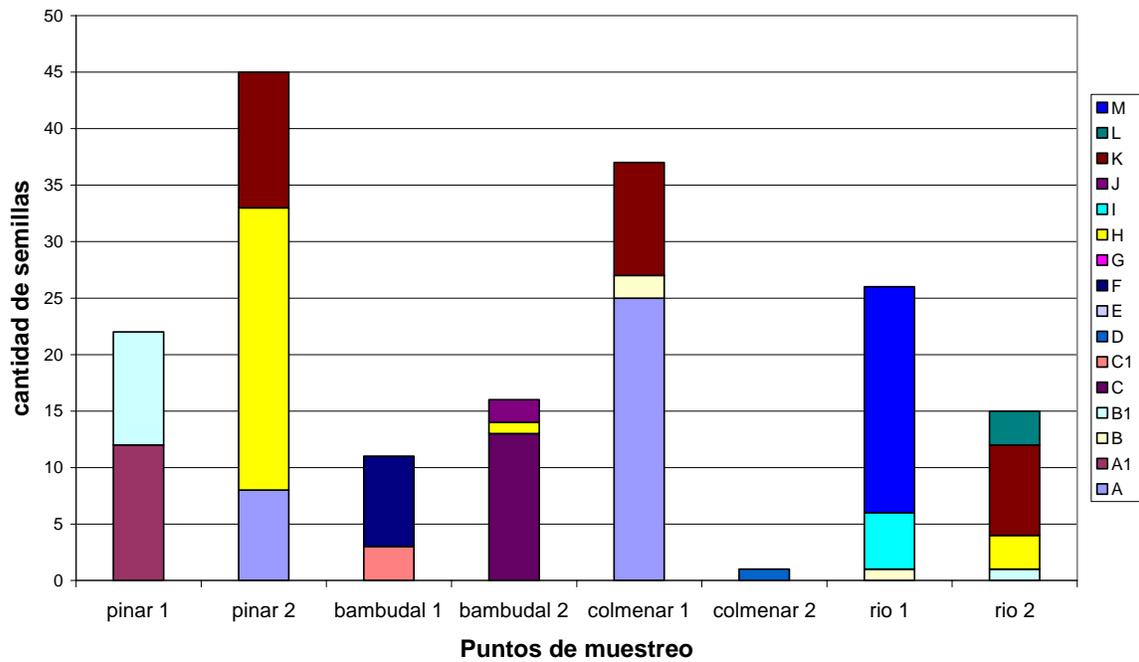
**Grafica No. 2 Lluvia de semillas (morfoespecies), en la segunda colecta**



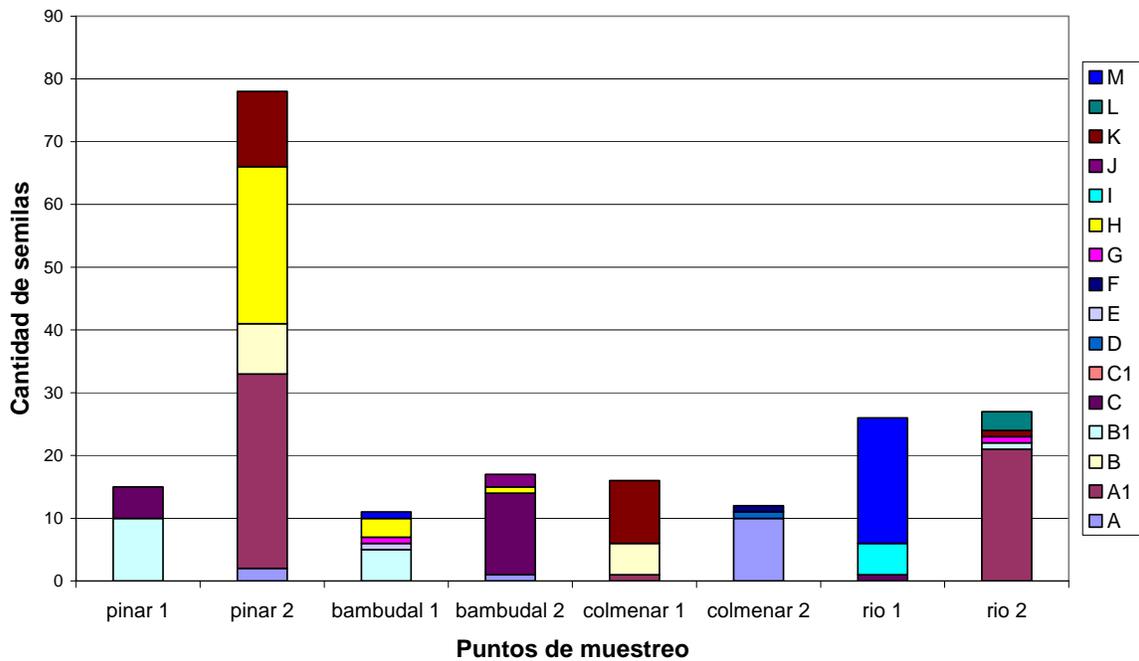
**Grafica No.3 Lluvia de semillas (morfoespecies) en la tercera colecta**



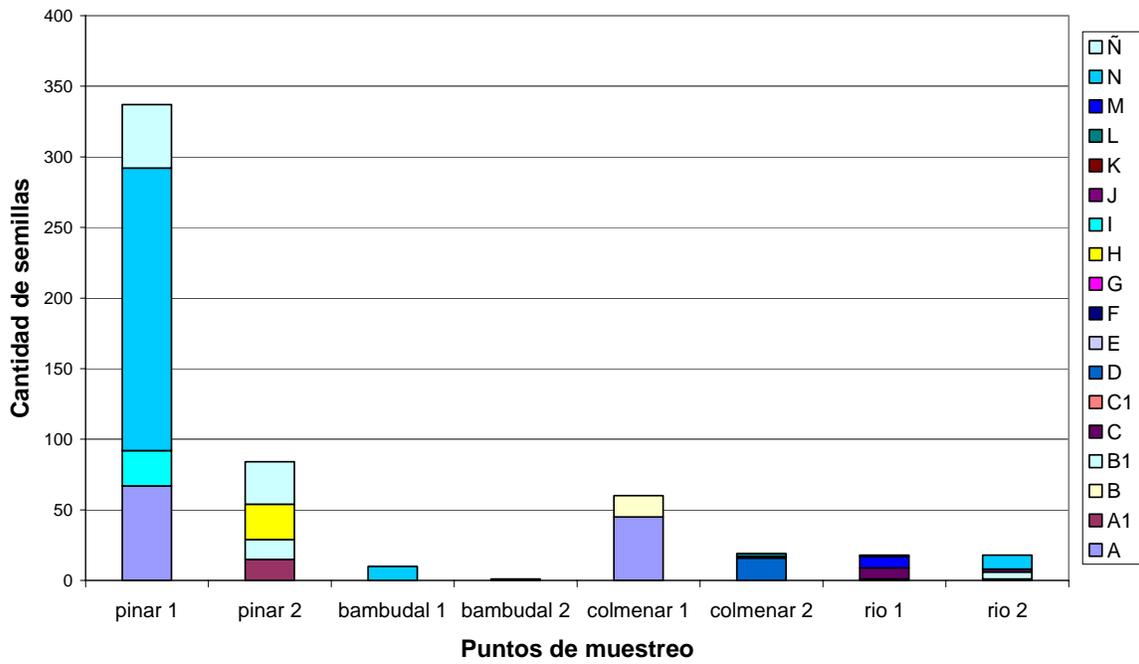
**Grafica No.4 Lluvia de semillas (morfoespecies), en la cuarta colecta**



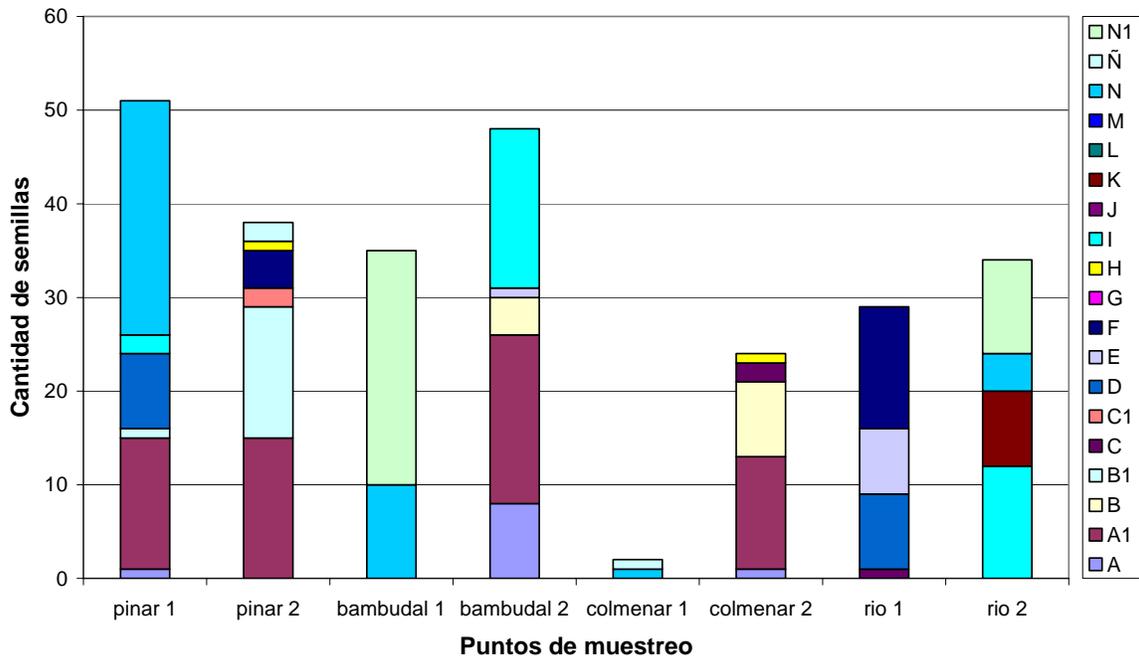
**Grafica No.5 Lluvia de semillas (morfoespecies), en la quinta colecta**



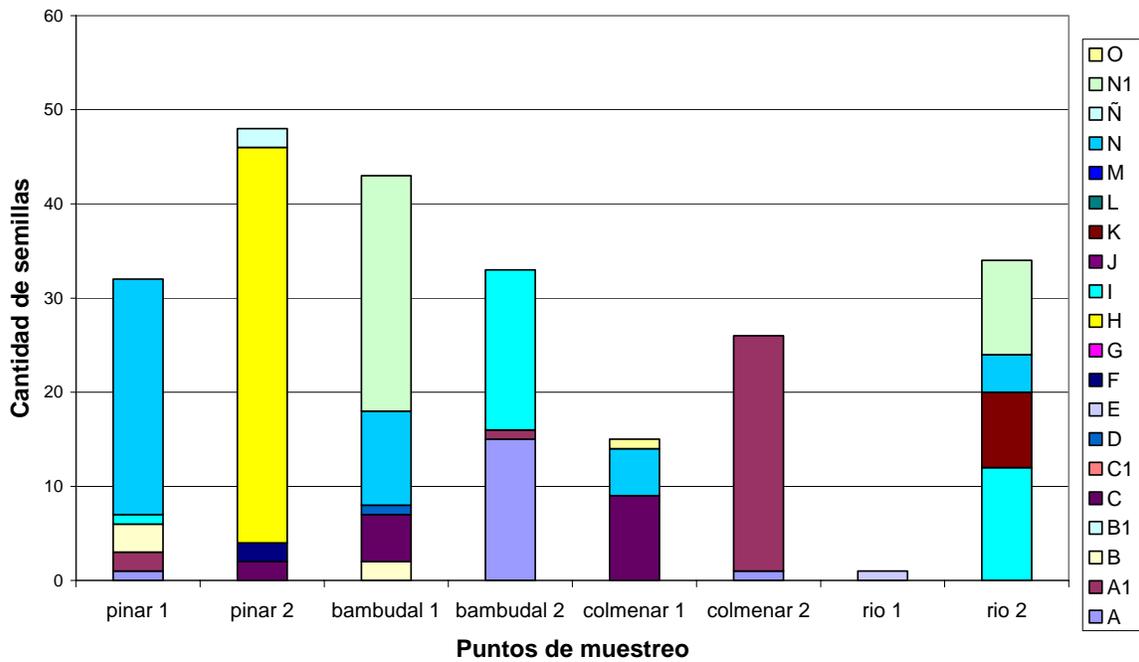
Grafica No.6 Lluvia de semillas en la sexta colecta



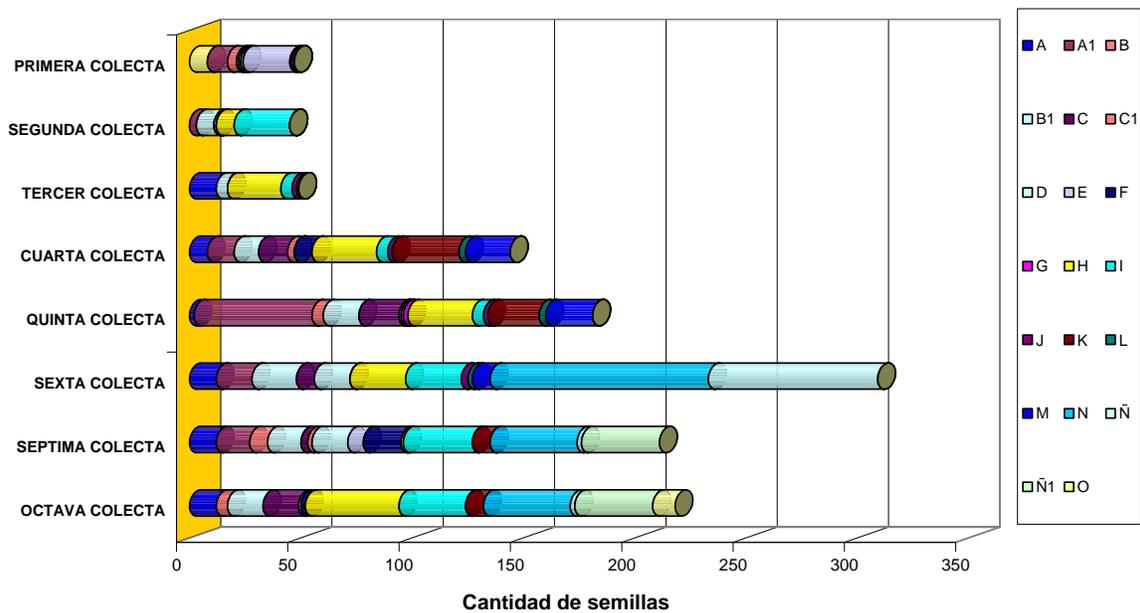
Grafica No. 7 Lluvia de semillas (morfoespecies), en la séptima colecta



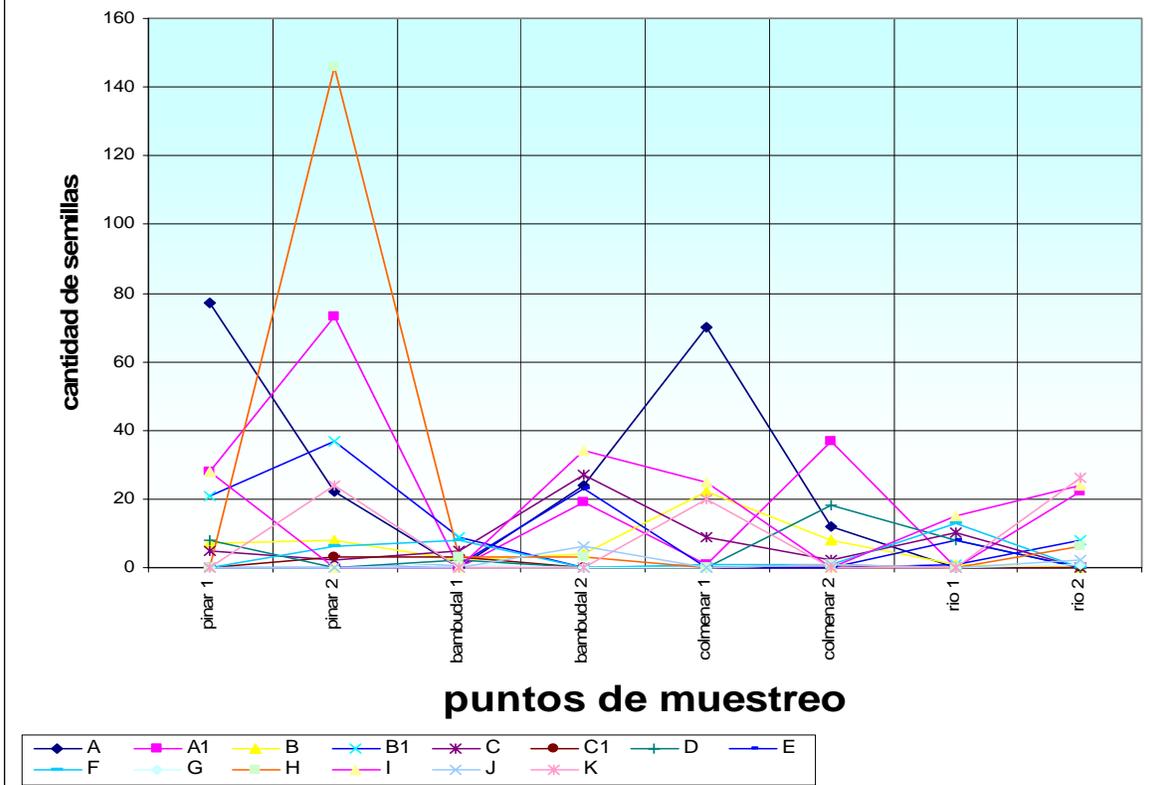
**Grafica No.8 Luvia de semillas (morfoespecies), en la octava colecta**



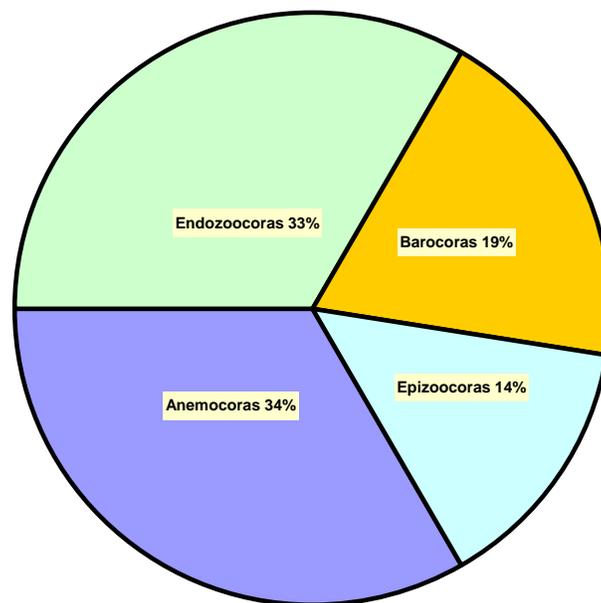
**Grafica No.9 Abundancia de las morfoespecies de semillas a lo largo de las ocho colectas**

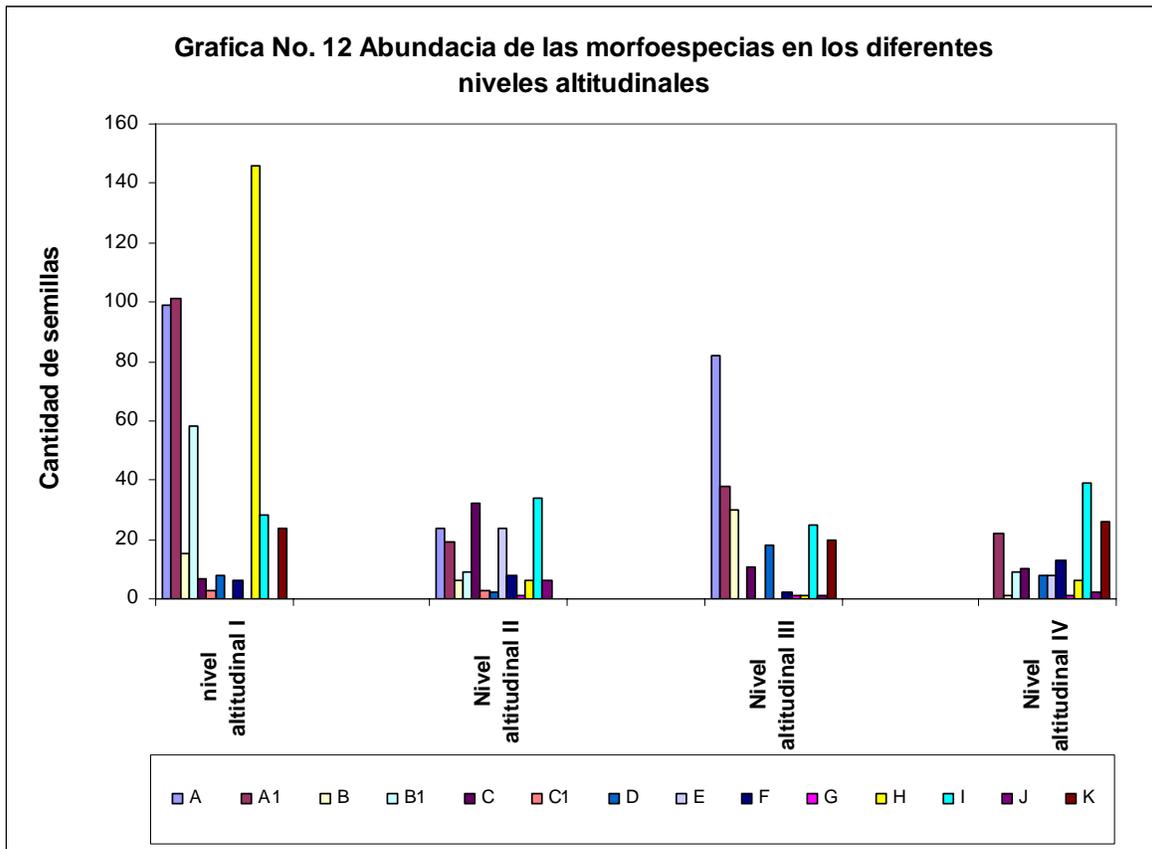


**Grafica No. 10 Abundancia de las morfoespecis más representativas en los diferentes puntos de muestreo**



**Gráfica No. 11 Abundancia de semillas por su forma de dispersion**

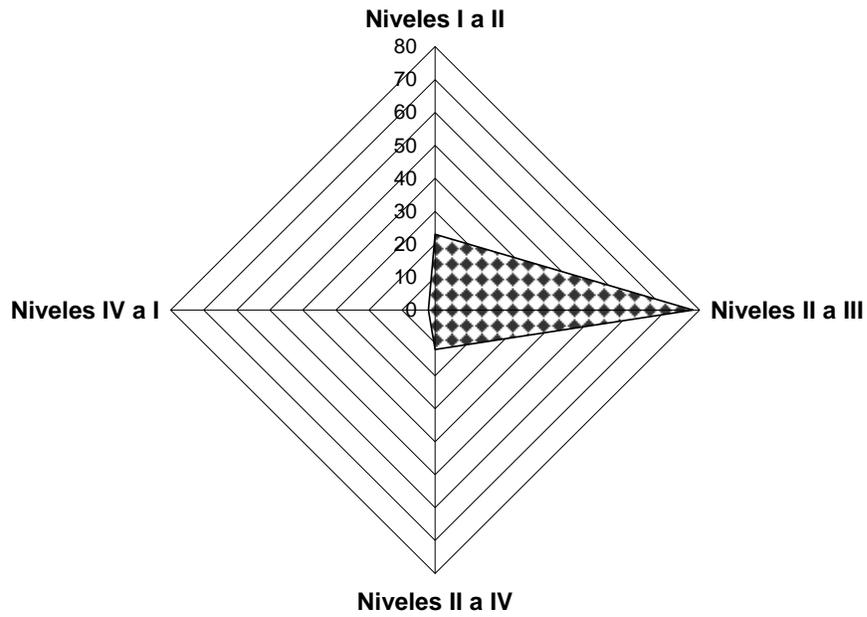




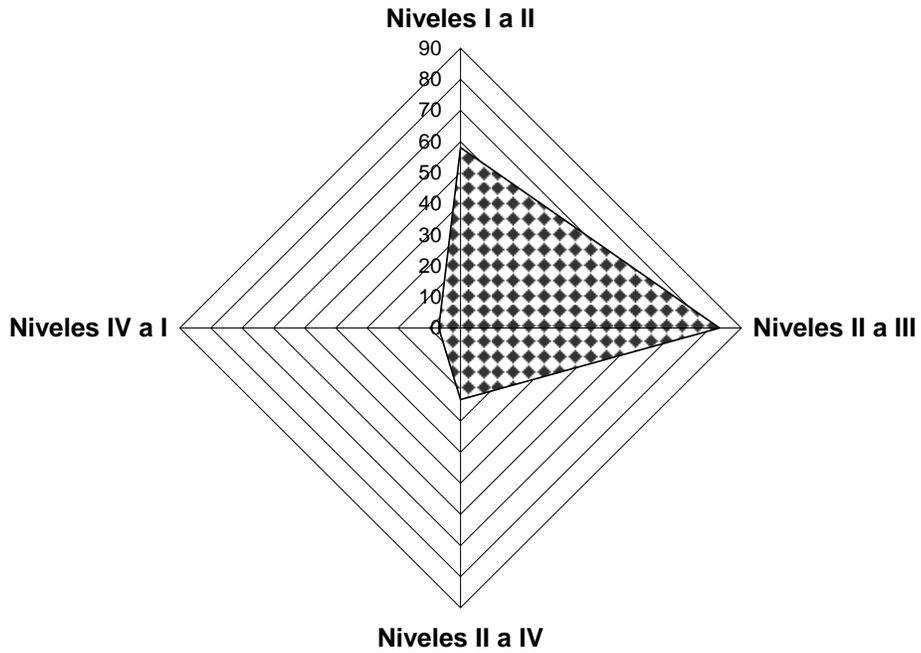
**Tabla No.2 Porcentajes de similitud entre los diferentes altitudinales**

	% similitud	Morfoespecies en común
<b>Niveles I-II</b>	<b>58</b>	a,b,c,d,f,g,h,i,j,k,l
<b>Niveles II-III</b>	<b>83</b>	a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l
<b>Niveles III-IV</b>	<b>23</b>	a,g,k
<b>Niveles IV-I</b>	<b>7</b>	b,k

**Grafica No. 13 Similitud de morfoespecies de semillas entre los diferentes niveles altitudinales**



**Grafica No. 14 Similitud de morfoespecies de plántulas en los diferentes niveles altitudinales**



## 9.2 Descripción de resultados

En total fue posible efectuar ocho colectas. Las primeras tres colectas se llevaron a cabo a inicios de la estación lluviosa en la zona semiárida del departamento de El Progreso (julio). Las siguientes colectas (cuarta a octava) se llevaron plenamente dentro de la estación lluviosa (agosto a octubre). Por las limitaciones de tiempo y recursos no se pudo llevar a cabo colectas en la estación seca.

Durante las primeras tres colectas, tanto la cantidad de semillas como la riqueza de morfoespecies fue baja. En ningún caso el número de semillas superó las 30 unidades, independientemente de las especies (gráficas 1 – 3). A partir de la cuarta colecta tanto el número de morfoespecies como la abundancia de las mismas aumentaron sustancialmente (gráficas 4 – 8). Durante la cuarta y quinta colectas el número de semillas por trampa ascendió a un máximo de 80. A partir de la sexta colecta el número de semillas aumentó considerablemente, llegándose en un caso a exceder las 300 unidades.

En total fue posible identificar 20 morfoespecies de semillas diferentes (gráfica 9). No todas aparecieron en todas las colectas. Cinco morfoespecies distintas, identificadas como A, A1, B1, H e I aparecieron en al menos seis colectas. Por lo que se deduce que estas son en general las más abundantes y que son dispersadas durante más tiempo. La sexta colecta, efectuada a mediados de la estación lluviosa, no fue solamente la que más semillas registró sino que la que presentó un mayor número de especies.

Respecto al total de semillas por morfoespecie diferente en cada sitio de muestreo, este varió entre 205 semillas de la morfoespecie A y 3 semillas de la morfoespecie G. Las semillas más abundantes tendieron a aparecer tanto en la mayoría de los sitios de muestreo como en el mayor número de colectas (tabla 10).

La abundancia total de semillas por nivel altitudinal (sumando las semillas de ambas trampas colocadas a esa altura) varió entre un mínimo de 237 – 238 en los niveles altitudinales III y IV y un máximo 722 en el nivel altitudinal I (pino). Asimismo, el total de semillas colectado varió entre un mínimo total de 45 – 47 en la primera y segunda colectas a un máximo total de 425 en la sexta colecta (tabla 11).

El número de morfoespecies diferentes en cada punto de muestreo varió entre 0 y 5, independientemente de la fecha de la colecta (Tabla 12).

El número de morfoespecies por estrategia de dispersión (anemócora, endozoócora, barócora o epizoócora) varió entre un total de siete para anemócoras y endozoócoras y tres para las epizoócoras. Treinta y tres por ciento (33%) de las especies fueron anemócoras o endozoócoras (Tabla 13), siendo estas los mecanismos de dispersión más abundantes.

### 9.3 Abundancia y riqueza de plántulas

Debido a imprevistos fuera del control del equipo de investigación, no fue posible tener un panorama completo de la abundancia y riqueza de especies de plántulas y otros juveniles. No obstante, si se pudo determinar que el número de morfoespecies de plántulas por puntos de colecta (muestreo) sustancialmente. Fue posible determinar un total de 32 especies de plántulas.

#### Similitud de morfoespecies entre niveles

Los niveles I y II, y II y III mostraron el mayor porcentaje de similitud entre morfoespecies (58 – 83%) mientras que la similitud entre los niveles III y IV y entre IV y I fue baja (23 y 7%) (tabla 22).

En cuanto a los esfuerzos de socialización, fue posible llevar a cabo en abril un taller con los niños de la aldea Magdalena, situada en la parte inferior del valle del Motagua (fig.). Para esta actividad se contó con la colaboración de los estudiantes del curso de formación profesional de “Ecología Política” del 9º semestre de la carrera de Biología. Asimismo, se contó con la colaboración de las autoridades gubernamentales para llevar a cabo otro taller a finales de la ejecución del proyecto (noviembre) en el que participaron estas personas, miembros de entidades privadas y personas interesadas. En estos talleres se pudo evidenciar el conocimiento que la población tiene sobre los cambios climáticos que han sucedido en los últimos años en la región así como la conciencia que tienen de que la deforestación y la contaminación (principalmente de las fuentes de agua) son las “causas principales” de estos graves problemas.

## 9.4 Discusión

El primer objetivo de la investigación consistía en “registrar la dinámica de dispersión y regeneración del bosque seco y el bosque de pino a lo largo del gradiente altitudinal”. Consideramos que este se cumplió en buena parte, puesto que se pudo obtener un panorama amplio de la abundancia y riqueza de especies de semillas que participan en la sucesión de los diferentes niveles altitudinales de esta ladera montañosa. Además, se pudo registrar cómo se iba poblando de nueva vegetación un claro situado a la vera del camino entre el bosque de bambú y el bosque seco, fenómeno que originalmente no había sido contemplado pero que pudo aprovecharse por las circunstancias. Este registro se llevó a cabo durante la estación lluviosa (julio – octubre).

Por otra parte, por lo limitado de la “ventana de tiempo” del año durante la cual pudimos llevar a cabo las colectas, no nos fue posible registrar la dinámica de la dispersión de estos bosques durante la estación seca (noviembre – junio). Esta condición impidió que el fenómeno de dispersión, germinación y regeneración de algunas de las especies más importantes del sistema, tales como los árboles de dosel del bosque de pino no pudiera registrarse. Si consideramos que económicamente el pino constituye la base de la riqueza maderera de la zona y que en los planes de manejo y conservación de las instituciones públicas y privadas (INAB, MAGA, MARN, ONG's y empresas privadas) siempre se considera este género (con todas sus especies comunes en Guatemala), resulta de vital importancia continuar con el monitoreo de la dispersión de las semillas en esta zona a lo largo de todo el año.

Por otra parte, como recomiendan Shen et al. (), quienes también trabajaron en una ladera montañosa en China, es indispensable monitorear la germinación y el crecimiento de las semillas presentes en el “banco de semillas” (propágalos que han sido dispersados en estaciones anteriores y que han estado ocultos entre el suelo).

Las trampas de semillas son eficientes para coleccionar propágalos endozoócoros y barócoros. Es muy probable que su eficiencia no sea igual para las semillas anemócoras y exozoócoras. Si caen semillas dispersadas por viento (particularmente las de familias abundantes como Asteraceae), es posible que estas sean empujadas fuera de la trampa por el mismo viento. Por tanto, debe también diseñarse una trampa de semillas que permita capturar con mayor certeza semillas anemócoras como las del pino y otras especies de gran importancia económica. Es probable que con el diseño de trampas con “paredes” verticales de malla que cierren la forma de “hamaca” de la trampa este objetivo pueda lograrse. Por ejemplo, Tíscar – Oliver (2003) recomienda trampas de semillas con paredes para capturar semillas de pino.

Resulta también fundamental llevar a cabo una colecta anual completa de los frutos de todas las especies de plantas que producen las morfoespecies de semillas para que sea posible identificar con certeza estas.

Asimismo, al igual que muchas Asteraceae que son pioneras en los espacios abiertos, las plantas exozoócoras que también son pioneras (por ejemplo, algunas Mimosacea) también lo son. Los propágulos de estas plantas tampoco son colectados eficientemente con las trampas de nuestro diseño. Posiblemente, con sábanas de tela o pieles si sean colectadas (fig. ).

Es necesario utilizar “guacamayas” para colectar frutos de árboles más o menos altos. Asimismo, deberá colocarse un mayor número de trampas por tipo de bosque. La superficie de captura de cada trampa (0.9 x 2.0 m) no resulta suficiente para completar una colecta exitosa por unidad de área.

Por otro lado, el registro de la dinámica de regeneración no fue lo exitoso que se esperaba. En proyectos sucesivos, se deben apartar desde un principio las áreas donde se monitoreará la germinación de las semillas y el crecimiento y desarrollo de las plántulas en cada sitio de observación. Los sitios bajo observación en este proyecto estaban sujetos a trasiego continuo de personas y ganado por estar localizados cerca de los caminos. Este hecho podría sesgar el registro de la dinámica de regeneración, por lo que además de continuar monitoreando estos puntos, también debería monitorearse la lluvia de semillas en el interior del bosque. Por ejemplo, en los bosques de pino europeos, el daño ocasionado por el ganado a los brinzales y latizales de esta especie, afecta considerablemente la regeneración (Tíscar – Oliver 2003).

El segundo objetivo del proyecto consistía en “evaluar la dinámica de dispersión y regeneración del bosque de galería y su papel en el mantenimiento a largo plazo del recurso hídrico en el área de estudio”. Al igual que en el objetivo anterior, este se cumplió en buena parte. Fue posible registrar la lluvia de semillas a lo largo de la estación lluviosa y se pudo colectar las mismas. Lamentablemente, al igual que en el objetivo anterior, tampoco se colectó durante la estación seca.

No obstante, aún no pueden recomendarse ni prácticas tradicionales como el avenamiento (apertura y mantenimiento de zanjas de drenaje –ver fig. ) como recomiendan Castro y Vanegas (2000) en Colombia, ni prácticas más modernas, como “recostar el chorro”.

Las semillas colectadas servirán para establecer una colección de referencia que permitirá comparar las semillas obtenidas a partir de los frutos maduros colectados artificialmente a lo largo de todo el año para establecer con certeza la especie a la que pertenecen. Las otras observaciones señaladas para la colecta de las semillas en párrafos anteriores pueden hacerse para esta zona.

A diferencia de los otros tipos de bosque, en el bosque de galería si fue posible registrar la abundancia y vigor con la que germinaban y crecían las plántulas de al menos dos de las especies dominantes. Aunque no directamente en las microparcelas de observación colocadas a la par de las trampas de muestreo, si fue posible determinar que el ramón ( ) y el conacaste ( ) se reproducen abundantemente y sus plántulas crecen en torno al río (imágenes Nos. Xx y xx).

Respecto al tercer objetivo, de “plantear un modelo de respuesta de los tipos de bosque ante el clima, derivado de las dinámicas observadas”, puede considerarse que este solamente podrá completarse cuando se tenga al menos un año completo de colecta de semillas, así como un registro completo de las plántulas de las especies leñosas dominantes en cada tipo de bosque.

No obstante, si resulta posible determinar que este conjunto de tipos de vegetación a lo largo de una ladera montañosa produce una abundante y variada lluvia de semillas, la cual en todo caso permitiría el crecimiento de al menos 20 especies distintas, siempre y cuando estas sobrevivan a la granivoría por aves y mamíferos y no sean atacadas por hongos o insectos.

Deberán colocarse trampas de semillas adicionales en los bordes de los tipos de bosque, así como en las zonas actualmente desprovistas de vegetación arbórea. Es necesario coleccionar y registrar las semillas de tipos de bosque adyacentes a los sitios de observación (matorral espinoso en las altitudes bajas y bosque nuboso en las cumbres) para poder determinar si estos mismos se están reproduciendo y si sus semillas son dispersadas desde los mismos hacia los bosques vecinos.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, aún resulta aventurado afirmar que estos bosques podrían volverse continuos, como afirman Schuster y Cano (2005) que las asociaciones vegetales, que antiguamente eran continuas y actualmente se encuentran aisladas en las cumbres de las montañas podrían a unirse nuevamente (como cuando se plantea la posibilidad de corredores biológicos). Esto aún cuando fueran sometidos a un régimen de manejo que promoviera la plantación de especies “agradecidas” entre las fracciones aisladas.

El último objetivo consistía en “socializar alternativas de manejo de especies vegetales nativas congruentes con el modelo de respuesta y sus consecuencias sobre la biodiversidad”. Este mismo se ha llevado a cabo en buena parte. Se tiene un registro fotográfico de más de 200 imágenes de todo el proceso, desde la colocación de las trampas de semillas; la colecta de las semillas y plántulas de la región (imágenes) y el crecimiento de las plántulas de varias especies. Para este informe se seleccionaron algunas de las imágenes más elocuentes (imágenes).

Gracias a la colaboración de los propietarios de la finca donde se llevó a cabo la investigación, ha sido posible dar a conocer a las escuelas públicas y a las comunidades parte de los hallazgos hasta la fecha (anexos) y existe evidencia de la respuesta exitosa tanto de los niños de las escuelas, los propietarios privados y los representantes de las instituciones estatales (MAGA, MARN; INAB), así como los de las ONG's. Ellos han asistido a las conferencias y talleres (imágenes y presentaciones). El éxito de estas oportunidades de socialización ha sido considerable, pues se ha podido compartir además la información generada por otros proyectos de investigación financiados por el SENACYT y llevados a cabo por miembros de equipo de trabajo de la USAC en el proceso.

## 9.5 Conclusiones

1. La dinámica de la dispersión y regeneración de los bosques de Morazán, El Progreso consiste un variado conjunto de estrategias como el acarreo de semillas por factores abióticos (anemocoría y barocoría) así como bióticos (exozoocoría y endozoocoría). El porcentaje de cada una de estas estrategias es variado. Esto puede repetirse para el bosque de galería.
2. La germinación y sobrevivencia de las plántulas también varía considerablemente a lo largo de la ladera montañosa, al igual que en el bosque de galería.
3. Para plantear un modelo de respuesta de los cambios a los que podrían estar sujetos estos diferentes tipos de bosque modificados por los cambios climáticos, es indispensable registrar el fenómeno a lo largo de todo un año.
4. Es posible socializar los problemas ambientales y las alternativas de manejo para esta zona, pues la respuesta tanto de las autoridades, como de la iniciativa privada y las ONG's, al igual que la de los escolares, es positiva.

## 9.6 Recomendaciones

1. Para tener un panorama completo del proceso de sucesión a lo largo del gradiente altitudinal es indispensable proceder a la colecta de semillas, plántulas, brinzales y latizales, a lo largo de todo el año, incluyendo la estación seca.
2. La forma de las trampas de semillas es adecuada para las semillas endozoocoras y barocoras pero para las semillas anemocoras es necesario colocarle paredes verticales de tela o malla que impidan que las semillas anemocoras que caigan en las trampas sean expulsadas por el mismo viento.
3. Resulta necesario aumentar considerablemente el número de puntos de muestreo de semillas así como el de plántulas.
4. Debe muestrearse tanto los ecotonos entre los tipos de vegetación ya muestreados así como los tipos de vegetación situados a altitudes mayores y menores, al igual que en diferentes tipos de suelo incluyendo roca, arena, y limo.

5. La socialización del proceso debe continuar en todas las escuelas e institutos de la región, los resultados obtenidos hasta el momento deberán servir para preparar manuales o documentos que se facilitarán a las autoridades de los ministerios (agricultura, ambiente, educación, etc... y de las ONG's.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Albán L., M. Martorell, J. Romero, N. Grado, G. Cruz y P. Felker. 2002. Cloning of elite, multipurpose tree of the *Prosopis juliflora/pallida* complex in Piura, Peru. *Agroforest syst.* 54(3): 173-182.
2. Anónimo 2007. Lone Star Mesquite Co. <http://lonestarmesquite.com/> revisado 24/4/2007
3. ACSUR-Las Segovias, ECOSOL, Entrepueblos, ECODES, Greenpace, IUDECE, MPDL, Solidaridad Internacional 2006. Cambio climático y cooperación para el desarrollo. Fundación IPADE, Madrid, 56p.
4. Azevedo, C.F. 1982. Algarobeira na alimentação animal e humana: en Simposio Brasileiro sobre algarroba anais. EMPARN, Natal. pgs. 283-299
5. Bachelet, D., R.P. Neilson, J.M. Lehnan y R. Drapek. 2001. Climate Change Effects on Vegetation Distribution and Carbon Budget in the United States. *Ecosystems* 4: 164 – 185
6. Barwick, M. 2004. Tropical and Subtropical Trees. Timber Press. Portland, Oregon. 484 pgs.
7. Beier, C., B. Emmet, P. Gundersen, A. Tietema, J. Peñuelas, M. Estiarte, C. Gordon, A. Gorissen, L. Llorens, F. Roda y D. Williams. 2004. Novel Approaches to Study Climate Change Effects on Terrestrial Ecosystems in the Field: Drought and Passive Nighttime Warming. *Ecosystems* 7: 583 – 597.
8. Burkart, A. 1940. Materiales para una monografía del género *Prosopis* (Leguminosae). *Darwiniana* 4: 57 – 128
9. Byrd, J. 2007. Cocina de Vega. <http://www.mesquitmagic.com/index.htm>. Consultado 21/04/2007
10. Cano E. (ed.) 2006. Biodiversidad de Guatemala. Tomo I. Ed. UVG, FONACON, MARN y CONCYT. Guatemala. pp. 674.
11. Castañeda-Salguero C., 1995. Sistemas Lacustres de Guatemala: recursos que mueren. Editorial Universitaria, CEUR-USAC, Guatemala. Colección Estudios, Vol. 1. pp. 196.

12. Chambers, J.C. y J. A. MacMahon. 1994. A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 25: 263-292.
13. Castro, L. y V. Vanegas. 2000. Departamento técnico administrativo del medio ambiente (DAMA). Fundación Estación Biológica Bachaqueros. Desplomes de márgenes de cursos de agua. En: *Protocolo distrital de Restauración Ecológica: Guía para la restauración de ecosistemas nativos en las áreas rurales de Santa Fe de Bogotá*. Edición e interventoría: Liliana Castro, Viviana Banegas. Bogotá.
14. CONABIO 2006 [www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_032.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_032.html) consulta: 23/5/2006
15. CONGRESO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA. 1985. Constitución Política de la República. Artículos. 58, 64, 79, 80, 124, 125, 126, 127, 128.
16. Connell, J. H. y R.O. Slatyer. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119-1144.
17. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). 2006 Guatemala, un país megadiverso. Documento técnico 44 (12-2006). pp. 22.
18. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). 2002. Biodiversidad en Mesoamérica Informe 2002: Informe Regional sobre el Cumplimiento del Convenio sobre la Diversidad Biológica, CDB. SEMARNAT, CONAP, MARN, SERNA, MARENA, MINAE, Autoridad nacional del ambiente, CCAD, CBM, UICN/ORMA, Darwin Initiative, UNEP y WCMC. pp. 78.
19. Cline, W. 2004. Climate change. págs. 13 – 43. En: Lomborg, B. *Global Crises, Global Solutions*. Cambridge University Press. Cambridge. 648 pgs.
20. Debussche, M., J. Escarré y J. Lepart. 1982. Ornithochory and plant succession in mediterranean abandoned orchards. *Vegetatio* 48: pp. 255-266.
21. Dering, J. Phil. 2000a. Carbonized Plant Remains from 41ZP364: Identification and Analysis Using Scanning Electron Microscopy. In *Data Recovery at 41ZP364: An Upland Campsite at Falcon Reservoir, Zapata County, Texas*, by J. Michael Quigg and Carlos Cordova, pp. 285-296. TRC Technical Report No. 22317. Austin, Texas.
22. Dering, J. Phil. 2000b. Macrobotanical Analyses. In *The Lino Site: A Stratified Late Archaic Campsite in a Terrace of the San Idelfonso Creek*, by J. Michael Quigg, Chris Lintz, Grant Smith, and Scott Wilcox, pp. 347-363. Texas Department of Transportation, Archeological Studies Program, Report No. 20. Austin, Texas.
23. Diamond J. 1997. Guns, germs and steel: The fates of human societies. W.W. Norton and Company, New York. pp. 494.

24. Diamond J. 2005. Collapse: how societies choose to fail or succeed. Viking Press, New York. pp. 575.
25. Díaz, E. y N. Gonzáles. 1997. Utilización del fruto del cuji (*Prosopis juliflora*) en la elaboración de medios de cultivos bacterianos. Revista Científica. 7(1) 54-57.
26. Duro J.M., R. Monzón, R. Vásquez, J.R. González, J.P. García, J.C. Argueta, O.R. González. 2002. Atlas Temático de la República de Guatemala. MAGA, Guatemala. pp. 127.
27. FAO 2006. Usos de *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. [www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/006/AD314S/AD314S06.html](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/AD314S/AD314S06.html). Rev. mayo 2006)
28. Franco, A.A., S.M. Faria., V.C.G. Moreira y E.M.S. Monteiro. 1988. Nodulation and nitrogen fixation in *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. In: The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*. International Conference on Prosopis. FAO, Rome, pgs. 299-306.
29. Fuentes, E.R., R.D. Otaiza, M.C. Alliende, A. Hoffmann y A. Poiani. 1984. Shrub clumps of the Chilean matorral vegetation: structure and possible maintenance mechanisms. Oecologia 62: 405-411.
30. Fuentes, E. R., A.J. Hoffman, A. Poiani, y M.C. Alliende. 1986. Vegetation change in large clearings: patterns in the Chilean matorral. Oecologia 68: 358-366.
31. González – Michaels, N., L.A. Forero – Trujillo y J. O. Rangel. 2002. Cambios en la vegetación y el clima durante el Pleniglacial Medio y Superior en el valle de Tenjo (Cundinamarca, Colombia). Caldasia 24(1): 15 - 22
32. Guevara, S., y J. Laborde. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. Vegetatio. pp. 107
33. Guevara, S., y J. Meave del Castillo. 1987. ¿Contribuyen los árboles en pie al mantenimiento de la diversidad de especies en los pastizales tropicales? Pub. Laboratorio de Ecología, UNAM, México.
34. Guillen, R. y M. González. 2007. Armonización de las políticas ambiental y agrícola en Centroamérica. FAO-COAG, CAC. Roma, Italia. 15 p.
35. Guitay H., A. Suárez, R.T. Watson, D. J. Dokken. 2002. Cambio Climático y Biodiversidad. IPCC. Ginebra, Suiza. 93 pp.
36. Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London.
37. Hartwell, J. L. 1967 – 1971. Plants used against cancer. A survey. Lloydia, pp. 30 – 38.

38. Hernández, J. F. 1995. Efecto de los árboles percha sobre los patrones de lluvia de semillas y el establecimiento de plántulas: consecuencias para la sucesión secundaria del bosque de Chiloé, Chile. Tesis de Doctorado. Universidad de Chile. pp. 119.
39. Hernández, J. F., L. Madariaga y S. Lou. 1997. Estudio de la dispersión de semillas en dos zonas representativas de bosque de Santa María de Jesús, Quetzaltenango. Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. pp. 75.
40. Hernández, J. F., L. Ixcot, C. Chinchilla y R. Marroquín 2000. Comparación de la dinámica regenerativa en los bosques de dos zonas con diferentes características biogeográficas de Guatemala (Santa María de Jesús, Quetzaltenango y San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). Manuscrito.
41. Hernández, J. F y R. Marroquín 2007. Recuperación y conservación del árbol de usos múltiples *Prosopis juliflora* (Swartz) DC., por medio de la participación comunitaria en siete aldeas de la región semiárida de Guatemala. Informe final, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). 79 p.
42. Howe, H.F. y J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. Annual Review of Ecology and Systematics 13: 201-218.
43. Holmquist, I. & G. Ruíz. 1997. Propiedades funcionales de la proteína de cuji (*Prosopis juliflora*). Archiv. Latin. Nutri. 47: 343-351.
44. Hughes P.D., J.C. Woodward y P.L. Gibbard. 2006. Late Pleistocene Glaciers and Climate in the Mediterranean. Global and Planetary Change: 50, 83-98 pp.
45. Instituto de Ambiente y Recursos Naturales (IARNA). 2004. Perfil Ambiental de Guatemala: Informes sobre el Estados del Ambiente y Bases para su Evaluación Sistemática. URL, Guatemala. pp. 461.
46. Instituto de Ambiente y Recursos Naturales (IARNA). 2005a. Amenazas al Ambiente y Vulnerabilidad Social en Guatemala: Documento Técnico del Perfil Ambiental de Guatemala. URL, Guatemala: pp. 32.
47. Instituto de Ambiente y Recursos Naturales (IARNA). 2005b. Situación del Recurso Hídrico en Guatemala. Documento Técnico del Perfil Ambiental de Guatemala. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas (FCAA), Universidad Rafael Landívar, Instituto de Incidencia Ambiental y Embajada Real de los Países Bajos. Serviprensa, Guatemala. pp. 30.
48. Instituto de Ambiente y Recursos Naturales (IARNA). 2006. Perfil Ambiental de Guatemala: Tendencias y reflexiones sobre la Gestión Ambiental. URL, Guatemala. pp. 250.

49. Instituto Geográfico Nacional (IGN). 1992. Diccionario Geográfico de Guatemala. Sección Departamento de El Progreso. p. 47-53.
50. Instituto Nacional de Estadística (INE). 2003. Características de la Población y de los Locales de Habitación censados. UNFPA. Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación 2002. Guatemala. pp. 271.
51. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001 a. Summary for Policy Makers. Climate Change 2001: Impacts, adaptations and vulnerability. A report of Working Group II. Cambridge University Press.
52. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001 b. The Scientific Basis. Contributions of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
53. Islebe G. y B. Leyden. 2006. La vegetación de Guatemala durante el Pleistoceno Terminal y Holoceno págs 15 a 23 *in* Cano E. 2006. Biodiversidad de Guatemala. Tomo I. Ed. UVG, FONACON, MARN y CONCYT. Guatemala. pp. 674.
54. Ixcot L., J.F. Hernández y A.R. Velásquez. 2002. Efecto de las condiciones en los claros y bajo el dosel sobre la germinación de las semillas de las especies nativas del bosque espinoso en el Valle del Motagua. IIQB y PUIRNA-DIGI, USAC. Guatemala. pp. 22.
55. Jones, J.G. 1986. Macrobotanical Materials. *In* The Clemente and Herminia Hinojosa Site, 41JW8: A Toyah Horizon Campsite in Southern Texas, *by* Stephen L. Black, pp. 137- 144. Center for Archaeological Research, Special Report No. 18. The University of Texas at San Antonio. San Antonio, Texas
56. Kaiser, J.A. 1998. Mesquite Makes Inroads As Commercial Wood. Wood – Products magazine.
57. Landeras, G. 2006. Origen de la sección Algarrobia para el género *Prosopis*. En: <http://www.unavarra.es/genmic/publicaciones/tfc/Gorka%20Landeras.htm>. Rev. 25/6/2006
58. Lew, A.A. 2004. Geography of the USA. Chapter 2: Physical Geography of the US. Northern Arizona University, Department of Geography, Planning and Recreation.
59. Lima, P.C.F. 1994. Comportamento silvicultural de espécies de *Prosopis*, em Petrolina-PE, região semiárida brasileira. Tese (Doutorado) – Escola de Florestas – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 110 pgs.
60. López–Barrera, F. 2004. Estructura y función en los bordes de bosque. Revista Ecosistemas 2004 /1. pp. 2 -15.

61. Lorente I., D. Gamon, J.I. Gómez, R. Santos, L. Flores, A. Camacho, L. Galindo y J. Navarro. 2004. Los efectos biológicos del cambio climático. *Ecosistemas*: 13, No. 1, Enero-Abril 2004. pp. 1-10.
62. Lovejoy T.E. y L. Hannah. 2005. *Climate Change and Biodiversity*. Yale University, Estados Unidos de América. pp. 418.
63. Magaña V. y C. Gay-García. s. f. Vulnerabilidad y Adaptación Regional ante el Cambio Climático y sus Impactos Ambiental, Social y Económico. Instituto Nacional de Ecología, UNAM. 27 pp.
64. Marangoni, A. y Y. Alli. 1988. Composition and properties of seed and pods of the tree Legume *Prosopis juliflora* (DC.). *J. Sci. Food Agric.* 44:99-100.
65. Marcos-Villatoro C. 1999. Censo de especies del género *Quercus* y su distribución geográfica en dos cuencas de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. Tesis de Ingeniera Forestal, Facultad de Ciencias y Humanidades, UVG. pp. 98.
66. Marquet, P.A. y G.A. Bradshaw. 2004. Ecosystems Disruptions in the Americas. *Revista Chilena de Historia Natural* 77(3): 369 – 370.
67. Marroquín R., S. Guerra y L. Cordón. 2002. Perfil Socioambiental de la Región Semi-árida del Nororiente de Guatemala. DIGI, USAC: Guatemala, pp. 93.
68. Marroquín R., V. Freire y J. F. Hernández. 2006a. Uso del fruto de *Prosopis juliflora* (Mimosaceae) como una alternativa alimenticia en comunidades empobrecidas de regiones semiáridas en Guatemala. En: libro de resúmenes, X Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Página 83. Antigua Guatemala, Guatemala.
69. Marroquín R., V. Freire, K. Hernández y J. F. Hernández. 2006b. Análisis preliminar del valor nutricional del fruto de “campeche” (*Prosopis juliflora*, Mimosaceae) en una zona representativa de la región semiárida de Guatemala. En: libro de resúmenes, X Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Página 84. Antigua Guatemala, Guatemala.
70. Marroquín R., V. Freire y J. F. Hernández. 2006c. El árbol de “campeche” (*Prosopis juliflora*) en la región semiárida del Nor-Oriente de Guatemala. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). 36 pgs.
71. Marroquín R., V. Freire, K. Hernández y J. F. Hernández. 2007. *Prosopis juliflora* (Mimosaceae) alternativa contra la desertificación, desnutrición y pobreza en regiones semiáridas de Guatemala. En: libro de resúmenes, LIII Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos y Animales. Página 132. Antigua Guatemala, Guatemala.

72. Medinilla O. 1999. Estudio florístico de los bosques con dominancia de especies del género *Pinus* en la microcuenca del río Colorado, Río Hondo, Zacapa. Tesis de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, Facultad de Agronomía, USAC. pp. 115.
73. Mendes, B.V. 1984. Potencialidade de utilização da algarobeira. *Silvicultura*, v. 37, pgs. 26-27.
74. Mesa de Seguridad Alimentaria y Desarrollo para la Región región semiárida, Municipalidades de Jocotán, Camotán, Olopa y San Juan Ermita. Datos de Grupos de Discusión del 16 de Mayo de 2007.
75. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2001. Primera comunicación Nacional sobre Cambio Climático. GEF y PNUD. Artgrafic, Guatemala. pp. 110.
76. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2006. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Guatemala. Separata pp. 5.
77. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Global Environment Facility (GEF) y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2006. Compilación de los tres Convenios Internacionales de Naciones Unidas para el manejo del ambiente global y sus respectivos protocolo: textos aprobados por el Congreso de la República. Proyecto PNUD-GUA/05/001-42830 "Auto evaluación de la Capacidad Nacional para el Manejo Ambiental Global". Ediciones Papiro, Guatemala. pp. 183.
78. Morales-Betancourt J.A. y J.V. Estévez-Varón. 2006. El Páramo: ¿Ecosistema en vía de extinción? *Revista Luna Azul* No. 22, Enero-Junio 2006. Universidad de Caldas, Colombia. 13 pp.
79. Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley International, New York.
80. Muthana K. y G. Arora, 1983. *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. A fast growing tree to bloom the desert. Central Arid Zone Research Institute. Jodhpur, India. 19 pp.
81. National Academy of Sciences. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para producción de energía. CATIE/NAS, Turrialba. 344 pp.
82. Pardo P. 2007. Estudio de la vegetación del volcán San Pedro, Sololá. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 132 p.
83. PNUMA – SEMARNAT. 2004. El Cambio Climático en América Latina y El Caribe. Universidad de Sao Paulo, Brasil. 98 pgs.

84. Ramírez-Seldaña, F., J. T. Frías-Hernández, J. González-Castañeda y V. Olalde-Portugal. 2000. Caracterización proteica de la vaina de mezquite (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex. Wild) M.C. Johnst.). En: Frías-Hernández, J.T., V. Olalde-Portugal y E.J. Vernon-Carter (Eds.). El Mezquite. Árbol de usos múltiples. Estado Actual del Conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. Pgs. 37-50
85. Rea, A. 1979 Velvet Mesquite, Environment Southwest No. 486. San Diego Society of Natural History
86. Reed, C.F. 1970. Selected weeds of the United States. Handbook 366. USDA, Washington, DC.
87. Ribaski, J. 2006. Potencial del algarrobo (*Prosopis juliflora*) en sistemas silvopastoriles en el semiárido de Brasil. EMBRAPA-CPATSA. [www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co). consulta: 23/5/2007
88. Rzedowsky, J. 1988. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. 432 pp.
89. Sáenz A., Solarte J., Martínez A. y D. Habeych 2004. Evaluación de un medio de cultivo a partir del fruto de *Prosopis juliflora*. Revista Universidad EAFIT. 40 (3): 9-17.
90. Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN). 2003. Estrategia de reducción de la Pobreza Departamental: Departamento de El Progreso, diálogo y consenso, documento de discusión y retroalimentación. Gobierno de Guatemala. 118 pp.
91. Shen, Z., N. Lu ; Z. Zhao ; H. Zhiwei ; T. Yuanyuan. 2006. « Topographic effects on the dispersal of plant seeds : patterns an mechanisms. Ecological Society of America annual Meeting, Memphis, Tennessee.
92. Schreiber R.W. y E.A. Schreiber. 1989. Insights into seabird ecology from a global "natural experiment". National Geographic Research. 5: pp. 64-81.
93. Schuster J.C., 1992. Biotic Areas and the Distribution of Passalid Beetles (Coleoptera) in Northern Central América: Post-Pleistocene Mountain Refuges en Biogeography of Mesoamerica. Tulane Studies in Zoology and Botany Supplementary Publications No.1, New Orleans. pp. 285-293.
94. Schuster J.C., E.B. Cano y C. Cardona. 2000. Un Método sencillo para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala utilizando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores. Acta Zoológica Mexicana 80: pp. 197-209.
95. Schuster J.C. y E.B. Cano. 2005. La distribución mesoamericana de montaña: síntesis de passalidae para Mesoamerica Nuclear. En J. Llorente y J.J. Morrone eds. Regionalización Biogeográfica en Iberoamerica y Tópicos Afines: Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología

Sistemática (RIBES XII. I-CYTED) Las prensas de las Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México. Pp. 257-268.

96. Solomon, A. 1997. Natural migration rates of trees: Global Terrestrial carbon cycle implications *in* Past and Future Environmental Changes: The Spatial and evolutionary Responses of Terrestrial Biota. Brian Huntley et al., editors. NATO ASI Series, Vol. 147, pp. 455-468.

97. Solomon, A. M. and A. P. Kirilienko. 1997. Climate change and terrestrial biomass: What if trees do not migrate? *Global Ecol. and Biogeogr. Let.* 6: pp. 139-148.

98. Stanley, P. y J. Steyermark. 1947-1977. Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany. Chicago Natural History Museum.

99. Sterling, Keir B. 1974. The Last of the Naturalists: The Career of C. Hart Merriam. Arno Press, New York.

100. Thomas, C.D., A. Cameron, R. Green, M. Bakkenes, L. Beaumont, Y. Collingham, B. Erasmus, M. Ferreira, A. Grainger, L. Hannah, L. Hughes, B. Huntley, A.S. van Jaarsveld, G.F. Midgley, L. Miles, M.A. Ortega-Huerta, A. Townsend Peterson, O. L. Phillips, S.E. Williams. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 8 Enero 2004. pp.4.

101. Tíscar Oliver, P.A. 2003. Condicionantes y limitaciones de la regeneración natural en un pinar oromediterráneo de *Pinus nigra* sbsp. *Salzmannii*. *Investig. Agrar. Sist. Recur. For.* 12(2): 55 -64.

102. Tot, C. L., F. Hernández y D. Saavedra. 2005. Uso y manejo participativo del fuego en la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas. PROARCA/PRODOMA. Fundación Defensores de la Naturaleza, Guatemala. pp. 12.

100. Véliz, M., F. Ramírez, A. Cobar y M. García. 2005. La diversidad florística del monte espinoso de Guatemala. VII Reunión de la Red de Herbarios de Mesoamérica y el Caribe. Universidad de Panamá. Ciudad de Panamá.

101. Venable, D.L. y J.S. Browns. 1988. Seed fates. *American Naturalist* 131: 360-384.

102. Wotowiec P. y H. Martínez. 1984. Estudios silviculturales con especies para la producción de leña en las zonas semiáridas de Guatemala. Proyecto leña y fuentes alternas de energía. Acuerdo INAFOR – CATIE/ ROCAP. Guatemala. 43 p.