

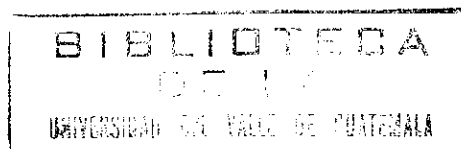
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Biología

**Comunidades de palmas (familia Arecaceae) silvestres
en la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal,
Guatemala**

Ana Lucía Orozco



Guatemala

2002

**Comunidades de palmas (familia Arecaceae) silvestres
en la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal,
Guatemala**

Ana Lucía Orozco

Vo.Bo.

(f) 

Lic. Ana Lucrecia de MacVean
Asesor Principal

Tribunal

(f) 

Lic. Ana Lucrecia de MacVean

(f) 

Ing. Juan José Castillo Mont

(f) 

Dr. Michael W. Dix

Fecha de Aprobación 6/03/02
Guatemala, Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Biología

**Comunidades de palmas (familia Arecaceae) silvestres
en la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal,
Guatemala**

Ana Lucía Orozco

Trabajo de graduación presentado
para optar por el grado académico de
Licenciada en Biología

Guatemala

2002

AGRADECIMIENTOS

A pesar de las limitaciones que se presentan al realizar una investigación científica en la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil como es el transporte por el difícil acceso y la asistencia en la colecta de datos, el presente estudio se pudo desarrollar gracias a la ayuda de los auxiliares de campo con su trabajo y/o facilitando recursos indispensables. Quiero agradecer a Gabriela Ponce por su informe sobre la composición de suelos que realizó en las mismas parcelas de este estudio. A mis compañeros de estudio, especialmente a Flor Peláez por su capacidad de trabajo en equipo y solidaridad. Al Lic. Rodolfo Valdez por su asistencia y apoyo en el campo y durante todas las etapas de esta tesis. A Miguel Ramírez por compartir su conocimiento de campo, por su ayuda en la evaluación de todas las parcelas, por su guía en CSG y por su calidad humana. Al Dr. Edwin Castellanos por facilitar el equipo de muestreo de suelos. A FUNDAECO, especialmente al Lic. Alexis Cerezo (Director de Investigación), por su apoyo logístico en Cerro San Gil.

También quiero agradecer a las personas que asesoraron esta investigación y que guiaron con sus conocimientos la realización de este documento. A Analú le agradezco su tiempo, exigencia, dedicación y agilidad en la revisión de todo el trabajo. Al Ing. Juan José Castillo por compartir sus valiosos conocimientos de palmas, por ser ejemplo y un excepcional mentor. Al personal del Herbario AGUAT (Universidad de San Carlos), especialmente a David Mendieta por facilitar material y espacio de trabajo. Al Dr. Charles MacVean y al Lic. Enio Cano agradezco también su guía y sugerencias. A los Dr. Margaret y Michael Dix por la valiosa formación durante los cinco años de carrera en la UVG.

Finalmente quiero dedicar este trabajo y agradecer a mis padres, quienes han dedicado todos sus esfuerzos para proporcionarme la mejor educación y su apoyo incondicional.

CONTENIDO

	Pág.
PREFACIO	iii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCION	1
A. Generalidades Familia Arecaceae	2
B. Especies de Palmas reportadas para Guatemala	7
C. El Género <i>Chamaedorea</i> en Guatemala	9
D. Importancia Económica de Palmas	10
E. Importancia Ecológica de las Palmas	10
F. Factores que determinan la distribución de palmas	12
G. Definición de comunidad	13
H. Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal	13
I. Técnicas de Muestreo	17
II. JUSTIFICACION	20
III. OBJETIVOS	21
IV. HIPOTESIS	22
V. METODOLOGIA	23
A. Reconocimiento del área de estudio	23
B. Localidades Este y Oeste del Cerro San Gil	23
C. Estratificación Altitudinal de las Localidades	24
D. Muestreo	24
E. Herborización	26
F. Determinación de Factores Ambientales	26
G. Métodos de Análisis	29
VI. RESULTADOS	30
A. Determinación de área de muestreo	30
B. Especies de palmas reportadas para CSG	34
C. Densidad de especies de palmas CSG	37
D. Indices de diversidad	40
E. Índice de disimilitud Bray-Curtis para la composición de comunidades	42
F. Análisis de correspondencia rectificado (DCA) para especies y localidades	44
G. Variables Ambientales de cada parcela	45
H. Correlación de especies de palmas con factores ambientales	48

VII.	DISCUSIÓN	52
VIII.	CONCLUSIONES	61
IX.	RECOMENDACIONES	63
X.	LITERATURA CITADA	64
XI.	APENDICES	66
	1. Hoja de campo para colecta de datos de cada parcela	66
	2. Hoja de campo para toma de datos de cada espécimen colectado	67
	3. Lista de especies y nombres aceptados	68
	4. Histograma y curva normal de la distribución del Riqueza (sp/parcela) Índice de Shannon, Margalef y Simpson	69
	5. Usos potenciales de las especies de palmas identificadas en este estudio	70
	7. Duplicados de material herborizado en Herbario AGUAT (USAC)	71

LISTA DE CUADROS

	Pág.
1. Relación entre los Géneros de las Palmas Americanas	3
2. Palmas del Género <i>Chamaedorea</i> reportadas para Guatemala, según distintas fuentes literarias y de colección	8
3. Palmas reportadas para el Departamento de Izabal Guatemala, según distintas fuentes literarias	9
4. Puntos de referencia de muestreo Cerro San Gil, Izabal, determinados con GPS	23
5. Intervalos altitudinales, número de parcelas y área de muestreo para las distintas localidades	24
6. Listado de especies de palmas encontradas en CSG, su nombre local, tipo de crecimiento y No. de registro en Herbario UVAL	34
7. Especies de palmas encontradas en Izabal, según Standley y Steyermark (1946), Henderson (1995) , este estudio Orozco (2002) y su hábito	35
8. Especies de <i>Chamaedorea</i> encontradas en Izabal, según Standley y Steyermark (1946), Hodel (1992), Henderson (1995), este estudio Orozco (2002) y su hábito	36
9. Densidad de especies de palmas en CSG	37
10. Distribución de especies por cada localidad y su frecuencia	38
11. Análisis de Varianza de una Vía para cada Medida de Diversidad para las distintas localidades de estudio	40
12. Análisis Univariado Prueba de Efecto entre Vertiente e Intervalo Altitudinal sobre Indices de Diversidad con nivel de significancia de .05	42
13. Altitud, porcentaje de cobertura de dosel e inclinación de cada parcela	45
14. Porcentaje de humedad, profundidad de horizonte A y textura del suelo de cada parcela	46
15. Resultados del análisis químico de las muestras de suelo de cada parcela	47
16. Intervalos de variables ambientales utilizados para pruebas de correlación	48
17. Variables ambientales con correlación significativa	49
18. Especies de palmas y variables ambientales con correlación significativa	50

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
1. Morfología de palmas	4
2. Ubicación geográfica de la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal, Montañas del Mico, Izabal, Guatemala	14
3. Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, área de zonación y puntos de referencia para cada localidad	16
4. Esquema de localidades en CSG según vertiente e intervalo altitudinal	23
5. Método de "relevé" o "área mínima de muestreo"	25
6. Determinación de área mínima de muestreo por método de relevé en Siguán	31
7. Comparación de especies acumuladas por área de muestreo en parcelas de distintas localidades en CSG, Izabal, Guatemala	33
8. Densidad de especies de palmas en CSG	39
9. Intervalos de confianza 95% para media de Índices de Diversidad obtenidos para cada localidad	41
10. Análisis de Agrupamiento Jerárquico con Índice de disimilitud de Bray-Curtis	42
11. Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA)	44
12. Relación entre <i>Calypstrogyne ghiesbreghtiana</i> , <i>Synecanthus fibrosus</i> y el pH del suelo	51
13. Relación entre <i>Astrocaryum mexicanum</i> , <i>Chamadorea tepejilote</i> y porcentaje de nitrógeno del suelo	51

RESUMEN

El presente estudio consistió básicamente en una prospección de las comunidades de palmas en la Reserva Protectora de Manantiales de Cerro San Gil (CSG), Departamento de Izabal, Guatemala. Dicha Reserva es, por su gran diversidad vegetal, fuente y reservorio importante de material genético en el país, sin embargo no posee suficientes estudios que la documenten. Las comunidades de palmas en la Reserva son, ecológicamente, un componente importante en la estructura y dinámica del bosque. Con el fin de conocer los factores que determinan la distribución de las comunidades de palmas, se dividió el área de estudio de la siguiente manera: Declive o vertiente este y declive o vertiente oeste. En ambas vertientes se establecieron cuatro rangos altitudinales, ubicados desde los 100 hasta 1200 m.s.n.m. Se utilizó el Método del Cuadrato como forma de muestreo, y se determinó que una parcela de muestreo de 20 x 20 m era adecuada para este tipo de investigación. Se establecieron seis parcelas por cada rango altitudinal, un total de 36 parcelas de estudio (1.44ha). Las variables medidas dentro de la parcela fueron: especies de palmas, abundancia de las palmas, topografía, cobertura del dosel, profundidad del horizonte A en el suelo, porcentaje de carbono, nitrógeno y pH para la superficie superior (0-10cm) e inferior (10-20cm) del suelo. Se obtuvieron los índices de diversidad: Shannon, Simpson, Margalef y Berger-Parker para describir la estructura de las comunidades de palmas en las distintas localidades de CSG.

Se elaboró un análisis jerárquico de agrupación con el índice de disimilitud de Bray-Curtis que distinguió comunidades diferentes de palmas según las localidades. El análisis de correspondencia rectificado (DCA) distinguió las localidades según los intervalos altitudinales. Ambos análisis relacionan más cercanamente las localidades que comparten la presencia de especies abundantes, sin embargo cada localidad presenta especies propias. Las cumbres de las vertientes presentaron la mayor disimilitud en cuanto al resto de localidades, especialmente Samaria, la localidad de 1000 a 1200m que presenta una comunidad de palmas muy distinta a las demás. La identificación de comunidades coincide con la de otros grupos taxonómicos estudiados en CSG.

Sobre la base del análisis e interpretación de los resultados, se determinó que todas las localidades son igualmente importantes en cuanto a diversidad y riqueza. Se documenta por primera vez la presencia y distribución de: *Chamaedorea simplex* Burret, *C. woodsoniana* L.H.Bailey, *C. elatior* Mart. y *C. tuerckheimii* (Dammer) Burret en el departamento de Izabal. De las especies de palmas reportadas en este estudio, dos son catalogadas como endémicas, una vulnerable, dos amenazadas y tres raras (Hodel, 1992).

Existen correlaciones significativas que explican la distribución de las especies de palmas en la Reserva: *Synecanthus fibrosus* (H.Wendl.) H.Wendl. está relacionado con suelos de pH bajo y *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* (Linden & H. Wendl.) H.Wendl. con suelos más neutrales. *Astrocaryum mexicanum* Liebm. ex. Mart. asociada a suelos con menos nitrógeno, mientras que *Chamaedorea tepejilote* a suelos con mayor porcentaje de este nutriente. *Attalea cohune* Mart. se encontró en lugares con menor cobertura de dosel.

I. INTRODUCCIÓN

En la imaginación popular las palmas simbolizan el paisaje tropical. Existen justificaciones para esto, ya que las palmas están confinadas casi exclusivamente a los trópicos, donde se han diversificado a docenas de géneros y cientos de especies que han ocupado casi todos los hábitats. La apariencia tan distintiva de las palmas hace que sean instantáneamente reconocibles. El concepto visual de las palmas tiene mayor importancia por todo lo que este grupo representa. Las especies de la familia Arecaceae son uno de los componentes estructurales y ecológicos más importantes de los bosques tropicales. Las palmas aportan una cantidad considerable de biomasa; constituyen una importante fuente alimenticia para la fauna; sus troncos y hojas albergan a muchas especies y juegan un papel primordial en las redes tróficas de los distintos ecosistemas tropicales. Además, el hombre se beneficia de los frutos, tallos, hojas e inflorescencias de las palmas, lo que hace que económica y etnobotánicamente sean un grupo vegetal importante del bosque tropical.

El presente estudio se realizó de Junio 2001 a Febrero 2002 en la Reserva Protectora de Manantiales de Cerro San Gil (CSG), Puerto Sto. Tomás de Castilla, la cual forma parte de las Montañas del Mico, 15°34'53 - 15°34'50 N y 88°55'01- 88°58'04 O, en el Departamento de Izabal, Guatemala. Existen alrededor de 28 especies de palmas reportadas para Izabal, 11 de las cuales pertenecen al género *Chamaedorea*. Muchas de las especies de la Familia Arecaceae reportadas para el país tienen valor potencial como fuentes de alimento, aceites, fibras, medicinas y plantas ornamentales. Dos especies, *Chamaedorea falcifera* H.E. Moore y *C. nationsiana* Hodel y Castillo, son endémicas de Cerro San Gil. También la localidad tipo de *Chamaedorea castillo-montii* Hodel y *C. nationsiana* es CSG.

A. Generalidades Palmas

1. Distribución de la Familia Arecaceae

Hay aproximadamente 200 géneros y 1500 especies de palmas en el mundo. La familia tiene una distribución pantropical y pocas especies llegan a las áreas subtropicales del norte. En términos generales las palmas son endémicas de cada área continental. En América hay 67 géneros y 550 especies de palmas naturales. El Cuadro 1 ilustra las relaciones de los géneros de las palmas americanas. Los géneros más grandes son *Chamaedorea*, *Bactris* y *Geonoma*, que juntos representan un tercio de todas las especies de palmas. Gran parte de las especies ocurren entre el Trópico de Cáncer (23° 27'N) y el Trópico de Capricornio (23° 27'S). La mayoría de los géneros americanos de palmas se dividen en siete regiones principales: Mexicana, Centroamericana, del Caribe, Andina, Amazónica, del Brasil Central y el Bosque de la Costa Atlántica (Brasil) (Henderson *et al* 1995; Heywood 1993). Entre las monocotiledóneas sólo las Orchideaceae, Gramineae y Liliaceae tienen más géneros y especies que la Familia Arecaceae (Heywood 1993).

Según Henderson *et al* (1995), la región centroamericana se extiende desde el sur de México hasta Panamá y de allí hasta las tierras bajas del Pacífico de Colombia y el noroeste de Ecuador. Es un área muy diversa, tanto en geología como en clima y tipos de vegetación. Desde México hasta Panamá, una cadena volcánica subdivide la región a las laderas del Atlántico en el lado este y a las laderas del Pacífico en el oeste, cada una se extiende a sus respectivas tierras bajas. El clima de la región es dominado por la interacción entre los vientos alisios del noreste y las cordilleras. La vegetación está influenciada por estos factores geológicos y climáticos (Henderson *et al* 1995).

La región centroamericana tiene aproximadamente 25 géneros y 150 especies de palmas, muchas de los cuales son *Chamaedorea*, un género extraordinariamente diverso en la región. La deforestación y destrucción del hábitat en la región centroamericana es severa. Muchos de los bosques deciduos de las costas del Pacífico sirven ahora para agricultura, como también las montañas accesibles. En el Atlántico los bosques de tierras bajas están muy fragmentados (Henderson *et al* 1995). Los bosques húmedos de la vertiente atlántica de centroamérica son una ecorregión en estatus vulnerable en cuanto a su conservación (Dinerstein *et al* 1995).

Cuadro 1. Relación entre los Géneros de las Palmas Americanas

Subfamilia (-oideae)	Tribu (-eae)	Subtribu (-inae)	Género		
Coryphoideae	Corypheae	Thrinacinae	<i>Trithrinax</i>		
			<i>Chelyocarpus</i>		
			<i>Cryosophila</i>		
			<i>Itaya</i>		
			<i>Schippia</i>		
			<i>Thrinax</i>		
			<i>Coccothrinax</i>		
			<i>Zombia</i>		
			<i>Rhapidophyllum</i>		
			<i>Colpothrinax</i>		
		Livistoninae	<i>Acoelorrhapha</i>		
			<i>Serrenoa</i>		
			<i>Brahea</i>		
			<i>Copernicia</i>		
			<i>Washingtonia</i>		
			<i>Sabal</i>		
			<i>Raphia</i>		
Calamoideae	Calameae	Raphiinae	<i>Mauritia</i>		
	Lepidocaryeae		<i>Mauntia</i>		
			<i>Lepidocaryum</i>		
			<i>Pseudophoenix</i>		
			<i>Ceroxylon</i>		
Ceroxyloideae	Cyclospatheae	Hyphorbeae	<i>Juania</i>		
	Ceroxyleae		<i>Gaussia</i>		
			<i>Synechanthus</i>		
			<i>Chamaedorea</i>		
			<i>Wendlandiella</i>		
			<i>Dictyocaryum</i>		
Arecoideae	Iriarteae	Iriarteinae	<i>Iniatella</i>		
			<i>Iriarte</i>		
			<i>Socratea</i>		
			<i>Wettinia</i>		
			<i>Manicaria</i>		
			<i>Leopoldinia</i>		
			<i>Reinhartia</i>		
			<i>Euterpe</i>		
			<i>Prestoea</i>		
			<i>Neonicholsomia</i>		
			<i>Oenocarpus</i>		
			<i>Hyospathe</i>		
			<i>Roystonea</i>		
	Cocoeae	Roystoneinae	Butiinae	<i>Butia</i>	
				<i>Jubaea</i>	
				<i>Cocos</i>	
				<i>Syagrus</i>	
				<i>Lytocaryum</i>	
				<i>Parajubaea</i>	
				<i>Allagoptera</i>	
				<i>Polyandrococos</i>	
				<i>Attalea</i>	
				Elaeidinae	<i>Barcella</i>
					<i>Elaeis</i>
					Bactridinae
				<i>Gastrococos</i>	
				<i>Aiphanes</i>	
				<i>Bactris</i>	
				<i>Desmoncus</i>	
<i>Astrocaryum</i>					
<i>Pholidostachys</i>					
Geonomeae	<i>Welfia</i>				
	<i>Calyptronoma</i>				
	<i>Calyptrogyne</i>				
	<i>Asterogyne</i>				
	<i>Geonoma</i>				

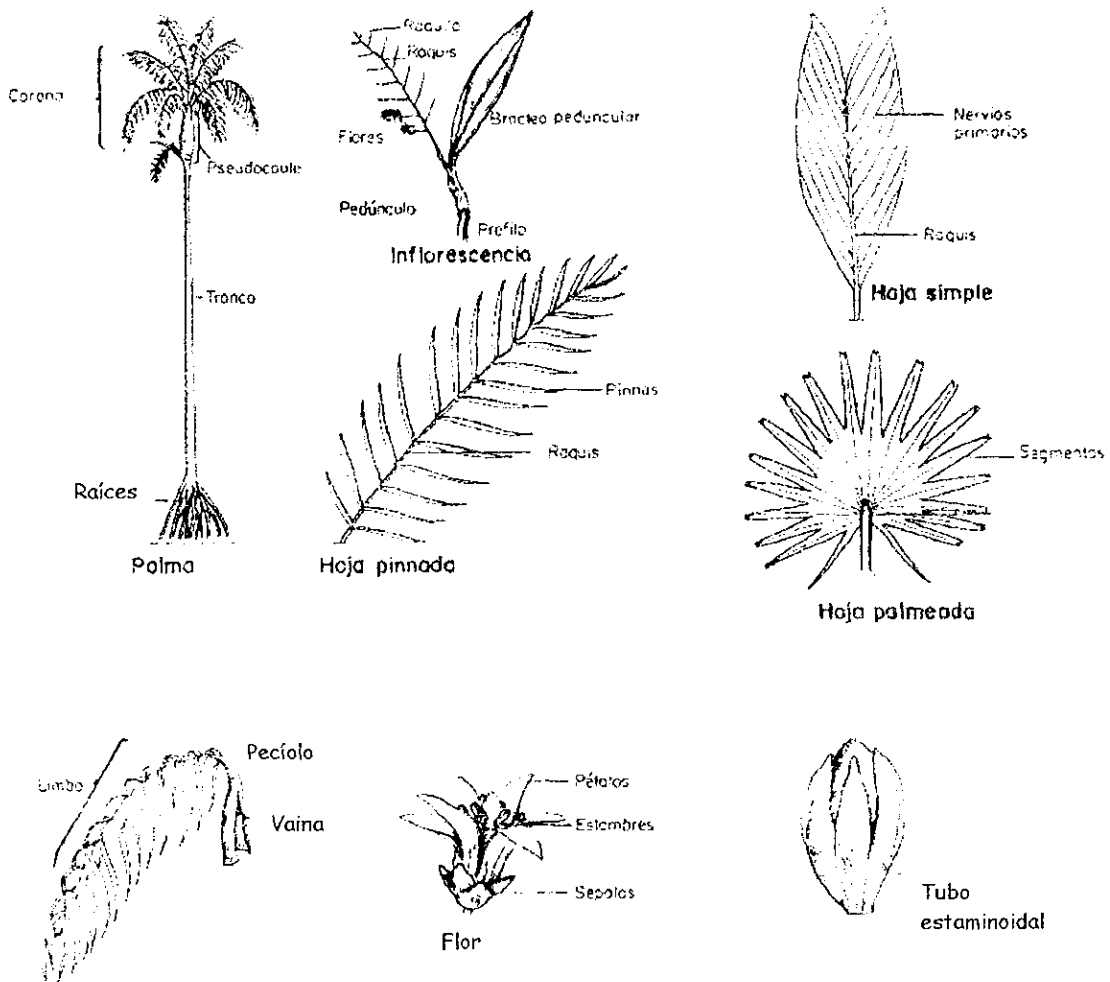
Phytelephantoideae

Phytelephas
Ammandra
Aphandra(Henderson *et al.* 1995)

2. Morfología de Palmas

Morfológicamente las especies de la familia Arecaceae son de las más diversas entre las familias de la Clase Liliopsida. Aunque parecen complejas, se puede hacer referencia a sus estructuras en patrones sencillos (Uhl y Dransfield 1987).

Figura 1. Morfología de Palmas



(tomado de Galeano 1992)

Los tallos de las palmas son siempre leñosos y nunca herbáceos. Son típicamente altos y solitarios, pero pueden tener modificaciones. Pueden ser erectos, recostados o rastreros. Ocasionalmente, los tallos altos aéreos pueden estar hinchados en las bases (*Gaussia*, *Jubbaea*) o en el medio (*Copho thrinax*, *Iriatea*). Tallos pequeños y subterráneos también son comunes. En *Desmoncus*, los tallos son alargados y trepadores. Muchas veces están cubiertos de restos de hojas muertas, mientras que otros son limpios y con las cicatrices de las hojas visibles. Es muy común que los rizomas o rebrotes se desarrollen en la base de los tallos y se conviertan en plantas con tallos agrupados. Algunos grupos que se forman en los retoños basales son muy grandes y densos, otros, que se forman de los rizomas son más bien pequeños o abiertos (Henderson *et al* 1995).

Los tallos de las palmas varían mucho en altura y diámetro. Especies del género *Chamaedorea* en Costa Rica tienen tallos de sólo 2 cm de diámetro y menos de 25cm de alto, mientras troncos de 0.5m de diámetro y 60m o más caracterizan especies de *Ceroxylon* en Colombia. La forma de las cicatrices puede ser angosta o ancha, plana o levantada, en forma de anillo u oblicua. Todas las palmas tienen únicamente un ápice de prefoliación, y si éste es lastimado, el tallo muere (Uhl y Dransfield 1987, Henderson *et al* 1995).

El hábito de las palmas puede considerarse respecto de su estructura final o a sus patrones de crecimiento. Los términos de arbóreas, arbustivas, acaulescentes y trepadoras pueden ser útiles para descripciones de campo. También se utilizan términos sencillos como grandes a masivas, moderadas o pequeñas. El cuerpo vegetativo de la palma es un brote, un tallo que termina en una corona de hojas. Los brotes son solitarios o agrupados (Uhl y Dransfield 1987).

La hoja es el órgano más conspicuo y distintivo de la familia Arecaceae. La hoja de la palma es caracterizada por su plegación y división en segmentos. En cuanto al tamaño, hay especies con hojas tan pequeñas como las de *Chamaedorea tuerckheimii* de 15cm y otras como *Raphia* de 25m de largo, consideradas las hojas más grandes del reino vegetal (Uhl y Dransfield 1987).

Las hojas pueden ser palmadas (en forma de abanico) o pinadas (en forma de pluma) como se distingue en la Figura 1. Todos los miembros de la subfamilia Coryphoideae tienen hojas palmadas, como también algunos géneros de Calamoideae. El resto de subfamilias poseen hojas pinadas, o si son simples, la venación es pinada. Muchas hojas de palmas están cubiertas de diversos vellos o pelos cortos, escamas o escamas peludas, a esta condición se le conoce como tomentosa. Ya sea palmado a pinado, las hojas de las palmas se dividen en cuatro partes. En la base está la vaina, que encierra la parte apical del tallo. La vaina es casi continua hacia el pecíolo, pero en la parte superior de la vaina en muchas especies hay una pequeña continuación arriba del punto de inserción del pecíolo, lígula. En la mayoría de las palmas la lígula es pequeña e inconspicua, pero en algunas es muy desarrollada (ej.

Oenocaropus), mientras que en *Desmoncus* es alargada. Los pecíolos son largos a elongados, y redondos o más comúnmente con canales en la superficie de adaxial. La parte de la hoja que lleva las pinas se llama el raquis. En hojas palmadas el raquis, es bastante corto (*Sabal*, *Mauritia*) o ausente. En el caso previo, donde el foliolo tiene raquis se llama costapalmado. En algunos Coryphoideae se desarrolla una pequeña estructura en la unión del pecíolo y la hoja; en algunas especies de *Copernicia* ésta es muy desarrollada. El ápice del foliolo termina en una punta, pero en las especies de la tribu Iriarteae (y en *Aiphanes* y una especie de *Bactris*), las pinas tienen márgenes o terminaciones cerradas. La mayoría de las especies de la tribu Calamoideae y todas las especies de Bactridinae poseen espinas en las hojas. En el género *Desmoncus*, los foliolos apicales son modificados a ganchos, llamados acantófilos, una adaptación para el hábito trepador de esta planta (Henderson *et al* 1995).

El hábito trepador aparentemente se ha desarrollado independientemente varias veces en la familia. Entre las Calamoideae ocurre en dos géneros de Ancistrophyllinae, en seis géneros de Calamineae, probablemente representando tres o más diferentes orígenes en la subfamilia. También ocurre en dos otras subfamilias, en *Chamaedorea elatior* (Ceroxyloideae: Hyophorbeae) y en *Desmoncus* (Arecoideae: Cocoeae) (Uhl y Dransfield 1987).

Espinas de distintos tipos ocurren en toda la familia. El género *Phoenix* puede distinguirse inmediatamente, por sus hojas pinadas, por sus reducidos foliolos en forma de espinas en la porción inferior. En Corypheeae y Borasseae se encuentran grandes dientes presentes a lo largo de los márgenes del pecíolo y muchas veces en la vaina. El género *Cryosophila* se caracteriza en parte por la presencia de numerosas y algunas veces ramificadas espinas que se derivan de las raíces que crecen del tallo. Espinas derivadas de pequeñas raíces laterales ocurren en las raíces de muchos de los miembros de Iriarteae. Espinas de raíces laterales menos elaboradas ocurren en las raíces de apoyo de muchos miembros de Calamoideae (Uhl y Dransfield 1987).

Las palmas pueden ser tanto bisexuales, que llevan flores femeninas y masculinas en la misma planta; o menos comúnmente unisexuales, que portan sólo flores femeninas y masculinas. Las flores se sostienen en estructuras compuestas llamadas inflorescencias. Las inflorescencias se encuentran separadas en cada axila, pero varias ocurren juntas en ciertas ocasiones. La posición de la inflorescencia puede ser un buen carácter para la identificación; puede nacer entre las hojas o bajo ellas (Henderson *et al* 1995).

Las inflorescencias son en forma de espiga (tienen una sola rama con flores) o ramificadas a uno o más órdenes. Se llama pedúnculo al eje no ramificado basal de la inflorescencia. Este suele estar cubierto de brácteas. La primera bráctea en el pedúnculo se llama prófilo (aunque es muy difícil ver porque está cubierto por la vaina de la hoja). En Coryphoideae, Calamoideae y Ceroxyloideae hay otras brácteas en el pedúnculo, las brácteas pedunculares, pero en Arecoideae hay sólo una bráctea peduncular, la cual es usualmente conspicua, y puede ser grande, leñosa y con arrugas profundas. (*Attalea*, *Syagrus*). El raquis es el eje de la inflorescencia y lleva las ramas con flores, y de nuevo en Coryphoideae y Calamoideae puede estar cubierto de brácteas. En todos los géneros de Geonomeae, las ramas con flores tienen hoyos y las flores nacen en estas cárcavas (Henderson *et al* 1995).

Los frutos de las palmas son muy variables en cuanto a tamaño y forma, con un rango desde pequeño, globoso del tamaño de una arveja con menos de 0.5cm de diámetro a frutos grandes, obovoides con más de 10 cm de diámetro, como el coco. Los frutos contienen tres capas que rodean a la semilla. La capa externa, el epicarpio, es usualmente delgada y muchas veces coloreada. En las Calamoideae (*Raphia*, *Mauritia*, *Mauritiella*, *Lepidocaryum*) está cubierta de escamas que se traslapan, y en esta forma se define uno de los caracteres de la subfamilia. En otros géneros el epicarpio es disparejo y con verrugas y en Bactridinae es ocasionalmente espinado. La capa media del fruto de la palma se llama mesocarpio que es carnososo, fibroso o seco en muchas palmas y es rico en aceite. La capa interna que cubre la semilla se llama endocarpio. En la mayoría de las palmas es relativamente delgado e inconspicuo, pero en los Cocoeae, especialmente en Attaleinae, es muy grueso y muchas veces difícil de romper. Los frutos de las palmas tienen usualmente una semilla, pero ocasionalmente hay dos o más semillas juntas (Henderson *et al* 1995).

La semilla consiste en una gran cantidad de endosperma y un pequeño embrión. El endosperma puede ser simple o con hundimientos en la capa de la semilla. La primera plántula es simple, bífida, pinada, con un raquis corto o pinado y un raquis largo (Henderson *et al* 1995).

B. Especies de palmas reportadas en Guatemala

La publicación más reciente y completa del tema, "Guía de Campo de Palmas de las Américas" por Henderson *et al* (1995) reporta 59 especies para Guatemala. El número de especies del género *Chamaedorea* reportadas en Hodel (1992) para Guatemala es de 36, mientras que Henderson *et al* (1995) reportan 32 (Cuadro 2). Esto se debe quizá principalmente a los distintos tipos de criterios en el tema de taxonomía y a la falta de estudios específicos para cada género y/o especie que provean la información pertinente.

Cuadro 2. Palmas del Género *Chamaedorea* reportadas para Guatemala según distintas fuentes literarias y de colección

Hodel (1992)	Henderson et al (1995)	Especímenes en Herbario AGUAT (Facultad Agronomía USAC)	Especímenes Herbario UVAL (UVG)
<i>C. adscendens</i>	<i>C. adscendens</i>	<i>C. aguilariana</i>	<i>C. elegans</i>
<i>C. arenbergiana</i>	<i>C. arenbergiana</i>	<i>C. arenbergiana</i>	<i>C. neurochlamys</i>
<i>C. brachypoda</i>	<i>C. brachypoda</i>	<i>C. brachypoda</i>	<i>C. nubium</i>
<i>C. carchensis</i>	<i>C. carchensis</i>	<i>C. carchensis</i>	<i>C. oblongata</i>
<i>C. castillo-montii</i>	<i>C. castillo-montii</i>	<i>C. elatior</i>	<i>C. pinnatifrons</i>
<i>C. elatior</i>	<i>C. costaricana</i>	<i>C. ernesti-augustii</i>	<i>C. rojasiana</i>
<i>C. elegans</i>	<i>C. elatior</i>	<i>C. fractiflexa</i>	<i>C. tepejilote</i>
<i>C. ernesti-augustii</i>	<i>C. elegans</i>	<i>C. geonomiformis</i>	
<i>C. falcifera</i>	<i>C. ernesti-augustii</i>	<i>C. nubium</i>	
<i>C. fractiflexa</i>	<i>C. fractiflexa</i>	<i>C. oblongata</i>	
<i>C. geonomiformis</i>	<i>C. geonomiformis</i>	<i>C. pachecoana</i>	
<i>C. graminifolia</i>	<i>C. graminifolia</i>	<i>C. parvisecta</i>	
<i>C. lehmannii</i>	<i>C. ibarrae</i>	<i>C. pinnatifrons (C. micrantha)</i>	
<i>C. liebmannii</i>	<i>C. keeleriorum</i>	<i>C. quezalteca</i>	
<i>C. nationsiana</i>	<i>C. lehmannii</i>	<i>C. rojasiana</i>	
<i>C. neurochlamys</i>	<i>C. nationsiana</i>	<i>C. simplex</i>	
<i>C. nubium</i>	<i>C. nubium</i>	<i>C. stricta</i>	
<i>C. oblongata</i>	<i>C. oblongata</i>	<i>C. tenerima</i>	
<i>C. pachecoana</i>	<i>C. pachecoana</i>	<i>C. tepejilote</i>	
<i>C. parvisecta</i>	<i>C. parvisecta</i>	<i>C. verapazensis</i>	
<i>C. pinnatifrons</i>	<i>C. pinnatifrons</i>	<i>C. volcanensis</i>	
<i>C. quezalteca</i>	<i>C. pygmaea</i>	<i>C. whitelockiana</i>	
<i>C. rojasiana</i>	<i>C. rojasiana</i>	<i>C. woodsoniana</i>	
<i>C. scifrizii</i>	<i>C. seifrizii</i>		
<i>C. simplex</i>	<i>C. simplex</i>		
<i>C. skutchii</i>	<i>C. stricta</i>		
<i>C. stenocarpa</i>	<i>C. tenerima</i>		
<i>C. stricta</i>	<i>C. tepejilote</i>		
<i>C. tenerima</i>	<i>C. tuerckheimii</i>		
<i>C. tepejilote</i>	<i>C. volcanensis</i>		
<i>C. tuerckheimii</i>	<i>C. vulgata</i>		
<i>C. verapazensis</i>	<i>C. woodsoniana</i>		
<i>C. volcanensis</i>			
<i>C. vulgata</i>			
<i>C. whitelockiana</i>			
<i>C. woodsoniana</i>			

Standley y Steyermark (1958) reportan 27 especies de palmas para Izabal, Henderson *et al* (1995) también reportan el mismo número de palmas, aunque difieren considerablemente los nombres científicos (Cuadro 3). En la sección de resultados se elaboró un cuadro que compara las especies identificadas en 1958, 1992, 1995 y el presente estudio con los sinónimos aceptados.

Cuadro 3. Palmas reportadas para el Departamento de Izabal, Guatemala según distintas fuentes literarias

Standley y Steyermark (1946)	Henderson <i>et al</i> (1995)	Hodel(1992) Únicamente del Género <i>Chamaedorea</i>
<i>Asterogyne martiana</i>	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	<i>Chamaedorea brachypoda</i>
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	<i>Acrocomia aculeata</i>	<i>C. castillo-montii</i>
<i>Bactris balanoidae</i>	<i>Asterogyne martiana</i>	<i>C. ernesti-augustii</i>
<i>B. trichophyla</i>	<i>A. mexicanum</i>	<i>C. falcifera</i> *
<i>Calyptrogyne donnell-smithii</i>	<i>Attalea butyracea</i>	<i>C. geonomiformis</i>
<i>Chamaedorea adscendens</i>	<i>A. cohune</i>	<i>C. nationsiana</i> *
<i>C. arenbergiana</i>	<i>Bactris gasipaes</i>	<i>C. neurochlamys</i>
<i>C. brachypoda</i>	<i>B. major var. major</i>	<i>C. oblongata</i>
<i>C. ernesti-augusti</i>	<i>B. mexicana</i>	<i>C. pinnatifrons</i>
<i>C. falcifera</i>	<i>Brahea dulcis</i>	<i>C. stenocarpa</i>
<i>C. geonomaeformis</i>	<i>Calyptrogyne ghiesbreghtiana</i>	<i>C. tepejilote</i>
<i>C. neurochlamys</i>	<i>Chamaedorea brachypoda</i>	
<i>C. oblongata</i>	<i>C. castillo-montii</i>	
<i>C. stenocarpa</i>	<i>C. ernesti-augustii</i>	
<i>C. tepejilote</i>	<i>C. geonomiformis</i>	
<i>Cryosophila argentea</i>	<i>C. nationsiana</i> *	
<i>Desmoncus ferox</i>	<i>C. oblongata</i>	
<i>D. quasillarius</i>	<i>C. pinnatifrons</i>	
<i>Geonoma binervia</i>	<i>C. tepejilote</i>	
<i>G. longepetiolata</i>	<i>C. woodsoniana</i>	
<i>G. mexicana</i>	<i>Cryosophila stauracantha</i>	
<i>Manicaria saccifera</i>	<i>Desmoncus orthacanthos</i>	
<i>Attalea cohune</i>	<i>Euterpe precatória var</i>	
<i>Paurotis wrightii</i>	<i>longevaginata</i>	
<i>Reinhardtia gracilis</i>	<i>Geonoma ferruginea</i>	
<i>R. latisecta</i>	<i>Manicaria saccifera</i>	
<i>Synechanthus fibrosus</i>	<i>Reinhardtia gracilis var</i>	
	<i>gracilis</i>	
	<i>Synechanthus fibrosus</i>	

* endémicas de CSG

C. El Género *Chamaedorea* en Guatemala

El género *Chamaedorea* (Familia Arecaceae) consiste en alrededor de 100 especies y tiene dos centros principales de distribución. Estas palmas del sotobosque viven únicamente en los bosques lluviosos y nubosos neotropicales de las pendientes del Atlántico y Pacífico de México y Centroamérica, hasta el Noroeste de Ecuador y las regiones Amazónicas de Colombia, el oeste de Brasil, el este de Ecuador, este de Perú y norte de Bolivia. Un gran número de especies se concentra en el área montañosa del sur de México y Guatemala, y una concentración secundaria ocurre entre las montañas de Costa Rica y Panamá (Hodel 1992).

Según Hodel (1992), Guatemala tiene alrededor de 40 especies de *Chamaedorea*, número que comparte con México y varias de las cuales se encuentran en ambos países. Las especies que ocurren en el sur de México (Estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Tabasco) y que se extienden a Guatemala y en algunos casos hasta Belice, Honduras y/o Nicaragua incluyen *C. neurochlamys* Burret, *C. oblongata* Mart., y *C. ernesti-augustii* H.Wendl.. *Chamaedorea whitelockiana* Hodel y Uhl se extiende desde la costa Oeste de México se extiende a Guatemala.

Por su tamaño, Guatemala es el país con mayor riqueza de *Chamadorea* en el mundo. En la región de Alta Verapaz, en la pendiente atlántica de Guatemala, se encuentran las especies endémicas: *C. lehmanii*, *C. verapazensis* Hodel y Castillo, y *C. tenerrima* Burret. Aunque es comúnmente cultivada, *C. brachypoda* Standl. y Steyerm. actualmente es muy rara en Izabal debido a la deforestación. Otras especies localizadas en Izabal son: *C. nationsiana*, *C. castillo-montii*, *C. stenocarpa* Standl. y Steyerm. y *C. geonomiformis* H.Wendl.. Esta última especie se extiende hasta Belice y Honduras y *C. stenocarpa* también hay en Costa Rica y Panamá donde tiene amplia distribución (Hodel 1992).

D. Importancia Económica de Palmas

Muchas palmas satisfacen las características necesarias para su utilización dentro de la agroforestería, como una alternativa para la ganadería o monocultivo de tierras tropicales, por ejemplo el cocotero. Los programas de investigación y domesticación en varias instituciones en los trópicos que han reconocido esta importancia, han generado información de la biología, utilización étnica, potencial comercial y el grado en el que las poblaciones de palmas silvestres han sido destruidas como resultado de su utilización (Balick 1988; Galeano y Bernal 1987).

Un claro ejemplo de cómo un muestreo botánico puede ser básico para proveer las bases para el uso comercial, en este caso ornamental, garantizando la supervivencia de las palmas está en Palacios (1989). El estudio identificó cinco especies del género *Chamaedorea* que se conocen comercialmente como Palma Camedor y evaluó las condiciones de sus poblaciones.

Una de las especies reportadas para Cerro San Gil, Izabal, Guatemala: *Chamaedorea tepejilote* está distribuida desde México hasta Colombia y posee una inflorescencia masculina comestible. Esta palma, conocida como pacaya, es una comida tradicional de Guatemala y países vecinos. Es procesada y exportada en pequeñas cantidades a los Estados Unidos y Canadá. La pacaya es un excelente cultivo para pequeños productores que se beneficiarían en su desarrollo a través de un incremento de los mercados de exportación (Castillo Mont *et al* 1994).

El conocimiento de las potencialidades de las diferentes especies de palmas y su manejo adecuado, seguramente constituirá un punto de partida importante para establecer programas de desarrollo sostenible, que permitan la única posibilidad viable para el futuro: que la conservación y el desarrollo no sean actividades antagónicas (Galeano 1992).

E. Importancia Ecológica de Palmas

Existe poca literatura publicada sobre la ecología de palmas de la región centroamericana. Los factores mencionados en la siguiente discusión resaltan la importancia de este tipo de estudios y la necesidad de realizarlos para la región centroamericana.

Galeano (1992) demostró que en el plano ecológico, las palmas constituyen uno de los componentes más importantes de los bosques amazónicos, no sólo por el aporte considerable de biomasa a los ecosistemas, sino también por ser uno de los grupos vegetales más conspicuos en los bosques. Estudios realizados en diversas partes de la cuenca amazónica revelan que las palmas también están entre las familias más importantes a nivel de diversidad biológica y abundancia, constituyendo inclusive, en muchos casos, el elemento dominante de la vegetación.

Suelos poco usuales conllevan a una flora de palmas distintivas. Rocas ultrabásicas como serpentina, con suelos ricos en metales pesados como magnesio, cromo, hierro y cobre, usualmente tienen una restringida pero peculiar presencia de palmas. El Nuevo Mundo tiene gran diversidad de palmas que viven piedra caliza, tales como *Brahea*, *Gaussia*, *Pseudophoenix* y unas especies de *Coccothrinax* y *Thrinax*. Los bosques tropicales montañosos pueden sostener una composición rica y diversa de palmas. Pocas especies de las tierras bajas viven en las partes altas y vice versa (Uhl y Dransfield 1987).

Furley (1975) demostró la importancia de *Orbignya cohune*, ahora *Attalea cohune*, en el desarrollo del perfil del suelo. Los tallos de esta palma son inicialmente geotrópicos y en el desarrollo temprano (etapa de estabilización) un tallo ocurre a profundidades de 1m. La muerte de la palma eventualmente deja una cavidad en el suelo que se llena de tierra y detritus. El establecimiento de la población de estas palmas por un largo período de tiempo en un sitio puede ser considerada responsable por el movimiento de tierras.

En Uhl y Dransfield (1987) se reporta una serie de estudios de la ecología de las palmas. Entre éstos, un estudio sobre la velocidad de crecimiento de especies importantes de ratán del género *Calamus* bajo distintos regímenes de suelo, humedad y luz en parcelas experimentales en Malasia. Este trabajo indica que las plántulas de estas especies requieren claros de luz si un tallo aéreo se va a desarrollar, y que las plantaciones de ratán requieren manejo del dosel para permitir que penetre la luz. En otro estudio se relacionó el tamaño de hoja en tres palmas del sotobosque, *Asterogyne martiana* (H. Wendl.) H. Wendl. ex Hemsl., *Geonoma congesta* H.Wendl. ex Spruce y *G. cuneata* H.Wendl. ex Spruce en Costa Rica, con aspectos de la economía global de la planta como capacidad fotosintética, estrés reproductivo y susceptibilidad al daño de la hoja. Entre estas *Geonoma cuneata*, que se reproduce en tamaños pequeños, tiene es más eficiente en la intercepción de luz, y puede explotar los hábitos más

sombreados. Se reporta también que el género *Scheelea* requiere de grandes claros en el dosel del bosque, pero *Socratea* crece a su madurez en pequeños abiertos o dosel cerrado. La tasa de crecimiento en el dosel medio de las palmas arbóreas de Costa Rica aumentó con mayor apertura del dosel, sin embargo las especies que crecieron más rápido fueron más frágiles en otro de los estudios mencionados.

Las palmas son protagonistas de una red compleja de relaciones planta-animal, responsables del equilibrio de los frágiles ecosistemas amazónicos. En este aspecto, las palmas proporcionan albergue y alimento a buena parte de la fauna amazónica. Los diferentes órganos de las palmas, especialmente los frutos, son parte importante de la dieta alimenticia de aves, peces, mamíferos, insectos y muchas otras especies, las cuales, en la mayoría de los casos, actúan a la vez como dispersoras y como reguladoras de las poblaciones. Por lo tanto, el conocimiento y entendimiento de las palmas, constituyen la piedra angular para la comprensión cabal de los ecosistemas (Galeano 1992).

F. Factores que determinan la distribución de palmas

A nivel ecológico se presentan diferentes patrones de distribución asociados a varios elementos conjugados, entre los que se pueden mencionar el tipo y las condiciones del suelo, humedad y disponibilidad de luz (Galeano 1992).

Kahn y Castro (1985) proveen detalles de un bosque rico en palmas en Amazonía Central. Reportaron 32 especies de 12 géneros en las 1-2 hectáreas estudiadas y mostraron claras diferencias entre la flora de palmas de suelos inundados en pantanos estacionales y en suelos con buen drenaje de las laderas. No sólo hay diferencias en las especies sino también en la fisionomía entre las floras de palmas de ambos tipos de suelo, con las palmas altas que alcanzan el dosel y son únicas en los suelos inundados. Sería de gran interés, según los mencionados autores, extender este estudio a otros tipos de vegetación y a otras áreas geográficas.

En muchos casos las comunidades de palmas son determinadas por características del suelo; otras veces, los palmares prosperan en función de incendios periódicos u otro tipo de disturbio. Los suelos de los palmares son muy diversos, pues a menudo son profundos y más o menos inundables, pero otras veces, no tienen problemas de drenaje. Ciertos palmares se desarrollan sobre tierras arenosas cercanas a la costa que tienen agua freática disponible para las raíces. El hábitat preferido de otras comunidades son las laderas calizas con suelo somero pedregoso (Rzedowski 1981).

Svenning (2000) estudió la respuesta de estas plantas a una heterogeneidad espacial de disponibilidad de luz en partes del sotobosque, la mayoría de las especies abundantes representaron distintos tipos de estrategias. Esto sugiere que la diferenciación de nichos en términos de respuesta a pequeños cambios de condiciones de luz puede ser un factor importante en la manutención de una riqueza alta de las especies locales en los bosques tropicales lluviosos.

Schulze y Whitacre (1999) estudiaron la composición de los bosques tropicales en relación a variaciones topográficas y edáficas. Produjeron un sistema de clasificación de tipos de bosque para uso práctico en el campo mediante el análisis y ordenamiento de las muestras de acuerdo a variables ambientales y usando TWINSPLAN. Los resultados sugieren que condiciones ambientales locales como disponibilidad de luz, condiciones edáficas y alteraciones naturales del bosque, más que eventos históricos, fueron mayormente las responsables de estos patrones.

G. Definición de Comunidad

En el sentido ecológico, se define comunidad como un conjunto de poblaciones de organismos vivos que habitan un área determinada, mientras que una población es un grupo de individuos de la misma especie que ocupan un área determinada y que realizan intercambio de genes (Odum 1972).

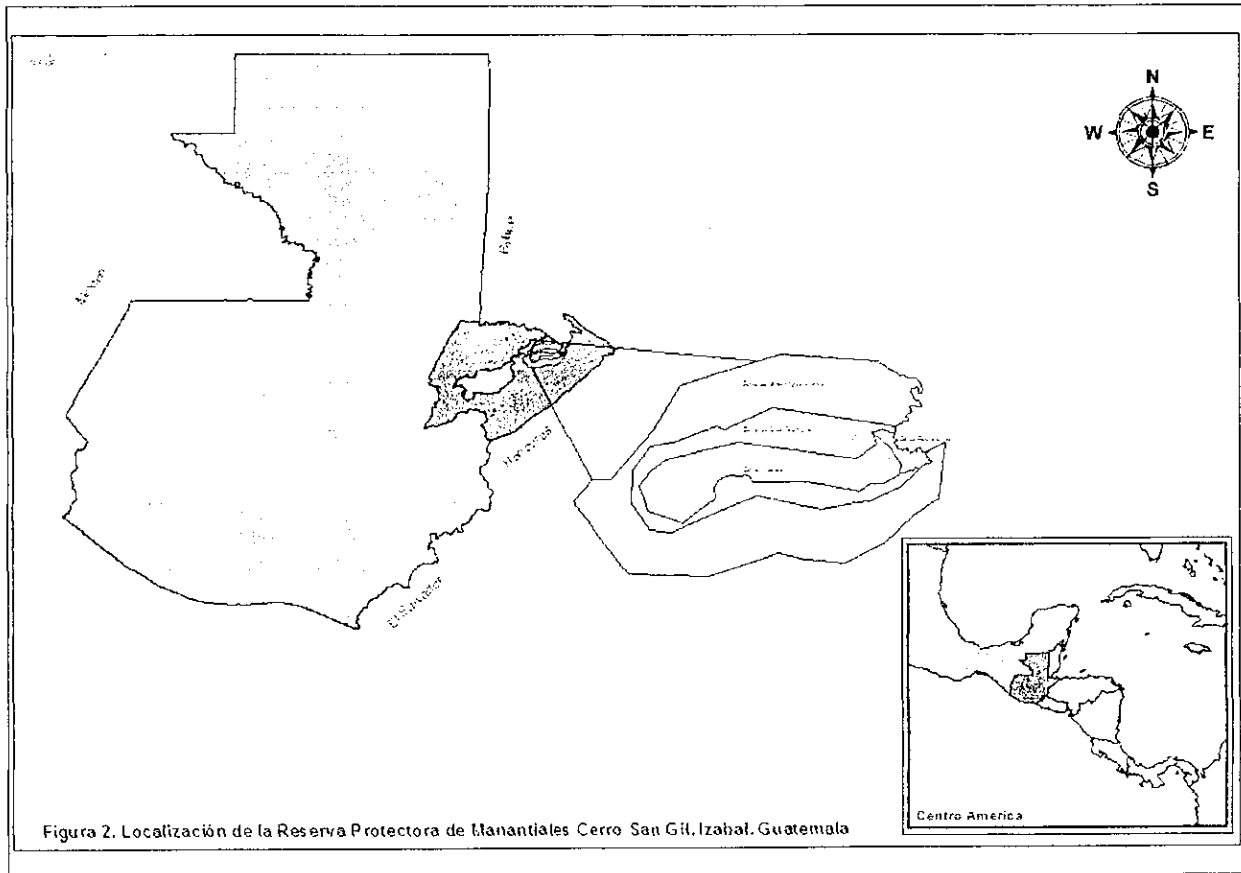
Magurran (1988) aclara que la idea de una comunidad tiene dos componentes principales. Primero, una comunidad se compone de un grupo de organismos que interactúan. Segundo, la comunidad existe dentro de barreras espaciales por lo que una comunidad puede ser definida en cualquier tamaño, escala o nivel dentro de la jerarquía de los hábitats.

H. Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal

1. Ubicación del área

El Cerro San Gil se localiza en la porción sureste del Departamento de Izabal y forma la sección de mayor altitud en la cadena de las Montañas del Mico (Figura 2). Hay tres jurisdicciones que se encuentran en el área del Cerro San Gil, siendo estas Puerto Barrios, Morales y Livingston. El declive oeste del cerro se encuentra frente al golfete, Río Dulce y el declive este colinda con la Bahía de Amatique. El sur se ve limitado por el valle del río Motagua (IGN 1964).

91° OESTE



- 1 Zona de Amortiguamiento
- 2 Zona de Uso Múltiple
- 3 Zona Núcleo

2. Clima

La temperatura de la región varía entre los 14 y 36 °C, siendo un factor determinante la altitud. La precipitación se distribuye durante 212 días de lluvia al año y es la precipitación media anual superior a los 3000mm además existe diferencias sustanciales entre el declive este y el oeste, siendo el primero de estos superior por el efecto de precipitación orográfica. La humedad relativa absoluta varía del 33.8 al 100%, también determinado por la altitud y la orientación del declive. La evapotranspiración potencial tiene un promedio de 0.45 (FUNDAECO 1990).

3. Zona de Vida

La zona de vida de las Montañas del Mico es considerada Bosque Muy Húmedo Tropical y Bosque Muy Húmedo y/o Pluvial Premontano, según Holdrige (FUNDAECO 1990). Según De la Cruz (1982), el Bosque Muy Húmedo Tropical (cálido) es el más extenso en Guatemala. Incluye dos segmentos de diferenciación: la zona baja donde la temperatura es 30°C aproximadamente y otra zona de mayor altura donde las temperaturas medias son iguales a las biotemperaturas.

En Guatemala esta zona de vida está representada en la costa sur, y en el norte del país abarca el departamento de Izabal, norte de Alta Verapaz, Quiché y una parte del departamento de Huehuetenango, y una parte del sur del departamento de Petén. La superficie total de esta zona de vida es de 40,700 kilómetros cuadrados, lo que representa el 37.41% de la superficie del país (De la Cruz, 1982). La vegetación natural es muy rica en su composición florística. Algunos géneros y/o especies indicadores de esta zona son: *Attalea cohune*, *Terminalia amazonia* (J.F.Gmel.) Exell in Pulle, *Brosimum alicastrum* Swartz, *Virola* sp., *Lonchocarpus* sp., *Cecropia* sp., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. y *Vochysia hondurensis* Sprague para la parte sur de Petén y departamentos del norte del país (De la Cruz 1982).

Según el mapa de ecosistemas de Guatemala (INAB 2001) CSG se compone de bosques latifoliados. Esta reserva está bordeada al sur por sistemas agrícolas con segmentos de vegetación y al oeste (por Golfete Río Dulce) por sistemas agrícolas sin vegetación (monocultivos). Se distinguen dos tipos de bosques latifoliados en CSG: 1) Bosques semisiempre verdes y siempreverdes de bajuras y/o colinas 2) Bosques semisiempre verdes y siempreverdes submontanos.

4. Geología

Las Montañas del Mico son formadas por roca caliza Paleozóica, siendo una de las formaciones geológicas más antiguas de Guatemala. Al norte de la zona de amortiguamiento establecida por FUNDAECO (1990), la topografía es cársica. Al norte y al oeste la vertiente del CSG es bruscamente inclinada, en el sur se funde con las Montañas del Mico donde hay un área con topografía abrupta resultado del cauce de abundantes ríos y hace de esta la vertiente más rica en cuanto a recursos hídricos. Posee suelo arcilloso anaranjado y rojizo de poca profundidad.

5. Patrimonio Natural

El 82% de la superficie de CSG es apta para bosques y vida silvestre. El 16% restante es apta para cultivos básicos, ya que es adecuado un sistema agroforestal y de conservación de suelos (FUNDAECO 1990). Según FUNDAECO¹ (1990) algunas especies vegetales conocidos como endémicos en CSG son: *Rondeletia izabalensis* Standl. y Steyem., *R. linguiformmis* Hemsl., *R. macrocalyx* Standl. y Steyem, *Citharexylum guatemalense* (Moldenke) D.Gibson y las palmas *Chamaedorea falcifera* y *Chamaedorea nationsiana*.

¹ * FUNDAECO, Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación, es la organización a cargo del manejo del Área Protegida de Cerro San Gil que apoyó a la realización de este proyecto con gastos de transporte, facilidades de acceso al área de estudio y asistencia de Guardabosques.

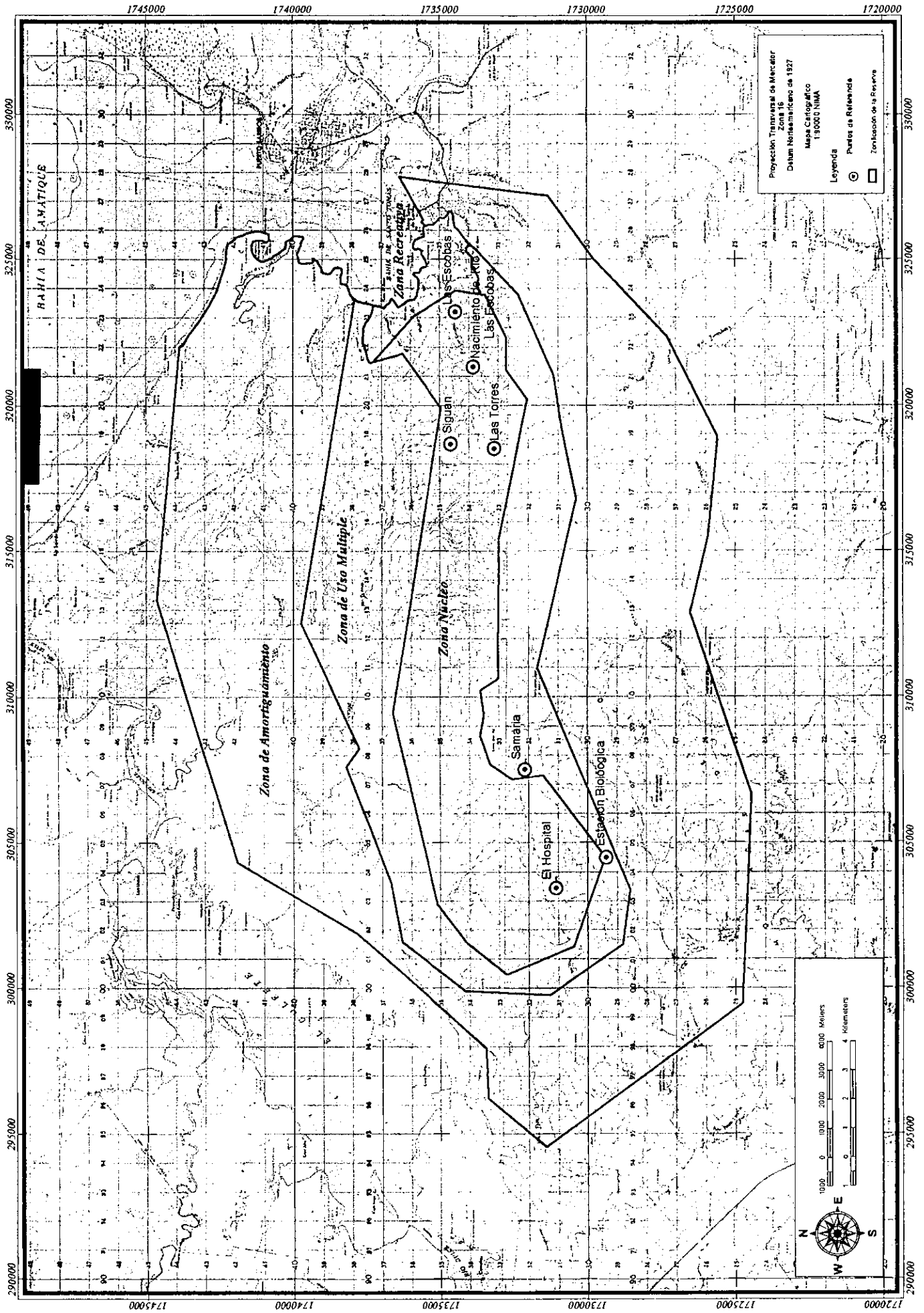


Figura 3. Área de Zonificación y Puntos de Referencia de la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil,

I. Técnicas de Muestreo

En la mayoría de los estudios de la vegetación no es operativo enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por ello hay que realizar muestreos de la misma y estimar el valor de los parámetros de la población (Matteucci 1982).

1. Unidad Muestral "El Transecto"

El transecto consiste en una porción alargada de vegetación, que puede servir de criterio de selección de la zona a estudiar, como muestra, según el tratamiento posterior de datos. En algunos estudios de regiones amplias, se utiliza un transecto como zona de estudio, ya que sería demasiado costoso el muestreo de toda la región. Las muestras se ubican sistemática o preferencialmente sobre el transecto (Matteucci y Colma 1982).

Los transectos son comúnmente utilizados para estudiar los cambios en vegetación a lo largo de un gradiente ambiental o a través de distintos habitats. Otro uso es para estimar la densidad general o valores de cobertura de una sola especie. El tamaño del transecto puede ser de varios centímetros hasta cientos de kilómetros, dependiendo de la vegetación y el fin del estudio (Bullock 1998).

Puede resultar un muestreo más productivo en vegetación dispersa y ser más práctico en vegetación alta. En cualquier caso, el tiempo de muestreo es reducido con este método. Si las plantas forman parches definidos o son grandes y distintas, entonces el tamaño de un transecto ocupado por una especie puede ser medida con sencillez y exactitud. Los cálculos de cobertura son muy difíciles en la vegetación donde las plantas son pequeñas y entremezcladas, por lo que se deberían utilizar distintos métodos (Bullock 1998).

2. El Cuadrato o Cuadrante

Este método ha sido bastante usado en ecología. Incluye subdividir el campo de estudio en partes relativamente homogéneas, y luego el muestreo de cada subdivisión de acuerdo con su área (Moore y Chapman 1982).

Se utilizan para definir áreas de muestreo dentro del área de estudio y son usualmente marcos formados por cuatro tiras de madera, metal o plástico rígido que son amarrados, pegados o fundidos juntos para formar un cuadrado. Para cuadratos mayores de 4m² un marco es muy difícil de manipular, por lo que se utilizan medidas con cinta adhesiva, reglas doblables o rafia (Bullock 1998).

Según Bullock (1998), la experiencia ha mostrado que los distintos tipos de vegetación requieren distintos tamaños de cuadrantes. Para comunidades de arbustos grandes, que es el caso de las palmas, comúnmente se utilizan áreas de (5x5) 25m²-a (10x10)100m². Los cuadratos se colocan en el área de estudio según el diseño de muestreo donde distintas medidas se pueden utilizar para investigar la vegetación:

▪ Densidad

La densidad se mide al contar el número de individuos de la especie de estudio del cuadrato. Muchas plantas quedan en la orilla del cuadrato, en este caso y para otras medidas se debe decidir cómo clasificar si la planta se encuentra o no dentro del cuadrato. Comúnmente las plantas enraizadas dentro del cuadrato son las que cuentan (Bullock 1998).

▪ Frecuencia

La frecuencia es una medida simple que se calcula con el porcentaje de cuadratos en que la especie en estudio estuvo presente (Bullock 1998).

La frecuencia de un atributo es la probabilidad de encontrar dicho atributo en una unidad de muestra particular. Al incrementar la superficie de la unidad, aumenta la probabilidad de encontrar en ella el atributo considerado, por lo tanto, esta variable depende del tamaño de la muestra (Matteucci y Colma 1982).

Los cuadratos son muy fáciles de utilizar en una gran variedad de estudios. Puede ser difícil y consumir mucho tiempo para medir cuadratos muy grandes. Las medidas asociadas con las bases teóricas de densidad, cobertura y biomasa tienen ciertas ventajas y desventajas. Una desventaja es que contar individuos para determinar la densidad puede ser arduo y utiliza mucho tiempo, a menos que las plantas tengan una baja densidad o se utilicen pequeños cuadratos, y esto es usualmente en estudios de una sola especie. También se debe considerar que las especies no tienen una distribución aleatoria en el área de estudio, entonces estimaciones de cobertura, densidad o biomasa de un solo cuadrato cambiarán por el tamaño del cuadrato. Esto se debe a que cuadratos más grandes emparejan la distribución de parches de la vegetación más que en los pequeños. Cuadratos individuales no se utilizan, y la planificación cuidadosa eliminará estos efectos de tamaño (Bullock 1998).

La frecuencia es un método rápido y fácil de determinar pero la estimación siempre dependerá del tamaño del cuadrato. Esto se debe a que la frecuencia es una medida cualitativa (de presencia o

ausencia en el cuadrato) que se utiliza para determinar un porcentaje cuantitativo dentro del cuadrato. En lugar de ser utilizado para seleccionar el área de muestreo, se usa como la unidad adimensional de medida. Por lo tanto, cuadratos más grandes proporcionan estimaciones mayores de frecuencia que los pequeños. La distribución en parches de las especies reducirá la posibilidad de encontrar la especie, por lo que también disminuye la estimación de frecuencia. Por estas razones se debe tener mucho cuidado al interpretar medidas de frecuencia, especialmente al comparar distintas áreas de estudio (Bullock 1998).

3. Tamaño de la parcela

El tamaño del cuadrato es muy importante y va a variar de un tipo de vegetación al otro. Varios métodos han sido divisados para estimar el tamaño óptimo de un cuadrato de un tipo de comunidad particular y están basados en conceptos de área mínima y curvas de especies-área. El acercamiento más frecuentemente utilizado es derivado de la metodología de la escuela de clasificación y fitosociología de la vegetación de Braun-Blanquet. Debe empezar con un área considerada lo más pequeña posible, usualmente que contenga una o dos especies. Luego se duplica el área contando el número de especies presentes de nuevo. Posteriormente se dobla el tamaño del cuadrato de nuevo, contando el nuevo número de especies presentes. Se repite este procedimiento hasta que no se presente una especie nueva al duplicar el área del cuadrato. La gráfica resultante del número de especies contra el tamaño del cuadrato se conoce como la curva de especies-área o de área mínima (Kent y Coker 1992).

4. Ubicación y número de parcelas de estudio

Para aumentar la precisión y representatividad se necesita más de una unidad de muestreo, más aún cuando se trata de estimar números totales de poblaciones. La repetición de unidades de muestreo tiene otra función esencial: permite que la precisión de la generalización del área de estudio sea calculada, o sea que se determinan los límites de confiabilidad. En términos generales, la precisión global del estimado depende en la raíz cuadrada del número de réplicas de muestreo. Por lo tanto, para tener el ancho de un intervalo de confiabilidad, uno necesita cuadruplicar el número de réplicas. Las consideraciones de costo determinan cuántas muestras se deben tomar (Bullock 1998).

La experiencia indica que los muestreos seleccionados como típicos, rara vez lo son. También, no es posible estimar la precisión de la estimación global de muestras seleccionadas. El azar requiere que cada muestra potencial tenga una igual probabilidad de ser incluida en la muestra. La mejor forma para asegurarse de esto es enumerar cada muestra y determinar cuales usar según una tabla de números al azar (o una serie de números al azar generados por computadora). Los números en tales tablas están arreglados para que cualquier dígito tenga la misma probabilidad del 10% de ocurrencia en cada posición en la tabla para que no existan patrones en los números (Bullock 1998).

II. JUSTIFICACIÓN

La pérdida de hábitat y la sobrexplotación son las principales amenazas para la supervivencia de muchas especies de palmas. La continua extracción ilegal de madera, el crecimiento de la frontera agrícola y la misma extracción ilimitada de las palmas en CSG presentan una amenaza para las especies nativas de palmas. Se conoce también que en CSG hay alta diversidad y endemismo de palmas, razón mayor para documentar y proteger estos recursos únicos. Hasta ahora se empieza a reconocer el valor, a través de estudios de poblaciones silvestres, de las palmas como material genético para la agricultura del futuro. El conocimiento de la biología, utilización y distribución de la familia Arecaceae contribuirá a la elaboración de un plan de manejo sostenible, así como a la explotación adecuada de los mismos.

La familia de las palmas tiene una inmensa importancia económica. Se debe conocer cuáles son las palmas silvestres actualmente o potencialmente utilizadas por los asentamientos humanos dentro del bosque o en sus límites. Un estudio de este tipo proporcionará una base para aplicaciones de manejo sostenible de estas palmas.

Debido a que la gran diversidad morfológica de las palmas es paralela al amplio rango de adaptaciones ecológicas y comportamiento, es difícil hacer generalizaciones amplias de su ecología. Muchos aspectos como ciclos de nutrientes, preferencias de suelo, competencia interespecífica y requerimientos de luz todavía deben ser investigados en detalle. Esta información es un aporte al conocimiento de la ecología de los bosques tropicales como también al manejo de las especies en estudio en ambientes artificiales donde se quiera promover su propagación.

A pesar de su relativa abundancia e importancia en la biota general del bosque tropical, así como tantos usos económicos y de subsistencia, las palmas están pobremente representadas en las colecciones de estudio utilizadas por biólogos. Una completa colección de palmas es indispensable para hacer posible una correcta identificación de especies. Los estudios locales de etnobotánica, ecología, biología de poblaciones y florística se enfrentan al obstáculo de no tener una colección de referencia con qué comparar el material que se trae del campo.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Identificar las especies de palmas silvestres en la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal y analizar sus patrones de distribución.

B. Objetivos específicos

1. Obtener el tamaño adecuado de muestreo por cuadratos para palmas en CSG
2. Estimar la densidad de cada especie de palma en CSG
3. Identificar la localidad con mayor diversidad, riqueza y abundancia
4. Comparar la diversidad y riqueza de las especies de palmas según gradiente altitudinal y entre la vertiente este y oeste del Cerro
5. Relacionar las comunidades de palmas según similitud entre las localidades de muestreo
6. Determinar si existe una relación entre las especies de palmas con cada uno de los siguientes factores ambientales:
 - a. pendiente
 - b. cobertura del dosel
 - c. textura de suelo
 - d. humedad del suelo
 - e. % de Nitrógeno (en capa 0-10cm y 10-20cm del suelo)
 - f. % de C o materia orgánica (en capa 0-10cm y 10-20cm del suelo)
 - g. pH (en capa 0-10cm y 10-20cm del suelo)
7. Identificar las especies de palmas con potencial económico de la Reserva

IV. HIPOTESIS

Ho: Todas las localidades son iguales en cuanto a diversidad, riqueza y abundancia de palmas.

Ho: La altitud de una localidad no tiene efecto sobre la diversidad, riqueza y abundancia de palmas.

Ho: La vertiente no tiene efecto sobre la diversidad, riqueza y abundancia de palmas.

Ho: La interacción entre altitud y vertiente no tiene efecto en la diversidad, riqueza y abundancia de palmas.

Ho: La especie (X) es independientes del factor ambiental (Y):

- a. topografía (el grado de la pendiente)
- b. cobertura del dosel
- c. textura de suelo
- d. humedad del suelo
- e. % de Nitrógeno (en capa 0-10cm y 10-20cm del suelo)
- f. % de C o materia orgánica (en capa 0-10cm y 10-20cm del suelo)
- g. pH (en capa 0-10cm y 10-20cm del suelo)
- h. altura de horizonte A

V. METODOLOGIA

A. Reconocimiento del área de estudio

El reconocimiento del sitio de estudio se llevó a cabo en junio-julio del año 2000 donde se distinguieron subjetivamente las comunidades vegetales y se determinaron los rangos altitudinales de cada una de las dos localidades principales.

B. Vertientes Este y Oeste del Cerro San Gil

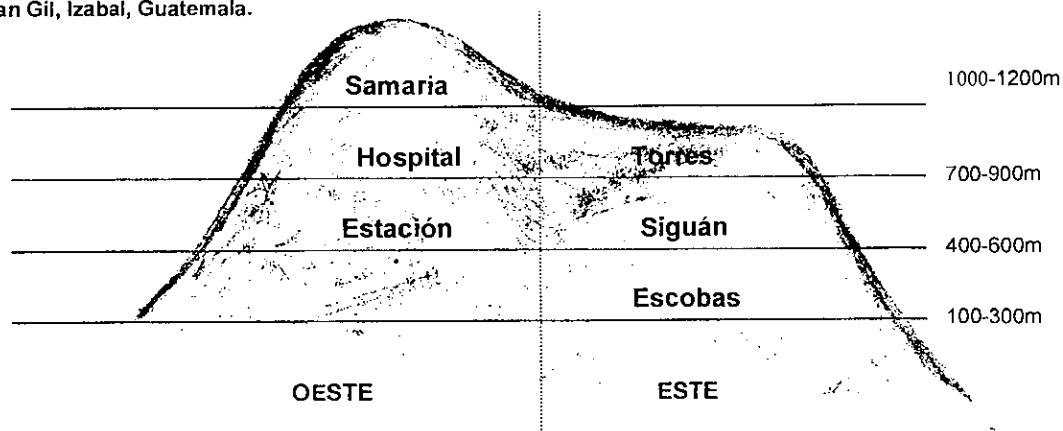
El área de estudio se dividió según las vertientes este y oeste de CSG (Cuadro 4 y Figura 3). Se delimitaron cuatro rangos altitudinales de 200m cada uno desde los 100 hasta 1200mSNM. El primer rango es exclusivo del declive este y el último rango sólo ocurre en el declive oeste.

Cuadro 4. Puntos de referencia de muestreo Cerro San Gil, Izabal determinados con GPS

	vertiente	LOCALIDAD	GRADOS	
			NORTE	ESTE
1	este	Escobas	15° 41' 02''	88° 39' 19''
2	este	Siguán	15° 41' 01''	88° 41' 31''
3	este	Torres	15° 40' 16''	88° 41' 30''
4	oeste	Estación	15° 38' 12''	88° 49' 40''
5	oeste	Hospital	15° 34' 13''	88° 49' 25''
6	oeste	Samaria	15° 40' 03''	88° 47' 21''

Se nombraron tres localidades por cada vertiente del CSG y además de asignarles un número de referencia se les denomina por alguna característica propia de la localidad. Por ejemplo, Samaria es el nombre de un asentamiento en esa localidad.

Figura 4. Esquema de localidades según vertiente e intervalo altitudinal (msnm) en la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal, Guatemala.



C. Estratificación Altitudinal de las Localidades

Ambas vertientes tienen tres localidades que representan tres intervalos altitudinales distintos. En la Figura 3 es evidente que no hay una localidad para el oeste en el intervalo más bajo, 100-300m, esto se debe a que en esta localidad no hay bosque debido a perturbación o cultivos. Tampoco hay una localidad del intervalo más alto, 1000-1200m, en la vertiente este porque no llega a esta altitud de este lado. Debido que este trabajo está enfocado únicamente a las especies silvestres del CSG, las áreas perturbadas no fueron parte del muestreo. Con fines de no traslapar las zonas de muestreo los rangos están separados por 100m entre sí.

Cuadro 5. Intervalo altitudinal, número de parcelas y área de muestreo para las distintas localidades

Localidad	Intervalo Altitudinal (msnm)	Parcelas	Área (ha)
Escobas (1)	100-300	6	.24
Siguán (2)	400-600	6	.24
Torres (3)	700-900	6	.24
Estación (4)	400-600	6	.24
Hospital (5)	700-900	6	.24
Samaria (6)	1000-1200	6	.24
TOTAL muestreo		36	1.44 ha o 14,400m²

D. Muestreo

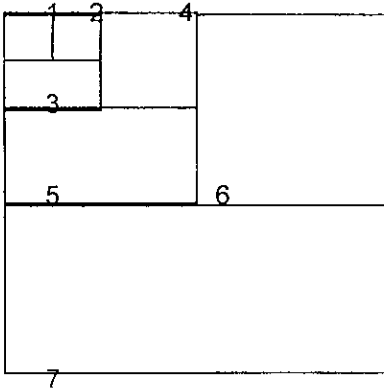
Este estudio incluye la relación de condiciones ambientales (topografía, suelo, cobertura del dosel) para determinar los requerimientos de hábitat de las palmas. Entonces el método de cuadrato fue el más adecuado porque representa una unidad más homogénea en cuanto a estas variables.

Para compensar la falta de representatividad de especies que puede sesgar el método del cuadrato se realizaron seis réplicas por intervalo altitudinal (Cuadro 5). Según Hurlbert (1984), el término correcto cuando se utiliza estadística inferencial en estudios ecológicos es pseudoréplica, ya que los tratamientos, en este caso, las respectivas localidades, no se pueden replicar en la naturaleza. También se realizó una colecta selectiva, en la que se toman muestras de especies con frutos o en floración, para auxiliar en la identificación de las especies encontradas dentro de las parcelas.

Las dimensiones de las parcelas de muestreo fueron determinadas según el método del área mínima de muestreo o muestreo Relevé. Se delimita un área de 5 x 5m, se colecta e identifica el número de especies presentes y su densidad, luego se procede a duplicar el área 10 x 10m; 20 x 20m hasta las dimensiones donde no aparezcan nuevas especies, como se ilustra en la Figura 4. Según esta metodología se obtuvo que el cuadrato de 20 x 20m, .040ha, es una unidad representativa para especies de palmas. Esta dimensión de parcela coincide con la que se utilizó en el estudio de Schulze y Whitacre (1999) en el Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala, para

relacionar vegetación con topografía, tipo de suelo y tamaño. Ellos utilizaron parcelas de 0.041ha, 10 x 41m.

Figura 5. Método de “relevé” para determinar el área mínima de muestreo



Se empieza por el cuadro más pequeño, duplicando el área continuamente hasta que no aparecen nuevas especies. Con esta información se elaboró una gráfica (Figura 6) de las especies acumuladas (eje Y) vrs área de muestreo (eje X). Cuando la pendiente de la línea de tendencia más cercana deja de aumentar este dato, nos indica que se han encontrado la mayoría de especies que se podían encontrar en la parcela (Kent y Coker 1992, MacVean 1995).

En cada parcela se reconocen las distintas especies presentes y se determina el número de individuos de cada una de éstas por parcela. También se toman todos los datos pertinentes a la posterior identificación del espécimen, así como fotos (diapositivas) y la respectiva muestra de herbario. Las hojas de colecta de datos se encuentran como Anexo 1 y 2.

Las localidades de los sitios de muestreo dentro de cada rango, en lo posible, fueron aleatorios, y se procuró no tomar sesgos para obtener datos representativos. No obstante, en el campo es muy difícil determinar al azar los lugares de muestreo, por inaccesibilidad a todas las localidades potenciales. Para tomar un criterio al azar y aplicable a la realidad del proyecto (tiempo y recurso económico limitado), se determinó a lo largo de senderos reales con números al azar la cantidad de metros aproximados donde se ubicó la parcela de estudio. Ej. En un sendero de tres km de largo surgen los siguientes números: 48, 21, 70, entonces en esos respectivos números de metros desde el inicio del sendero, se obtiene otro número al azar y si es par se dirige a la izquierda y si es impar a la derecha y luego otro número para el número de metros a los costados del sendero. Esto se repitió seis veces para cada rango altitudinal y en los dos respectivos declives del CSG.

E. Herborización

Las colecciones de herbario son la principal herramienta para la identificación taxonómica. En muchos casos las determinaciones serán tan buenas como las muestras en las que se basaron. Un buen espécimen de herbario consiste en una planta o una sección de la misma, seca, prensada y con estructuras reproductivas bien preservadas. Las muestras de plantas se montaron para guardar permanentemente en papel o cartulina especial. En la esquina inferior derecha se colocó la etiqueta de identificación que contiene información de la planta, una descripción de su apariencia, colector, fecha y localidad donde fue colectada (Bullock 1996).

Se colectó de cada planta todas las estructuras presentes que sirvieron para identificación: inflorescencia, fruto, semilla, hojas, corteza (en su respectivo caso) etc. y se guardaron en bolsas plásticas, mientras terminaba la colecta. Cada espécimen colectado: rama con hojas, inflorescencia o fruto no carnoso, fue prensado en hojas dobles de periódico con doble capa de esponja en un herbario el mismo día de colecta. Se rotuló cada espécimen con lugar, fecha de colecta, nombre del colector, identificación taxonómica (hasta donde se pudo en el momento) o sea familia, género, especie y características de cada planta. Para los frutos, flores u otras estructuras carnosas difíciles de secar se colocaron en frascos de 4oz o 16oz (según tamaño) con solución de 75% etanol, 5% glicerina, 20% agua destilada (EAG), y su debida identificación. Los herbarios fueron colocados en una secadora rústica de campo, que consiste en una caja con calor térmico proporcionado por bombillos, para disminuir la humedad y acelerar el secado de las plantas. El material fue estudiado e identificado posteriormente con las guías de Standley y Steyermark (1946), Hodel (1992) y Henderson *et al.* (1995). En algunos casos se secaron algunas inflorescencias con cristales de sílica gel dentro de bolsas marca Ziplock para tener también material de referencia seco de estas estructuras.

Una colección de las especies colectadas, identificadas y montadas se ingresó en el Herbario UVAL de la Universidad del Valle de Guatemala. Duplicados del material fueron depositados como referencia en el Herbario AGUAT (de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

F. Determinación de Factores Ambientales

Complementario a la información de las muestras de palmas, también se determinó la inclinación topográfica, cobertura de la copa o dosel de los árboles, muestras de suelo (Ponce 2001), densidad de cada especie y altitud de cada parcela.

1. Topografía

Se midió con un clinómetro el porcentaje de inclinación del terreno. Se determinó en grados el nivel de inclinación de las parcelas desde el centro o en el sitio de la parcela que mejor representara al terreno.

2. Densidad del Dosel

La forma en que se determinó la apertura del dosel es con un instrumento, tamaño bolsillo, llamado "densiómetro esférico". Este aparato emplea un espejo con una curva esférica que hace posible la reflexión de un área grande de arriba. Se utilizó una cuadrícula hecha en el espejo para estimar el porcentaje que está cubierto del dosel del bosque. La estimación se hizo cerca del suelo del bosque. La forma adecuada de muestreo da un promedio de dosel de una área boscosa (Lemmon 1957). También se determinaron clases de estos resultados para asociar con la distribución de especies (Anexo 3).

No se tomaron medidas de luminosidad u otra medida que se relacione directamente con la cantidad de luz que entra en el momento porque esta medida depende de la hora del día, intensidad solar, ángulo de penetración, estaciones lluviosa o seca, y del estado atmosférico del momento, valores que se tendrían que supervisar por un largo tiempo para obtener datos representativos.

3. Suelos

En el centro de cada una de las parcelas de muestreo, se realizó un muestreo de suelo para determinar el porcentaje de humedad, materia orgánica, nitrógeno, el pH y la textura y color.

a. Muestras de suelo mineral y su tratamiento

Para tomar las muestras de suelo se utilizó (1) un tubo de muestreo, para observar los cambios en las características del suelo (color y textura) por cada capa, y (2) un medidor de densidad, con el que se tomaron muestras del horizonte A (0-10cm de profundidad) y del horizonte B (10-20cm de profundidad) en pequeños tubos. Dichos tubos se trasladaron tapados a la estación para darles el respectivo tratamiento. Las muestras de suelo se colocaron en palanganas plásticas, que fueron respectivamente taradas e identificadas con el número de cuadrato, y el horizonte al que correspondía el suelo. Se determinó el peso húmedo de cada muestra al usar una balanza y luego se secaron al sol o cerca de secadora de muestras de herbario durante dos días, ya que en el campo los suelos poseen grados muy diferentes de humedad. Pasados los dos días se pesaron las muestras para determinar el peso seco. Posteriormente se tamizaron las muestras, pues se necesita trabajar con las partículas de un tamaño inferior a 2mm de diámetro medio, en cuya superficie se verifica casi la totalidad de las reacciones del suelo. Se colaron las muestras en un

tamiz de orificios circulares de 2mm de diámetro. Estas muestras se guardaron en bolsas plásticas selladas y se analizaron en el laboratorio (Ponce 2001).

En el primer viaje, Julio 2001, las muestras de las repeticiones a, b y c para cada localidad fueron extraídas del campo y determinadas en laboratorio por Ponce (2001). Las muestras de las repeticiones d, e y f para todas las localidades fueron extraídas en el campo por el Lic. Rodolfo Valdez y determinadas en el laboratorio de suelos UVG por el técnico Carlos Arias. Se utilizó el mismo procedimiento para la extracción y medición en el campo para ambos viajes, como también para el análisis químico de las muestras en el laboratorio.

b. Determinación de composición de acidez (pH), porcentaje de carbono y nitrógeno

- Determinación del contenido de carbono (materia orgánica) en el suelo (Método de WALKLEY Y BLACK)

Procedimiento: Se numeran los 30 erlenmeyer para llevar el control de las muestras, y dos erlenmeyer adicionales para los blancos (control). (1) Se pesa .25 g de suelo (para el horizonte A) y .25 g de suelo (para el horizonte B). (2) Se transfiere el suelo a los erlenmeyer de 500 ml . (3) Se agregan 10ml de dicromato de potasio, se agita y se añaden lentamente 20 ml de ácido sulfúrico concentrado; inmediatamente se toma tiempo agitando por 30 segundos y luego se deja reposar por media hora. (4) Se agregan 150ml de agua destilada y 10 ml de ácido fosfórico. Se deja enfriar, debido a que la reacción es altamente exotérmica y (5) Se realiza una titulación con difenilamina (utilizando 10 gotas del indicador) hasta que el color se vuelve verde manzana. Se agitan durante la titulación con un agitador magnético (Primo y Carrasco 1973).

Cálculos:

$$((VB-VM)*0.15 * FC) / 0.25g = \% \text{ carbono}$$

VB ml del blanco

VM ml usados en la muestra

P peso de la muestra de suelo

FC factor de corrección

- Determinación de Nitrógeno en el suelo por el método Kjeldahl.

Procedimiento: Se pesan 0.5gr de muestra y se transfiere a un balón Kjeldahl, después se le agregan 1.5gr de Sulfato de Sodio anhidro , 0.1gr de Óxido de Mercurio y 3ml de Ácido Sulfúrico concentrado. Se coloca el balón en el sistema de digestión aproximadamente ½ hora. EN seguida se destila la muestra con 13ml de Hidróxido de Sodio y 5ml de Tiosulfato de Sodio. Se recibe el destilado en 10ml de Ácido Bórico 4% con 3 gotas de indicador. Finalmente el destilado se titula con ácido clorhídrico, mientras menos HCl se utilice en la titulación, hay menos nitrógeno presente (Primo y Carrasco 1973).

Cálculos

% de N₂ = Ml titulación * Factor N₂ * Normalidad ácido * 100 / peso muestra

Factor N₂ = 0.014

Normalidad del ácido = 0.1

Medición del pH del suelo

Procedimiento: Se pesan 5gr de suelo, se colocan en un beaker de 80ml y se agregan 10ml de agua destilada. Se calibra el potenciómetro con buffer pH7, y se lee el pH en el potenciómetro. Se utilizó un potenciómetro Mettler Toledo Mp 220 (Jackson 1964).

G. Métodos de Análisis**1. Inventario de especies**

En esta etapa se identificaron las muestras colectadas y fueron debidamente tratadas (secado y montado).

2. Ordenación y clasificación de los datos

Durante esta parte del trabajo se codificaron los datos no numéricos, se asignaron valores a los datos cualitativos, y se ordenaron en una matriz electrónica para entrar a una fase descriptiva de los datos. Se obtuvieron los principales índices de diversidad y luego se elaboraron gráficas, se determinaron los valores de medidas de tendencia central, con el fin de tener información general de los datos obtenidos y el comportamiento de las variables.

3. Cuantificación de los Índices de Diversidad

Se utilizaron índices de diversidad, medidas relacionadas al número total de plantas, para comparar las comunidades en distintas localidades y describir la diversidad total de CSG.

a. Índice de diversidad Shannon o Shannon-Wiener

Se utilizó este método como referencia, ya que es de los más popularmente usados y es bastante discriminatorio. Sin embargo se han encontrado muchas deficiencias en este índice (Magurran 1988) y que es bastante difícil de interpretar por sí solo. Este índice refleja la diversidad como un alto número de especies según número de individuos encontrados. Según este índice, la diversidad máxima es cuando se encuentra un individuo de cada especie (Magurran 1988).

Índice de Shannon

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \ln p_i)$$

s = número de especies
 p_i = proporción de individuos
 ln = log base n

b. Índices de Riqueza

Cuando el área de estudio se puede delimitar en espacio y tiempo, los índices de riqueza son muy útiles para medir diversidad. La densidad de especies es simplemente el número de especies por m² y es muy popular para medir la vegetación. El índice de diversidad de Margalef utiliza el valor de especies encontradas (S) y el número total de individuos (N) sumado para todas las especies S (Magurran 1988).

Índice de Margalef $DMg = (S - 1) / \ln N$

c. Medidas de Dominancia

Los siguientes índices miden la heterogeneidad, ya que son sesgados hacia las abundancias de las especies comunes en lugar de proveer una medida de riqueza de especies. El índice de Simpson es comúnmente adoptado y por motivos de futura comparación con otros trabajos se reporta en este estudio. El Índice de Berger-Parker es más simple de calcular y más discriminatorio entre muestras porque sólo utiliza la frecuencia de la especie más abundante (Magurran 1988).

Índice de Simpson $D = \sum (n_i (n_i - 1) / N(N-1))$

n_i = al número de individuos en la iésima especie

N es el total de número de individuos de todas las especies.

Índice de Berger-Parker $d = N_{max} / N$

cuando N_{max} = número de individuos en la especie más abundante

d. Índice de Disimilitud de Bray-Curtis

Los índices de disimilitud sirven para conocer si dos comunidades se parecen y se agrupan juntas o no se parecen, basados en las especies que comparten y en las exclusivas. A diferencia de Jaccard, el índice de disimilitud es cuantitativo, no cualitativo, por lo que es más completo. El número 1.00 es la distancia mayor entre las localidades y el valor de 0 indica que las comunidades son idénticas. El porcentaje de Disimilitud de Bray-Curtis es la estandarización de la distancia Maniatan. Sus ventajas son que ignora los casos en los cuales las especies están ausentes en ambas muestras de las comunidades y es dominado principalmente por las especies abundantes, por lo que las especies raras no aportan mucho al valor del coeficiente (Cano 2001).

$$BC = \frac{\sum_{i=1}^n |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^n (X_{ij} + X_{ik})}$$

BC = Porcentaje de disimilitud de Bray-Curtis
 $X_{ij}X_{ik}$ = número de individuos en la especie i en cada muestra (j,k)
 n = número de especies en muestras

4. Relación de factores ambientales con especies presentes

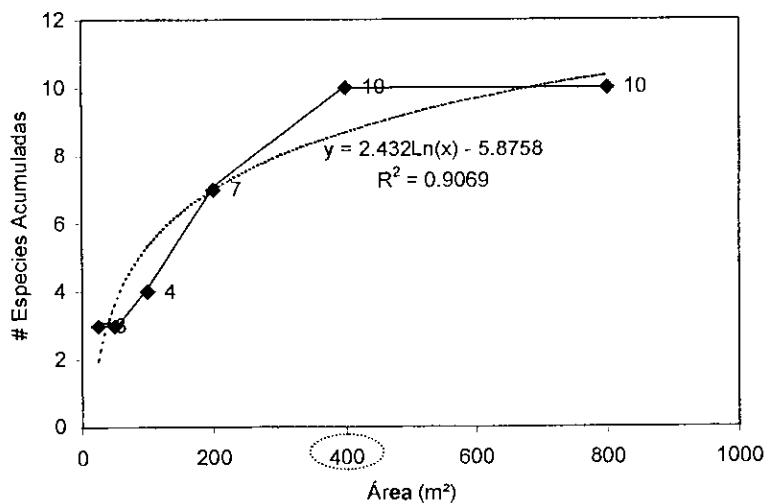
Según cada objetivo se realizaron listados, cuadros comparativos, figuras y los respectivos análisis estadísticos (Análisis de varianza, ANOVA) para presentar los resultados. Para todas las pruebas estadísticas se trabajó con el nivel de significancia $p = 0.05$. En el análisis de correlación se estima el grado en que dos variables varían simultáneamente. Para trabajar los datos se empleará el programa SPSS. Para verificar los datos y entrar a materia de significancia de pruebas se utilizarán Coeficientes de Correlación paramétrico de Pearson y no paramétrico de Spearman.

V. RESULTADOS

A. Determinación del Área de Muestreo

Para determinar la dimensión de las parcelas de muestreo se utilizó el método de relevé o área mínima de muestreo. La Figura 6 presenta las gráficas que corresponden al número de especies presentes en las distintas áreas de muestreo de la localidad 2, Siguán. La metodología indica que está presente la mayoría de especies cuando la pendiente de la línea de tendencia más cercana a los datos observados deja de aumentar. En este caso se observa que la línea entre los puntos de 200 a 400m² tiene menor pendiente que de 100 a 200m², el intervalo de área mínima de muestreo es el primero mencionado. Se estableció que el límite superior del intervalo sugerido, 400m² o 20 x 20m, era un tamaño adecuado para la muestra de especies de palmas en CSG.

Figura 6. Determinación de área de muestreo por método de Relevé en Siguán, Localidad 2

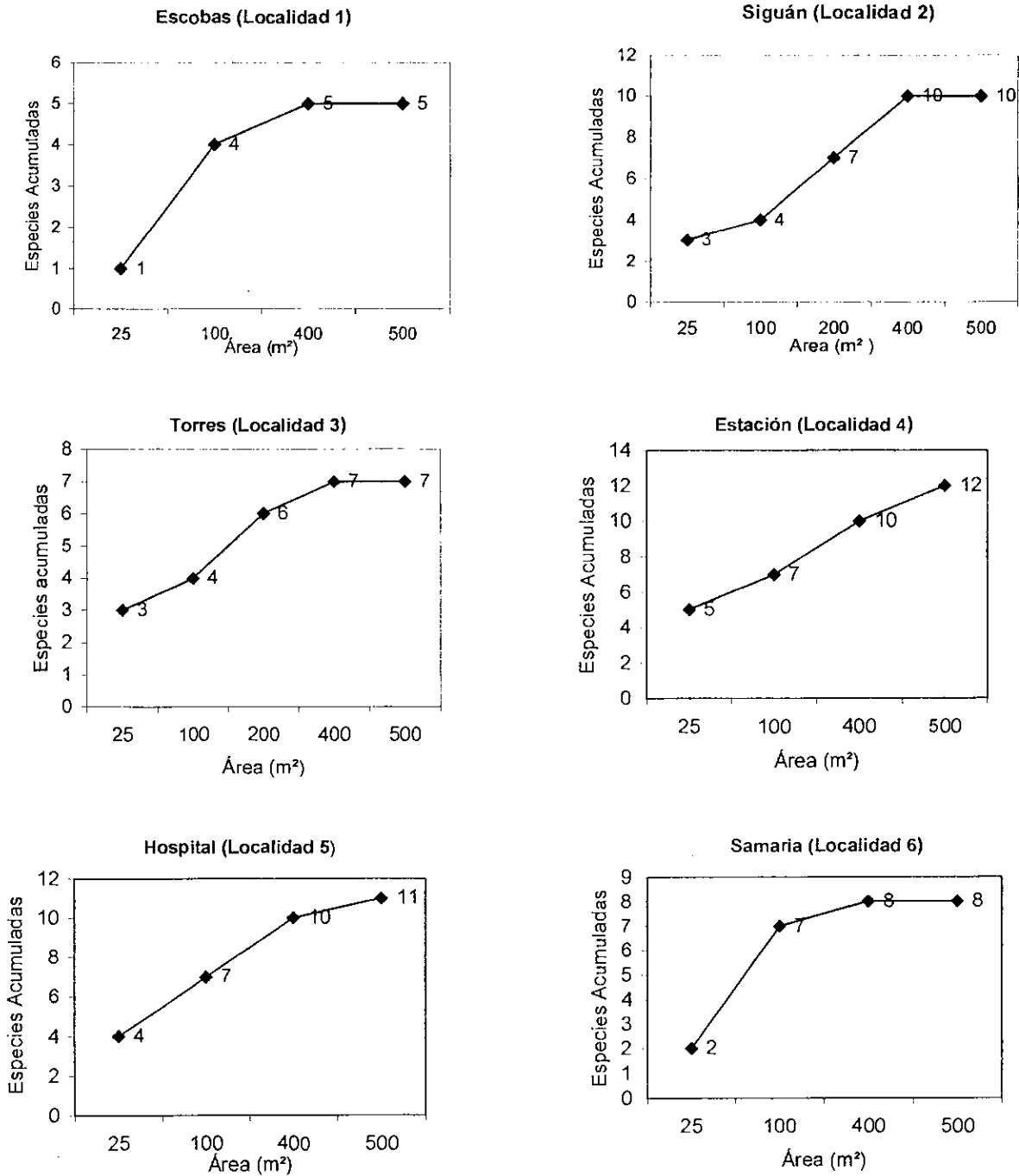


Se evaluó la ecuación de la línea de tendencia más cercana a los datos observados determinando a partir de qué valor X se obtenía un Y constante. A partir de $X=700$ m², $Y=10$ especies; se puede proyectar que para $X=800$ m², Y será igual a 10 especies. El valor mínimo cuando la línea de tendencia se estabiliza, 700 m², se encuentra en el punto de intersección de esta línea con la de datos observados. Según esta ecuación se esperaba encontrar 17 especies para 14,400 m² de muestreo.

La parcela de estudio o unidad muestral representativa de las comunidades de palmas del CSG debe, para efectuar comparación de datos de especies y de factores ambientales, tener dimensionales constantes. Para determinar si el área de muestreo establecida, 20 x 20m, era representativa para todas las localidades, se aumentó el margen de la primera réplica de cada localidad. Se contó cada 5 x 5m, 10 x 10m, 20 x 20m y 25x 25 m para graficar el efecto del aumento de área sobre el número de especies encontradas. No se realizó la metodología de relevé para cada localidad por limitantes de tiempo y recursos económicos, los datos de la siguiente Figura 7 son complementarios a la información de la Figura 6.

En la Figura 7 (localidades 1, 2, 3 y 6) se observa claramente cómo después del límite de área establecido, el número de especies permanece constante, o sea que la pendiente de la línea de tendencia más cercana es igual a 0. Lo anterior evidencia que, el límite establecido es confiable y representativo para estas localidades. En las localidades 4 y 5 el número de especies aumentó en las parcelas de muestreo con dimensiones superiores a los 20 x 20 m. Sin embargo, en ambas localidades, dicho aumento fue mayor en el intervalo de 100- 400m² , donde la pendiente se suaviza. El número de especies en el límite de área establecido, no es el mismo para todas las localidades. Por lo tanto, para determinar si la variación cambia significativamente entre localidades o si es únicamente el error típico de un muestreo aleatorio, es importante establecer réplicas o pseudo réplicas, según Hulbert (1985), para cada localidad.

Figura 7. Comparación de especies acumuladas por área de muestreo en parcelas de distintas localidades de CSG



B. Especies de palmas reportadas para CSG

Se establecieron 6 réplicas para cada una de las 6 localidades en CSG (36 parcelas de 20 X 20 m o 1.44 ha). Se determinaron botánicamente 24 especies de palmas correspondientes a 10 géneros distintos. El cuadro 6 contiene además del listado de palmas, la Tribu a que corresponde cada una de las especies, el nombre local, el tipo de estrato en el bosque y su respectivo No. de Registro de Colección en el Herbario UVAL de la Universidad del Valle de Guatemala. En el apéndice 6 se reporta el registro de réplicas o duplicados de especímenes herborizados en el Herbario AGUAT de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Cuadro 6. Listado de especies de palmas en CSG, nombre local, tipo de crecimiento y No. de registro en Herbario UVAL

Tribu	Especie	Nombre Local	Estrato	No. Registro UVAL
Hyphorbeae	<i>Synecanthus fibrosus</i> (H. Wendl.) H. Wendl.	Coquillo	subdosel	12564
	<i>C. castillo-montii</i> Hodel		sotobosque	12565
	<i>C. elatior</i> Mart.		sotobosque	12557
	<i>C. emesti-augustii</i> H. Wendl.	Cola de Pescado	sotobosque	12559
	<i>C. geonomiformis</i> H. Wendl.		sotobosque	12544
	<i>C. nationsiana</i> Hodel & Castillo	Pacaya macho	subdosel	12563
	<i>C. oblongata</i> Mart	Xate macho	sotobosque	12556
	<i>C. pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst.			12549
	<i>C. falcifera</i> H.E. Moore	Xate, pacaya	sotobosque	12555
	<i>C. neurochlamys</i> Burret			12561
	<i>C. pygmaea</i> H. Wendl.		subdosel	12560
	<i>C. simplex</i> Burret		subdosel	12552
	<i>C. tepejilote</i> Liebm.	Pacaya hembra	sotobosque	12562
	<i>C. tuerckheimii</i> (Dammer) Burret		subdosel	12566
	<i>C. woodsoniana</i> L. H. Bailey	Ternera	sotobosque	12548
Areceae	<i>Reinhardtia gracilis</i> var. <i>gracilis</i> (H. Wendl.) Drude ex Dammer	Cola de Pescado	subdosel	12545
	<i>Euterpe precatória</i> var <i>longevaginata</i> (Mart.) Henderson	Palmiche	subdosel	12553
Cocoeae	<i>Attalea cohune</i> Mart.	Corozo	subdosel	12554
	<i>Bactris major</i> var <i>major</i> Jacq.	Huiscoyol	subdosel	12551
	<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	Bayal	subdosel	12542
	<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm. ex Mart.	Lancetillo	sotobosque	12546
Geonomeae	<i>Geonoma ferruginea</i> H. Wendl. ex Spruce	Capuca	sotobosque	12558
	<i>Geonoma interrupta</i> var <i>interrupta</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	Capuca	sotobosque	12550
	<i>Calyptrogyne ghiesbreghtiana</i> (Linden & H. Wendl.) H. Wendl.	Capuquilla	sotobosque	12547

Subdosel = 2 - 5m

Sotobosque = 0.5 - 2m

Los Cuadros 7 y 8 presentan las especies de palmas reportadas para el departamento de Izabal, según distintas fuentes literarias revisadas. Los nombres científicos fueron actualizados con la propuesta de Henderson *et al* (1995). En el Anexo 5 se encuentra la lista de nombres taxonómicamente válidos y sus respectivos sinónimos. Esta información también se describe en un cuadro propio para el género *Chamaedorea* para compararlo con una tercera fuente de referencia Hodel (1992).

Cuadro 7. Especies de palmas según Standley y Steyermark (1946), Henderson *et al* (1995) en Izabal, y especies identificadas en el presente estudio (Orozco, 2002) y su tipo de hábitat

Especie	1946	1995	2002	Habitat
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	△	△		Áreas bajas, inundables
<i>Acrocomia aculeata</i>		△		Áreas bajas, abiertas, perturbadas
<i>Asterogyne martiana</i>		△		Áreas bajas, inundables
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	▲	▲	▲	bosques lluviosos bajos, no inund.
<i>Attalea cohune</i>	▲	▲	▲	bosques, áreas abiertas o perturbadas
<i>Attalea butyracea</i>		△		márgenes ríos, pastizales, áreas perturb.
<i>Bactris gasipaes</i>		△		cultivada
<i>Bactris major var major</i>	▲	▲	▲	bosques galería, parches abiertos
<i>Calyptrogyne ghiesbreghtiana</i>	▲	▲	▲	bosque lluvioso 0-1550m
<i>Cryosophila stauracantha</i>	▲	▲	△	bosque lluvioso bajo 0-600m
<i>Euterpe precatória var longevaginata</i>		▲	▲	bosque húmedo bajos y de montaña
<i>Desmoncus orthacanthos</i>	△	△	△	márgenes ríos, áreas perturbadas
<i>Geonoma ferruginea</i>		▲	▲	bosque húmedo 700-1400m
<i>Geonoma interrupta var interrupta</i>	▲		▲	bos. bajo lluvioso, laderas, bos.secundario
<i>Geonoma deversa</i>	▲			bos. bajo lluvioso, laderas, bos.secundario
<i>Reinhardtia gracilis</i>	▲	▲	▲	bosque lluvioso 0-1300m
<i>Reinhardtia latisecta</i>	▲			
<i>Synecanthus fibrosus</i>	▲	▲	▲	bosque lluvioso montano 0-1200m
<i>Manicaria saccifera*</i>	△	△		Áreas bajas inundables
▲TOTAL	10	9	9	
△TOTAL	4	7	2	

▲ Especies reportadas hábitat posible para sitio de muestreo (bosque)

△ Especies reportadas hábitat distinto al del sitio de muestreo (no bosque)

**Acoelorrhaphe saccifera*, reportada en Standley y Steyermark (1946) no aparece como sinónimo de ninguna especie en Henderson *et al* (1995), se asume que puede ser *Manicaria saccifera*.

Las especies de palmas reportadas para CSG que no aparecieron en las parcelas de muestreo, corresponden a especies que crecen en áreas bajas inundables o ambientes con una evidente perturbación. *Desmoncus orthacanthos* Mart., se caracterizó por aparecer cerca de márgenes de ríos y en claros dentro del bosque.

Cuadro 8. Especies de *Chamaedorea* encontradas según Standley y Steyermark (1946 Hodel (1992)), Henderson et al (1995) en Izabal, su hábito y las especies identificadas en el presente estudio Orozco (2002)

<i>Chamaedorea</i> sp.	1946	1992	1995	2002	Habitat
<i>C. adscendens</i>	▲				bosque húmedo o lluvioso hasta 700m
<i>C. arenbergiana</i>	▲				bosque húmedo o lluvioso 1000-1500m
<i>C. castillo-montii</i>			▲		localidad tipo CSG 600-1000m
<i>C. brachypoda</i>	▲	▲	▲		bosque bajo hasta 150m
<i>C. emesti-augustii</i>	▲	▲	▲	▲	bosque lluvioso hasta 1,000m
<i>C. falcifera</i>	▲	▲	▲*	▲	bosque húmedo 40-300m, endémica
<i>C. geonomiformis</i>	▲	▲	▲	▲	bosque húmedo 100-900m
<i>C. nationsiana</i>		▲	▲	▲	bosque húmedo hasta 900m, endémica
<i>C. neurochlamys</i>	▲	▲	▲*	▲	bosque húmedo 0-400m
<i>C. oblongata</i>	▲	▲	▲	▲	bosque húmedo hasta 300m
<i>C. pinnatifrons</i>		▲	▲	▲	bosque húmedo primario o secundario, complejo de especies
<i>C. pygmaea</i>	▲	▲	▲	▲	bosque húmedo 300-900m
<i>C. tepejilote</i>	▲	▲	▲	▲	bosque húmedo o lluvioso hasta 1600m
<i>C. woodsoniana</i>			▲	▲	bosque húmedo 800-2000
<i>C. tuerckheimii</i>				▲	bosque húmedo 900-1500m
<i>C. elatior</i>				▲	única <i>Chamaedorea</i> trepadora, 100-1500m
<i>C. simplex</i>				▲	bosque montano 1100-1500
▲TOTAL .	10	11	12	15	

* Estas especies están reportadas como *C. pinnatifrons* en Henderson et al (1995)

Una información valiosa desde el punto de vista de la presencia y distribución de especies de palmas en Guatemala, lo constituye el hecho que se documenta por primera vez la presencia de *C. tuerckheimii*, *C. elatior* y *C. simplex* en el departamento de Izabal. *C. brachypoda* reportada para este departamento no apareció en las parcelas de muestreo ni se observó en las caminatas realizadas en el área de estudio.

C. Densidad de especies de palmas en CSG

La densidad de cada especie de palma para el área de muestreo total de de 1.44ha se presenta en el Cuadro 9. Para dar una idea proporcional de la abundancia de cada especie se determinó la densidad promedio de cada especie en 400m², área que corresponde a una parcela de muestreo.

Cuadro 9. Densidad de especies de palmas en CSG

Especie	Densidad (individuos/1.44ha)	Densidad promedio (individuos/parcela)
<i>Calyptrogyne ghiesbreghtiana</i>	1052	29.2
<i>Synecanthus fibrosus</i>	442	12.3
<i>Chamaedorea tuerckheimii</i>	372	10.3
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	325	9.0
<i>C. nationsiana</i>	218	6.1
<i>C. tepejilote</i>	205	5.7
<i>Reinhardtia gracilis</i>	194	5.4
<i>Attalea cohuna</i>	146	4.1
<i>Geonoma interrupta</i>	134	3.7
<i>C. pinnatifrons</i>	111	3.1
<i>C. castillo-montii</i>	107	3.0
<i>C. geonomiformes</i>	105	2.9
<i>C. emesti-augustii</i>	77	2.1
<i>Euterpe precatória</i>	41	1.1
<i>C. pygmaea</i>	27	.7
<i>Bactris major</i>	23	.6
<i>C. simples</i>	17	.5
<i>C. woodsoniana</i>	17	.5
<i>G. ferruginea</i>	15	.4
<i>C. oblongata</i>	10	.3
<i>Desmoncus orthacanthos</i>	7	.2

El figura 8 presenta la distribución de densidad de especies para las distintas localidades. La capuquilla, *Calyptrogyne ghiesbreghtiana*, tiene mayor densidad en las localidades 1, 2, 4 y 5. Otra especie muy densa y con una frecuencia del 100% para todas las localidades de muestreo es *Astrocaryum mexicanum*. Las especies más dominantes fueron *Synecanthus fibrosus* y *Chamaedorea tuerckheimii* para las localidades 3 (Las Torres) y 6 (Samaria) respectivamente. La mayoría de individuos de *C. tuerckheimii* se encontraron en una sola parcela y aunque está descrita con hábito de crecimiento solitario (Hodel 1992, Henderson *et al* 1999) en esta localidad presenta agrupaciones que posiblemente pueden deberse a crecimiento sobolífero, o de una misma planta.

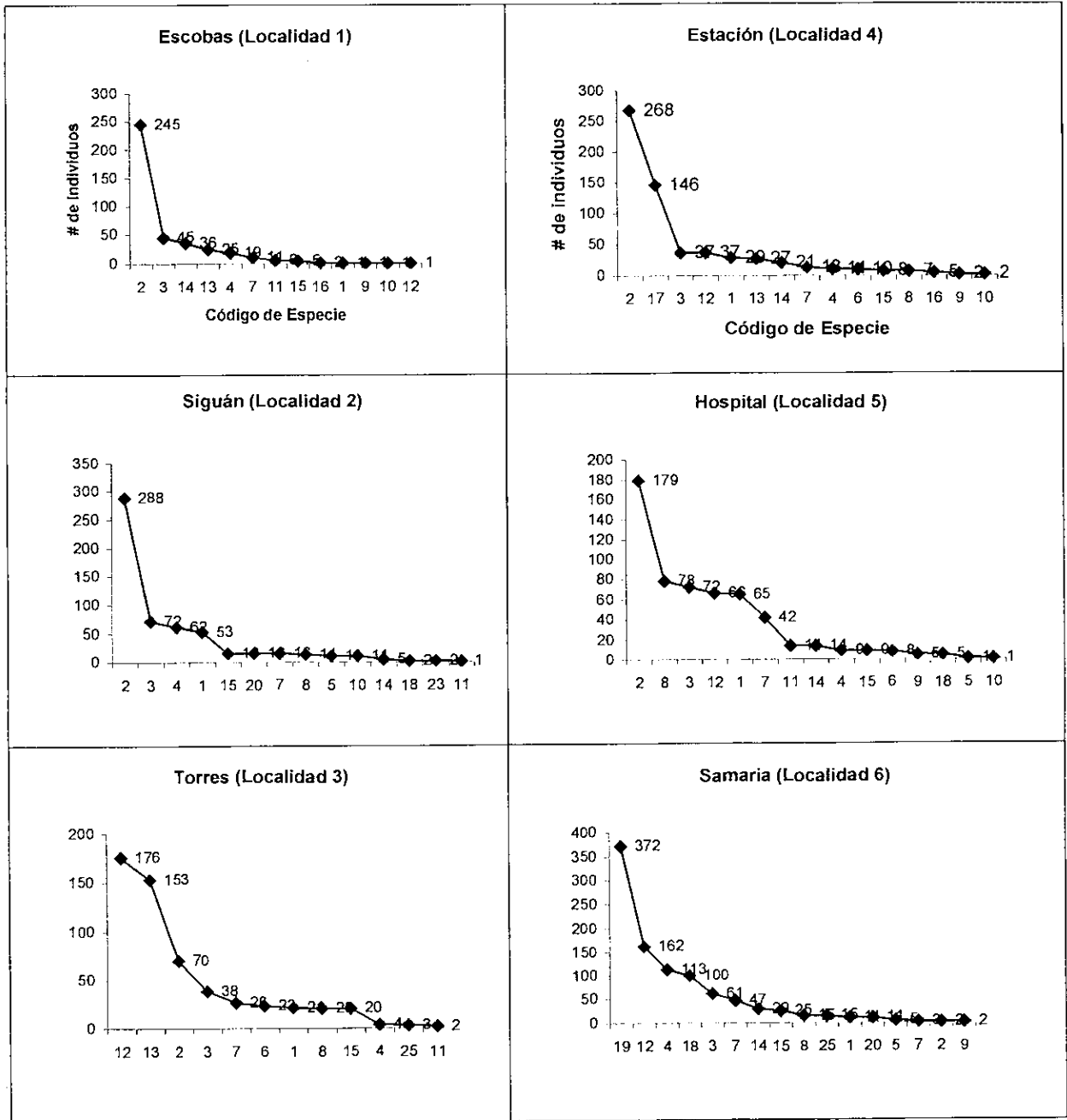
Cuadro 10. Distribución de especies y el número de individuos encontrados por cada localidad de CSG

Especie	Escobas (1)	Sigúan (2)	Torres (3)	Estación (4)	Hospital (5)	Samaria (6)	TOTAL	Frecuencia x localidad
<i>Reinhardtia gracilis</i>	15	53	21	29	65	11	194	100%
<i>Cal. ghiesbreghtiana</i>	245	288	70	268	179	2	1052	100%
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	45	72	38	37	72	61	325	100%
<i>C. nationsiana</i>	19	62	4	11	9	113	218	100%
<i>C. woodsoniana</i>		11			1	5	17	50%
<i>Euterpe precatoria</i>			23	10	8		41	50%
<i>C. pinnatifrons</i>	11	16	26	13	42	3	111	100%
<i>Geonoma interrupta</i>		14	20	7	78	15	134	83%
<i>C. oblongata</i>	1			2	5	2	10	67%
<i>Geonoma ferruginea</i>	1	11		2	1		15	67%
<i>Bactris major</i>	6	1	2		14		23	67%
<i>Synecanthus fibrosus</i>	1		176	37	66	162	442	83%
<i>C. tepejilote</i>	25		153	27			205	50%
<i>C. geomomiformes</i>	36	5		21	14	29	105	83%
<i>C. ernesti-augustii</i>	5	16	20	8	3	25	77	100%
<i>Desmoncus orthacanthos</i>	2			5			7	33%
<i>Attalea cohune</i>				146			146	17%
<i>C. castillo-montii</i>		2			5	100	107	50%
<i>C. tuerckheimii</i>						372	372	17%
<i>C. pygmaea</i>		16				11	27	33%
<i>C. simplex</i>						15	15	17%
<i>C. elatior</i>						1	1	17%
TOTAL palmas/localidad	412	567	553	623	562	927	3644	

* *Chamaedorea neurochlamys*, *C. falcifera* y *C. pinnatifrons* están incluidas como *C. pinnatifrons* como se reportan en Henderson *et al* (1995)

El Cuadro 10 reporta las especies, el número de individuos y frecuencia de cada especie, según localidades. *Reinhardtia gracilis*, *Calyptrogyne ghiesbreghtiana*, *Astrocaryum mexicanum*, *Chamaedorea pinnatifrons* y *Chamaedorea ernesti-augustii* son las especies más frecuentes, pues se encontraron en todas las localidades. *Chamaedorea tuerckheimii*, *C. simplex* y *C. elatior* son especies que, a pesar de ser diferentes en cuanto a hábito de crecimiento, comparten la particularidad de crecer en la localidad 6, Samaria. Es importante mencionar que, *Attalea cohune* (Corozo) se encuentra creciendo únicamente en la Estación, localidad 4, quizá porque recibe directamente la influencia de la perturbación de las áreas adyacentes al bosque. Lo anterior se indica porque en esta región fue más común encontrar a *Attalea cohune* en áreas disturbadas.

Figura 8. Densidad relativa de especies de palmas en las distintas localidades



- | | | | | | |
|---|-------------------------------------|----|-------------------------------------|----|------------------------------------|
| 1 | <i>Reinhardtia gracilis</i> | 10 | <i>Geonoma ferruginea</i> | 18 | <i>Chamaedorea castillo-montii</i> |
| 2 | <i>Calyptrogyne ghiesbreghtiana</i> | 11 | <i>Bactris major</i> | 19 | <i>Chamaedorea tuerckheimii</i> |
| 3 | <i>Astrocaryum mexicanum</i> | 12 | <i>Synecanthus fibrosus</i> | 20 | <i>Chamaedorea stenocarpa</i> |
| 4 | <i>Chamaedorea nationsiana</i> | 13 | <i>Chamaedorea tepejilote</i> | 24 | <i>Chamaedorea simples</i> |
| 5 | <i>Chamaedorea woodsoniana</i> | 14 | <i>Chamaedorea geonomiformis</i> | 25 | <i>Chamaedorea elatior</i> |
| 6 | <i>Euterpe precatoria</i> | 15 | <i>Chamaedorea ernesti-augustii</i> | | |
| 7 | <i>Chamaedorea pinnatifrons</i> | 16 | <i>Desmoncus orthacanthos</i> | | |
| 8 | <i>Geonoma interrupta</i> | 17 | <i>Attalea cohune</i> | | |
| 9 | <i>Chamaedorea oblongata</i> | | | | |

D. Índices de diversidad

Los índices y medidas de la diversidad mostraron distribuciones semejantes a una curva normal (Apéndice 4). Es importante determinar la distribución de estos índices para poder someter los datos al análisis de varianza, pues este modelo supone normalidad de los datos.

Además de requerir que la población presente una distribución normal, el análisis de varianza asume que las varianzas de las pseudo réplicas deben ser homogéneas. En el Cuadro 11 se presenta la Prueba de Homogeneidad de Varianzas, que examina esta característica entre la población observada. La prueba fue mayor al nivel de significancia de 0.05 indicó que las varianzas son homogéneas para cada localidad. La estadística de análisis de varianza, así como la estadística descriptiva, fue realizada en el programa SPSS® (2001) para estudiantes.

Cuadro 11. Resultados de Análisis de Varianza de una Vía para cada Medida de Diversidad entre las distintas localidades de estudio

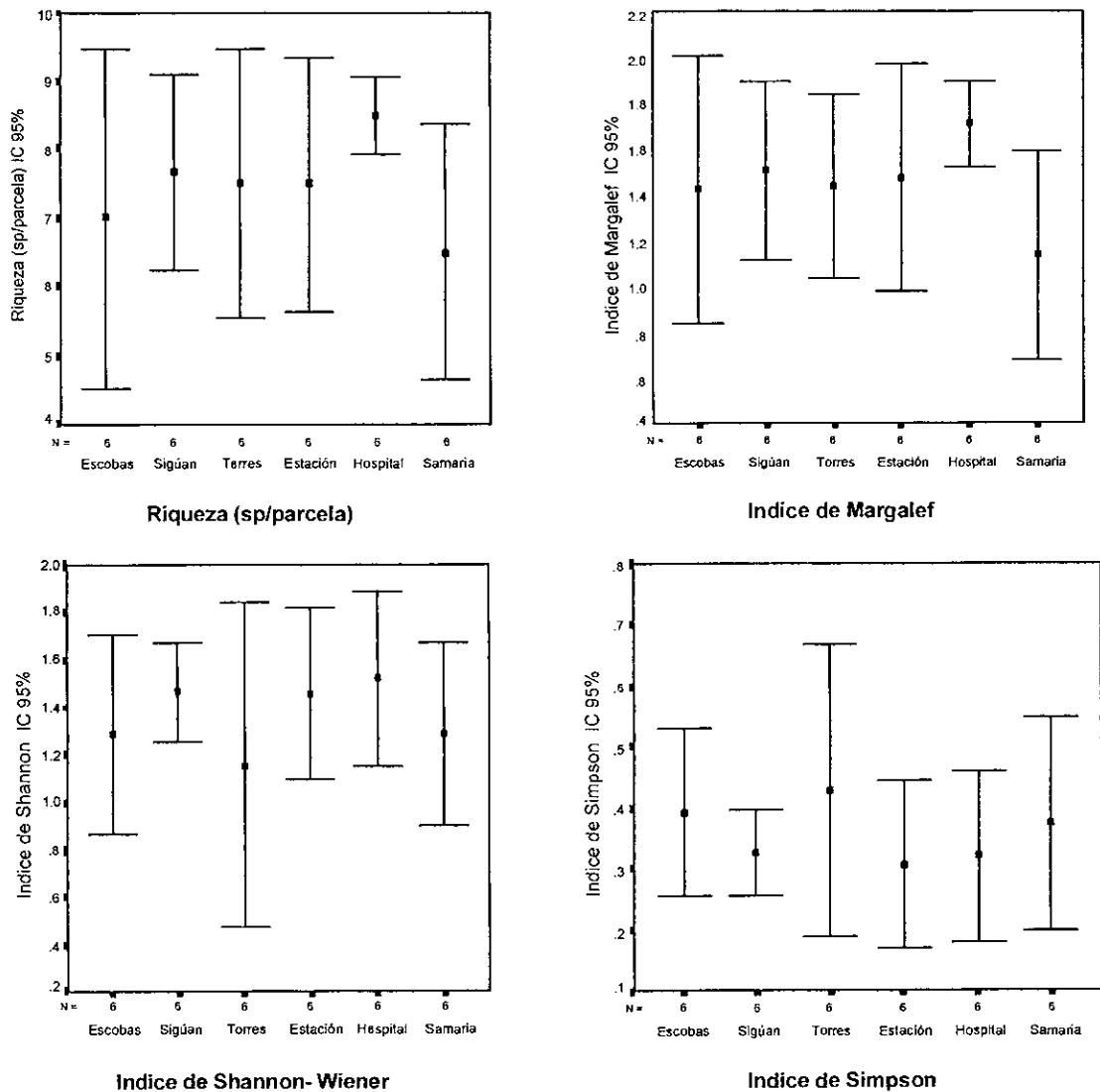
	Escobas	Siguán	Torres	Estación	Hospital	Samaria	ANOVA
	1	2	3	4	5	6	sig .05
Riqueza de Esp. (S)	13	14	12	15	15	16	-
Individuos (N)	412	567	556	623	568	974	-
Media Margalef	1.42	1.50	1.43	1.47	1.70	1.13	.333
Varianza Margalef	.31	.14	.14	.22	.03	.18	.188**
Media Berger-Parker	.58	.51	.58	.46	.41	.51	.367
Varianza Berg.-Parker	.014	.009	.045	.020	.026	.036	.246**
Media Simpson	.39	.32	.43	.31	.32	.37	.709
Varianza Simpson	.017	.005	.052	.017	.017	.028	.106**
Media Shannon	1.28	1.46	1.15	1.46	1.52	1.28	.610
Varianza Shannon	.16	.04	.43	.12	.12	.13	.063**

* Considerando a *Chamaedorea neurochlamys*, *C. falcifera* y *C. verapazensis* dentro del complejo de especies *C. pinnatifrons*

** Prueba Homogeneidad de Varianzas

Según el Cuadro 11, el resultado del análisis de varianza (ANOVA) para el nivel de significancia de 0.05, acepta la hipótesis nula para todas las medidas de diversidad: La diversidad (según Índice de Shannon-Wiener), riqueza (Índice de Margalef) y dominancia (Índice de Simpson y Berger-Parker) son iguales entre todas las localidades (Escobas, Siguan, Torres, Estación, Hospital y Samaria). Se demostró además que las varianzas de los índices son homogéneas en el mismo nivel de significancia.

Figura 9. Intervalos de Confianza 95% para la Media de los Índices de Diversidad según Localidad



Para todas las localidades y su valoración de Índice, no existe diferencia significativa para un intervalo de confianza del 95%, lo cual evidencia que no existen otros factores ajenos al error típico de muestreo (Cuadro 11).

Cuadro 12. Análisis Univariado Prueba de Efecto entre Vertiente e Intervalo Altitudinal sobre Indices de Diversidad con nivel de significancia de .05

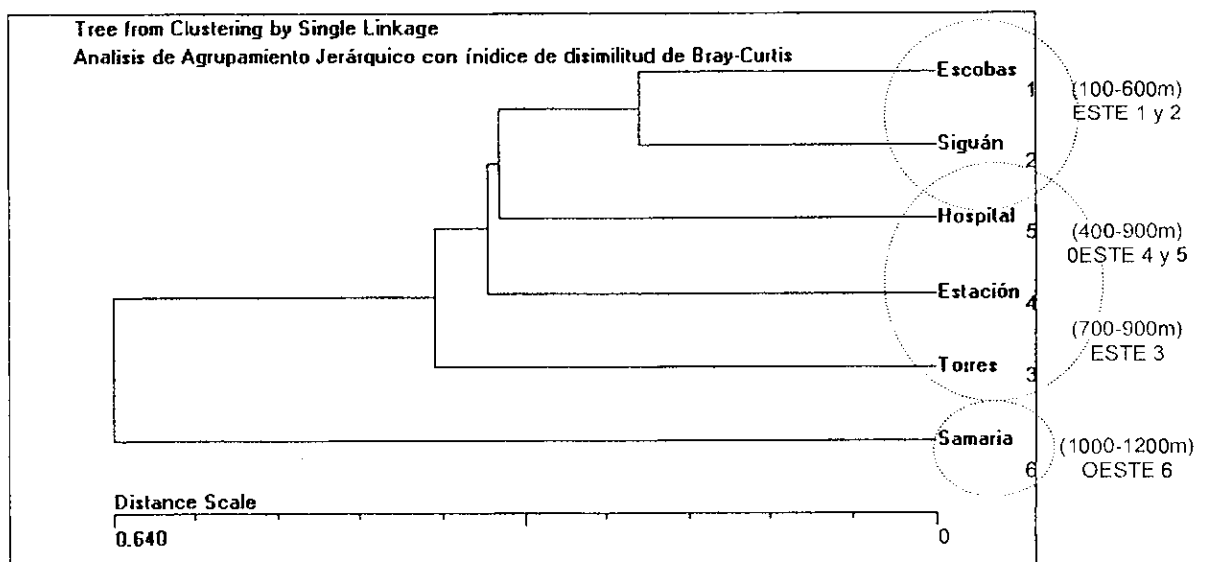
Efecto	Diversidad Shannon	Riqueza Margalef	Abundancia N	Dominancia Simpson	Dominancia Berger-Parker
Vertiente	.281	.475	.824	.320	.094
Intervalo Altitudinal	.665	.184	.103	.691	.783
Vertiente*Intervalo Latitudinal	.277	.370	.824	.462	.302

Los resultados del análisis de varianza contenidos en el Cuadro 12, determinan si existe efecto entre la vertiente y el intervalo altitudinal sobre distintos aspectos de la diversidad. Debido a que no existe efecto de estos factores sobre las variables dependientes examinadas, se aceptaron todas las hipótesis nulas (H_0). Por lo tanto, la diversidad, riqueza, abundancia y dominancia son iguales a lo largo de los intervalos altitudinales delimitados para el presente estudio, en las vertientes de CSG.

E. Índice de disimilitud Bray-Curtis para la composición de comunidades

Las especies y su abundancia relativa determinan la composición florística de cada comunidad de palmas. El índice de disimilitud de Bray Curtis compara los datos de composición de especies para cada localidad, asignando valores desde 0 hasta 1. El valor máximo expresa el mayor grado de disimilitud. Con estas distancias de disimilitud se elaboró un árbol de agrupamiento de linaje usando el programa Studist.Bas (DOS) de Ludwig y Reynolds (1988).

Figura 10. Análisis Jerárquico con Índice de Disimilitud de Bray-Curtis



A diferencia de los análisis que conciernen únicamente a la estructura de la diversidad, este índice de disimilitud además de distinguir el grado de relación entre las comunidades de palmas, evidencia que, por lo menos para este grupo taxonómico y para las condiciones de CSG, la composición de las comunidades está influenciada por el gradiente altitudinal (Figura 10).

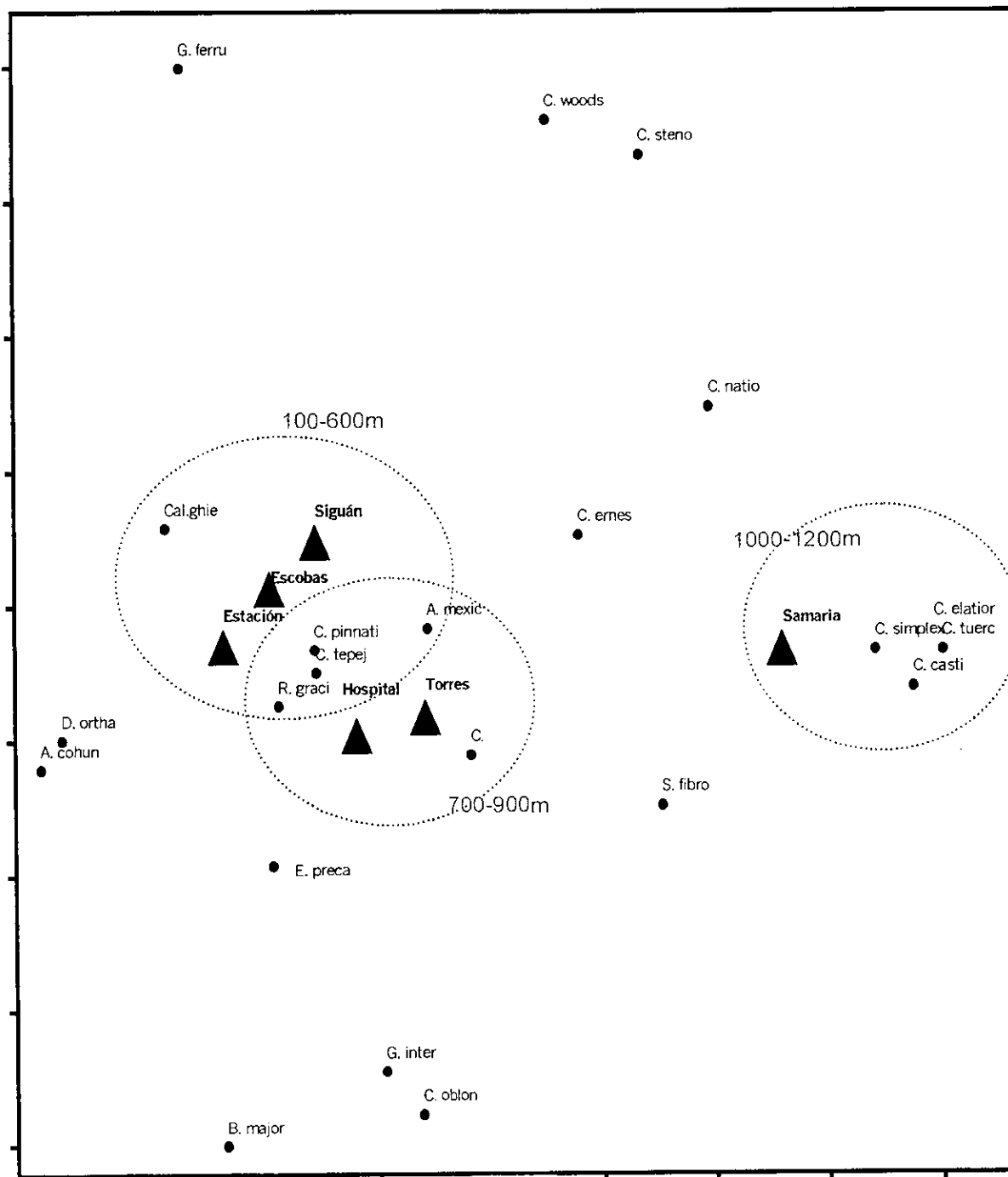
La localidad 6, Samaria, con mayor diversidad de especies, posee el grado de disimilitud más alto. Las Escobas y Sigúan comparten especies que se caracterizan por ser abundantes en ambas localidades (Cuadro 10), lo cual determina su menor disimilitud.

E. Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA) para especies y localidades

El diagrama de dispersión del Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA) agrupó las localidades en forma similar que el agrupamiento jerárquico realizado con el Índice de Disimilitud de Bray-Curtis. Ambas pruebas utilizan la composición de especies para agrupar las localidades, pero difieren en la forma en que se analizan las variables de abundancia y frecuencia de las especies. Se realizaron ambas pruebas con el objetivo de evitar, en la medida de lo posible, el sesgo de cada una y tener mayor representatividad de la distribución de las especies de palmas en CSG.

El Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA) coincide con el Índice de Bray-Curtis en agrupar las comunidades de palmas según el gradiente altitudinal. En la Figura 11 se distinguen conjuntos de mayor relación entre las localidades 1 (Las Escobas), 2 (Sigúan), y 3 (Estación) ubicadas entre los intervalos altitudinales de 100-600m, y entre las localidades 3 y 5, (LasTorres y Hospital, respectivamente) del intervalo altitudinal medio (700-900m). La localidad 6 (Samaria), ubicada entre los 1000 a 1200m se diferencia de las demás localidades por poseer exclusivamente a *C. simplex*, *C. tuerckheimi* y *C. elatior*.

Figura 11. Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA) para especies de palmas y localidades de CSG



F. Variables Ambientales de cada parcela

Cuadro 13. Altitud, porcentaje de cobertura del dosel y de inclinación de cada parcela

Localidad	Pseudo réplica	Altitud (msnm)	%Cobertura Dosel	Grado de Inclinación
1	a	120	91	3
1	b	180	87	30
1	c	235	90	40
1	d	310	90	43
1	e	200	89	15
1	f	180	80	18
2	a	500	89	2
2	b	500	93	35
2	c	520	90	5
2	d	515	85	32
2	e	600	92	20
2	f	590	95	25
3	a	780	91	17
3	b	790	88	60
3	c	810	89	45
3	d	715	80	7
3	e	750	85	17
3	f	810	90	30
4	a	450	86	20
4	b	420	90	25
4	c	405	85	25
4	d	600	75	20
4	e	430	77	30
4	f	400	74	6
5	a	700	92	18
5	b	720	96	35
5	c	730	90	20
5	d	850	80	25
5	e	845	82	27
5	f	710	80	37
6	a	1170	88	0
6	b	1190	87	35
6	c	1160	91	30
6	d	1230	84	40
6	e	1070	85	7
6	f	1065	75	5

En cada localidad se realizaron seis pseudo réplicas identificadas con las letras a-f. Las parcelas de muestreo se establecieron en terrenos con 0° de inclinación hasta laderas con inclinación de 45°. El porcentaje de cobertura del dosel varió en las parcelas de 74 a 96%.

Cuadro 14. Porcentaje de humedad, profundidad del horizonte A y textura del suelo de cada parcela

Localidad	Pseudo réplica	% Humedad en suelo (0-10cm)	% Humedad en suelo (10-20cm)	Profundidad Horizonte A (cm)	Textura de suelo
1	a	23	48	5.5	FAL
1	b	47	39	20	FAL
1	c	54	48	25	FAL
1	d	33	14	2	FAL
1	e	29	27	1	FAL
1	f	40	20	5.5	FAL
2	d	33	8	3	AL
2	e	27	20	7.5	FAL
2	f	25	12	5	AL
3	a	37	40	13.5	FAL
3	b	53	54	13.5	FAL
3	c	43	41	7	FAL
3	d	43	27	7	FAL
3	e	0	0	20	FAA
3	f	33	25	5	FAL
4	a	42	56	14	AL
4	b	48	33	14	FAL
4	c	41	47	12	FAL
4	d	20	8.3	6	FAL
4	e	10	16	3.5	FAA
4	f	26	24	5	FAL
5	a	47	21	22	AL
5	b	56	11	9.6	FAL
5	c	39	38	17.5	AL
5	d	39	30	3.7	FAL
5	e	41	30	4	FAL
5	f	40	23	9	FAL
6	a	34	24	15.5	FAA
6	b	55	42	15.5	FAA
6	c	73	43	15.5	FAA
6	d	33	25	9	FAL
6	e	24	28	5	FAL
6	f	42	24	4	FAL

* FAL: Franco arcilloso limoso; AL: Arcilloso Limoso; FAA: Franco Arcilloso Arenoso

Cuando se analiza integralmente el porcentaje de humedad del suelo de, 0 –10 cm de profundidad en las 6 localidades, se observa que éste varió 0-73%. Sin embargo, la localidad 5 y 6, Hospital y Samaria respectivamente, localizadas entre 1000 y 1200 msnm, poseen los promedios de % de humedad más altos (43.67 Hospital y 43.50 Samaria). Podría deducirse que, por lo menos para las condiciones de CSG, a mayor altura sobre el nivel del mar, el porcentaje de humedad relativa (0-10cm) del suelo es mayor. Lo anterior podría deberse entre otros factores, a la presencia de precipitación horizontal en esta región, característica que ha determinado que se le denomine como "bosque nublado o nuboso". El 73% de las

parcelas presentaron suelo Franco Arcilloso Limoso. El estudio de suelo, de las réplicas a, b y c de la localidad 2 no fueron determinadas.

Cuadro 15. Resultados del análisis químico de las muestras de suelo de cada parcela

Parcela	% Carbono (0-10cm)	%Carbono (10-20cm)	%Nitrógeno (0-10cm)	%Nitrógeno (10-20cm)	pH (0-10cm)	pH (10-20cm)
1	6	3.42		0.49	7.3	7.23
2	4.2	2.5	0.55	0.22	6.48	7
3	7.3	2.5	0.08		6.97	7.1
4	4.1	1.6	0.50	0.28	7.39	7.51
5	5.2	1.4	0.39	0.25	7.37	7.40
6	6.4	1.1	0.80	0.33	7.40	7.94
10	4.0	1.6	0.47	0.28	6.72	7.25
11	5.3	1.2	0.44	0.20	6.65	6.39
12	4.6	1.2	0.53	0.22	6.09	6.59
13	6.9	4.9	0.6	0.49	4.26	4.38
14	9.7	4.4	0.7	0.49	4.13	4.54
15	8.4	2.8	0.7	0.34	4.25	4.43
16	5.6	2.6	0.49	0.30	5.93	6.20
17	9.9	7.9	1.29	0.59	6.97	6.93
18	5.5	1.3	0.56	0.25	6.62	7.05
19	4.3	4.3			6.18	7.01
20	3.7	2.6	0.42	0.41	4.78	4.82
21	2	7.5	0.44	0.64	5.97	5.91
22	4.7	2.1	0.22	0.25	4.67	5.50
23	2.9	3.3	0.47	0.25	6.04	5.72
24	3.7	1.4	0.41	0.25	5.43	5.11
25	4.2	3.7	0.36	0.19	5.45	4.78
26	10.8	7.2		0.39	4.72	4.58
27	4.8	2.5	0.42		5.18	5.32
28	4.9	3.0	0.38	0.15	5.93	6.10
29	5.2	4.0	0.39	0.25	4.18	4.20
30	10.1	3.7	0.44	0.19	5.35	5.32
31	3.1	1.9	0.33	0.17	5.12	5.48
32	4.2	2.2	0.52	0.3	5.16	5.13
33	11.7	3.1	0.71	0.33	5.34	6.16
34	8.3	4.4	0.42	0.14	5.18	5.20
35	6.5	1.4	0.45	0.25	4.02	4.34
36	5.2	3.1	0.39	0.19	4.89	5.12

El contenido de carbono del suelo a una profundidad de 0-10 cm y de 10-20 cm, manifestó una variación del 2 al 11.7% y del 1.1 al 7.9 respectivamente. Se obtuvieron resultados entre .08- 1.29% de nitrógeno en la capa superior y de 0.14-0.64% en la inferior. Los valores de pH variaron en las dos capas entre 4.02 a 7.89.

G. Correlación de especies de palmas con variables ambientales

Con el programa SPSS® (2001) se realizó un análisis de correlación bivariada entre las variables ambientales: localidad, intervalo altitudinal, topografía, cobertura de dosel, % de humedad en el suelo, profundidad del horizonte A, porcentaje de carbono (C), porcentaje de nitrógeno (N), pH; y las ocho especies de palmas más abundantes (*Calyptrogyne ghiesbreghtiana*, *Synecanthus fibrosus*, *Chamaedorea tuerckheimii*, *Astrocaryum mexicanum*, *Chamaedorea nationsiana*, *Reinhardtia gracilis*, *Chamaedorea tepejilote* y *Attalea cohune*).

Cuadro 16. Intervalos de variables ambientales utilizados para pruebas de correlación

Altitud	Topografía	Textura Suelo	Cobertura Dosel	Humedad Suelo	PH
100-300	0-9%	FAL	74-79%	0- 9%	3.5 - 4.4
400-600	10-19%	AL	80-85%	10 -19%	4.5-5.4
700-900	20-29%	FAA	86-91%	20- 29%	5.5-6.4
1000-1200	30-39%		92-96%	30- 39%	6.5-7.4
	40-o más %			40- 49%	7.5-8.4
				50- 59%	8.5-9

En el cuadro 16 se describen los intervalos de las variables ambientales asignados en el programa SPSS para determinar correlaciones con las especies de palmas. La categorización de los factores ambientales se ha empleado de esta manera en estudios semejantes (Cahn y Castro 1985, Schulze y Whitacre 1999 y Svenning 2000).

Los Cuadros 17 y 18 reflejan las correlaciones significativas de Pearson (prueba paramétrica) y/o Spearman (no paramétrico) dos colas. Debido a que algunas de las variables no poseen una distribución normal (no paramétricas) se sometieron a evaluación con ambos tipos de prueba. El mayor grado de correlación se refleja cuando el coeficiente es de 1.00, esto indica que el valor de una variable depende completamente de la otra. El valor de 0 indica que las variables son completamente independientes. Los valores negativos reflejan una relación inversa, de tal manera que cuando una variable es mayor la otra es menor y viceversa.

Cuadro 17. Variables ambientales con correlación significativa

Variable X	Variable Y	Pearson	Sig	Spearman	Sig
Humedad a	Topografía	.377*	.031	.391*	.024
Humedad a	Humedad b	.575**	.000	.545**	.001
% Carbono a	% Carbono b	.366*	.036		
% Nitrógeno b	% Carbono b	.641**	.000		
% Nitrógeno a	% Carbono a	.486**	.006	.377*	.040
% Nitrógeno a	% Carbono b	.411*	.024		
% Nitrógeno a	% Nitrógeno b	.593**	.001	.630**	.000
pH a	pH b	.907**	.000	.914**	
pH a	% Carbono b			-.346*	.048
pH b	% Carbono b			-.359*	.040
Capa Ha	Cobertura Dosel	.541**	.001	.554**	.001
Capa Ha	Humedad a	.442**	.010	.449**	.009
Capa Ha	Humedad b	.417*	.016	.428*	.013
Intervalos Altitud	pH a	-.874**	.000		
Intervalos Altitud	pH b	-.658**	.000		
Localidad	pH a	-.699**	.000		
Localidad	pH b	-.667**	.000		

*La correlación es significativa en nivel .05 (dos colas)

** La correlación es significativa en nivel .001 (dos colas)

a Capa de suelo (0-10cm)

b Capa de suelo (10-20cm)

HA Horizonte A del suelo

La correlación que presentan los factores ambientales reflejan relaciones ya establecidas para las mismas, según la literatura. Para CSG y, según los datos recopilados en las seis localidades y sus respectivas parcelas de estudio, las relaciones más importantes son las que se resumen a continuación:

- a) El porcentaje de nitrógeno está relacionado positivamente con la cantidad de materia orgánica o carbono.
- b) La capa de humus está relacionada positivamente con la cobertura del dosel, y la humedad.
- c) Al aumentar la altitud se encuentran suelos con menor pH (negativamente relacionados).
- d) Las variables de la capa inferior del suelo están relacionadas con la capa superior (pH, %C, %N).

Cuadro 18. Especies de palmas y variables ambientales con correlación significativa

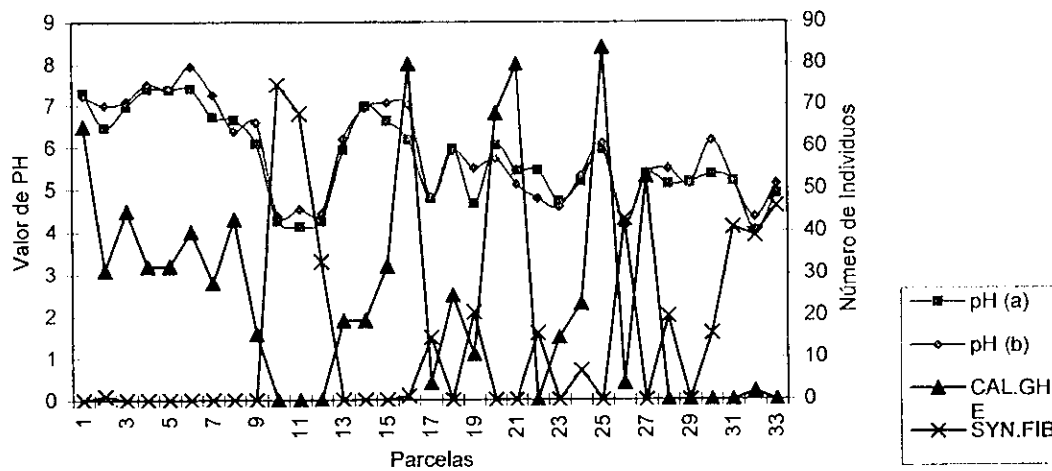
Variable X	Variable Y	Pearson	Sig	Spearman	Sig
<i>C. ghiesbreghtiana</i>	PH Ha	.521**	.002	.663**	.000
<i>C. ghiesbreghtiana</i>	PH Hb	.445**	.009	.582**	.001
<i>S. fibrosus</i>	PH Ha	-.733**	.000	.753**	.000
<i>S. fibrosus</i>	PH Hb	-.650**	.000	-.623**	.000
<i>S. fibrosus</i>	<i>C. ghiesbreghtiana</i>	-.594**	.000	-.722**	.000
<i>C. tuerckheimii</i>	<i>C. ghiesbreghtiana</i>			-.402*	.020
<i>C. tuerckheimii</i>	<i>S. fibrosus</i>			.391*	.024
<i>A. mexicanum</i>	% Nitrógeno Hb	-.515**	.004	-.524**	.003
<i>C. nationsiana</i>	% Carbono Hb			-.449**	.009
<i>C. nationsiana</i>	<i>C. tepejilote</i>			.349*	.047
<i>C. nationsiana</i>	<i>S. fibrosus</i>			-.511**	.002
<i>C. tepejilote</i>	% Nitrógeno Ha	.538**	.002	.579*	.001
<i>C. tepejilote</i>	PH Ha			.346*	.046
<i>A. Cohune</i>	<i>C. ghiesbreghtiana</i>	.472*	.006	.369*	.035
<i>At. Cohune</i>	Cobertura dosel			-.423*	.014
<i>A. Cohune</i>	% Carbono Hb			-.471**	.006

*La correlación es significativa en nivel .05 (dos colas)

** La correlación es significativa en nivel .001 (dos colas)

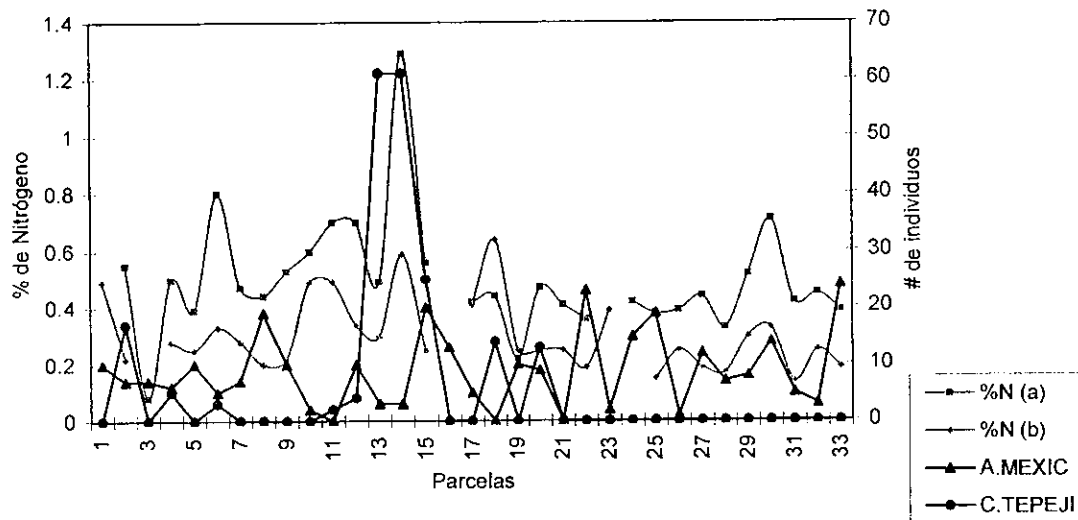
Según los datos reportados, existe correlación significativa entre especies palmas y las variables ambientales sometidas a análisis (Cuadro 18). *Calyptrogyne ghiesbreghtiana*, la especie más común en CSG, está asociada con los valores más altos de pH, mientras que con *Synecanthus fibrosus* sucede lo contrario (Figura 12). Existen también correlaciones negativas, tal es el caso de: *Astrocaryum mexicanum* y *Chamaedorea nationsiana* que crecen en suelos donde el porcentaje de nitrógeno y carbono respectivamente es más bajo en la capa inferior del suelo (Figura 13). La pacaya, *Chamaedorea tepejilote*, crece en suelos ricos en nitrógeno y de pH bajo en la capa superficial (Figura 13). El corozo, *Attalea cohune*, se encuentra en los claros de dosel y donde hay menos materia orgánica. También hay correlación positiva entre *Attalea cohune* y *Calyptrogyne ghiesgesbreghtiana*.

Figura 12. Relación entre *Calyptrogyne ghiesbreghtiana*, *Synecanthus fibrosus* y el pH del suelo



El efecto de una variable ambiental puede ser distinto sobre el comportamiento natural de las especies de palmas, un ejemplo de lo anterior se aprecia en la Figura 12, al bajar los valores de pH, la densidad de individuos de *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* decrece mientras que la densidad de *Synecanthus fibrosus* aumenta.

Figura 13. Relación entre *Astrocaryum mexicanum*, *Chamadorea tepejilote* y porcentaje de Nitrógeno en el suelo



Según la figura 13, el pico, o valor más alto para el porcentaje de nitrógeno en la capa del suelo de 10-20 cm de profundidad, coincide con el sitio donde existe mayor densidad de individuos de *Chamadorea tepejilote*. El Lancetillo, *Astrocaryum mexicanum*, se presenta en suelos con menos porcentaje de nitrógeno.

V. DISCUSIÓN

Existe una amplia distribución de especies de palmas en las diferentes asociaciones vegetales y niveles de altitud CSG. Estas se encuentran en su mayoría, asociadas por parches o pequeños grupos que parecen responder a patrones naturales inherentes a cada una de las especies.

Efectividad de muestreo

La determinación del área mínima de muestreo es difícil de estimar en los bosques tropicales porque son las áreas de mayor riqueza de especies del mundo como indica MacVean (1995) en un estudio florístico realizado en Petén, Guatemala. Para estimar la riqueza florística en un área determinada es necesario elaborar curvas de acumulación de especies y explorar las líneas de tendencia o comportamiento de las mismas. Esta información es además, importante para fundamentar la conservación en dichas áreas.

La línea de tendencia más cercana del método de relevé subestima la riqueza obtenida para CSG (Figura 6). Se han desarrollado modelos más precisos para esta estimación como por ejemplo, la metodología de Clench. No obstante, en cualquier estudio hay que realizar mayor número de muestreos para confirmar tales predicciones. Además, como mencionan Clark *et al* (1995): " el estudio de escalas espaciales y causas de la variabilidad producirán un entendimiento más robusto de los ecosistemas complejos", refinándose a la distribución de palmas en los bosques tropicales lluviosos de Costa Rica.

Para relacionar los efectos edáficos y humanos en distribuciones de palmas de bosque tropical lluvioso, Clark *et al* (1995) utilizaron una serie de puntos de referencia en la Reserva La Selva, Costa Rica, a los cuales ya se les había analizado el tipo de suelo y topografía. Para estudiar la heterogeneidad espacial en cuanto a la accesibilidad de luz en el sotobosque del bosque pluvial tropical de Ecuador, Svenning (2000) utilizó también puntos predeterminados en el Parque Nacional de Yasuní. Para estudiar las relaciones de las comunidades de palmas con las variantes topográficas, Kahn y Castro (1985), preseleccionaron los sitios según las 5 categorías de topografía que estudiaron. En la Reserva de Manantiales Cerro San Gil (CSG) no existen estaciones meteorológicas. Para las variantes topográficas no se predeterminaron sitios de estudio y los factores ambientales reportados se estimaron en las parcelas de estudio.

Debido a que la distribución de palmas está influenciada por las variaciones ambientales, se estableció mayor número de parcelas de 20 x 20m, 0.040ha para cada localidad. Schulze y Whitacre (1999) utilizaron un área de 0.041ha, 10 x 41m, para determinar el efecto de apertura del dosel, suelo y topografía en las comunidades arbóreas del Parque Nacional de Tikal, Petén, Guatemala.

Las correlaciones obtenidas entre especies y factores ambientales, confirman que el tamaño y número de parcelas fue el apropiado. También las curvas de acumulación de especies muestran que el criterio de delimitación del área de muestreo para las distintas localidades se estabilizaba en el límite establecido.

Especies de Palmas en CSG

El presente estudio reporta 24 especies de palmas para el bosque húmedo tropical en CSG, 20 de las cuales, habían sido citadas por otros autores (Standley y Steyermark 1958, Hodel 1992 Henderson *et al* 1995) para el Departamento de Izabal. *Chamaedorea woodsoniana*, *C. elatior*, *C. simplex* y *C. tuerckheimii*, reportadas en la literatura para el departamento de Alta Verapaz, constituyen un nuevo reporte para CSG. *Chamaedorea brachypoda* no se observó, posiblemente porque es una especie de zonas bajas y suelos arenosos.

Las especies de palmas (Familia Arecaceae) reportadas para CSG pertenecen a cuatro Tribus y nueve géneros (Cuadro 6). *Chamaedorea* es el género con mayor número de especies en CSG (60%); la mayoría de éstas, son palmas pequeñas (*C. castillo-montii*, *C. ernesti-augustii*, *C. geonomiformes*, *C. oblongata*, *C. pinnatifrons*, *C. falcifera*, *C. neurochlamys*, *C. pygmaea*, *C. simplex* y *C. tuerckheimii*). El resto de especies pertenecen a los géneros: *Astrocaryum*, *Attalea*, *Bactris*, *Calyptrogyne*, *Desmoncus*, *Euterpe*, *Geonoma*, y *Synecanthus*.

En el presente estudio se observó que las hojas de *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* (Capuquilla), la especie más común del sotobosque en CSG, son refugio de distintos reptiles y anfibios. Los frutos de palmas que están al alcance de animales que habitan en el sotobosque (cotuzas, coches de monte y otros animales) posiblemente forman parte de su dieta.

El tallo del Lancetillo, *Astrocaryum mexicanum*, se puede utilizar en algunas regiones como brazo para herramientas, y su fruto en estado inmaduro se reporta como comestible (Henderson *et al* 1992). La inflorescencia de *Chamaedorea tepejilote* es consumida localmente. Henderson *et al* (1995) reporta que las raíces de *Euterpe precatória* son

medicinales y su tallo se puede utilizar para construcción. Se observaron techos de ranchos elaborados con las hojas del corozo, *Attalea cohune*. De la semilla de esta especie se extrae aceite. El Coquillo o *Synecanthus fibrosus* se utiliza como ornamental y su inflorescencia seca se usa para elaborar escobitas.

Al igual que en otras regiones del país, en CSG se ha observado una disminución en las poblaciones de *Chamaedorea tepejilote* y *Euterpe precatoria*, posiblemente porque han sido objeto de extracción. Aunque la mayoría de palmas de CSG son potenciales recursos económicos, como ornamentales, alimenticias o para construcción. No se debe permitir o promover la extracción de las mismas sin antes asegurar su conservación.

Densidad de palmas en CSG

La especie con mayor densidad, *Calyptrogyne ghiesbreghtiana*, con 1052 individuos en 1.44ha, es también una especie con amplia distribución. *Synecanthus fibrosus* y *Astrocaryum mexicanum*, otras especies con alta densidad, poseen 442 y 325 individuos/ha, respectivamente.

Hay especies de palmas exclusivas para cada localidad y otras que son comunes en diferentes comunidades (Cuadro 10). *Reinhardtia gracilis*, *Calyptrogyne ghiesbreghtiana*, *Astrocaryum mexicanum*, *Chamaedorea pinnatifrons* y *Chamaedorea ernesti-augustii* son las más frecuentes. *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* es muy abundante en localidades abajo de los 900msnm. *Attalea cohune* fue encontrada únicamente en la Estación, localidad 4. Especies exclusivas de la localidad 6, Samaria, son: *Chamaedorea tuerckheimii*, *C. simplex* y *C. elatior*.

Índices de Diversidad

Los índices estimados reflejan homogeneidad en cuanto a riqueza, dominancia y diversidad entre las localidades de CSG. En lo que a riqueza se refiere, el número de especies (S) oscila de 12 a 16 en todas las localidades (Cuadro 11). Aunque Samaria es la localidad con mayor número de especies, no es la que tiene mayor riqueza. El análisis de varianza indica que no hay diferencia significativa entre las medias de los valores del Índice de Margalef, lo cual sugiere que todas las localidades tienen la misma riqueza. De la Roca (2002) encontró que la riqueza de macromicetos de las localidades de la vertiente oeste del CSG tampoco presentaban diferencia significativa.

Tanto Berger-Parker como Simpson son índices que reflejan dominancia de alguna especie sobre otras. El análisis de varianza también reflejó que no hay diferencia de estos índices entre las localidades. Se utilizó para medir la diversidad el índice más común, Shannon-Wiener, el cual tampoco presentó diferencia significativa entre localidades.

Así mismo, el Análisis Univariado (Cuadro 12) reflejó que la diversidad, riqueza y dominancia de palmas a lo largo del gradiente altitudinal y en ambas vertientes son iguales. Esta homogeneidad es relevante para la conservación de palmas en CSG, pues indica que todas las localidades son igualmente diversas y ricas en especies. Estos resultados se han obtenido en estudios para otros grupos taxonómicos realizados en CSG. En el estudio de mamíferos (Rodríguez 2001) donde se calcularon los índices de Shannon-Wiener, Brillouin y Simpson. Rodríguez reporta que los índices se comportaron de forma similar en las seis localidades (las mismas utilizadas en este estudio). También el estudio de anfibios (Peláez 2002) y macromicetos (De la Roca 2002) de CSG presentaron esta característica.

Relación entre localidades y comunidades de palmas

La composición de especies fue determinada con el Índice de Disimilitud de Bray Curtis y el Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA). Ambos coinciden casi exactamente en agrupar las localidades según intervalos altitudinales.

Las localidades de menor altitud (Escobas, Siguán y Estación) guardan estrecha relación según el DCA. El Índice de Bray Curtis también demuestra similitud entre Escobas y Siguán, pero asigna mayor disimilitud a Estación. Esta diferencia es notoria porque el DCA agrupa según especies comunes entre las localidades, mientras que el Índice de Disimilitud de Bray Curtis le da importancia a las especies distintas. Este último es el caso de *Attalea cohune*, especie que abunda únicamente en la Estación. Se observó que esta especie crecía donde había apertura del dosel, en sitios posiblemente asociados con alguna forma de perturbación.

En ambas pruebas se relacionan las localidades Hospital y Torres, que pertenecen al intervalo altitudinal medio (700 a 900m). Aunque estas localidades se encuentran en distintos lados de la vertiente del CSG, tienen especies en común que las relacionan. De estas dos localidades, Hospital comparte las especies más abundantes, *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* y *Astrocaryum mexicanum* (Cuadro 10) con el grupo de menor altitud. Torres difiere con estos grupos por la abundancia de *Synecanthus fibrosus*, especie poco frecuente en las localidades de menor altitud.

La diferencia entre Samaria y las demás localidades es muy marcada, según ambos análisis utilizados. Para el Índice de Bray Curtis esta localidad presenta la mayor distancia de disimilitud y en el DCA es la localidad más lejana y aislada por su composición distinta de especies. El grupo de las cinco localidades abajo de los 900m guarda mayor relación entre sí que con Samaria (1000-1200m).

En la composición de especies de mamíferos, anfibios y macromicetos (Rodríguez 2001, Peláez 2002 y De la Roca 2002) se presentaron resultados similares a los obtenidos para palmas, entre las mismas localidades de CSG. El análisis jerárquico realizado para la composición de especies de mamíferos (Rodríguez 2001) agrupa las localidades de Escobas y Estación, Torres con Hospital, y a Samaria como la más distinta de todas. Para el grupo de anfibios de CSG (Peláez 2002) se relacionan más la Estación, Siguán y Escobas, Samaria y Torres, el Hospital se relaciona con el primer grupo y Torres. En el estudio de macromicetos (De la Roca, 2002) se presenta una alta variabilidad entre Estación, Hospital y Samaria (no incluye vertiente Este), aunque Samaria es el sitio más distinto. Aunque hay variación entre el agrupamiento de los análisis jerárquicos de distintas comunidades bióticas en CSG, el patrón general es que las localidades se agrupan por los intervalos altitudinales y que Samaria es una comunidad distinta.

Se distinguen principalmente dos comunidades de palmas en CSG. La primera está conformada por todas las localidades debajo de 900m y la otra representada en este estudio por la localidad 6, Samaria. Rodríguez (2001) también distinguió por medio del DCA poblaciones de murciélagos que se distribuyen abajo de los 900msnm y poblaciones que sólo lo hacen sobre este límite altitudinal. Dentro del primer grupo hay subdivisiones según los intervalos altitudinales de 100-600 y 700-900, los mismos intervalos obtenidos para palmas (Figura 10).

Comunidades de palmas y tipos de bosque de CSG

Los resultados de composición de palmas de este estudio se complementan con la clasificación de bosques de CSG. Según el Reconocimiento de la Flora de Izabal, con énfasis en Cerro San Gil (Rodríguez *et al* 2001), se han identificado cuatro distintos tipos de bosque: 1) Bosque nuboso, 2) Bosque muy húmedo tropical, 3) Bosque muy húmedo tropical de sitios bajos, 4) Bosque ripario, especies exclusivas de orillas de río. El bosque nuboso allí mencionado es lo que se denomina como Samaria en el presente estudio y las demás localidades pertenecen al bosque muy húmedo tropical. También se encontraron especies de

palmas asociadas a bosque ripario (Cuadro 7), como *Desmoncus orthacanthos* y *Bactris major* var *major*.

Según el Mapa de ecosistemas de Guatemala (INAB 2001) hay dos tipos de bosques latifoliados en CSG: 1) Bosques semisiempre verdes y siempreverdes de bajuras y/o colinas, que parecen coincidir con las latitudes de 100-400m estudiadas y 2) Bosques semisiempre verdes y siempreverdes submontanos que pueden incluir los intervalos de 700-900m. En esta ordenación de ecosistemas no se reporta el bosque nuboso de baja altura, 1000-1200m.

Las especies de palmas encontradas en el bosque nuboso de Samaria se encuentran en las elevaciones de Alta Verapaz. Actualmente estas poblaciones están separadas pero su distribución parece coincidir con la que describen MacVean y Schuster (1981) para el grupo de pasálidos. Ellos argumentan que las temperaturas bajas durante los períodos de glaciación del Pleistoceno hicieron que los límites del bosque montano húmedo y el bosque nuboso descendieran y dieran lugar a rutas de dispersión entre los organismos entre montañas o volcanes. Según los estudios de palmas, anfibios y mamíferos citados, Samaria también puede ser un refugio postglacial para varios grupos de organismos.

Factores Ambientales

La topografía afecta el contenido de nutrientes indirectamente a través del clima, escorrentía, evaporación y transpiración. La topografía de CSG es muy accidentada por las vertientes de los ríos que allí nacen. La mayoría de las parcelas estudiadas fueron laderas (Cuadro 12). Los suelos arcillosos contienen mayores cantidades de nitrógeno que los limosos y los arenosos (Sánchez 1981). La mayoría de suelos encontrados fueron catalogados como Franco Arcilloso Limoso, en menores cantidades se encontraron suelos Franco Arcilloso Arenoso y Arcilloso Limoso. La capa de materia orgánica (cm horizonte A) está relacionada directamente con la cobertura del dosel y la humedad del suelo según este estudio (Cuadro 17).

En la capa superficial del suelo (0-10cm) se encontró un intervalo de 2.0–11.7 para los valores de %C; en la capa (10-20cm) se encontró un intervalo de 1.1- 7.0 de % C (Cuadro 15). El porcentaje de materia orgánica (M.O) es el resultado del porcentaje de carbono por un factor de corrección, 1.724(Fassbender 1982).

Para los factores edáficos se encontraron correlaciones (Cuadro 17) acordes a aquellas descritas en la literatura. Se encontró una relación directa entre el contenido de nitrógeno y de carbono entre ambas capas del suelo. Cuando los restos animales y vegetales vuelven al suelo son objeto de numerosos procesos de transformación, en su mayoría de carácter biológico y de éstos resulta la cantidad de carbono y nitrógeno enriquecidos en el suelo. Se encontró, al igual que para el porcentaje de carbono, una mayor cantidad de nitrógeno en la capa superior (0.08- 1.29%) que la inferior (0.14- 0.64%).

El clima tiene una influencia determinante sobre el nivel de nitrógeno en los suelos a través de la temperatura y las condiciones de humedad sobre el desarrollo de plantas y microorganismos. La vegetación también es determinante sobre el contenido de nitrógeno, porque los suelos con plantas de sistemas radicales extensos presentan altos contenidos de nitrógeno (Fassbender 1982).

Una gran proporción de los trópicos está ocupada por suelos con valores de pH menores de 6 (Sánchez 1981). En CSG los suelos tienen un intervalo de pH de 4.02 a 7.98 (Cuadro 15). Se encontró un grado de correlación directo entre el pH de la capa superior del suelo al inferior del mismo (Cuadro 17). Según Sánchez (1981) el aluminio intercambiable es el catión dominante asociado con la acidez del suelo. Los iones de hidrógeno producidos por la descomposición de la materia orgánica son inestables en suelos minerales porque reaccionan con arcillas de silicatos laminares, liberando aluminio intercambiable y ácido silíceo. En suelos altos en materia orgánica el hidrógeno intercambiable está asociado con los grupos carboxilo de la materia orgánica. Esta última relación fue determinada en la correlación inversa entre el pH y el nivel de carbono en la capa inferior del suelo, cuando hay más materia orgánica el pH es más bajo.

CSG es muy susceptible a la perturbación por sus características ambientales; en los lugares donde ha sido talado el bosque no hay interceptación de agua y por el tipo de suelo arcilloso y la topografía accidentada hay mucha erosión. También la escorrentía lava los nutrientes y deja el suelo pobre (Fassbender 1982). Según los resultados, la capa de materia orgánica de CSG es poco profunda y más rica en nutrientes que la que está inmediatamente abajo. La cobertura del dosel que está relacionada con el estado de perturbación del bosque está relacionada con la profundidad de la capa orgánica. Si decrece el material vegetal y animal, aminora la capa orgánica y viceversa.

Relación entre especies de palmas y factores ambientales

Se encontraron relaciones entre las especies más abundantes y las condiciones edáficas observadas (Cuadro 18). Estas relaciones contribuyen para describir los requerimientos ambientales de cada especie y las relaciones interespecificas entre las comunidades de palmas estudiadas. Esta información puede contribuir a la determinación de la variabilidad de morfotipos.

La distribución de *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* está asociada positivamente al pH (Figura 12). Esta especie puede ser utilizada como indicadora de esta condición del suelo para CSG. Cuando la capuquilla, *C. ghiegesbreghtiana* estaba presente el coquillo, *S. fibrosus* no se encontraba y viceversa. Esta es una relación de mutua exclusión o correlación negativa entre estas especies. El coquillo además presentó una relación inversa con el pH del suelo, ocurre en suelos con menor pH, característica que también se puede aprovechar como indicadora en los suelos de CSG. Estas especies parecen ocupar el mismo nicho dentro de las comunidades de palmas y su presencia se determina por la acidez del suelo.

El lancetillo, *Astrocaryum mexicanum*, ampliamente distribuido en todo el CSG, presentó una relación inversa con el porcentaje de nitrógeno en el suelo (Cuadro 18). La mayoría de CSG es pobre en nitrógeno, característica que coincide con la amplia distribución de esta especie.

El corozo, *Attalea cohune*, está relacionado inversamente con la cobertura del dosel, como se había observado en el campo. También se obtuvo una correlación inversa entre la cantidad de carbono con *A. cohune* (donde hay mayor número de corozo ocurre menor % de carbono). Al contrario de esta última relación la capuquilla, *C. ghieghesbreghtiana*, ocurre mayor % de carbono. Las correlaciones obtenidas pueden proveer al cultivador de estas especies de palmas parámetros para ajustar las condiciones crecen artificialmente con las observadas.

Importancia de palmas en CSG

CSG es muy importante por tener tanta variabilidad y endemismo de palmas. Se encontraron *Chamaedorea falcifera* y *C. nationsiana*, las dos especies de palmas endémicas de CSG. El endemismo refleja que estas especies son únicas en el mundo, razón suficiente para que se conserve el hábitat. Hay dos tipos morfológicos de la especie *Desmoncus orthacanthos* o Bayal que parecen ser distintas especies pero son clasificadas bajo una sola. También se distinguen distintos tipos de *Bactris major* var *major* o Huiscoyol que realmente pueden ser por morfología variada o quizá sea otra especie que no está reportada o ampliamente estudiada.

Otra opción para tanta variabilidad es que los representantes observados sean ecofenotipos, o sea que los cambios morfológicos se deben exclusivamente a la interacción de la planta con su ambiente.

Dentro de las especies encontradas *Chamaedorea simplex* y *C. tuerckheimii* se catalogan como amenazadas, *C. geonomiformis* es vulnerable y *C. castillo-montii*, *C. falcifera* y *C. nationsiana* son raras (Hodel 1995). Con esta información es clara la gran importancia en el ámbito de diversidad que representa el CSG en cuanto a especies del género *Chamaedorea* y lo determinante que es conservación. La localidad 6, Samaria es especialmente importante por la presencia de especies amenazadas.

Las palmas proveen alimento a los coches de monte, roedores y algunos murciélagos (Rodríguez 2001). Las hojas de muchas especies son refugio de murciélagos (Rodríguez 2001), anfibios y reptiles (observación personal). Por esto se considera que el grupo de palmas es un componente clave en la ecología de los bosques de CSG.

Todas las palmas encontradas tienen algún tipo de utilización potencial por el hombre (Apéndice 4). Sin embargo, Rodríguez *et al* (2001) consideran que la extracción incontrolada en el área presenta una amenaza para estas especies. Por eso, la riqueza, abundancia y distribución (en especial de *Chamaedorea* spp) de palmas documentada en este estudio, cumple la función de respaldar a la entidad encargada de la conservación de CSG.

En estudios de palmas y otras plantas de bosques tropicales semejantes a éste, Kahn y Castro (1985), Clark *et al* (1995) y Svenning (2000), se considera que la heterogeneidad de comunidades vegetales relacionadas con la variabilidad ambiental (suelos, cobertura de dosel y topografía) en escalas pequeñas a grandes contribuyen a la riqueza general de los bosques tropicales. En este estudio se reporta cómo la diversidad de palmas también contribuye a la riqueza de CSG por su alta riqueza de especies debido a la variabilidad ambiental.

Se pudo comprobar que algunas especies de palmas muestran correlaciones fuertes con factores ambientales locales. Estas especies pueden servir como indicadoras de estos factores ambientales, como perturbación, nivel de pH, contenido de nitrógeno y carbono en los suelos, etc. Las palmas son especies claves de los bosques tropicales y puede ser de gran valor considerar una categorización de este grupo vegetal como metodología para describir los bosques en determinaciones rápidas de biodiversidad (RAPD Rapid Assesments of Diversity).

VI. CONCLUSIONES

- A. Se encontraron 24 especies de la familia *Arecaceae* que corresponden a 10 géneros diferentes. Este estudio confirmó la presencia de especies de palmas reportadas por la literatura para el bosque húmedo tropical. Se documenta además la presencia de cuatro especies no reportadas para Izabal: *Chamaedorea elatior*, *Chamaedorea woodsoniana*, *C. simplex* y *C. tuerckheimii*.
- B. La parcela de muestreo, 20 x 20 m es adecuada para el tipo de estudio realizado en CSG. Esta provee información necesaria sobre la estructura y composición de las comunidades de palmas y permite tanto el análisis de correlación con factores ambientales así como pruebas y estadísticas con intervalos de confianza.
- C. *Calypstrogyne ghiesbreghtiana*, *Astrocaryum mexicanum*, *Synecanthus fibrosus*, *Chamaedorea nationsiana*, *C. tepejilote*, *C. tuerckheimii*, *Reinhardtia gracilis* y *Attalea cohune* son las especies de palmas más abundantes en CSG.
- D. No se presentó diferencia significativa en cuanto a riqueza, dominancia y abundancia de la biodiversidad de palmas de CSG para las localidades estudiadas. Tampoco se presentó evidencia significativa sobre el efecto de la vertiente y altura en la riqueza, dominancia y abundancia de palmas de CSG.
- E. Según las pruebas de ordenación, disimilitud y la propia composición de especies se puede considerar a Samaria, localidad 6 y cumbre de la vertiente oeste de CSG, como una comunidad de palmas aislada y muy diferente a las demás.
- F. Las localidades debajo de los 900m forman parte de la comunidad de palmas más ampliamente distribuida. Este grupo se subdivide en dos: 1) las localidades bajo 400m y 2) localidades bajo 900m.

- G. La especie *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* en CSG es indicadora de suelos con pH neutral a básico. *Synecanthus fibrosus* es indicadora de suelos con pH bajo. Ambas especies guardan una relación inversa entre ellas.
- H. *Astrocaryum mexicanum* está relacionada con suelos de menor porcentaje de nitrógeno.
- I. *Chamaedorea tepejilote* está relacionada con suelos ricos en nitrógeno.
- J. *Attalea cohune* ocurre en sitios con menor cobertura de dosel.
- K. La mayoría de palmas encontradas en CSG tienen potencial uso ornamental, alimenticio, medicinal o para construcción.

VII. RECOMENDACIONES

- A. Establecer estaciones meteorológicas permanentes para coleccionar datos ambientales (tipo de suelo, cobertura, precipitación) en esta y otras reservas naturales de Guatemala. Utilizar estas estaciones para relacionar con estudios de flora y fauna silvestre que servirán para planes de manejo y conservación.

- B. Ampliar estudio de las especies de palmas en todo CSG, especialmente para los bosques bajos y su estudio taxonómico. En este estudio se pudo notar que el género de palmas *Geonoma* necesita revisión taxonómica en la región pues la información es escasa y confusa. Esta región también carece de estudios sobre la fenología, polinización, ciclos de vida y etnobotánica de las palmas.

- C. Determinar el uso actual y el grado de extracción de palmas en CSG. Estudiar si es viable la reproducción artificial de las especies de segunda generación, para evitar la extracción directa del bosque y contribuir al desarrollo sostenible.

VIII. LITERATURA CITADA

- Balick, M. 1988. The palm: tree of life, biology, utilization and conservation. The New York Botanical Garden. Advances in Economic Botany, Volume 6. New York. 282pp.
- Balick, M. 1996. Collecting palm specimens. En: M. Alexiadas (ed). Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual. The New York Botanical Garden. Nueva York. (127-133).
- Bridson, D. y L. Forman. 1998. The herbarium handbook. Royal Botanic Gardens, Kew. Gran Bretaña Whitstable Litho Printers Ltd 334pp
- Bullock, J. 1996. Plants. En: W. Sutherland (ed). Ecological census techniques a handbook. Cambridge University Press. United Kingdom. (pp. 111-137).
- Cano, E. 2001. Copias de clase del curso Ecología Estadística. Departamento de Biología. Universidad del Valle de Guatemala.
- Castillo Mont, J.J., N. Gallardo. y D. Johnson. 1994. The pacaya palm (*Chamaedorea tepejilote*; Arecaceae) and it's food use in Guatemala. Economic Botany 48(1) 65-75.
- Dinerstein, E., D. Olson, D. Graham, A. Webster, S. Primm, M. Bookbinder y G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Wildlife Fund. Washington D.C. 129pp.
- De la Cruz, J. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala. 42pp.
- De la Roca, M. 2002. Distribución de macromicetos a tres rangos altitudinales en la parte oeste de la Reserva de Cerro San Gil, Municipio de Santo Tomás, Departamento de Izabal, Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. 65pp.
- Fassbender, H. 1982. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, C. R. 398 pp.
- Fundaeco, MAGA. 1990. Cerro San Gil, Reserva Protectora de Manantiales. Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación Proyecto Plan Piloto de Conservación y Manejo del Área Protegida del Cerro San Gil.
- Furley, P. 1975. The significance of the cohune palm, *Orbignya cohune* (Mart.) Dahlgreen, on the nature and in the development of soil profile. Biotropica 7(1): 32-6.
- Henderson, A., G. Galeano, y R. Bernal. 1995. Fieldguide to the palms of the Americas. Princeton University Press. New Jersey. 352pp.
- Heywood, V. H. 1993. Flowering plants of the world. B T Batsford Ltd. London. 335pp
- Hodel, D. R. 1992. *Chamaedorea* palms: the species and their cultivation. International Palm Society, Allen Press. Lawrence, Kansas. 338pp
- Holdridge, L.R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Costa Rica 216pp.
- Hurlbert, S. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological Monographs 54(2): 187-211.
- Galeano, G. y R. Bernal. 1987. Palmas del Departamento de Antioquia, Región Occidental. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 221pp.
- Galeano, G. 1992. Las palmas de la región de Araracuara. Segunda Edición Tropenbos-Colombia. Bogotá. 180pp.
- Jackson, M. 1964. Análisis químico de suelos. Ediciones Omega, Barcelona. 658pp.
- Kahn, F. y A. Castro. 1985. The palm community in a forest of Central Amazonia, Brazil. Biotropica 17(3): 210-216.
- Kent, M. y P. Coker. 1992. Vegetation descriptonal analysis, a practical approach. CRC Press, Michigan. 363pp.
- Lemmon, P. 1957. A new instrument for measuring forest overstory density. Journal of Forestry 55 (9).
- Ludwig, J. y J. Reynolds. 1988. Statistical ecology a primer on methods and computing. John Wiley & Sons. Nueva York. 337pp.

- MacVean, A.L. 1995. Diversidad y densidad de plantas con potencial de uso sustentable en el bosque húmedo tropical, Petén, Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 84pp
- MacVean, C y J. Schuster. 1981. Altitudinal distribution of psalid beetles and the pleistocene dispersal on the volcanic chain of northern Central America. *Biotropica*
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 179pp.
- Mateucci, S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington. 168pp.
- Moore, P. y S. Chapman. 1986. *Methods in Plant Ecology*. 2ª ed. Blackwell Scientific Publications. Washington. 589 pp.
- Odum, E. 1972. *Ecología*. Ed, Interamericana. México. 120 pp.
- Palacios, E. 1989. La Palma Camedor de la Vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas. Instituto de Historia Nacional. 20pp.
- Peláez, F. 2002. Distribución altitudinal de anfibios del sotobosque y comparación de riqueza en las vertientes oeste y este de la Reserva Protectora de Manantiales, Cerro San Gil, Municipio de Santo Tomás, Departamento de Izabal, Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. 53pp.
- Ponce, G. 2001. Composición del Suelo en Cerro San Gil, Izabal. Informe Estudio de Verano. Departamento de Biología. Universidad del Valle de Guatemala.
- Primo, E. y Carasco, M.: 1973. *Química Agrícola*. Editorial Alhambra, Madrid. 472pp.
- Rodríguez, G. 2001. Inventario de mamíferos en Cerro San Gil. FUNDAECO. 31pp.
- Rodríguez, G., A. Cerezo y M. Ramírez. 1999. Reconocimiento de la flora de Izabal, con énfasis en Cerro San Gil. FUNDAECO. 22pp.
- Rzedowski, J. 1981. *Vegetación de México*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Instituto Politécnico Nacional. Editorial Limusa. México D.F.
- Sánchez, P. 1981. *Suelos del trópico características y manejo*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, C. R. 634 pp.
- Schulze, M. y D. Whitacre. 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.
- SPSS® 2001. Versión para Estudiantes 10.0
- Standley, P.C. y J. A. Steyermark. 1958. *Flora of Guatemala: Fieldiana: Botany, Volumen 24, Part I*, Field Museum of Natural History, Chicago. 478pp.
- Svenning, J. 2000. Small Canopy Gaps Influence Plant Distributions in the Rain Forest Understory. *Biotropica* 32(2):252-261.
- Uhl, N. y J. Dransfield. 1987. *Genera Palmarum* A classification of palms based on the work of Harold E. Moore Jr. Allen Press, Lawrence, Kansas. 610pp.

Apéndice 1. Hoja de datos para toma de datos de cada parcela

COMUNIDADES DE PALMAS EN CERRO SAN GIL			
Cerro San Gil, Montañas del Mico, Izabal, Guatemala		Tesis Ana Lucía Orozco UVG	
Acompañante/s			
Hoja de Datos		Las Escobas/Carboneras/ Otro:	
Parcela	I (a b c) II (a b c) III (a b c) IV (a b c) V (a b c) VI (a b c) VII (a b c)		
Altura	mSNM	Ubicación:	m/t de carretera principal
Hora inicio	final	Altitud inicio sendero:	
Pasos/Metros/minutos recorrido desde inicio de sendero			
TOPOGRAFÍA general			
del microhabitat:			
colina meseta ondonada ladera otros:			
SUELO sitio muestra			
COBERTURA dosel			
Abierto medio abierto gap media densa muy densa			
medidas densiometro:			
Punto #	<input type="text"/>	Cobertura Vegetal	%
	<input type="text"/>		
	<input type="text"/>		
	<input type="text"/>		
	X =		
Listado Especies			
Especie	Frecuencia	Ev cobertura	Identificacion Especie
Sp 1			
Sp 2			
Sp 3			
Sp 4			
Sp 5			
Sp 6			
Sp 7			
Sp 8			
Sp 9			
Sp10			
Sp 11			
Sp 12			
Sp 13			
Sp 14			

Apéndice 2. Hoja de datos para toma de datos de cada espécimen colectado

Hoja de Datos Plantas Herborizadas	COMUNIDADES DE PALMAS EN CERRO SAN GIL
------------------------------------	---

Parcela I (a b c) II (a b c) III (a b c) IV (a b c) V (a b c) VI (a b c) VII (a b c)

INDIVIDUO: TPH Fruto/Inflorescencia/ Otros: # TP

repetición colecta Sp Rollo # foto

ALTURA (m) (para multiples tallos poner +alto + bajo)

TALLO

Estructura	mono	multiples?	arborescente	no arborescente	
Forma	erecto	recostado	rastrero	alto	subterráneo
	t.enredadera elongado (<i>Desmoncus</i>)			hinchado (medio base)	
Cubierto de	limpio (cicatrices)		material hoja muerta		
	espinas de raíces (<i>Cryosphila</i>)		espinosos (<i>Tribu Bactinidae</i>)		
Color	verde	café-grisáceo	café		

HOJAS cobertura m²

Largo	largo de hoja entera (promedio y mas grande)				cm	
Forma	palmadas (abanico)		Pinadas (pluma)			
Epidermis	tomentosa:		pelitos	escamas	escamas lanosas	
	lisa					
Vaina/Sheath	Color	verde	gris	café	PITS?	
	Forma	continuo al peciolo		desarrollado (<i>Oenocarpus</i>)		
Peciolo	elongado (<i>Desmoncus</i>)					
	corto		elongado			
	redondo		canal en superficie anterior			
Raquis	(que lleva las hojuela)					
	corto		ausente			
	costapalmado (cuando lámina tiene raquis)					
	tiene flaplike structure entre peciolo y lámina (<i>Copernicia</i>)					
Hojuelas/pinas	Tamaño					
	Forma	lanceolada		sigmoide		
Inflorescencia	Venación					
	Punta	sin dientes		con dienteitos (jagged)		
	Espinas	ausentes		presentes forma:		
	Número	1 x axila		varias (<i>Chammaedorea</i>)		
	Posición	sobre hojas		bajo hojas		
	Brácteas	prophyll (primera bráctea)				
		pedunculares				
Pelos	presentes		ausentes			
Flores	Femeninas		estambres reducidos			
	Masculinas		carpelos reducidos			
	Bisexuales	3 sépalos	3 pétalos	6 estambres 3 carpelos		
Frutos	Tamaño					
	Color					
	Forma	pequeño	globoso	ovoide	grande	
	Epicarpio	liso	escamoso	burrunchoso		
	Semilla	lisa	rugosa			

Apéndice 3. Lista de especies y nombres aceptados

Acoelorrhaphe wrightii (Griseb. & H. Wendl) H. Wendl. ex Becc.
Paurotis wrightii (Griseb. & H. Wendl.)

Astrocaryum mexicanum Liebm. ex Mart.

Attalea cohune Mart.
Orbignya cohune

Bactris major var *major* Jacq.
Bactris balanoidea (Oerst.) H. Wendl

Bactris mexicana Mart.
Bactris tricophylla Burret

Calyptrogynne ghiesbreghtiana (Linden & H. Wendl) H. Wendl
Calyptrogynne donell-smithii (Dammer) Burret

Chamaedorea arenbergiana H. Wendl

Chamaedorea brachypoda Standl. & Steyerm.

Chamaedorea castilio-montii Hodel.

Chamaedorea emesti-augustii H. Wendl.

Chamaedorea geonomiformis H. Wendl.

Chamaedorea nationsiana Hodel & Castillo

Chamaedorea oblongata Mart

Chamaedorea pinnatifrons (Jacq.) Oerst.
Chamaedorea falcifera H.E. Moore
Chamaedorea neurochlamys Burret

Chamaedorea pygmaea H. Wendl
Chamaedorea stenocarpa

Chamaedorea tepejilote Liebm

Chamaedorea tuerckheimii (Dammer) Burret

Chamaedorea woodsoniana L. H. Bailey

Cryosophila stauracantha (Heynold) R. Evans
Cryosophila argentea Bartlett

Desmoncus orthacanthos Mart.
Desmoncus ferox Bartlett
Desmoncus quasillarius Bartlett

Euterpe precatoria var *iongevaginata* (Mart.) Henderson

Geonoma ferruginea H. Wendl. ex Spruce

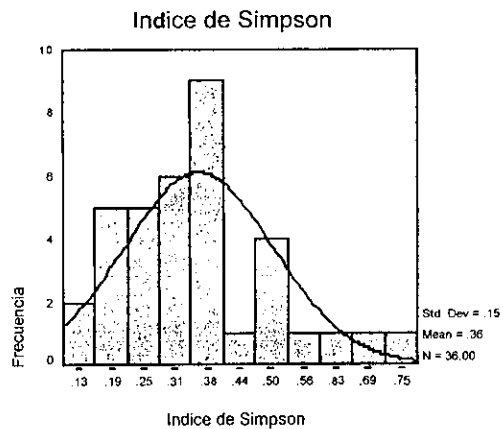
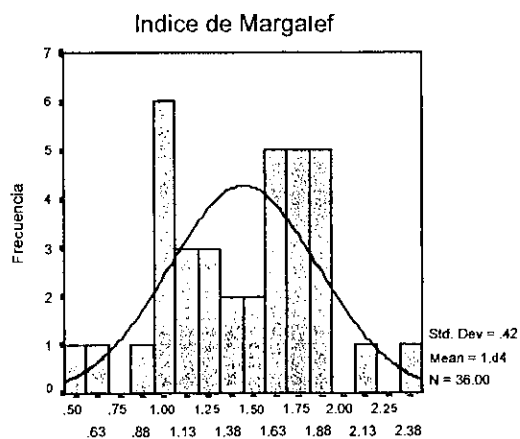
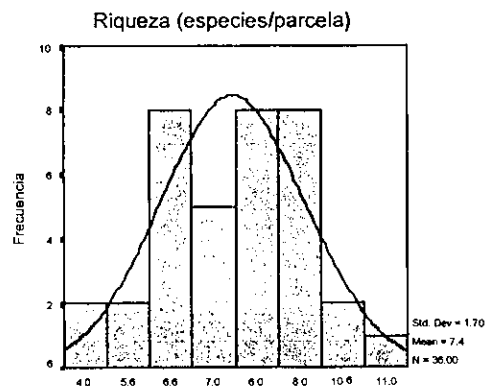
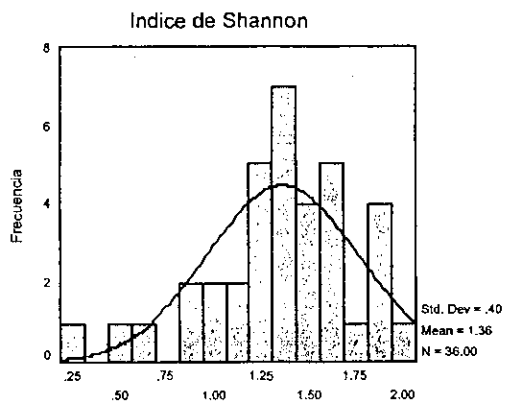
Geonoma interrupta var *interrupta* (Ruiz & Pav.) Mart.
Geonoma binervia Oerst.
Geonoma mexicana Lieb. ex Mart.

Geonoma deversa (Poit.) Kunth
Geonoma longepetiolata

Reinhardtia gracilis var. *gracilis* (H. Wendl) Drude ex Dammer
Malortiea gracilis H. Wendl

Synecanthus fibrosus (H. Wendl.) H. Wendl

Apéndice 4. Histograma y Curva Normal de la Distribución del Índice de Shanon, Riqueza (especies/400m²), Índice de Margalef e Índice de Simpson



Apéndice 5. Usos potenciales de las especies de palmas identificadas en este estudio

Especie	USOS
<i>Synecanthus fibrosus</i> (H. Wendl.) H. Wendl.	Ornamental
<i>Chamaedorea arenbergiana</i> H. Wendl.	Ornamental
<i>C. castillo-montii</i> Hodel.	Ornamental
<i>C. elatior</i> Mart.	Ornamental
<i>C. ernesti-augustii</i> H. Wendl.	Ornamental
<i>C. geonomiformis</i> H. Wendl.	Ornamental
<i>C. nationsiana</i> Hodel & Castillo	Ornamental
<i>C. oblongata</i> Mart	Ornamental
<i>C. pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst.	
<i>C. falcifera</i> H.E. Moore	Ornamental
<i>D. neurochlamys</i> Burret.	
<i>C. pygmaea</i> H. Wendl.	Ornamental
<i>C. simplex</i> Burret	Ornamental
<i>C. tepejilote</i> Liebm.	inflorescencia tierna comestible
<i>C. tuerckheimii</i> (Dammer) Burret.	Ornamental
<i>C. woodsoniana</i> L. H. Bailey	Prefoliación tierna comestible
<i>Reinhardtia gracilis</i> var. <i>gracilis</i> (H. Wendl) Drude ex Dammer	Ornamental, medicinal, tallos para cestos
<i>Euterpe precatoria</i> var <i>longevaginata</i> (Mart.) Henderson	Prefoliación tierna comestible
<i>Attalea cohune</i> Mart.	Aceite de semilla, hojas para construcción de techo
<i>Bactris major</i> var <i>major</i> Jacq.	construcción
<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	raíces medicinales
<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm. ex Mart.	tronco para herramientas, endospermo tierno comestible
<i>Geonoma ferruginea</i> H. Wendl. ex Spruce	Ornamental
<i>Geonoma interrupta</i> var <i>interrupta</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	Ornamental
<i>Calyptrogyne ghiesbreghtiana</i> (Linden & H. Wendl) H. Wendl.	Ornamental

Apéndice 6. Duplicados de material herborizado en Herbario AGUAT
(Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos)

Especie	Código
<i>Synecanthus fibrosus</i> (H. Wendl.) H. Wendl.	ALO-001
<i>Chamaedorea arenbergiana</i> H. Wendl.	ALO-002
<i>C. castillo-montii</i> Hodel.	ALO-003
<i>C. elatior</i> Mart.	ALO-004
<i>C. ernesti-augustii</i> H. Wendl.	ALO-005
<i>C. geonomiformis</i> H. Wendl.	ALO-006
<i>C. nationsiana</i> Hodel & Castillo	ALO-007
<i>C. oblongata</i> Mart	ALO-008
<i>C. pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst.	ALO-009 a
<i>C. falcifera</i> H.E. Moore	ALO-009 b
<i>E. neurochlamys</i> Burret.	ALO-009 c
<i>C. pygmaea</i> H. Wendl.	ALO-010
<i>C. simplex</i> Burret	ALO-011
<i>C. tepejilote</i> Liebm.	ALO-012
<i>C. tuerckheimii</i> (Dammer) Burret.	ALO-013
<i>C. woodsoniana</i> L. H. Bailey	ALO-014
<i>Reinhardtia gracilis</i> var. <i>gracilis</i> (H. Wendl) Drude ex Dammer	ALO-015
<i>Euterpe precatoria</i> var <i>longevaginata</i> (Mart.) Henderson	ALO-016
<i>Attalea cohune</i> Mart.	ALO-017
<i>Bactris major</i> var <i>major</i> Jacq.	ALO-018
<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	ALO-019
<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm. ex Mart.	ALO-020
<i>Geonoma ferruginea</i> H. Wendl. ex Spruce	ALO-021
<i>Geonoma interrupta</i> var <i>interrupta</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	ALO-022
<i>Calyptrogyne ghiesbreghtiana</i> (Linden & H. Wendl) H. Wendl.	ALO-023

Para conveniencia de las citas que el autor haga a su material de referencia, la modalidad que adoptó AGUAT es dejar los códigos del colector como la referencia principal.