

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**



**Diversidad de especies de la familia Arecaceae en dos Biotopos Protegidos del departamento de Petén: Cerro Cahú y Naachtún Dos Lagunas**

**INFORME DE TESIS**

**Presentado por**

**María del Mar Velásquez Azurdia**

**Bióloga**

**Guatemala Octubre del 2016**

## INDICE

|   |  | <b>No. pág.</b> |
|---|--|-----------------|
| 1 | Resumen.....   | 7               |
| 2 | Introducción.....  | 9               |
| 3 | Antecedentes.....  | 11              |
|   | 3.1 Marco Conceptual.....  | 11              |
|   | 3.1.1 Descripción y distribución de la familia<br>Arecaceae.....   | 11              |
|   | 3.1.2 Importancia ecológica y económica.....   | 13              |
|   | 3.1.3 Amenazas que afronta la familia Arecaceae.....   | 14              |
|   | 3.1.4 Factores que afectan a la familia Arecaceae.....   | 15              |
|   | 3.2 Marco Referencial.....   | 17              |
|   | 3.2.1 Estudios de la ecología de Arecaceae a nivel<br>mundial.....   | 17              |
|   | 3.2.2 Ecología de Arecaceae en Guatemala.....  | 18              |
|   | 3.3 Marco Contextual.....  | 19              |
|   | 3.3.1 Biotopo Naachtún Dos Lagunas.....  | 19              |
|   | 3.3.2 Biotopo Cerro Cahuí.....   | 21              |
| 4 | Justificación.....   | 23              |
| 5 | Objetivos.....   | 25              |
|   | 5.1 Objetivo general.....  | 25              |
|   | 5.2 Objetivos específicos.....   | 25              |
| 6 | Hipótesis.....   | 26              |
| 7 | Materiales y métodos.....  | 27              |
|   | 7.1 Universo.....  | 27              |
|   | 7.2 Materiales.....  | 28              |
|   | 7.3 Metodología.....   | 29              |
|   | 7.3.1 Técnicas de colectas para la familia<br>Arecaceae.....   | 29              |
|   | 7.4 Métodos.....   | 30              |
|   | 7.4.1 Variables independientes.....  | 30              |
|   | 7.4.2 Co-Variables.....  | 30              |
|   | 7.4.2.1 Variables estructurales del terreno.....   | 31              |
|   | 7.4.2.2 Variables estructurales de la vegetación.....  | 31              |
|   | 7.4.2.3 Variables dependientes.....  | 31              |
|   | 7.5 Análisis estadístico.....  | 32              |
| 8 | Resultado.....   | 33              |
|   | 8.1 Diversidad de especies de la familia Arecaceae en los biotopos<br>protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, departamento de<br>Petén..... | 33              |
|   | 8.1.1 Riqueza y composición de la familia Arecaceae en los<br>biotopos protegidos cerro Cahuí y Naachtún Dos<br>Lagunas.....                       | 35              |

**No. pág.**

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 8.1.2   | Distribución y abundancia de la familia Arecaceae en los biotopos protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas.....   | 37 |
| 8.1.3   | Variables estructurales del terreno y de la vegetación asociadas a la distribución de la familia Arecaceae en los biotopos protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas.....      | 43 |
| 8.1.3.1 | Variables estructurales del terreno.....   | 43 |
| 8.1.3.2 | Variables estructurales de la vegetación.....  | 45 |
| 8.1.3.3 | Análisis de Correspondencia Rectificado –DCA-  | 47 |
| 8.2     | Mapas de distribución potencial.....   | 50 |
| 8.2.1   | Distribución potencial de las especies de Arecaceae colectadas en los biotopos protegidos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahuí.....  | 50 |
| 8.2.2   | Descripción de las especies de la familia Arecaceae registradas en los Biotopos protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas.....   | 51 |
| 9       | Discusión de Resultados.....   | 60 |
| 9.1     | Diversidad y, composición de la familia Arecaceae en los biotopos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, departamento de Petén.....   | 60 |
| 9.2     | Variables que determinan la distribución de especies de la familia Arecaceae en los Biotopos Protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, departamento de Peten.....             | 62 |
| 9.3     | Distribución potencial e implicaciones para la Conservación de las Especies de Arecaceae en los Biotopos Protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, Departamento de Petén..... | 64 |
| 10      | Conclusiones.....  | 67 |
| 11      | Recomendaciones.....   | 69 |
| 12      | Referencias.....   | 70 |
| 13      | Anexos.....  | 76 |

## INDICE DE CUADROS, FOTOS, FIGURAS Y GRÁFICAS

| <b>Cuadros</b> | <b>No. Pág.</b>   |    |
|----------------|---|----|
| No. 1          | Número de especies reportadas en Flora de Guatemala (1958) y Guía de Palmas de América para Guatemala (1995).....     | 12 |
| No. 2          | Variables del terreno de las parcelas para el muestreo de Arecaceae en el biotopo protegido Cerro Cahuí.....          | 33 |
| No. 3          | Variables del terreno de las parcelas para el muestreo de Arecaceae en el Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas..... | 34 |
| No. 4          | Especies presentes en los biotopos protegidos Naachtún Dos Lagunas (Lagu) y Cerro Cahuí (Cahu).....                   | 35 |
| No. 5          | Número de individuos por parcela contabilizados en el biotopo protegido Cerro Cahuí.....                              | 38 |
| No. 6          | Número de individuos por parcela contabilizados en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas.....                     | 39 |
| No. 7          | Área basal, cobertura y densidad de árboles por parcela en el biotopo protegido Cerro Cahuí.....                      | 46 |
| No. 8          | Área basal, cobertura y densidad de árboles por parcela en el biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas.....             | 46 |
| <b>Fotos</b>   |   |    |
| No. 1          | Hojas de <i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm es. Mart.....   | 51 |
| No. 2          | Hojas de <i>Attalea cohune</i> Mart.....  | 52 |
| No. 3          | Planta de <i>Chamaedorea elegans</i> Mart.....  | 53 |
| No. 4          | Hojas de <i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.....   | 54 |
| No. 5          | Planta de <i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm. Ex Mart.....   | 56 |
| No. 6          | Hojas y frutos de <i>Cryosophyla stauracantha</i> (Heynh) R. Evans.....   | 57 |
| No. 7          | Hojas y fruto de <i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.....  | 58 |
| No. 8          | Planta de <i>Sabal mexicana</i> Mart.....   | 59 |

**Figuras****No. Pág.**

|        |  |    |
|--------|--|----|
| No. 1  | Mapa de ubicación de los biotopos protegidos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahuí.....                                 | 22 |
| No. 2  | Disposición de las parcelas para el muestreo de especies de Arecaceae en el área de estudio.....                     | 27 |
| No. 3  | Mapa de localización de las parcelas para el muestreo de Arecaceae en el biotopo protegido Cerro Cahuí.....          | 43 |
| No. 4  | Mapa de distribución de las parcelas para el muestreo de Arecaceae en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas..... | 45 |
| No. 5  | Mapa de distribución potencial de la especie <i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm es. Mart.....                        | 51 |
| No. 6  | Mapa de distribución potencial de la especie <i>Attalea cohune</i> Mart.....   | 52 |
| No. 7  | Mapa de distribución potencial de la especie <i>Chamaedorea elegans</i> Mart.....                                    | 53 |
| No. 8  | Mapa de distribución potencial de la especie <i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.....                                  | 54 |
| No. 9  | Mapa de distribución potencial de la especie <i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret.....                                | 55 |
| No. 10 | Mapa de distribución potencial de la especie <i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm. Ex Mart.....                       | 56 |
| No. 11 | Mapa de distribución potencial de la especie <i>Cryosophyla stauracantha</i> (Heynh) R. Evans.....                   | 57 |
| No. 12 | Mapa de distribución potencial de la especie <i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.....                                 | 58 |
| No. 13 | Mapa de distribución potencial de la especie <i>Sabal mexicana</i> Mart.....   | 59 |

**Gráficas****No. Pág.**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| No. 1 | Curva de acumulación de especies de los biotopos protegidos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahuí realizado con el programa PCORD Versión 5.....                  | 37 |
| No. 2 | Distribución y abundancia de palmas por parcela en el biotopo protegido Cerro Cahuí.....   | 38 |
| No. 3 | Distribución y abundancia de palmas por parcela en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas (Lagu)....  | 40 |
| No. 4 | Riqueza de individuos por géneros de la familia Arecaceae observados en los biotopos protegidos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahuí dentro de las parcelas..... | 41 |
| No. 5 | Frecuencia de individuos por especie de la familia Arecaceae observados en los Biotopos Naachtún Dos Lagunas (Lagu) y Cerro Cahuí (Cahu).....                  | 42 |
| No.6  | Altitud en las parcelas del biotopo protegido Cerro Cahuí.....   | 44 |
| No. 7 | Altitud en las parcelas del biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas.....  | 44 |
| No. 8 | Análisis de correspondencia rectificado de las parcelas del biotopo protegido Cerro Cahuí y las especies relacionadas a ellas.....                             | 48 |
| No. 9 | Análisis de correspondencia rectificado de parcelas del biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas y las especies relacionadas a ellas.....                        | 49 |

## 1. RESUMEN

El presente estudio se realizó en dos biotopos protegidos ubicados en el departamento de Petén: Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, administrados por el Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-, con el objetivo de conocer la diversidad de especies así como identificar las variables estructurales del terreno y de la vegetación que estén asociadas a la distribución de la familia Arecaceae en dichos biotopos. Se midieron variables estructurales del terreno (altitud, pendiente y orientación) y de la vegetación (cobertura del dosel y diámetro a la altura del pecho). En cada biotopo se levantaron 10 parcelas en donde se colectaron especímenes de dicha familia que fueron depositados en el herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USCG -.

Se colectó un total de 12 especies de palmas, que representa el 86% de especies reportada para la familia Arecaceae en el departamento de Petén, según la Guía de palmas de América (Henderson,1995). Se registró un total de 1,204 especímenes, 989 en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas distribuidos en diez especies de palmas y 215 especímenes de nueve especies en el biotopo Cerro Cahuí.

Se determinó que la altitud y pendiente no influyen en la distribución de las especies, según el coeficiente de Pearson que fue menor a  $R_M=0.500$ . Sin embargo la correlación de la prueba de Pearson determinó que la cobertura del dosel presenta una influencia directa en las especies del género *Chamaedorea*, especialmente en las especies *Chamaedorea elegans* Mart. ( $R_M= 0.613$ ) y *Chamaedorea seifrizii* Burret ( $R_M=0.625$ ).

La diversidad fue similar en ambos biotopos, debido a que comparten muchas características fisiográficas, topográficas y climáticas entre sí, lo que se comprobó con el índice de Simpson, siendo éstos 0.88 para el biotopo Naachtún Dos Lagunas y 0.79 para el biotopo Cerro Cahuí.

Los mapas de distribución potencial que se realizaron ayudaron a delimitar la distribución de las especies en los biotopos y a proyectar su distribución potencial en el territorio guatemalteco,

principalmente para las especies *Cryosophila staurachantha* (Heynh.) R. J. Evans, *Desmoncus orthacanthos* Mart., *Attalea cohune* Mart, *Chamaedorea elegans* Mart., *Chamaedorea tepejilote* Liebm. ex Mart., *Chamaedorea siefrizii* Burret, *Sabal Mexicana* Mart., *Astrocaryum mexicanum* Liebm ex. Mart. y *Chamaedorea oblongata* Mart.

Se recomienda realizar acciones que ayuden a la conservación del género *Chamaedorea* dada su importancia ecológica y económica y construir alternativas integrales junto a las comunidades aledañas a los biotopos para el aprovechamiento de manera sostenible de las especies de palmas.



## 2. INTRODUCCIÓN

Con el término palma se designa comúnmente a todas las especies de la familia Arecaceae, la cual a nivel mundial se compone de 2,450 especies, agrupadas en 200 géneros (Borchsenius & Morales, 2006, pp. 412 - 433). La mayoría de las arecáceas se distribuyen en los bosques tropicales del Nuevo y Viejo Mundo (Henderson *et al.*, 1995, p.15); no obstante, algunas habitan en zonas templadas (*Chacrops*), zonas húmedas (*Nypa fruticans* Wurm), manglares a nivel del mar (*Cocos nucifera* L.) y a altitudes elevadas (*Trachycarpus*) (Standley & Steyermark, 1958, pp.196 - 504).

Las palmas forman parte importante del dosel de los bosques, presentando alto valor ecológico al aportar alimento y refugio para muchos animales, y crear microclimas necesarios para el desarrollo de una diversidad de plantas del sotobosque (Svenning, 2001, pp. 1 - 53). Sumado a esto, muchas poblaciones humanas que habitan las regiones tropicales son beneficiadas con productos y subproductos derivados de las arecáceas, atribuyéndoles usos medicinales, comestibles, artesanales, ornamentales, como material de construcción, y de importancia cultural en general (Campos & Ehringhaus, 2003, p. 6; Balslev, *et al.*, 2008, pp. 121 - 132; y Fernández y Barillas, 2001, pp. 65 - 66).

Standley y Steyermark, en la Flora de Guatemala (1958), reportan 27 géneros y 94 especies de la familia Arecaceae para Guatemala (Standley & Steyermark, 1958, pp.196 - 504, Véliz, 2008, pp. 261 - 262). En 1995, Henderson reportó para Guatemala 59 especies de palmas, entre ellas, 32 pertenecientes al género *Chamaedorea*. No obstante la riqueza que tiene este grupo en Guatemala, no ha sido suficientemente estudiado. Prueba de ello son los pocos estudios que tratan sobre la diversidad, distribución y ecología de las palmas en el país. (Henderson, 1995, p.19)

En 2002, Orozco identificó 16 especies de palmas silvestres en el Cerro San Gil, departamento de Izabal, y estableció que las comunidades de palmas varían en función de la pendiente, cobertura del dosel, textura del suelo, humedad del suelo, porcentaje de nitrógeno, porcentaje de carbono y el pH del suelo (Orozco, 2002, pp. 31 - 41).

El presente trabajo es un estudio sobre la diversidad de la familia Areaceae en los biotopos protegidos administrados por el Centro de Estudios Conservacionistas- CECON-, ubicados en el departamento de Petén: Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas. Se colectó un total de 12 especies de palmas presentes en ambos biotopos lo que corresponde al 86% de especies registrados para el departamento de Petén según la Guía de Palmas de América por Henderson 1995.

La especie *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R.J. Evans fue la especie que registró mayor frecuencia dentro de ambos biotopos contabilizándose 606 individuos (508 en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas y 98 Cerro Cahuí). La altitud y la cobertura según la prueba de Pearson es de  $R_M=0.699$  encontrando que ambas variables ejercen una influencia sobre la diversidad de algunas palmas, lo que concuerda con datos obtenidos por Orozco (2002) en el estudio realizado en la Reserva Protectora Manantiales Cerro San Gil, Izabal.

Es importante realizar estudios sobre la familia Areaceae, la cual está compuesta por muchas especies que son de importancia ecológica (como alimento para algunas aves y mamíferos), cultural (la inflorescencia del corozo es utilizada como complemento en la Semana Santa y las hojas son utilizadas en algunas regiones para decoración de actividades especiales) y económica (el tronco del bayal es utilizado para la fabricación de muebles y las hojas del escobo para la elaboración de sacudidores de los comales).

Así mismo se recomienda realizar más estudios sobre otros factores ambientales que pueden afectar la distribución de las palmas y realizar acciones que ayuden a la conservación de dicha familia, debido a su importancia ecológica, ya que muchas de ellas contribuyen a la regeneración de bosques (*Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans); alimenticia, como la pacaya (*Chamaedorea tepejilote* Liebm); económica, al comercializarse diversas partes de ellas para arreglos florales, construcción de ranchos, artesanías, (*Chamaedorea elegans* Mart., *Chamaedorea oblongata* Mart., *Chamaedorea ernesti-angustii* H. Wendl.) y cultural, siendo utilizadas en fiestas tradicionales como las inflorescencias del corozo (*Attalea cohune* Mart).

### **3. ANTECEDENTES**

#### **3.1. Marco Conceptual**

##### **3.1.1. Descripción y distribución de la familia Arecaceae**

Las palmas son especies monocotiledóneas, con tallos por lo general lignificados, que pueden crecer solitarias o agregadas, y presentan varios tipos de hábitos, según su estructura o patrón de crecimiento (arbóreas, arbustivas, acaulescentes o trepadoras). El tallo o caudice de las arecáceas o palmas puede ser grueso o delgado, cilíndrico, simple o ramificado, desarmado o armado con espinas. Las hojas pueden ser terminales, palmeadas o pinnadas, rara vez bipinnadas o simples. El peciolo generalmente se encuentra dilatado en la base, con una vaina que puede ser fibrosa en los márgenes. Son plantas que pueden ser hermafroditas, monoicas o dioicas. Las flores presentan tres sépalos, éstos separados o connados, abiertos o imbricados en botón; en las flores pistiladas usualmente son anchos e imbricados. Los pétalos son tres, separados o connados; en las flores estaminadas los pétalos son valvados o raramente imbricados, en las flores pistiladas son convolutos a imbricados. Presentan 6 estambres, biseriados, posicionados frente a los sépalos y pétalos, rara vez más numerosos, insertados en la base de la corola, con anteras lineales. Los ovarios pueden ser de un lóculo, 2-3 lóculos o raramente de 4-7 lóculos, con un estilo corto o ninguno, con tres estigmas cortos, erectos o recurvados, subulados o raramente alargados. Los óvulos son solitarios y erectos o, a veces, sub horizontales o colgantes. El fruto puede ser seco o drupáceo, sostenido por el perianto persistente. El exocarpo es liso, verrugoso, espinoso o escamoso. Las semillas pueden estar libres o adheridas al endocarpio; el endospermo puede ser córneo o cartilaginoso, por lo general es aceitoso, macizo o hueco (Standley & Steyermark, 1958, pp.196 - 504).

El 75% de las palmas está restringido a los trópicos, siendo un componente importante de los ecosistemas neotropicales, como parte de la vegetación dominante de algunas zonas permanentemente inundadas y márgenes de los ríos, o como especies de dosel en los bosques tropicales (Svenning, J. C., 2001, p. 8). A nivel mundial las palmas también pueden crecer en hábitats abiertos, tales como las praderas de sabana, bosques abiertos y bosques dispersos, capaces de soportar períodos de sequía e incendios ocasionales (Jones, 1995, pp.26 - 28).

Centroamérica es una zona rica en especies de la familia Arecaceae. Según Henderson, alberga 150 especies pertenecientes a 25 géneros, la mayoría del género *Chamaedorea*. Este género tiene dos centros de diversidad, uno ubicado entre México y Guatemala, y otro entre Costa Rica y Panamá (Henderson *et al.*, 1995, p. 344), (Ver Cuadro No. 1). En la “Flora de Guatemala”, para la familia Palmae se reportan 27 géneros y 94 especies (16 endémicas) (Standley & Steyermark, 1958, pp.196-504); y en la Flora Mesoamericana se reportan 40 géneros para la familia Arecaceae para toda la región mesoamericana (Trópicos org., 2013).

**Cuadro No. 1. Número de especies reportadas en Flora de Guatemala (1958) y Guía de Palmas de América para Guatemala (1995).**

| <b>Departamentos</b> | <b>No. Especies Henderson</b> | <b>No. Especies Flora of Guatemala</b> |
|----------------------|-------------------------------|--|
| Huehuetenango        | 12                            | 14                                     |
| Izabal               | 14                            | 19                                     |
| Zacapa               | 5                             | 6                                      |
| San Marcos           | 11                            | 13                                     |
| Progreso             | 4                             | 6                                      |
| Alta Verapaz         | 24                            | 29                                     |
| Quetzaltenango       | 8                             | 11                                     |
| Baja Verapaz         | 7                             | 1                                      |
| Quiché               | 1                             | 3                                      |
| Suchitepéquez        | 1                             | 1                                      |
| Chiquimula           | 0                             | 1                                      |
| Retalhuleu           | 0                             | 3                                      |
| Sololá               | 3                             | 3                                      |
| Escuintla            | 0                             | 0                                      |
| Sacatepéquez         | 2                             | 3                                      |
| Petén                | 14                            | 19                                     |

### 3.1.2. Importancia ecológica y económica

Muchas especies de la familia *Arecaceae* son fuente de alimento para animales como los osos, jabalíes, coyotes, monos, tucanes, loros, aves, peces e insectos, siendo para la mayoría de ellos una parte muy importante dentro de su dieta (Grenha, *et al.*, 2010, pp. 61 – 68, Altrichter, *et al.*, 2002, pp. 687-700). Igualmente desempeñan un papel importante dentro de los ecosistemas al evitar la erosión del suelo (Orozco, 2002, p.11). Las palmas son uno de los componentes distintivos propios de los bosques lluviosos neotropicales, estrechamente dependientes de la heterogeneidad ambiental, la cual determina su distribución y abundancia (Svenning, 2001, pp. 5 - 53).

Morre (1973), en su tratado sobre distribución de los principales grupos de palmas, reconoce la existencia de un patrón en la diversidad de palmas en los neotrópicos, relacionada primariamente con la precipitación y la temperatura, y secundariamente con las condiciones edáficas (Morre, 1973, pp. 27-140). Este patrón concuerda con las observaciones de Gentry (1988), quien reconoce un marcado incremento en el número de las especies de plantas en general en áreas con mayor precipitación, riqueza que alcanza su asíntota entre los 4,000 a 5,000 mm/año (Gentry, 1988, pp. 2-34). Kahn & Granville establecieron que la región de la Amazonía con mayor humedad, es la que posee la mayor riqueza y densidad de palmas (Kahn & Granville, 1992, pp. 266-269). Según Svenning un factor que influye en la distribución de las palmas es la heterogeneidad microambiental, definida por factores como: condiciones del dosel, interacciones co-específicas y mutualistas, parasitismo, tipos de suelo, topografía, intensidad de luz, etc. (Svenning, 2001, p. 95).

Desde un punto de vista económico, muchas especies de palmas son consideradas plantas útiles para el ser humano, tanto a nivel local como a nivel global, tal es el caso de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) y el coco (*Cocos nucifera* L.). La especie trepadora conocida como “palmera *rattan*” (subfamilia *Calamoideae*), es una fuente importante de materia prima para las industrias de muebles y artesanías en Asia y África (Borchsenius F. y Morales R. M., 2006, pp. 412-433). Al igual que el *rattan*, en América el género *Desmoncus* es utilizado para la fabricación de artesanías (distribuyéndose desde México hasta Brasil y Bolivia) (Quiroz, J. *et al.*,

2008, pp. 937-949). Otras especies útiles son *Sabal mauritiiformis* (H. Karst.) Griseb. & H. Wendl., *Sabal mexicana* Mart. y *Sabal yapa* C. Wright ex Becc., en la Península de Yucatán (México), las cuales son empleadas para la elaboración de sombreros, escobas, artesanías y techado de viviendas (Pérez y Rebollar, 2003, pp. 333-334; Johnson, 1999; y Cañizo, 2002, p. 709).

Los géneros *Borassus* L., *Metroxilon* Welwitsch, *Arenga* Labill., *Attalea* Kunth y *Phoenix* L., son géneros importantes al ser fuentes de azúcares y almidones, empleados en la fabricación de vino, y por producir frutos consumidos a nivel local (Borchsenius F. & Morales R. M., 2006, pp. 412 - 433). En el 2009 Chízmar *et al.*, reportan como comestibles las especies de palmas: *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., *Astrocaryum mexicanum* Liebm., *Bactris gasipaes* Kunth y *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés, especies que son consumidas en Centro América por sus frutos y parte del meristemo de las hojas (cogollos); *Attalea cohune* Mart., *Bactris major* Jacq., *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* (Linden & Wendl.) H. Wendl. y *Chamaedorea pinnatifrons* (Jacq.) Oerst., consumidas solo por el meristemo de las hojas, y por último las especies *Chamaedorea tepejilote* Liem. ex Mart., *Euterpe precatoria* Mart., *Manicaria saccifera* Gaertn. *Bactris guineensis* (L.) H. E. Moore, consumidas por la pulpa de sus frutos. (Chízmar *et al.*, 2009, pp 1 - 360).

En el 2001, Fernández y Barillas, realizaron un estudio sobre la flora silvestre utilizada en la construcción de viviendas en el Biotopo San Miguel La Palotada, logrando inventariar 48 especies de las plantas utilizadas para la fabricación de los ranchos, incluidas dos especies de palmas: *Chrysophylla argentea* Bartlett y *Sabal* sp. (Fernández y Barillas, 2001, p. 76).

### **3.1.3. Amenazas que afronta la familia Arecaceae**

Las especies pertenecientes a la familia Arecaceae presentan características que las hacen más vulnerables con relación a otros grupos de plantas. El tallo de las palmas solo tiene un punto de crecimiento, el meristemo terminal, que al dañarse o ser cortado causa la muerte de la planta; en segundo lugar, la mayoría de las palmas habitan bosques densos y requieren, al menos en los estadíos iniciales, de las condiciones de iluminación y humedad que proporciona el bosque. Así,

aunque muchas palmas adultas sobrevivan en potreros y áreas deforestadas, la posibilidad de regeneración es casi nula. Sumado a lo anterior, las palmas tienen en general un crecimiento lento, y muchas de las especies pueden tardar más de 25 años en alcanzar la edad reproductiva. Finalmente, algunas palmas son dioicas, lo que hace que se requiera de un mayor número de plantas adultas para mantener una población estable (Galeano y Bernal, 2009, p. 688).

Henderson *et al.*, 1995, reafirman las graves amenazas que afronta la familia *Arecaceae*, principalmente en América Central, dentro de las cuales se encuentra el cambio del uso del suelo (deforestación y avance de la frontera agrícola), los incendios forestales, la extracción ilegal y comercialización (en particular las palmas del género *Chamaedorea*), y el cambio climático (Henderson *et al.*, 1995, pp. 27 - 28).

#### **3.1.4. Factores que afectan a la familia *Arecaceae***

- El cambio de uso del suelo se refiere al deterioro físico del mismo, que es causado por la erosión hídrica, erosión eólica, degradación química y degradación física, que frecuentemente es causada por las actividades humanas como lo son la deforestación, prácticas agrícolas inadecuadas, extracción de leña, industrialización y urbanización (Klinfebiel y Montgomery, 1961).
- Los incendios forestales generalmente son resultado de prácticas agrícolas no sostenibles e invasiones humanas, siendo la segunda, la amenaza más fuerte dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SIGAP-. El efecto que conllevan los incendios es la transformación de las áreas silvestres en bosques degradados, sabanas y tierras estériles (TNC, 2007, p. 16). Entre los distintos países centroamericanos, se estableció que Guatemala es uno de los países más afectados por incendios forestales, situación que solamente se prevé que aumente, a la luz de los distintos escenarios del cambio climático para Guatemala, en los cuales se proyecta el aumento de la temperatura y la disminución de precipitación. (SIGMA-I, 2010, p. 44).

- Comercialización y extracción ilegal: ciertas prácticas y tradiciones han puesto en peligro a especies de la familia Arecaceae, tal es el caso de la palma estera (*Astrocaryum malybo* H. Karst.), la palma de cera (*Ceroxylon* spp.) y la pacaya (*Chamaedorea tepejilote* Liebm.). Tradicionalmente son las hojas las que se utilizan como adorno en las fiestas de Semana Santa y Navidad, actividad que pone en peligro la supervivencia de dichas especies, y que se ve agravada por la deforestación de los bosques naturales (Galeano y Bernal, 2009, p.688).
- En Guatemala, el Concejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- maneja una lista roja de flora en donde clasifica a *Brahea prominens* L.H. Bailey, *Desmoncus orthacanthos* Mart., *Chamaedorea volcanensis* Hodel & Castillo, *Chamaedorea tuerckheimii* (Dammer) Burret, *Chamaedorea pinnatifrons* (Jacq.) Oerst., y *Chamaedorea casperiana* Klotzsch, como especies de la categoría I, la cual incluye a especies en peligro de extinción, y por ende se prohíbe la libre exportación y comercialización de éstas. Dentro de la categoría II, que incluye especies endémicas, se encuentran *Colpothrinax cookii* Read, *Geonoma membranacea* H. Wendl. ex Spruce, *Chamaedorea pachecoana* Standl. & Steyer. y *Chamaedorea lehmannii* Burret. En la categoría III se encuentran las especies *Sabal guatemalensis* Becc., *Sabal mauritiiformis* (H. Karst.) Griseb. & H. Wendl., *Chamaedorea* spp., *Calamus* spp., especies que podrían estar en peligro de extinción si no se regula su aprovechamiento (CONAP, 2001).
- El cambio climático juega un papel clave en la conservación y la distribución futura de las especies. Viera y Bardosa (2008), realizaron un estudio sobre la influencia del cambio climático en la familia Arecaceae, en el que establecen que la variación de especies de palmas está fuertemente relacionada con el clima, lo que resulta en mayores tasas de diversificación hacia climas cálidos y húmedos. Ante los escenarios de cambio climático, las especies de palmas que se encuentran en las tierras bajas probablemente sean las más vulnerables, lo que conllevaría a la extinción de especies en las tierras bajas a medida que algunas otras especies tienden a avanzar hacia regiones de mayor altura. (Viera S. & Bardosa M., 2008, p. 105). Guatemala, según predicciones climáticas



realizadas por Anderson *et al.* (2008, p. 105) para el año 2020 a consecuencia del cambio climático, presentará un aumento en la temperatura de 5 grados centígrados y la disminución en la cantidad de precipitación de 30 mm, especialmente en el departamento de Petén. (IARNA, 2011) En este sentido, el rango de distribución de muchas de las especies de palmas en este departamento se esperaría que se viera fuertemente reducido o bien que las especies desaparecieran.

## **3.2. Marco Referencial**

### **3.2.1. Estudios de la ecología de Arecaceae a nivel mundial**

En Costa Rica, Barquero y Jiménez (2006) estudiaron las diferencias en la composición de las especies de palmas en fragmentos de bosques con diversos grados de alteración, estableciendo que en términos de riqueza de especies, los bosques primarios íntegros y primarios con algún grado de alteración son igualmente diversos, no obstante, varían respecto a la abundancia de palmas mayores a cinco metros de altura; mientras que el bosque secundario posee menor diversidad y abundancia (Barquero y Jiménez, 2006, pp. 83 - 92).

En 2006, Piedade *et al.* investigaron sobre los agentes dispersores de semillas, como es el caso de los peces que se alimentan de *Astrocaryum jauari* Mart. a orillas del río Negro en Brazil, en donde se realizó un estudio fenológico que llevó diez años, llegando a la conclusión de que la caída de los frutos de la palmera es anual, y está sincronizada con el aumento de los niveles del agua, siendo los frutos comidos por 16 especies de peces que roen la pulpa o fragmentos de semilla, o ingieren la fruta entera, y a la vez actúan como agentes dispersores (Piedade *et al.*, 2006, pp. 1171 - 1178).

Svenning estableció la relación que existe entre la ecología y la diversificación de palmas de los bosques tropicales. Y propone que la heterogeneidad microambiental promueve la coexistencia local de las especies de palmas (Svenning J., 2001, pp.1-53).

### 3.2.2. Ecología de Arecaceae en Guatemala

La historia botánica en Guatemala inició con varias expediciones botánicas. La primera fue realizada por la Real Expedición Botánica a la Nueva España, dirigida por Martín Sessé y José Mociño (1787 y 1803); posteriormente en el siglo XIX muchos naturalistas hicieron colectas con fines comerciales e industriales, dentro de los cuales podemos mencionar a George Ure Skinner (1831 - 1866), Julias von Warscewicz (1834 - 1839), Jean Jules Linden (1838 - 1840), Karl Theodor Hartweg (1839), Herman Wendland (1857 - 1873), Osbert Salvin y F. Ducan Godman (1857 - 1874), Gustav Bernoulli y Richard Cairo (1864 - 1878), Padre Heyde Ernesto Lux (1880), Hans von Tüerckheim (1885 - 1901), John Donnell Smith (1889-1906), y Eduardo y Cecilie Seler (1895 - 1897) (Knapp & Davidse, 2006 pp. 25 - 47, Dix & Dix, 2000, p.61)

A mediados del siglo XX, el Field Museum of Natural History organizó y ejecutó una de las primeras descripciones modernas de la Flora en Latinoamérica, documentada por extensas colecciones de herbario, entre las que está la Flora of Guatemala, realizada por Standley y Steyermark (1947-1977), en donde nombran a la familia Arecaceae como familia Palmae, representada por 94 especies distribuidas en 27 géneros, de las cuales 16 son consideradas especies endémicas (CONAP, 2008, p. 650).

En 1999 Schulze y Whitacre, clasificaron y ordenaron las comunidades de árboles del Parque Nacional Tikal<sup>1</sup>, en el departamento de Petén. Dicho estudio registró nueve especies de palmas, entre las que destacan: *Bactris major* Jacq., *Chamaedorea pacaya* Oerst., *Chamaedorea* sp., *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans, *Gaussia maya* (O.F. Cook) H.J. Quero R., *Orbignya cohune* (Mart.) Dahlgren ex Standl. y *Sabal mauritiiformis* (H. Karst.) Griseb. y H. Wendl. (Schulze & Whitacre, 1999, p. 41).

En 2002, Orozco realizó un estudio sobre las comunidades de palmas (familia Arecaceae) silvestres en la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal. En este estudio se

---

<sup>1</sup> El Parque Nacional Tikal se encuentra ubicado al sur del Biotopo Naachtún dos Lagunas y al norte del Biotopo Cerro Cahuí, por lo que se mantiene cierto grado de similitud entre estas dos áreas.

relacionó la diversidad y abundancia de palmas con factores ambientales como la precipitación, altitud, topografía, textura del suelo, cobertura del dosel, humedad del suelo y pH. Se llegó a la conclusión de que la variable que determinó significativamente la distribución de las palmas fue la altitud (Orozco, 2002, pp. 1-71).

En el 2005, Ixcot *et al.*, reportan la presencia de 220 especies de plantas en los Biotopos San Miguel la Palotada el Zotz y Naachtún Dos Lagunas, en Petén. Se incluyen seis especies de la familia Arecaceae, siendo estas: *Chamaedorea elegans* Mart., *Chamaedorea oblongata* Mart., *Chamaedorea ernesti-angustii* H. Wendl., *Cryosophila stauracantha* (Heynh) R. Evans, *Desmoncus orthacanthos* Mart. y *Sabal sp.* En este mismo estudio, se comparó la riqueza de especies de flora y fauna encontradas en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas y el biotopo protegido el Zotz – San Miguel la Palotada, reportándose que el Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas fue el biotopo que presentó mayor diversidad (Ixcot *et al.*, 2005, pp. 2-19).

En 2001 Pérez *et al.*, realizaron la caracterización ecológica del Cerro Cahuí, encontrando diferencias en la estructura y composición vegetal, identificando las zonas planas como las áreas más diversas, seguidas por las laderas y los terrenos mixtos (Pérez *et al.*, 2001, p.118)

### **3.3. Marco Contextual**

El Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tiene bajo su administración siete unidades de conservación. Entre estas áreas se encuentran los biotopos protegidos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahuí, los cuales están ubicados en la región norte de la Biósfera Maya (CECON, 2011).

#### **3.3.1. Biotopo Naachtún Dos Lagunas**

Se ubica al noreste del departamento de Petén, colinda al norte con la frontera de México y al este con Belice, sobre la plataforma de Yucatán, con una topografía kárstica caracterizada por columnas empinadas, redondeadas y depresiones. Existen tres lagunas y tres aguadas y el río principal es el río Azul formando parte de la reserva de la Biósfera Maya, según Decreto Ley 4-89 (CECON, 2009, p. 99).

El Biotopo Naachtún Dos Lagunas abarca 45,900 ha., de las cuales el 70% son humedales. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el biotopo pertenece a la zona de vida bosque húmedo-subtropical cálido, entre una altitud de 200 a 400 msnm y precipitación de 1,160 a 1,700 mm/año. El biotopo se encuentra dividido en dos grandes formaciones vegetales: bosques bajos con suelos inundables y bosques altos con suelos bien drenados. (Holdrige, 1947, pp. 367-368, Ixcot *et al.*, 2005, pp.2-19).

Entre las especies de fauna reportadas para el Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas se encuentran la tortuga blanca, el pavo ocelado, el tigrillo, el mono aullador, monos araña, cocodrilos, pescados blancos, tapires y jaguares (CECON, 2011). Asimismo, se ha reportado la presencia de diversas especies de plantas, tales como: *Pouteria reticulata* (Engl.) Eyma, *Brosimum alicastrum* Sw., *Trichilia minutiflora* Standl., *Manilkara zapota* (L.) van Royen, *Talisia olivaeformis* (K.) Radlk., *Metopium brownei* (Jack.) Urban, *Haematoxylon campechianum* L., *Coccoloba reflexiflora* Standl., *Terminalia amazonia* (J.F.Gmelin) Exell, *Croton* aff. *Niveus* Jack, *Callophyllum brasiliense* Camb., *Pseudolmedia spuria* (Sw.) Griseb., *Pouteria campechiana* (K.) Baehni, *Aspidosperma megalocarpon* Muell., *Bursera simarouba* (L.) Sarg., *Lonchocarpus castilloi* Standl., *Cordia alliodora* (Ruiz et Pavón) Oken, *Zuelania guidonia* (Sw.) Britton et Millsp., *Cedrela odorata* L. (Ixcot *et al.* 2005, pp. 2-19).

Este biotopo en la actualidad afronta una serie de problemáticas, entre las que destaca la falta de certeza espacial y jurídica de las tierras que abarca el biotopo, lo cual no permite tener límites claros de control, vigilancia y manejo de los recursos. Otro problema es la falta de mecanismos que oferten los bienes y servicios del biotopo, sobre todo a segmentos turísticos de bajo impacto y alto poder adquisitivo, la falta de control y vigilancia de la zona fronteriza, que corresponde al área protegida, para evitar la extracción ilegal de recursos, y la falta de recursos financieros para realizar inversión en el manejo del área, principalmente en infraestructura para atención a visitantes (CECON, 2009, p. 99).

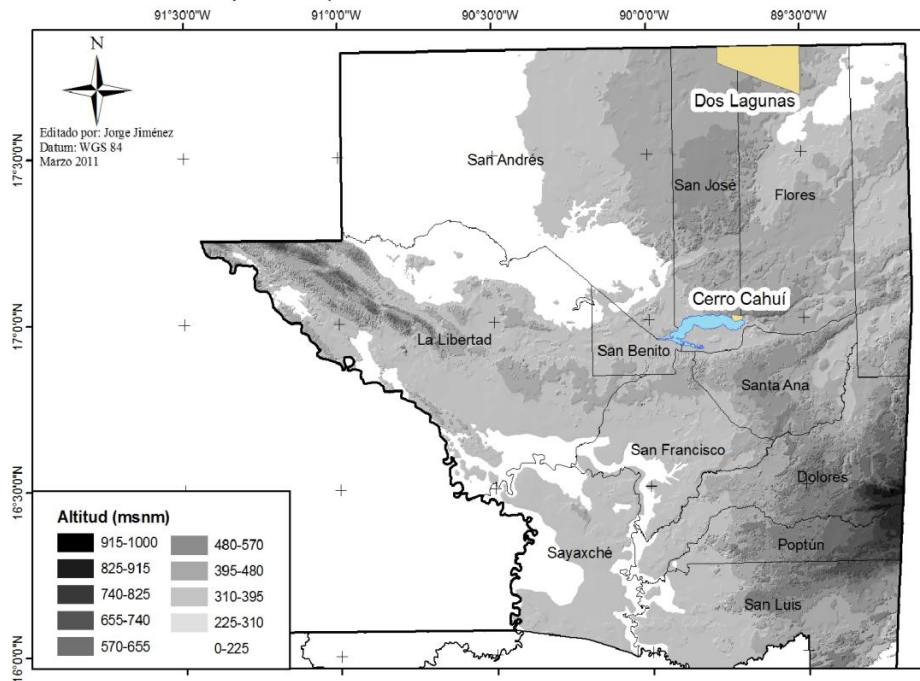
### 3.3.2. Biotopo Protegido Cerro Cahuí

Este biotopo se localiza en Petén y abarca jurisdicciones de los municipios Flores y San José, entre las aldeas El Remate y Jobompiche (ver figura No. 1). Su extensión es de 700 hectáreas. Fisiográficamente se sitúa en la región del Cinturón Plegado del Lacandón y durante la temporada de lluvias se forman cuatro aguadas en la parte baja del cerro. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge es un bosque húmedo subtropical, con temperatura media de 29.3°C y con índices de precipitación pluvial entre 1,416 y 1,600 mm/año. La altitud oscila entre 100 y 360 metros sobre el nivel del mar (CECON, 2011).

Entre la vegetación terrestre presente en el Cerro Cahuí se encuentra: *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk., *Cedrela mexicana* M. Roem., *Orbignya cohune* (Mart.) Dahlgren ex Standl., *Swietenia macrophylla* King, *Brosimum alicastrum* Sw., *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, *Cryosophila argentea* Bartlett, *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., *Scleria* sp. y *Piscidia* sp. Entre las especies de vegetación acuática presente en el biotopo se encuentran: *Typha domingensis* Pers., *Cladium jamaicense* Crantz, *Vallisneria americana* Michx., *Potamogeton illinoensis* Morong, *Najas wrightiana* A. Braun y *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (Pérez *et al*, 2001, pp. 57-61, CECON, 2009, p. 99).

A pesar de que es un área protegida pequeña, el Cerro Cahuí es de suma importancia por encontrarse en la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biosfera Maya, y guardar una fuerte vinculación geográfica con el Parque Nacional Tikal y el Biotopo El Zotz (CECON, 2011) (ver figura No. 1).

Entre la problemática que afecta a este biotopo en la actualidad se encuentra la falta de disponibilidad financiera para realizar inversión en el manejo, el aumento de la presión social sobre los recursos del biotopo (agricultura, ganadería, hotelería y áreas urbanas), razón por la cual el Biotopo se está volviendo un área aislada, lo que provoca la disminución de su importancia biológica para la conservación (CECON, 2009, p. 99).



**Figura No. 1** Mapa de ubicación de los Biotopos Protegidos Naachtún Dos Lagunas y el Cerro Cahuí

## 4. JUSTIFICACIÓN

Las especies de la familia Arecaceae juegan un papel ecológico muy importante dentro de los bosques tropicales, sirviendo de fuente de alimento a diversas especies de fauna (loros, aves, insectos, roedores, coches de monte, etc.), refugio para especies de flora (helechos, musgos, hepáticas, etc.), y la protección de suelos. (Grenha, *et al.*, 2010, pp. 61-68, Altrichter, *et al.*, 2002, pp. 687-700, Orozco, 2002, pp. 1-71).

A nivel mundial constituyen uno de los grupos de plantas económicamente más importantes, superado por las gramíneas, debido a que son fuente de ingresos económicos para pobladores de los bosques tropicales, en donde son utilizadas como material de construcción, fuente de medicina, alimento, aceite, fibras, miel, vino, y algunas especies son de importancia cultural en ciertas regiones de América (Balslev, *et al.*, 2008, pp. 121-132, Campos & Ehringhaus, 2003, pp. 324-344, Johnson D.V., 1999, Fernández & Barillas, 2001 pp. 66-68, Monroy & Monroy, 2004, pp. 77-95). En Guatemala se han reportado 94 especies de palmas, 16 de las cuales son endémicas. De estas últimas, 14 especies se encuentran en el Listado de Especies Amenazadas de Guatemala del CONAP (Standley & Steyermark, 1958, pp. 196-504, CONAP, 2001).

Actualmente la familia Arecaceae se ve amenazada principalmente por varios factores, entre ellos la sobreexplotación y comercialización ilegal, el avance de la frontera agrícola y ganadera, los incendios forestales, el crecimiento descontrolado de las zonas urbanas y la desaparición de distintas áreas de bosques húmedos del Petén (Véliz, 2008, pp.262-264 CONAP, 2010 - 2014 Manohara, *et al.*, 2010, pp. 3655-3666, Castañeda, 2008, pp. 181-229).

El Instituto Nacional de Bosques (INAB) publicó en el 2004, que el 39.9% del territorio nacional estaba cubierto por bosques, los cuales se distribuyen principalmente en el norte del país. Asimismo señaló que el 54.6% del área boscosa se encontraba dentro de un área protegida. Estos datos refuerzan la importancia de proteger y realizar estudios en las áreas protegidas y especialmente en el departamento de Petén (INAB, 2004, pp. 1-40). Por otro lado, este departamento reporta la mayor pérdida de cobertura de bosques. INAB determinó que

anualmente entre los años 2001 y 2006, Petén presentó un cambio de cobertura forestal de 39,168 ha. por año, lo que corresponde a una tasa de deforestación de 1.79% anual (Castellanos E. *et al.*, 2011, p. 99). Esto fragmenta y aísla las áreas protegidas, y pone en riesgo la integridad de muchas áreas protegidas, hecho que se ve evidenciado por la disminución de la riqueza de especies sensibles o indicadoras, tales como algunas especies de palmas que son sensibles a variaciones en el micro hábitat (CECON, 2009, p. 99).

La Universidad de San Carlos de Guatemala tiene bajo su administración y protección cuatro Biotopos en el departamento del Petén. Uno de ellos es el biotopo protegido Cerro Cahuí, el cual se encuentra a orillas del Lago Petén Itzá y otro es el biotopo Naachtún Dos Lagunas, el cual está ubicado al norte de Petén, con un 5% del total de su territorio con áreas inundables (Ixcot, *et al.*, 2005, p. 19). Estas son dos áreas que pueden aportar mucha información con relación a la riqueza de la familia Arecaceae y sobre la influencia de algunas variables topográficas y del bosque en la distribución de las palmas.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo General**

Conocer la diversidad de especies de la familia Arecaceae en los biotopos protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, departamento de Petén.

### **5.2. Objetivos Específicos**

Determinar la riqueza, composición y abundancia de la familia Arecaceae en los biotopos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, departamento de Petén.

Identificar las variables estructurales del terreno y de la vegetación que estén asociadas a la distribución de la familia Arecaceae en los biotopos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas.

## **6. HIPOTESIS**

La diversidad de especies de la familia Arecaceae en los biotopos protegidos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahuí se encuentra asociada a variaciones de altitud, cobertura del dosel, pendiente y diámetro a la altura del pecho.

## 7. MATERIALES Y METODOS

### 7.1. Universo

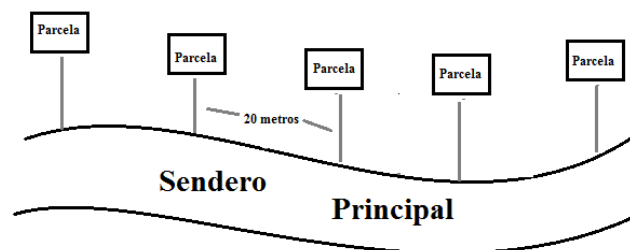
**Población:** Especies de la familia Arecaceae presentes en los biotopos protegidos Cerro Cahú y Naachtún Dos Lagunas, departamento de Petén.

**Muestra:**

La muestra correspondió a todos los individuos de la familia Arecaceae presentes en las parcelas levantadas en los biotopos protegidos Cerro Cahú y Naachtún Dos Lagunas, departamento de Petén.

Se levantaron 10 parcelas para cada biotopo las cuales se ubicaron de forma preferencial (según la accesibilidad del terreno) (Matteucci & Colma, 1982, p. 159) paralelamente al sendero y con una separación aproximada de 20 metros entre cada una de las parcelas (Ver Figura No 2). Con base en la metodología empleada en estudios previos sobre la diversidad de especies de la familia Arecaceae, se seleccionó como área de muestreo adecuada 400 metros cuadrados, en parcelas de 20x20 mts (Schulze y Whitacre, 1999, p. 41; Orozco, 2002, p. 18).

Para enriquecer el inventario de la flora de los biotopos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahú se realizaron recorridos *ad libitum* durante las visitas de campo. Estos consistieron en caminatas por toda el área de estudio en los que se colectaron muestras de las palmas que estuvieran en floración y/o fructificación. Se utilizaron tijeras podadoras de mango largo para facilitar el alcance de las flores, fruto u hojas.



**Figura No. 2 Disposición de las parcelas para el muestreo de especies de Arecaceae en el área de estudio**  
Fuente: Elaboración propia

## **7.2. Materiales**

### **Equipo de campo**

- Brújula magnética
- GPS
- Lazo largo
- Cinta diamétrica
- Densiómetro
- Bolsas plásticas
- Tijeras para podar
- Libreta de campo
- Lápiz
- Boletas de campo
- Masking tape
- Marcador permanente
- Machete
- Bastón podador
- Prensa botánica

### **Papelería, equipo de oficina:**

- Computadora
- Impresora
- Papel

### **Equipo de Herbario:**

- Secadora
- Estereoscopio
- Equipo de disección
- Field Guide to the Palms of the Americas (Henderson, 1995)

### **7.3. Metodología**

#### **7.3.1. Técnicas de colecta para la familia Arecaceae**

Con el objeto de determinar la composición, riqueza y abundancia de la familia Arecaceae en los biotopos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, se levantaron parcelas de 20 x 20 metros (400 metros cuadrados), ubicadas de forma preferencial (considerando la accesibilidad del terreno).

Se tomaron las coordenadas de cada cuadrante por parcela y se colectaron muestras de los especímenes presentes de la familia Arecaceae (para fines de colecta botánica, especialmente aquellos que se encontraban en floración o fructificación).

En cada una de las parcelas se registró una serie de factores, entre ellos: altitud (con ayuda del sistema de posicionamiento Global -GPS-), cobertura del dosel (por medio de un densiómetro) (Svenning, 2001, p. 53), pendiente y orientación (utilizando una brújula). Además se tomó el diámetro a la altura del pecho de todos los árboles mayores de 10 cm de diámetro y la abundancia de los árboles con diámetro mayor a 10 cm a la altura del pecho (Matteucci & Colma, 1982, p. 168).

Para facilitar la determinación de las especies en el campo, se registró información relacionada con hábito, coloración de los tallos, presencia de espinas en los tallos, presencia de raíces en la base y si eran gregarias o solitarias, entre otras características.

Los especímenes colectados fueron herborizados, determinados y depositados en el Herbario USCG- CECON. La determinación botánica fue realizada con la ayuda de la clave taxonómica de la Guía de Palmas de América de Henderson *et al.* (1995, pp. 25-352).

Para determinar la diversidad y abundancia de especies de arecáceas, en una de las parcelas, se evaluó el esfuerzo de colecta y la acumulación de especies, empleando el estimador CHAO 1 propuesta por Soberón y Jones (1993) (Villarreal H., 2006, p. 336 y Soberón J. & Jones L., 1993, p. 488). Para esto se empleó el programa Spacc y PCord5 (McCune, B. and M. J. Mefford, 1999).

La diversidad de especies reportadas en cada uno de los biotopos se estandarizó con el índice de diversidad de Shannon-Winner, lo que nos permitió conocer la diversidad de cada parcela y por consiguiente la de cada biotopo (Orozco, 2002, p.71). Asimismo se determinaron las especies compartidas entre ambos biotopos con ayuda del índice cuantitativo de Jaccard (Campos & Ehringhaus, 2003, pp. 324-344).

Además se realizó un análisis de correspondencia rectificado (Ixcot *et al.*, 2005, p. 19), y por último se realizó la prueba de correlación de Pearson. Estos datos ayudaron a determinar si existe o no una correlación entre las variables dependientes e independientes.

## **7.4. Métodos**

### **7.4.1. Variables Independientes**

Las variables independientes fueron cada una de las características edáficas, climáticas, topográficas, y ecológicas, propias de los dos biotopos en los cuales se realizó el estudio de la diversidad y abundancia de la familia Arecaceae. Estas variables se registraron y consideraron como co-variables (variable secundaria que puede afectar a la relación entre las variables independientes).

### **7.4.2. Co- Variables**

Las distintas co-variables registradas en cada una de las parcelas en el campo fueron:

#### **7.4.2.1. Variables estructurales del terreno**

**Altitud:** Se obtuvo con ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global –GPS- (Svenning, 2001, p. 53).

**Pendiente y orientación:** La pendiente se midió con una cinta métrica y un clinómetro, midiendo la distancia y el ángulo desde un punto A hacia un punto B (regularmente de 10m). La orientación se midió con una brújula.

#### **7.4.2.2. Variables estructurales de la vegetación**

**Cobertura del dosel (densidad de copas):** Ésta se obtuvo con ayuda de un densiómetro, aparato que contiene un espejo esférico cuadrado. El porcentaje de cobertura se estimó en el centro de cada parcela, contando los cuadros del espejo del densiómetro que no reflejaron la luz proveniente del dosel. Este procedimiento se repitió en dirección a los cuatro puntos cardinales en cada parcela. Los datos de cada parcela se promediaron, obteniendo así el porcentaje de cobertura. (Svenning, 2001, p. 53) (ver gráfica No. 14 y 15).

**Densidad arbórea (diámetro a la altura del pecho -DAP y abundancia):** El DAP se midió a los árboles con DAP mayor de 10 cm, que se encontraban dentro de cada parcela. Con el DAP se calculó el área basal de cada árbol. Para ello se multiplicó su DAP por  $\pi$  (3.1416) obteniendo el perímetro, y el resultado se elevó al cuadrado y dividió por el diámetro (12.56). Después se sumaron todas las áreas basales de cada parcela. Para obtener el área basal total por metro cuadrado se dividió por 10,000 (Matteucci & Colma, 1982, p. 68), (ver gráficas No. 7 y 8 )

#### **7.4.2.3. Variables dependientes**

Como variables dependientes se tomaron la riqueza y la composición de la familia Arecaceae, entendidas éstas como el número de especies diferentes en cada uno de los sitios o parcelas de colecta. (Svenning, 2001, p. 53)

## 7.5. Análisis estadístico

Se evaluó el esfuerzo de colecta, con base en una curva de acumulación de especies, la cual estimó el número total de especies utilizando un método no paramétrico como CHAO 1. (Villarreal H., 2006, p. 336 y Soberon J. y Jones L., 1993, pp. 480-488).

La diversidad de especies registradas para cada uno de los biotopos se estandarizó con el índice de diversidad de Shannon-Winner (índice de equidad). Además se empleó el índice de Simpson, con el que se determinó la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra, fueran de la misma especie, lo que está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Orozco, 2002, p. 29, Moreno C.E., 2001, p 41.)

Se determinó cuáles son las especies compartidas entre ambos biotopos con ayuda del índice cualitativo de Jaccard. (Campos & Ehringhaus, 2003, pp. 324-344)

Se realizó un Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA) para agrupar las parcelas conforme las semejanzas de las variables estudiadas, determinando así la relación que existe entre las parcelas. (Ixcot *et al.*, 2005, p. 19)

Posteriormente se determinó cuál es el tipo de relación existente entre las variables cuantitativas por medio de las pruebas de Pearson. (Pavón, *et al.*, 2006, pp. 57-61)

Se elaboraron mapas de distribución potencial de especies de areáceas de importancia ecológica, lo cual se realizó mediante la combinación de datos de colecta (distribución) de los herbarios USCG, BIGU, AGUAT y UVG y algunas variables como temperatura y precipitación, utilizando el programa de MAXENT (Beck, S. G. *et al.*, 2007, p.13). Estos mapas muestran por medio de cuadrículas de diferentes colores las probabilidades de distribución de las especies de palmas. Las cuadrículas de colores cálidos muestran la probabilidad de encontrar la especie estudiada en una determinada zona y las cuadrículas de colores fríos las zonas en donde la probabilidad de encontrar las especies es nula, ya que las variables climáticas y topográficas no son las apropiadas para la distribución de las especies estudiadas.



## 8. RESULTADOS

### 8.1. Diversidad de especies de la familia Arecaceae en los biotopos protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, departamento de Petén

En el cuadro No. 2 se presentan las variables del terreno que fueron tomadas en las 10 parcelas levantadas en el biotopo protegido Cerro Cahuí, paralelas al sendero los Escobos, que tiene una longitud de 6.025 km.

**Cuadro No. 2. Variables del terreno de las parcelas para el muestreo de Arecaceae en el biotopo protegido Cerro Cahuí**

| <b>Parcelas</b> | <b>Altitud (msnm)</b> | <b>Pendiente</b> | <b>Orientación de la pendiente</b> |
|-----------------|-----------------------|------------------|------------------------------------|
| <b>Cahu1</b>    | 240                   | 2°               | 295°                               |
| <b>Cahu2</b>    | 260                   | 3°               | 115°                               |
| <b>Cahu3</b>    | 280                   | 9°               | 90°                                |
| <b>Cahu4</b>    | 310                   | 14°              | 65°                                |
| <b>Cahu5</b>    | 320                   | 3°               | 100°                               |
| <b>Cahu6</b>    | 320                   | 23°              | 145°                               |
| <b>Cahu7</b>    | 360                   | 18°              | 110°                               |
| <b>Cahu8</b>    | 400                   | 4°               | 65°                                |
| <b>Cahu9</b>    | 420                   | 4°               | 290°                               |
| <b>Cahu10</b>   | 310                   | 6°               | 88°                                |

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro No. 3 se presentan las variables del terreno de las parcelas levantadas en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas. Estas fueron trazadas a la orilla del camino de terracería o en medio del bosque ya que este biotopo carece de senderos establecidos. A lo largo del recorrido se observó que la formación vegetal fue de tipo “bosque alto”. Los guardarecursos informaron al finalizar la coleta que el área donde se levantaron las parcelas 6, 7 y 8, fue hace 20 años una zona de campamentos chicleros en donde existía una pista de aterrizaje, hecho que puede afectar la diversidad de especies de *Arecaceae*.

**Cuadro No. 3. Variables del terreno de las parcelas para el muestreo de *Arecaceae* en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas**

| <b>Parcelas</b> | <b>Altitud (msnm)</b> | <b>Pendiente</b> | <b>Orientación de la pendiente</b> |
|-----------------|-----------------------|------------------|------------------------------------|
| <b>Lagu1</b>    | 250                   | 0°               | 20°                                |
| <b>Lagu2</b>    | 325                   | 0°               | 330°                               |
| <b>Lagu3</b>    | 275                   | 0°               | 360°                               |
| <b>Lagu4</b>    | 300                   | 0°               | 30°                                |
| <b>Lagu5</b>    | 325                   | 15°              | 75°                                |
| <b>Lagu6</b>    | 220                   | 0°               | 180°                               |
| <b>Lagu7</b>    | 250                   | 16°              | 140°                               |
| <b>Lagu8</b>    | 230                   | 0°               | 165°                               |
| <b>Lagu9</b>    | 255                   | 6°               | 55°                                |
| <b>Lagu10</b>   | 270                   | 0°               | 130°                               |

Fuente: Elaboración propia

### 8.1.1. Riqueza y composición de la familia Arecaceae en los biotopos protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas

Se contabilizó un total de 1,204 individuos pertenecientes a la familia Arecaceae y se colectaron 25 especímenes pertenecientes a 12 especies. En el caso del biotopo protegido Cerro Cahuí, cinco especies fueron colectadas dentro de las parcelas de muestreo y cuatro fuera de las parcelas. En el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas se colectaron seis especies de palmas dentro de las parcelas y cuatro fuera de las mismas. En el Cuadro No. 4 se enlistan las especies encontradas en cada biotopo.

**Cuadro No. 4 Especies presentes en los Biotopos Protegidos Naachtún Dos Lagunas (Lagu) y el Cerro Cahuí (Cahu)**

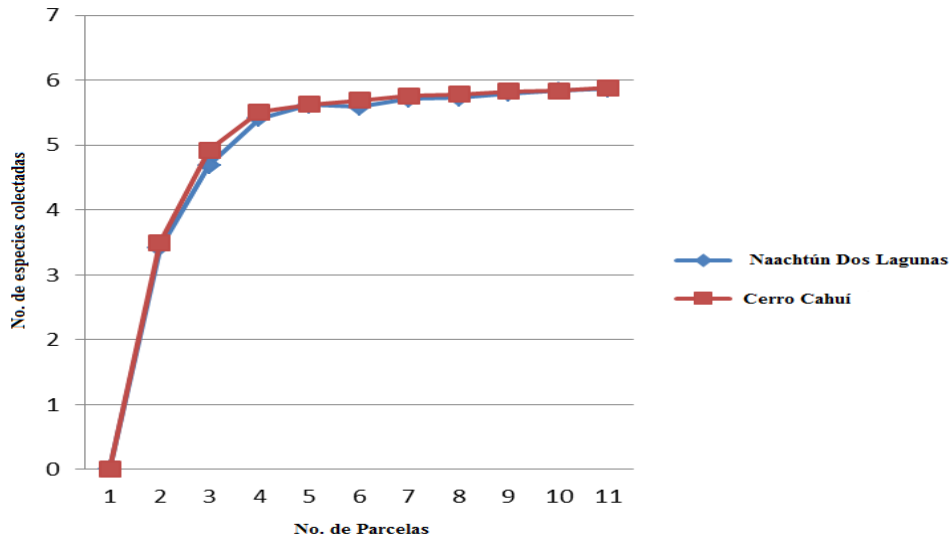
| No. | Especie   | Nombre Común | Dentro de Parcelas |      | Fuera de Parcelas |      |
|-----|---|--------------|--------------------|------|-------------------|------|
|     |   |              | Cahu               | Lagu | Cahu              | Lagu |
| 1   | <i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans | escobo       | X                  | X    |                   |      |
| 2   | <i>Sabal mexicana</i> Mart.                       | guano        | X                  | X    |                   |      |
| 3   | <i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.               | bayal        | X                  | X    |                   |      |
| 4   | <i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.                | xate Jade    | X                  | X    |                   |      |
| 5   | <i>Gaussia maya</i> (O.F. Cook) H.J. Quero R.     | ternera      |                    | X    |                   |      |
| 6   | <i>Chamaedorea sp.</i>                            | pata de vaca |                    | X    | X                 |      |
| 7   | <i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret               | cambray      | X                  |      | X                 | X    |
| 8   | <i>Chamaedorea elegans</i> Mart.                  | xate hembra  | X                  |      |                   |      |
| 9   | <i>Attalea cohune</i> Mart.                       | corozo       |                    |      |                   | X    |
| 10  | <i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm. ex Mart      | pacaya       |                    |      | X                 | X    |
| 11  | <i>Brahea edulcis</i> (Heynh.) R. J. Evans        | palma real   |                    |      | X                 |      |
| 12  | <i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm. ex Mart.      | cocoyol      |                    |      |                   | X    |

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro No. 4 se observa que la especie de palma conocida como xate hembra (*Chamaedorea elegans* Mart.) se encontró solamente en el biotopo protegido Cerro Cahuí, mientras que el cocoyol (*Astrocaryum mexicanum* Liebm. ex Mart.) solamente en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas.

Con relación a las especies colectadas dentro y fuera de las parcelas en los dos biotopos, ocho especies fueron encontradas exclusivamente dentro de las parcelas. Estas especies son *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans, *Sabal mexicana* Mart., *Desmoncus orthacanthos* Mart., *Chamaedorea seifrizii* Burret, *Gaussia maya* (O.F. Cook) H.J. Quero R., *Chamaedorea elegans* Mart., *Chamaedorea* sp. y *Chamaedorea oblongata* Mart. Las siguientes cuatro especies fueron encontradas exclusivamente fuera de las parcelas: *Astrocaryum mexicanum* Liebm. ex Mart., *Attalea cohune* Mart., *Brahea edulcis* (Heynh.) R.J. Evans y *Chamaedorea tepejilote* Liebm. ex Mart. (ver cuadro No. 4)

Tomando en cuenta el número de especies determinadas y el esfuerzo de colecta llevado a cabo durante la fase de campo, se realizó una curva de acumulación de especies (ver gráfica No 1). Esto permitió estimar el número total de especies esperadas para la familia Arecaceae por cada biotopo, según el estimador de Jackknife de segundo orden (PCord 5, 2009). En la gráfica No. 1, el eje X representa el número de parcelas, y el eje Y las especies colectadas, por lo que se observa que el esfuerzo de colecta en ambos biotopos fue similar, y que el equilibrio de la curva se encontró en seis especies.



Gráfica No. 1 Curva de acumulación de especies de los biotopos protegidos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahuí realizado con el programa Pcord Versión 5, 2009  
Fuente: Elaboración propia

### 8.1.2. Distribución y abundancia de la familia Arecaceae en los biotopos protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas

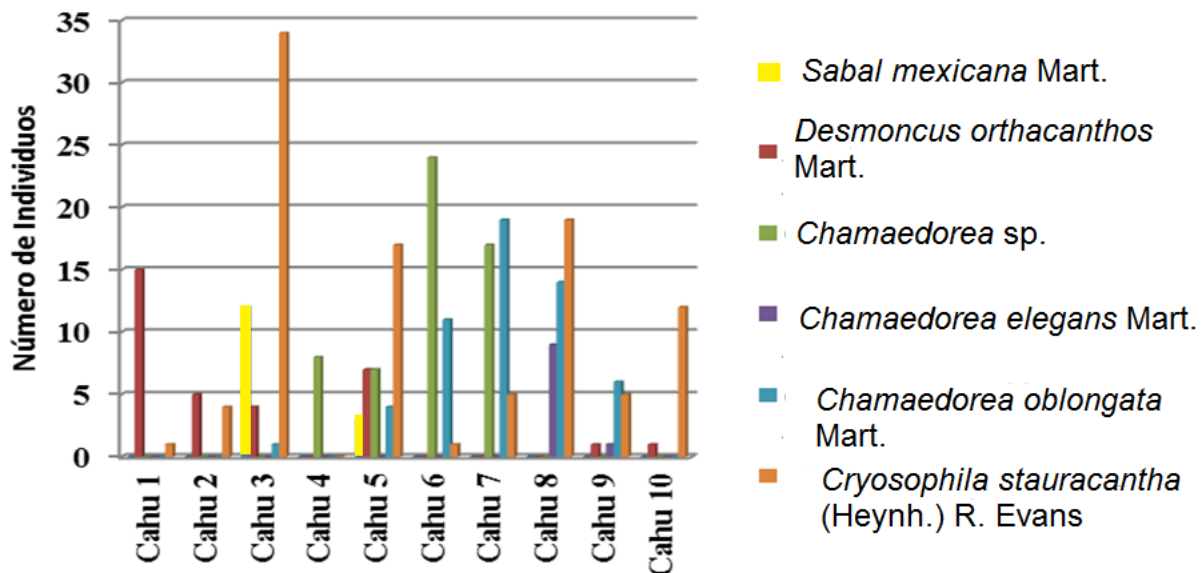
En las parcelas del biotopo protegido Cerro Cahuí se registraron 215 individuos de la familia Arecaceae, de los cuales 98 pertenecen a la especie *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans, seguida por *Chamaedorea oblongata* Mart con 55 individuos, *Desmoncus orthacanthos* Mart. con 33 individuos, *Sabal mexicana* Mart. con 15 individuos, *Chamaedorea elegans* Mart. con 10 individuos, y *Chamaedorea seifrizii* Burret con 4 individuos (ver Cuadro No. 5).

**Cuadro No. 5 Número de individuos por parcela, contabilizados en el biotopo protegido Cerro Cahuí.**

| Nombres científicos<br>de<br>familia Arecaceae    | Parcelas |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
|---|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|
|   | Cahu 1   | Cahu 2 | Cahu 3 | Cahu 4 | Cahu 5 | Cahu 6 | Cahu 7 | Cahu 8 | Cahu 9 | Cahu 10 | Total |
| <i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans | 1        | 4      | 34     | 0      | 17     | 1      | 5      | 19     | 5      | 12      | 98    |
| <i>Sabal mexicana</i> Mart.                       | 0        | 0      | 12     | 0      | 3      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 15    |
| <i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.               | 15       | 5      | 4      | 0      | 7      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1       | 33    |
| <i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.                | 0        | 0      | 1      | 0      | 4      | 11     | 19     | 14     | 6      | 0       | 55    |
| <i>Chamaedorea elegans</i> Mart.                  | 0        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 9      | 1      | 0       | 10    |
| <i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret               | 0        | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0       | 4     |

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica No. 2 se pueden observar las abundancias por parcela de las especies encontradas en el biotopo Cerro Cahuí, en donde *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans es la especie con mayor presencia y mayor número de individuos dentro de las parcelas. Fue seguida por la especie *Chamaedorea oblongata* Mart. Por lo contrario, las especies *Chamaedorea seifrizii* Burret y *Chamaedorea elegans* Mart. tuvieron poca presencia dentro de las parcelas levantadas.



**Gráfica No. 2 Distribución y abundancia de palmas por parcela en el biotopo protegido Cerro Cahuí (Cahu).**

Fuente: Elaboración propia

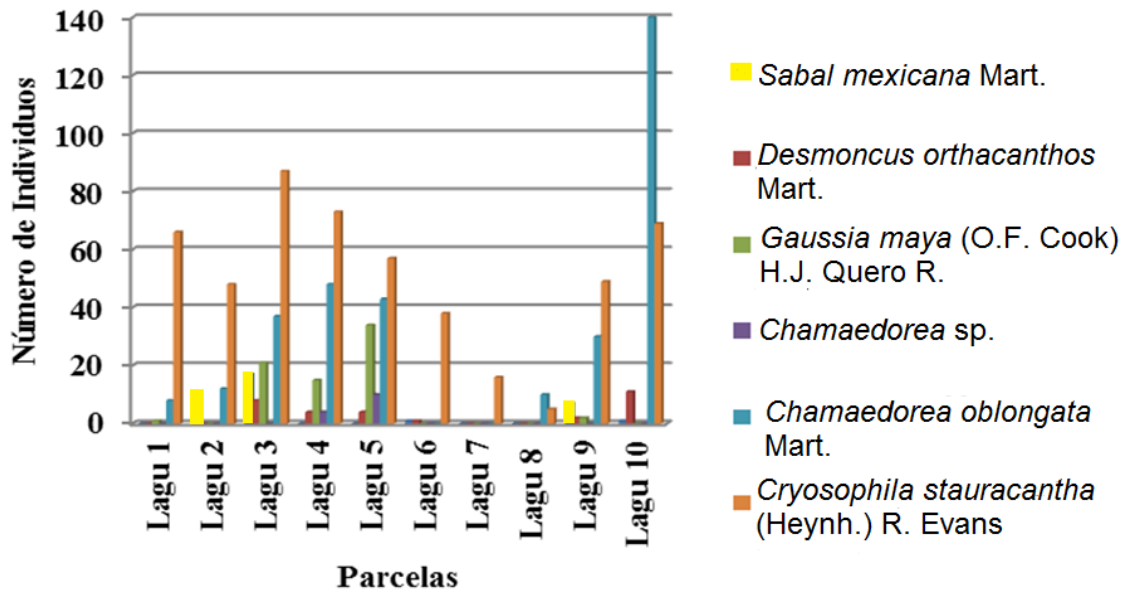
En el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas se contabilizó un total de 989 individuos de la familia Arecaceae, de las cuales 508 pertenecen a la especie *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans siendo la más abundante, 328 a *Chamaedorea oblongata* Mart., 73 a *Gaussia maya* (O.F. Cook) H.J. Quero R., 36 a la especie *Sabal mexicana* Mart., 30 a *Desmoncus orthacanthos* Mart. y 14 a *Chamaedorea* sp. (ver cuadro No. 6). También se observó que las especies menos abundantes fueron *Chamaedorea* sp. y *Desmoncus orthacanthos* Mart. (ver cuadro No. 6).

**Cuadro No. 6. Número de individuos por parcela contabilizados en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas**

| Nombres científicos de familia<br>Arecacea        | Parcelas |        |        |        |        |        |        |        |        |         | Total |
|---|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|
|   | Lagu 1   | Lagu 2 | Lagu 3 | Lagu 4 | Lagu 5 | Lagu 6 | Lagu 7 | Lagu 8 | Lagu 9 | Lagu 10 |       |
| <i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans | 66       | 48     | 87     | 73     | 57     | 38     | 16     | 5      | 49     | 69      | 508   |
| <i>Sabal mexicana</i> Mart.                       | 0        | 10     | 17     | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 7      | 1       | 36    |
| <i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.               | 0        | 0      | 8      | 4      | 4      | 1      | 0      | 0      | 2      | 11      | 30    |
| <i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.                | 8        | 12     | 37     | 48     | 43     | 0      | 0      | 10     | 30     | 140     | 328   |
| <i>Gaussia maya</i> (O.F. Cook) H.J. Quero R.     | 1        | 0      | 21     | 15     | 34     | 0      | 0      | 0      | 2      | 0       | 73    |
| <i>Chamaedorea</i> sp.                            | 0        | 0      | 0      | 4      | 10     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 14    |

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica No. 3 se observa la abundancia de las especies *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans, *Gaussia maya* (O.F. Cook) H.J. Quero R. y *Chamaedorea oblongata* Mart. en las parcelas 3, 4 y 5. En las parcelas 6 y 7 solamente se encontraron la especie *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans y en la parcela 8, las especies *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans, *Chamaedorea oblongata* Mart. y *Chamaedorea elegans* Mart. Las especies que presentaron menor frecuencia fueron *Chamaedorea* sp., *Desmoncus orthacanthos* Mart. y *Sabal mexicana* Mart.

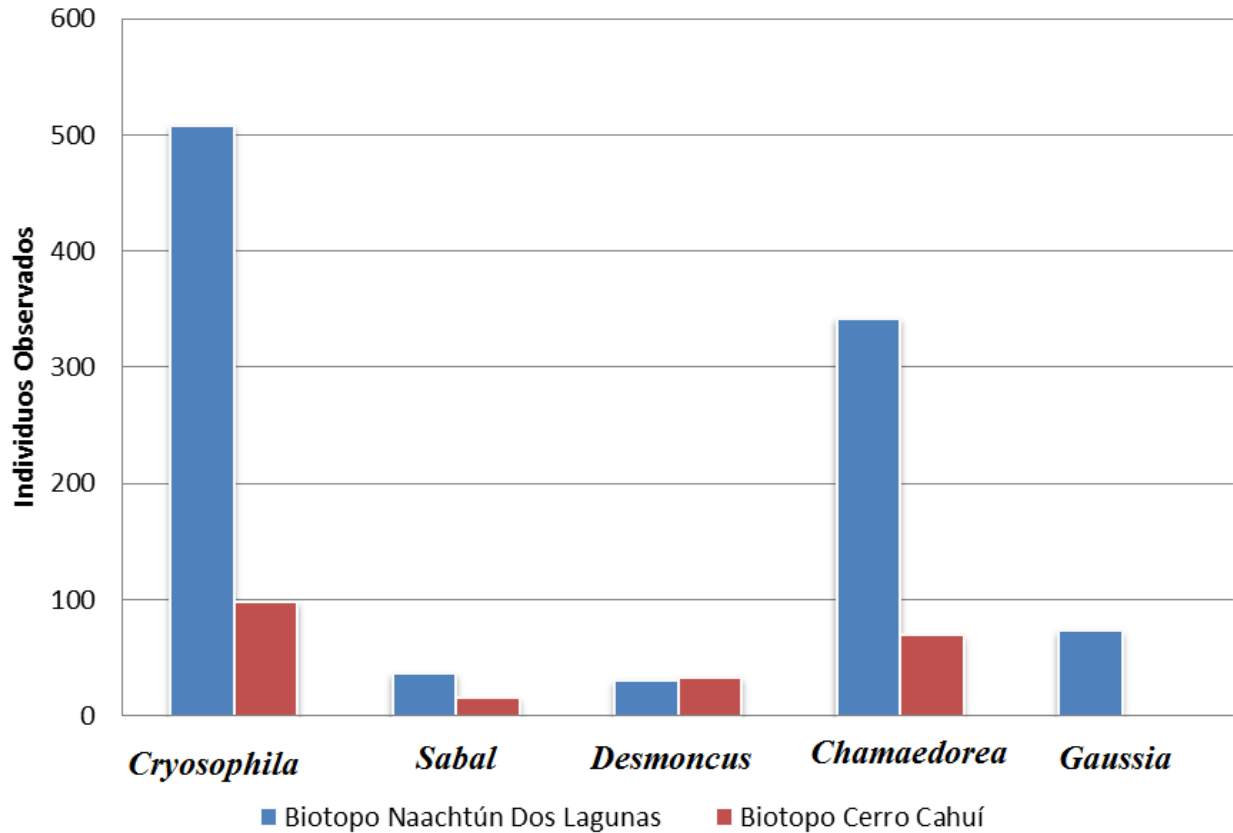


Gráfica No. 3 Distribución y abundancia de palmas por parcela en el biotopo protegido Dos Lagunas (Lagu)  
Fuente: Elaboración propia

También se pudo expresar la uniformidad de valores de las especies observadas dentro de cada biotopo, utilizando el índice de equidad de Shannon-Winner del programa Past Versión 3.0 el cual indicó que para el biotopo Cerro Cahuí fue de 0.80 y para Naachtún dos Lagunas fue 0.93. A la vez se obtuvo el índice de Simpson con el que se determinó la similitud entre ambos biotopos, siendo este índice para el biotopo Cerro Cahuí de 0.79 y para Naachtún Dos Lagunas de 0.88. Ambos valores altos, indican que la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

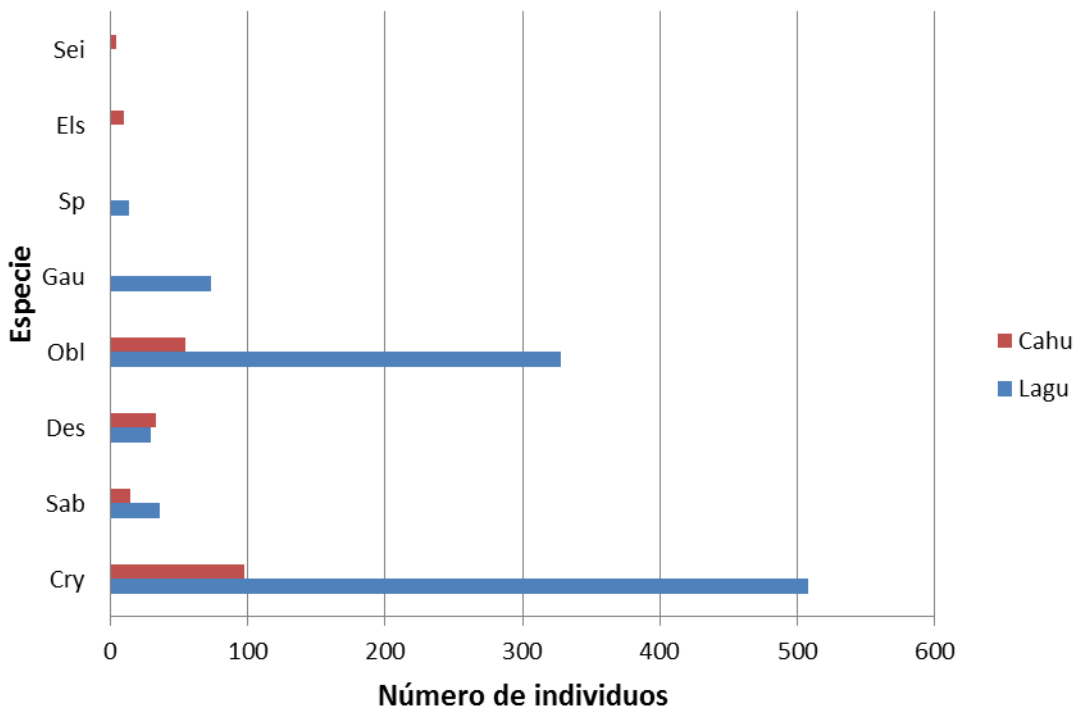
La gráfica No. 4 presenta una comparación de la riqueza y abundancia por género encontrado en las parcelas, siendo *Cryosophila*, *Sabal*, *Desmoncus* y *Chamaedorea* géneros comunes, para ambos biotopos mientras que *Gaussia* es exclusivo para el biotopo Naachtún Dos Lagunas. Los géneros más abundantes son *Cryosophila* y *Chamaedorea*, y los menos abundantes son *Sabal* y *Desmoncus*. El mayor número de géneros se encontró en Naachtún Dos Lagunas.





**Gráfica No. 4 Riqueza de individuos por género de la familia Arecaceae observados en los biotopos protegidos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahuí.**  
 Fuente: Elaboración propia

En la gráfica No. 5 se observa la frecuencia con la que se encontraron las 8 especies colectadas dentro de las parcelas en ambos biotopos, en donde se observa que *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R.J. Evans), *Chamaedorea oblongata* Mart. y *Desmoncus orthacanthus* Mart. son las tres especies con mayor frecuencia en ambos biotopos.



**Gráfica No. 5** Frecuencia de individuos por especie de la familia Arecaceae observados en los Biotopos Naachtún Dos Lagunas (Lagu) y Cerro Cahuí (Cahu). Sei (*Chamaedorea seifriizi* Burret), Els (*Chamaedorea elengans* Mart.), Sp (*Chamaedorea* sp.), Gau (*Gaussia maya* (O.F. Cook) H.J. Quero R.), Obl (*Chamaedorea oblongata* Mart.), Des (*Desmoncus orthacanthus* Mart.), Sab (*Sabal mexicana* Mart.) y Cry (*Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R.J. Evans).

Fuente: Elaboración propia

### **8.1.3. Variables estructurales del terreno y de la vegetación asociada a la distribución de la familia Arecaceae en los biotopos protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas**

En las parcelas levantadas en los biotopos protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas se midieron las siguientes variables estructurales del terreno: altitud, pendiente y orientación de la pendiente. Se midió también la siguiente variable estructural de la vegetación: porcentaje de cobertura del dosel y densidad arbórea.

### 8.1.3.1. Variables estructurales del terreno

Las parcelas realizadas en el biotopo protegido Cerro Cahuí se encuentran en un rango de 240 a 420 msnm (ver gráfica No. 6). La pendiente aumenta a lo largo del sendero a cuyas orillas se levantaron las parcelas. El biotopo Cerro Cahuí se encuentra orientado al sur este en la ladera de una montaña (ver cuadro No. 2). Según la descripción del plan maestro del biotopo protegido Cerro Cahuí, éste tiene una extensión de 650 Ha. y forma parte de la cadena de colinas kársticas del cinturón plegado del Lacandón. Es un parche relativamente grande de bosque asociado al sistema montañoso que inicia en Cerro Cahuí, el cual alcanza, hacia el norte, altitudes cercanas a los 500 msnm en Uaxactún (CONAP, 2002). Esto se ve reflejado en las altitudes de cada parcela levantada en el biotopo (ver cuadro No. 2), en donde el muestreo se realizó al inicio del pie de la montaña, aumentando la altitud de la parcela 1 hasta la 9 (ver figura No. 3) y al llegar a la parcela 10 empieza a descender.

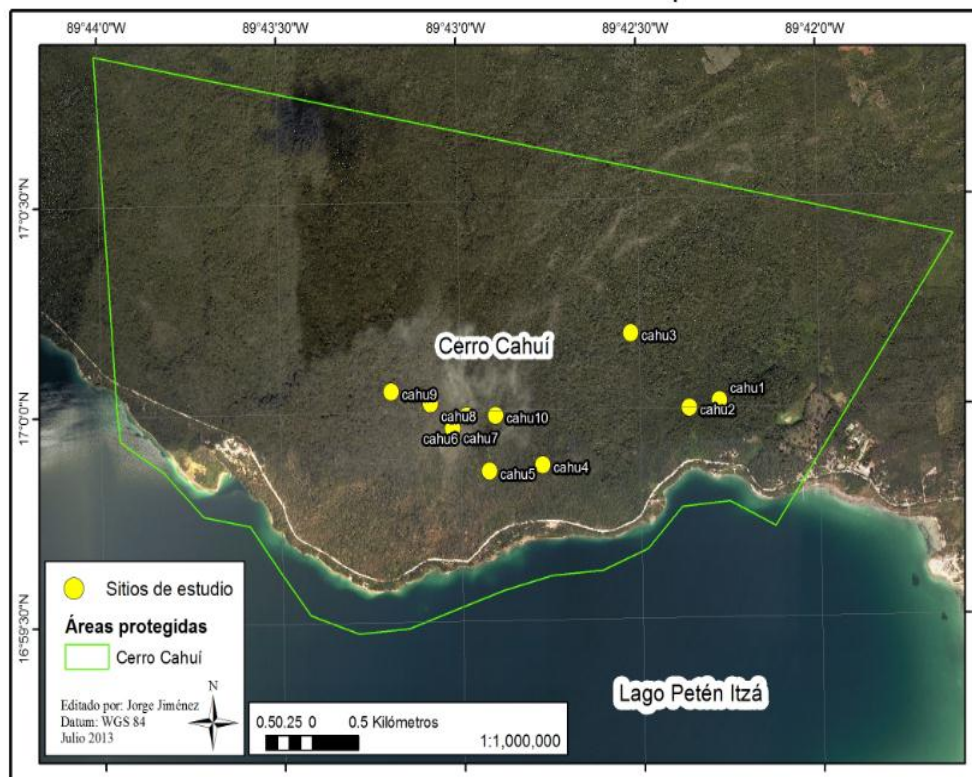
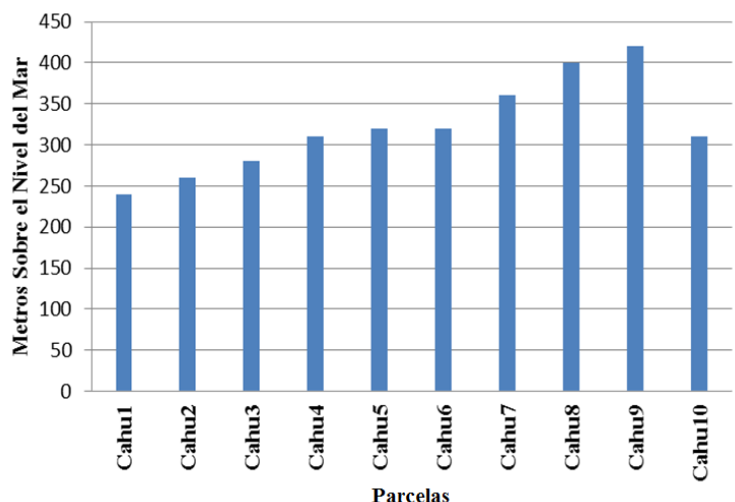
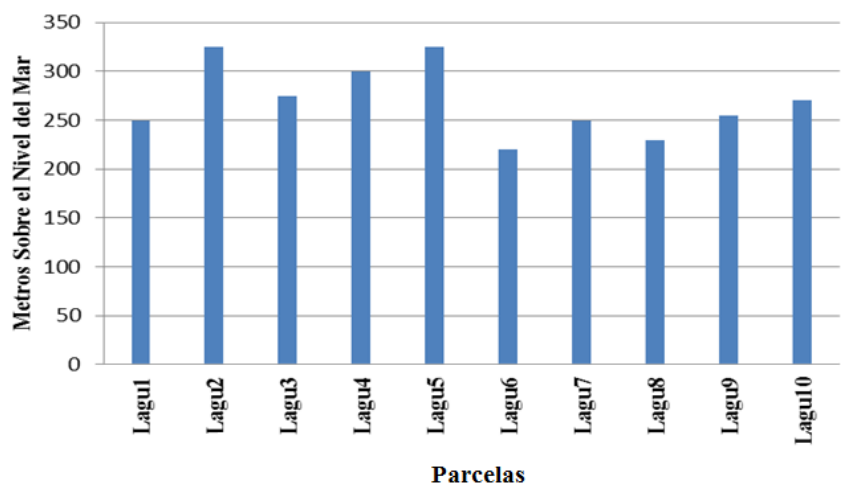


Figura No. 3 Mapa de localización de las parcelas para el muestreo de Arecaceae en el biotopo protegido Cerro Cahuí

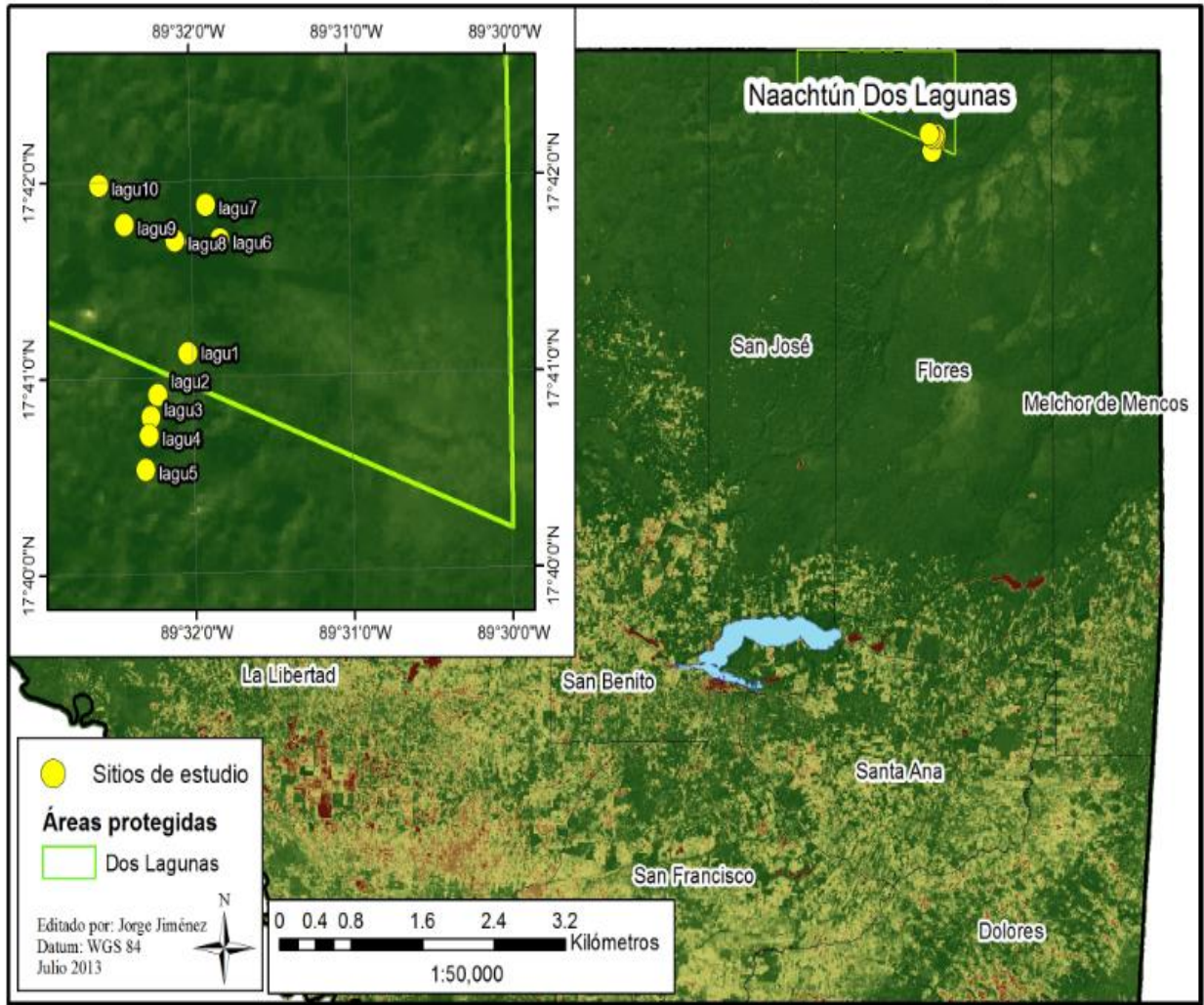


**Gráfica No. 6** Altitud en las parcelas del biotopo protegido Cerro Cahuí  
 Fuente: Elaboración propia

Por el contrario, el biotopo Naachtún Dos Lagunas está ubicado en un terreno casi homogéneo, presentando un rango de altitud de 220 a 325 msnm (ver gráfica No. 7), con una orientación de la pendiente en su mayoría hacia el sur-este o sur-oeste (ver cuadro No. 3). En la figura No. 4 se puede observar la distribución de las parcelas dentro del biotopo.



**Gráfica No. 7** Altitud en las parcelas del biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas  
 Fuente: Elaboración propia



**Figura No 4. Mapa de distribución de las parcelas para el muestreo de Arecaceae en el biotopo protegidos Naachtún Dos Lagunas**

### 8.1.3.2. Variables estructurales de la vegetación

El porcentaje de cobertura del dosel registrado en las parcelas del biotopo protegido Cerro Cahuí se encuentra dentro de un rango de 94.80 a 97.66%, siendo las parcelas 2, 3 y 7, las que presentan la mayor cobertura. Otra variable de la vegetación es el diámetro a la altura del pecho –DAP–, que presentó valores que se encuentran dentro de un rango de 8 a 18 cm de DAP, siendo la parcela 4 fue la presentó una menor densidad de árboles. (ver cuadro No. 7).

**Cuadro No. 7 Cobertura del dosel y densidad de árboles por parcela en el biotopo protegido Cerro Cahuí (Cahu)**

| <b>Parcelas</b> | <b>% Cobertura</b> | <b>Densidad de árboles &gt;10cm de DAP</b> |
|-----------------|--------------------|--|
| <b>Cahu 1</b>   | 96.72              | 11   |
| <b>Cahu 2</b>   | 97.66              | 13   |
| <b>Cahu 3</b>   | 97.66              | 12   |
| <b>Cahu 4</b>   | 96.1               | 8  |
| <b>Cahu 5</b>   | 95.84              | 14   |
| <b>Cahu 6</b>   | 94.8               | 14   |
| <b>Cahu 7</b>   | 97.66              | 13   |
| <b>Cahu 8</b>   | 96.88              | 18   |
| <b>Cahu 9</b>   | 96.62              | 12   |
| <b>Cahu 10</b>  | 96.88              | 18   |

Fuente: Elaboración propia

En el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas la cobertura del dosel se encontró dentro de un rango de 32.66 a 96.36% y las parcelas que presentan la mayor cobertura son las parcelas 3 y 4. El DAP de las parcelas que se levantaron en el biotopo Naachtún Dos Lagunas se encontró en un rango de 12 a 24 cm (ver cuadro No. 8).

**Cuadro No. 8 Cobertura del dosel y densidad de árboles por parcela en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas**

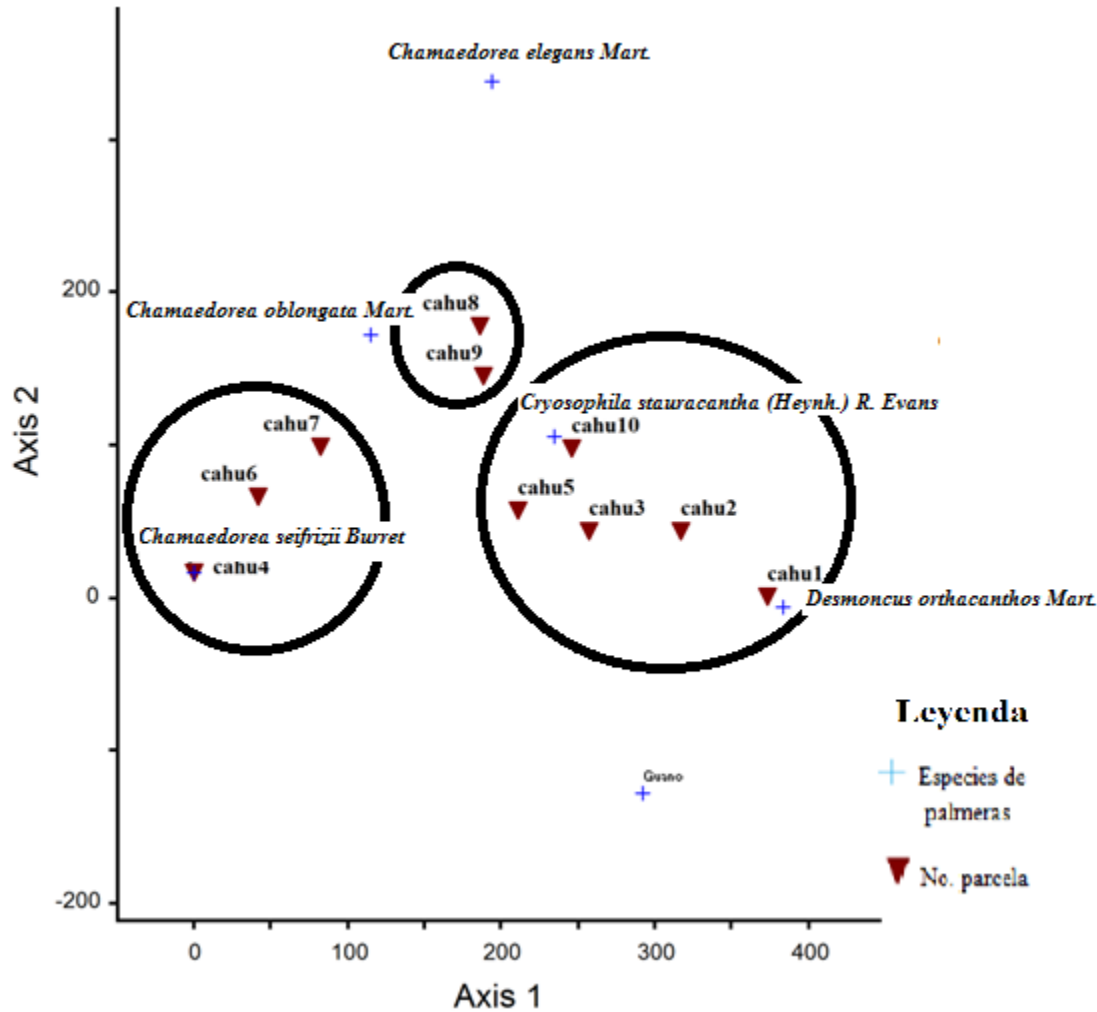
| <b>Parcelas</b> | <b>% Cobertura</b> | <b>Densidad de árboles &gt;10cm de DAP</b> |
|-----------------|--------------------|--|
| <b>Lagu 1</b>   | 86.74              | 12   |
| <b>Lagu 2</b>   | 91.16              | 15   |
| <b>Lagu 3</b>   | 96.36              | 10   |
| <b>Lagu 4</b>   | 95.06              | 13   |
| <b>Lagu 5</b>   | 92.72              | 22   |
| <b>Lagu 6</b>   | 50.08              | 19   |
| <b>Lagu 7</b>   | 36.82              | 19   |
| <b>Lagu 8</b>   | 32.66              | 24   |
| <b>Lagu 9</b>   | 89.08              | 19   |
| <b>Lagu 10</b>  | 90.9               | 19   |

Fuente: Elaboración propia

### **8.1.3.3. Análisis de Correspondencia Rectificado –DCA-**

El análisis de correspondencia rectificado o DCA por sus siglas del nombre en inglés, es un método de ordenamiento que, como el análisis de componentes principales, consiste en la representación de objetos (sitios, estaciones, muestreos) como puntos a lo largo de uno o varios ejes (Legendre y Legendre, 1998). Los elementos de esta matriz fueron las abundancias relativas de las especies, que corresponden a la proporción de individuos de cada especie, en relación a todos los individuos observados de las parcelas en cada biotopo. Los valores en los ejes proveen un índice de la composición de especies por cada parcela levantada en cada biotopo y un valor de afinidad a los sitios entre especies.

En el biotopo Cerro Cahuí se observa que la ordenación de las parcelas (identificadas por triángulos invertidos de color rojo) y las especies de palmas colectadas en el biotopo Cerro Cahuí (identificadas con cruces de color celeste), de acuerdo a sus abundancias relativas y las variables estructurales del terreno y de la vegetación, se encuentran divididas en dos grupos. Uno de los grupos está conformado por las parcelas 4, 6 y 7, en donde la especie *Chamaedorea seifrizii* Burret se encontró más relacionando a dicho grupo y el otro grupo por las parcelas 8, 9, 10, 5, 3, 2 y 1, en donde las especies *Chamaedorea elegans* Mart., *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans y *Desmoncus orthacanthos* Mart. se encontraron más relacionadas a dicho grupo (ver gráfica No. 8).



**Gráfica No. 8 Análisis de correspondencia rectificado de las parcelas del biotopo protegido Cerro Cahú y las especies relacionadas a ellas**

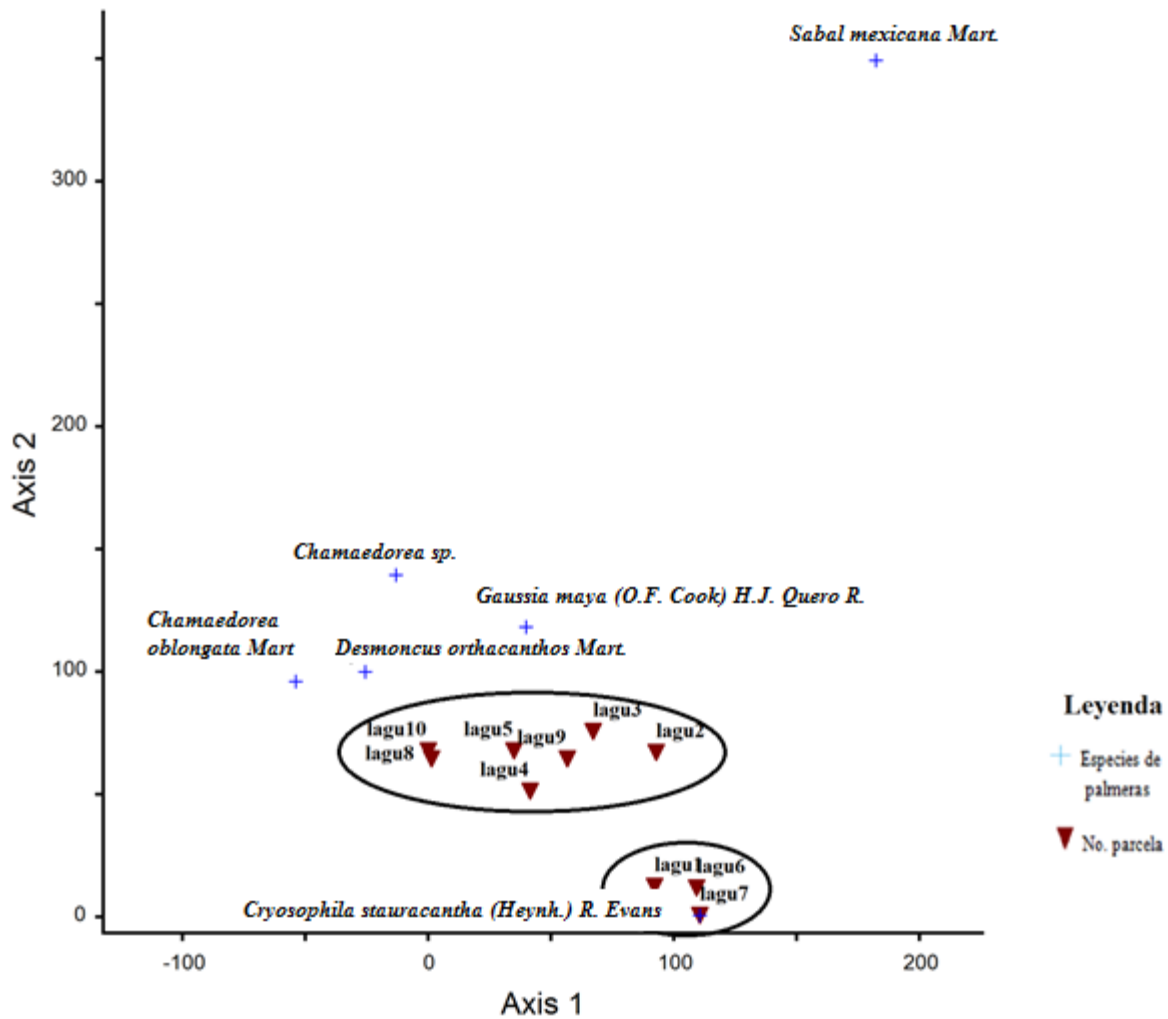
Fuente: Elaboración propia

En el biotopo Naachtún Dos Lagunas se observa que la ordenación de las parcelas (identificadas por triángulos de color rojo) y las especies de palmas en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas (identificadas con cruces de color celeste) de acuerdo a sus abundancias relativas y las variables estructurales del terreno y de la vegetación se encuentran divididas en dos grupos (ver gráfica No. 9). Uno de los grupos está conformado por las parcelas 2, 3, 4, 5, 8, 9 y 10 en donde las palmas *Chamaedorea* sp., *Chamaedorea oblongata* Mart., *Desmoncus orthacanthos* Mart. y *Gaussia maya* (O.F. Cook) H.J. Quero R. se encuentran relacionadas a dicho grupo. Mientras que



el segundo grupo se encuentra conformado por las parcelas 1, 6 y 7, en donde el *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans se encuentran relacionada al mismo.

En el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas la cobertura del dosel se encontró dentro de un rango de 32.66 a 96.36 y las parcelas que presentan la mayor cobertura son las parcelas 3 y 4 (ver cuadro No. 8).



Gráfica No. 9 Análisis de correspondencia rectificado de las parcelas del biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas y las especies relacionadas a ellas  
Fuente: Elaboración propia

## 8.2. Mapas de Distribución Potencial

### 8.2.1. Distribución Potencial de las especies de Areceaceae colectadas en los biotopos protegidos Naachtún dos Lagunas y Cerro Cahuí

Para elaborar los mapas de distribución potencial, se revisaron los registros de colectas de las especies de este estudio en los herbario de Guatemala (Universidad de San Carlos de Guatemala - USCG-, Universidad del Valle de Guatemala –UVG-, Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala -AGUAT- , Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala –BIGU-, y registros disponibles en internet en la página [www.Tropicos.org](http://www.Tropicos.org). Se trabajó únicamente con las especies que presentaron al menos 40 registros de colecta, que es lo que requiere el programa MaxEnt 3.3. para completar los mapas. Estas especies fueron las siguientes nueve: *Astrocaryum mexicanum* Lieb. ex Mart., *Chamaedorea oblongata* Mart., *C. tepejilote* Lieb. ex Mart., *C. elegans* Mart., *C. seifriizi* Burret, *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans, *Attalea cohune* Mart., *Desmoncus orthacanthus* Mart. y *Sabal mexicana* Mart.

Las coordenadas de los puntos de colecta se sobrepusieron con las capas de variables climáticas (precipitación, temperatura media y altitud de Guatemala, sur de México, Belice y el norte de Honduras y Salvador), las cuales se obtuvieron de la página de internet [www.WoldClim.org](http://www.WoldClim.org) el cual es un sitio donde hay un conjunto de capas de clima global (redes climáticas) con una resolución espacial de aproximadamente 1 kilómetro cuadrado. Estos datos pueden ser utilizados para el mapeo y modelado espacial en un SIG o con otros programas de ordenador.

Después de descargar las capas climáticas de altitud, precipitación y temperatura, se generaron mapas de distribución potencial utilizando el programa MaxEnt 3.3 (Phillips *et al.*, 2006) los cuales usan colores para indicar la probabilidad de las condiciones adecuadas para la presencia de cierta especie. El rojo indica la probabilidad de condiciones más adecuadas para la especie y el verde indica una baja probabilidad de condiciones adecuadas. Los cuadros blancos enmarcan los puntos de las coordenadas que fueron ingresados al programa para realizar cada uno de los mapas de distribución potencial

A continuación se presenta la descripción de cada una de las especies seleccionadas, con su respectivo mapa de distribución potencial.

### 8.2.2. Descripción de las especies de la familia *Arecaceae* registradas en los Biotopos Protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas

**Nombre científico:** *Astrocaryum mexicanum* Liebm ex. Mart.

**Nombre común:** Cocoyol

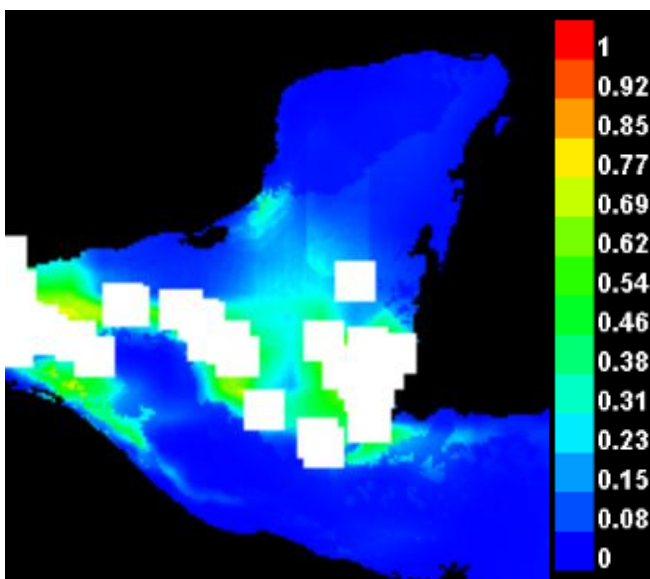
**Descripción botánica:** Tallos solitarios de 1.5-8m de altura y un diámetro de 2.5-8 cm, sin espinas persistentes en la base de las hojas. Aproximadamente cerca de 11 hojas arqueadas; foliolos 15-32 por lado, los apicales con frecuencia no se separan; con márgenes dentados y dispuestos de manera regular. Inflorescencias erguidas; con una flor femenina en la base; frutos elipsoidales a obovoides, 4-6 cm de largo y diámetro de 4-6cm.

**Distribución:** Abundante en bosques densos de tierras bajas, principalmente a menos de 400 msnm; se reporta en Guatemala (Petén, Alta Verapaz e Izabal), México (Oaxaca y Tabasco) y Honduras. En la presente investigación solo se encontró fuera de las parcelas levantadas en el Biotopo Cerro Cahuí.

**Usos:** Las inflorescencias jóvenes y el endospermo del fruto se comen; las hojas se usan para techar; y los troncos se utilizan como mangos de herramientas.



**Foto No. 1** Hojas de *Astrocaryum mexicanum* Liebm ex. Mart. **Foto:** M. M. Velásquez



**Figura No. 5** Mapa de Distribución potencial de la especie *Astrocaryum mexicanum* Liebm. Ex Mart

La tabla a la derecha del mapa presenta valores relacionados con colores, los cuales, entre más cercanos a uno estén y el color sea más cálido, indican que las condiciones climáticas y topográficas son más adecuadas para encontrar esta especie. Los cuadros blancos indican los puntos de colecta de los registros de Herbario que fueron ingresados al programa. **Fuente:** Elaboración propia

**Nombre científico:** *Attalea cohune* Mart.

**Nombre común:** Corozo

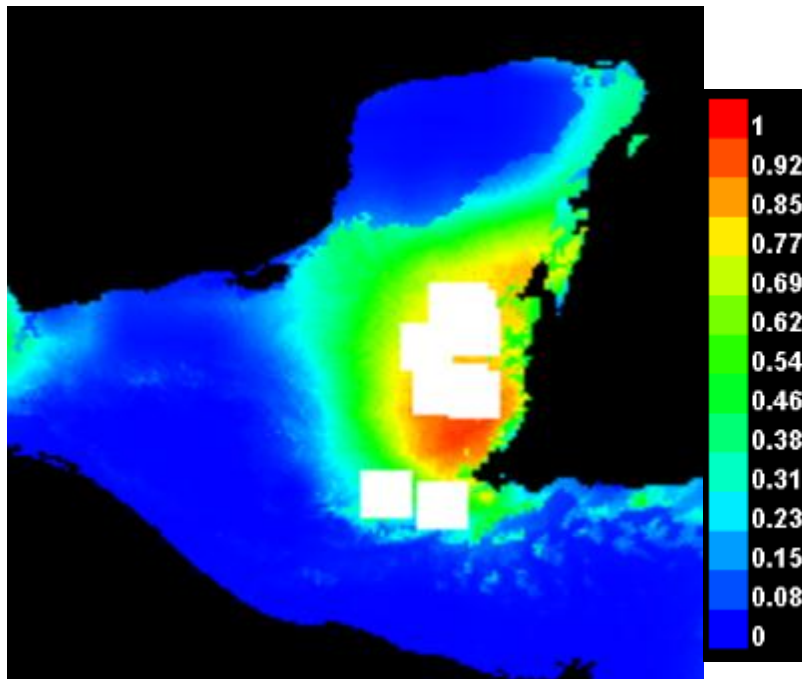
**Descripción botánica:** Plantas muy grandes, de 9 a 15 metros de altura, tallos generalmente con las bases de las hojas persistentes; hojas numerosas que parecen plumas colgantes de 10 metros de largo y 2 metros de ancho; las inflorescencias son estaminadas comúnmente de 1-1.5 metros de largo, las inflorescencias son panículas, las infrutescencias llegan a tener de 800 a 1,000 frutos, los cuales tienen aproximadamente 6 cm de largo y se asemejan a cocos.

**Distribución:** Generalizada en Centro América y el norte de América del Sur en México, Guatemala (costas atlántica y pacífica), Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela y Trinidad y Tobago, etc., se encuentra en zonas forestales húmedas estacionales y no solo es común a lo largo de los márgenes de los ríos, sino también en zonas abiertas, sabanas, por lo general a una elevación de 300-1000 msnm. En la presente investigación fue encontrada fuera de las parcelas en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas.

**Usos.** Se extrae el aceite de las semillas y las hojas son utilizadas para el techado de ranchos.



**Foto No. 2:** Hojas de *Attalea Cohune* Mart.  
**Foto:** F. Castillo



**Figura No. 6** Mapa de Distribución potencial de la especie *Attalea cohune* Mart.

La tabla a la derecha del mapa presenta valores relacionados con colores, los cuales, entre más cercanos a uno estén y el color sea más cálido, indican que las condiciones climáticas y topográficas son más adecuadas para encontrar esta especie. Los cuadros blancos indican los puntos de colecta de los registros de Herbario que fueron ingresados al programa. **Fuente:** Elaboración propia

**Nombre científico:** *Chamaedorea elegans* Mart.

**Nombre común:** Xate hembra

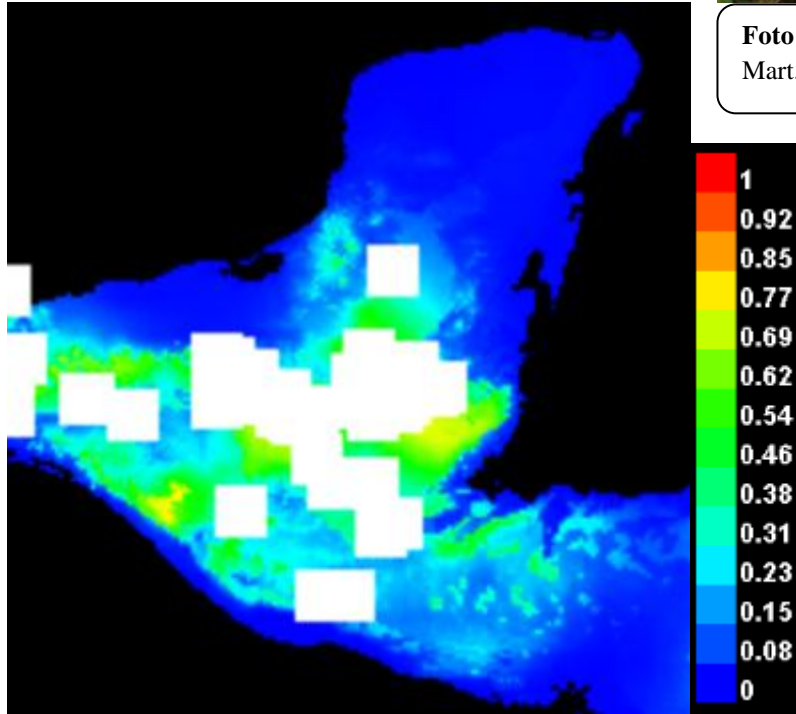
**Descripción botánica:** Tallos solitarios, de 0.3-2 m de altura y 0,8 a 1,5 cm de diámetro, erectos o con frecuencia se inclinan. Hojas 5-8, pinnadas; foliolos de 11-21 por lado linear-lanceoladas o lineal en la base. En inflorescencias erectas, ramificada con 5-35 ramas; frutos globosos, diámetro de 4 a 7 mm, color negro, éstos en su mayoría no persistentes.

**Distribución:** Se encuentra distribuida en el Atlántico (y rara vez en Pacífico), México (Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz), Guatemala (Alta Verapaz, Huehuetenango y Petén) y Belice; en selvas, a menudo sobre suelos calizos, a 1400 msnm. En la presente investigación se encontró dentro de las parcelas levantadas en el biotopo protegido Cerro Cahú

**Usos:** Muy ampliamente cultivada como planta ornamental y en el comercio de viveros a menudo referida como la palma de salón.



**Foto No. 3:** planta de *Chamaedorea elegans* Mart. **Foto:** R. Rodas



**Figura No. 7** Mapa de Distribución potencial de la especie *Chamaedorea elegans* Mart.

La tabla a la derecha del mapa presenta valores relacionados con colores, los cuales, entre más cercanos a uno estén y el color sea más cálido, indican que las condiciones climáticas y topográficas son más adecuadas para encontrar esta especie. Los cuadros blancos indican los puntos de colecta de los registros de Herbario que fueron ingresados al programa. **Fuente:** Elaboración propia

**Nombre científico:** *Chamaedorea oblongata* Mart.

**Nombre común:** Xate jade

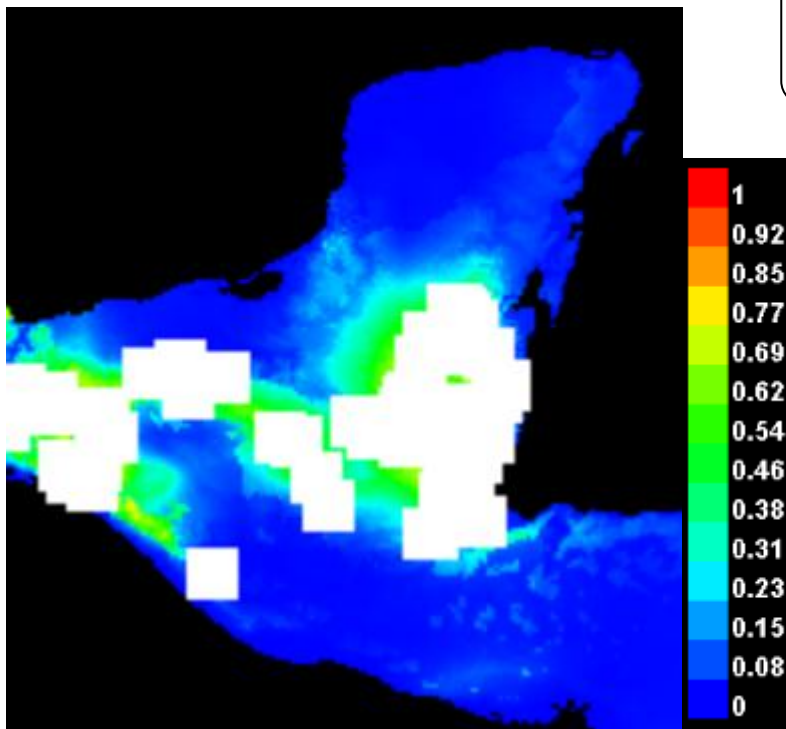
**Descripción botánica:** Tallos solitarios, de 1-3 m de altura y diámetro de 1-2.5 cm y erectos. Hojas 3-8, pinnadas; foliolos 3-9 por lado, un poco gruesas y coriáceas, lanceoladas a oblongas, de 17-40 cm de largo y 3.5 a 10 cm de ancho. Las inflorescencias erectas, con 6-25 ramas en flor; frutos ovoides-elipsoides de 0.8-1.4 cm de largo y diámetro de 6 a 8 mm, con pétalos engrosadas persistentes.

**Distribución:** Desde la vertiente atlántica de México (Campeche, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz), Guatemala (Alta Verapaz, Izabal, Petén), Belice, Honduras (Atlántida) y Nicaragua (Jinotega, Matagalpa), en bosques de tierras bajas, por debajo de 350 msnm. En la presente investigación fue observada dentro de las parcelas levantadas tanto en el Biotopo Cerro Cahuí como en Naachtún dos Lagunas.

**Usos:** Utilizada como planta ornamental



**Foto No. 4** Hojas de *Chamaedorea oblongata* Mart. **Foto:** M. M. Velásquez



**Figura No. 8** Mapa de Distribución potencial de la especie *Chamaedorea oblongata* Mart.

La tabla a la derecha del mapa presenta valores relacionados con colores, los cuales, entre más cercanos a uno estén y el color sea más cálido, indican que las condiciones climáticas y topográficas son más adecuadas para encontrar esta especie. Los cuadros blancos indican los puntos de colecta de los registros de Herbario que fueron ingresados al programa. **Fuente:** Elaboración propia

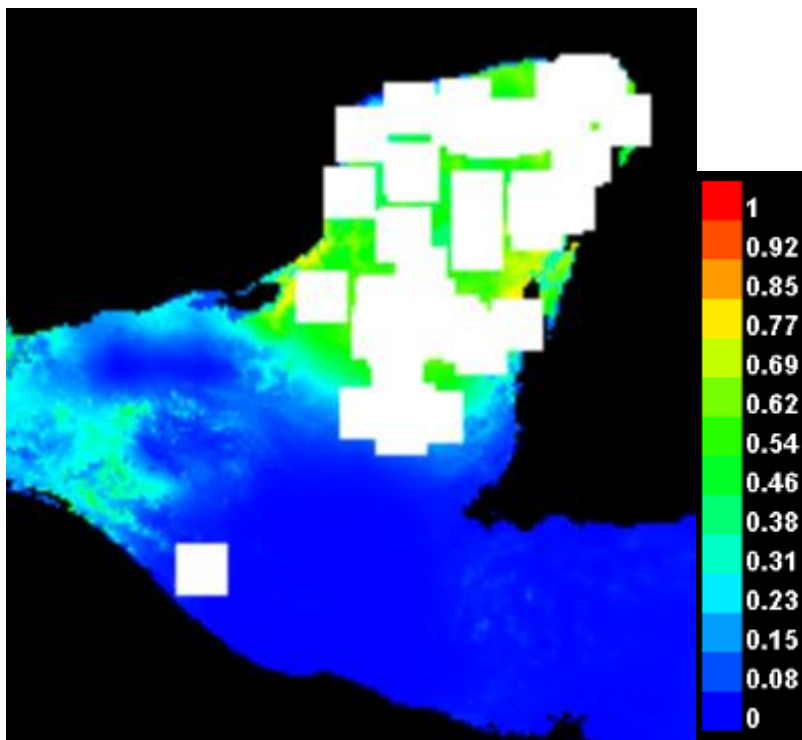
**Nombre científico:** *Chamaedorea seifrizii* Burret

**Nombre común:** Cambray

**Descripción botánica:** Los tallos erectos formando grupos, a 3 m de altura, diámetro 1-2 cm. Hojas 3-6, pinnadas; foliolos 5-10 por lado, sigmoides, de 20-40 cm. de largo y 4-7 cm ancho. Las inflorescencias masculinas son erectas, ramificadas, con un máximo de 30 ramas con flores colgantes, densamente cubiertas de pétalos brillantes color naranja; frutos ovoide-lipsoides de 0.9-1.2 cm de largo y 7 a 8 mm de diámetro, blancos, con pétalos delgados, éstos en su mayoría no persistentes.

**Distribución:** Vertiente del Atlántico en México (Oaxaca, Puebla, Veracruz) y Honduras (Atlántida, Olancho), Guatemala; en selva tropical, con frecuencia en suelo de piedra caliza, en el 100-1300 msnm. En la presente investigación fue colectada dentro de las parcelas levantadas en el biotopo protegido Cerro Cahuí y observada fuera de las parcelas del biotopo protegido Naachtún dos Lagunas.

**Usos:** En ocasiones se utiliza como planta ornamental.



**Figura No. 9 Mapa de Distribución potencial de la especie *Chamaedorea seifrizii* Burret**

La tabla a la derecha del mapa presenta valores relacionados con colores, los cuales, entre más cercanos a uno estén y el color sea más cálido, indican que las condiciones climáticas y topográficas son más adecuadas para encontrar esta especie. Los cuadros blancos indican los puntos de colecta de los registros de Herbario que fueron ingresados al programa. **Fuente:** Elaboración propia

**Nombre científico:** *Chamaedorea tepejilote* Liebm. ex Mart.

**Nombre común:** Pacaya

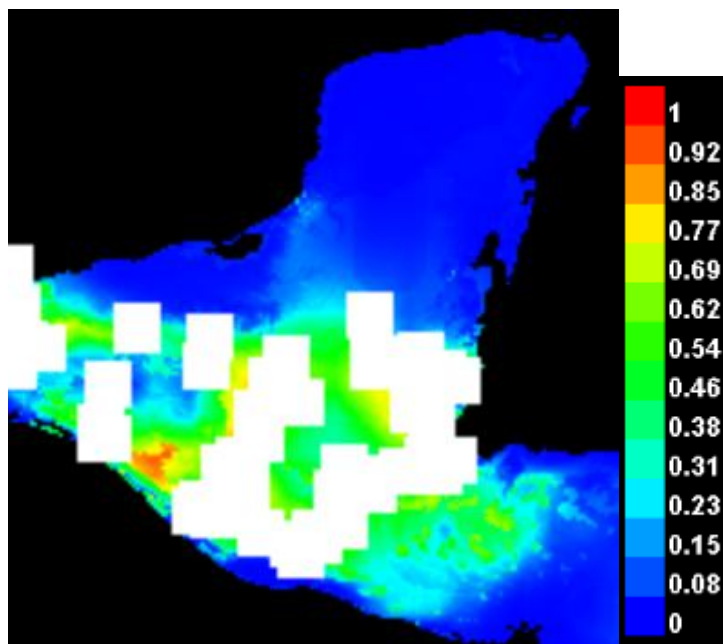
**Descripción botánica:** Tallos solitarios o agrupados a veces, de 2-7 m de altura y 2-10 cm de diámetro, erectos o raramente rastreros. Hojas 3-7 pinnadas; 6-25 foliolos por lado, sigmoides, de 16-70 cm de largo y 3-5 -10 venas primarias. Las inflorescencias nacen en los nudos del tallo, espatas de 4-5, pedúnculos estaminados de 6-17 cm, se extienden en ramas colgantes con un eje largo de 7-15 cm, con flores de color amarillo brillante y carnosas; fruto elipsoide a ovoide, 1-1.5 (-2) cm de largo y un diámetro de 7 a 8 mm, con pétalos engrosadas persistentes.

**Distribución:** Es del sureste México (Chiapas, Oaxaca, Veracruz) y América Central en Guatemala, Belice, Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá y llegando a occidente de Colombia (Chocó, Valle). En bosques a menudo sobre suelos calizos, a 1600 msnm. En la presente investigación se observó en el biotopo protegido Naachtún dos Lagunas y en el Cerro Cahuí.

**Usos:** Es cultivada en partes de Centroamérica, en particular en Guatemala, por sus inflorescencias masculinas comestibles. Las inflorescencias sin abrir, que se asemejan a las mazorcas de maíz y son conocidos localmente como pacayas, se recogen y se venden en los mercados y se comen como verdura.



**Foto No. 5:** Planta de *Chamaedorea tepejilote* Liebm. Ex Mart. **Foto:** M. M. Velásquez



**Figura No. 10** Mapa de Distribución potencial de la especie *Chamaedorea tepejilote* Liebm. Ex Mart

La tabla a la derecha del mapa presenta valores relacionados con colores, los cuales, entre más cercanos a uno estén y el color sea más cálido, indican que las condiciones climáticas y topográficas son más adecuadas para encontrar esta especie. Los cuadros blancos indican los puntos de colecta de los registros de Herbario que fueron ingresados al programa. **Fuente:** Elaboración propia



**Nombre científico:** *Cryosophyla stauracantha* (Heynh) R. Evans

**Nombre común:** Escobo

**Descripción botánica:** Tallos solitarios, de 1-10 m de altura y 5-12 cm de diámetro, densamente cubierto de espinas. Hojas 18-24; hojas divididas en 32 a 50 foliolos, éstos de coloración gris blanquecina en la parte inferior. Las inflorescencias ramificadas, colgantes, con raquis de 16-32 brácteas. Estas hojas se caen al momento de la floración; los frutos son más o menos globosos, de 1.01 a 1.04 cm de diámetro y con una coloración blanquecina.

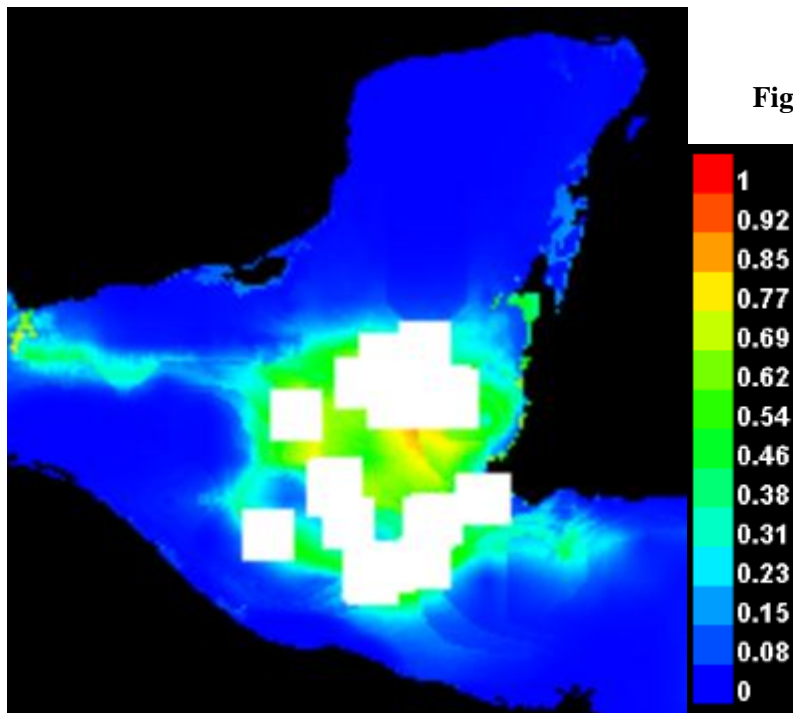
**Distribución:** México (Campeche, Chiapas,

Quintana Roo, Tabasco), norte de Guatemala Alta Verapaz, Izabal, Petén, y Belice, en bosque tropical de tierras bajas, a un nivel de 600 msnm. En la presente investigación fue la especie con mayor número de individuos observados tanto en el biotopo protegido Naachtún dos Lagunas como en el Cerro Cahuí.

**Usos:** Antes se usaba con mayor frecuencia para la elaboración de escobas y sacudidores de comal, pero en la actualidad este uso ha ido disminuyendo.



**Foto No. 6:** Hojas y Frutos de *Cryosophyla stauracantha* (Heynh) R. Evans, **Foto:** M. M. Velásquez



**Figura No. 11** Mapa de Distribución potencial de la especie *Cryosophyla stauracantha* (Heynh) R. Evans

La tabla a la derecha del mapa presenta valores relacionados con colores, los cuales, entre más cercanos a uno estén y el color sea más cálido, indican que las condiciones climáticas y topográficas son más adecuadas para encontrar esta especie. Los cuadros blancos indican los puntos de colecta de los registros de Herbario que fueron ingresados al programa. **Fuente:** Elaboración propia

**Nombre científico:** *Desmoncus orthacanthos* Mart.

**Nombre común:** Bayal

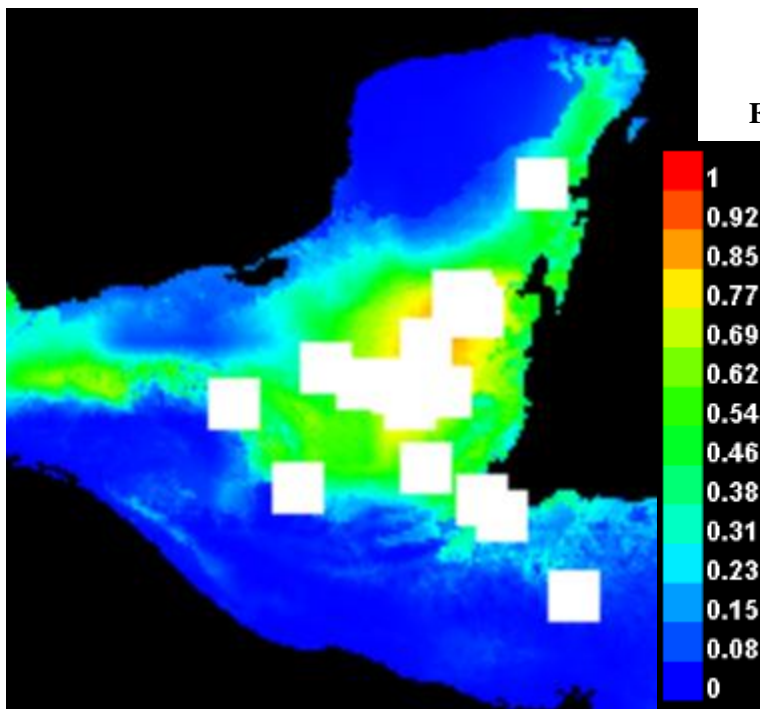
**Descripción botánica:** Los tallos agrupados, de 2-12 m de largo y 1.5-2 cm de diámetro; hojas 10-50, dispuestas en dos filas a lo largo de la parte superior del vástago; vaina escasamente cubierta de espinas negras cortas; pecíolo y raquis con espinas rectas en la superficie inferior. Inflorescencias con 20-50 ramas en flor; bráctea peduncular cubierta de espinas negras y rectas de 1 cm de largo; frutos elipsoidales a ovoides o casi globosos, 1.5-2 cm de largo y 1-1.5 cm de diámetro, de color rojo, naranja o amarillo anaranjado. En la presente investigación se colectó tanto en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas como en el Cerro Cahuí.



**Foto No. 7:** Hojas y fruto de *Desmoncus orthacanthos* Mart., Foto: F. Castillo

**Distribución:** Generalizada de la vertiente atlántica del sur de México a través de América Central hasta el norte de América del Sur al este de los Andes, al sur de Brasil y Bolivia, también en Trinidad y Tobago, en su mayoría en áreas perturbadas, bosques secundarios, los márgenes de los ríos, y muy comunes en las zonas costeras, generalmente a bajas altitudes, pero rara vez a 1.000 msnm.

**Usos:** Los tallos son ampliamente utilizados para tejer cestas.



**Figura No. 12** Mapa de Distribución potencial de la especie *Desmoncus orthacanthos* Mart.

La tabla a la derecha del mapa presenta valores relacionados con colores, los cuales, entre más cercanos a uno estén y el color sea más cálido, indican que las condiciones climáticas y topográficas son más adecuadas para encontrar esta especie. Los cuadros blancos indican los puntos de colecta de los registros de Herbario que fueron ingresados al programa.

**Fuente:** Elaboración propia

**Nombre científico:** *Sabal mexicana* Mart.

**Nombre común:** Guano

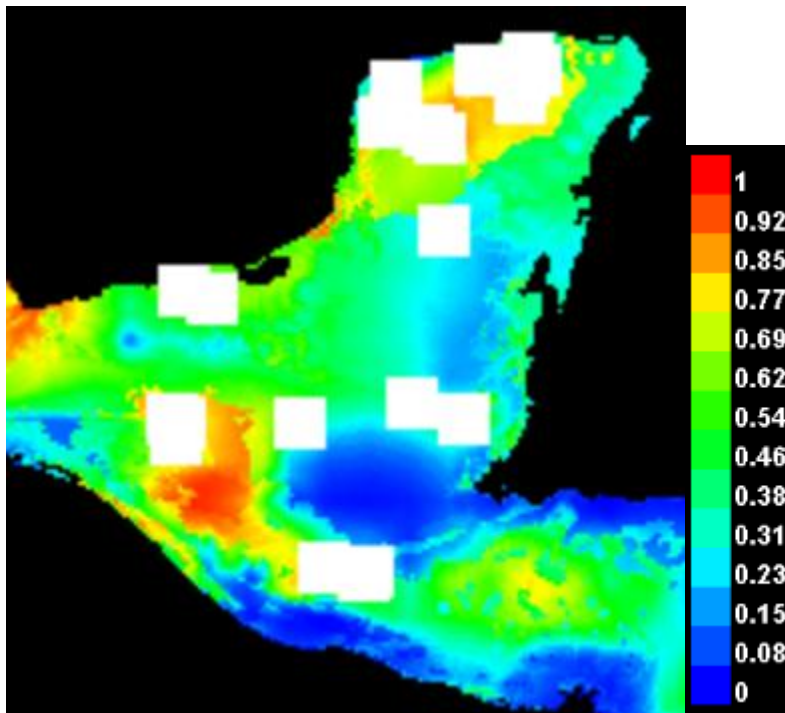
**Descripción botánica:** Tallos solitarios, de 15 m de altura y diámetro de 20-35 cm, con bases de hojas persistentes. Hojas de 10-25 cm, con una costa destacada y fuertemente arqueada; foliolos 80-115, rígidos y ascendentes, con márgenes largos. Inflorescencias ramificadas de 3 órdenes; frutos globosos o ligeramente más anchos que largos, 1.5-1.9 cm de largo y un diámetro de 1.4-1.7 cm, de color negro.

**Distribución:** Sur y este de México (Yucatán, Chiapas y Oaxaca) a Guatemala (Flores, El Progreso, Zacapa), áreas secas, a menudo en hábitats alterados asociados a la actividad humana. En la presente investigación se observó en los biotopos protegidos Cerro Cahú y Naachtún dos Lagunas.

**Usos:** Las hojas se usan para techar y para la fabricación de sombreros, los tallos se utilizan como postes de cercas. Los palmitos y los frutos se comen.



**Foto No. 8:** Planta de *Sabal mexicana* Mart. **Foto:** F. Castillo



**Figura No. 13** Mapa de Distribución potencial de la especie *Sabal mexicana* Mart.

La tabla a la derecha del mapa presenta valores relacionados con colores, los cuales, entre más cercanos a uno estén y el color sea más cálido, indican que las condiciones climáticas y topográficas son más adecuadas para encontrar esta especie. Los cuadros blancos indican los puntos de colecta de los registros de Herbario que fueron ingresados al programa.

**Fuente:** Elaboración propia

## **9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **9.1. Diversidad y composición de especies de la familia Arecaceae en los biotopos protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, Departamento de Petén**

En la presente investigación se registraron 1,204 especímenes de la familia Arecaceae, contabilizándose 989 especímenes de diez especies que se registraron dentro del biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas y 215 especímenes de nueve especies en el biotopo Cerro Cahuí. En conjunto se registraron doce especies de palmas de la región, lo cual representa más del 50% de especies reportadas para el departamento de Petén según la Flora de Guatemala (19 especies) y la Guía de Palmas de América (14 especies).

Así mismo se observó que la diversidad de palmas en ambos biotopos es similar (índice de Simpson 0.79 para el Cerro Cahuí y 0.88 para Naachtún Dos Lagunas e índice Shannon Winner 0.80 para el biotopo Cerro Cahuí y 0.93 para Naachtún Dos Lagunas), debido a que comparten muchas características fisiográficas, topográficas y climáticas.

La abundancia de especies es menor en el biotopo Cerro Cahuí, probablemente debido a que se encuentra rodeado de algunas comunidades las cuales son Ixlu, El Caoba, El Remate y Jobompiche, por lo que posee una mayor influencia humana. Se desarrollan diferentes actividades como agricultura, ganadería y hotelería, disminuyendo así la continuidad ecológica para la flora y fauna, lo que causa la reducción de las mismas. Esto aumenta la susceptibilidad de agentes agresivos como fuego, la invasión de especies competidoras y plagas, y disminuye la cobertura boscosa, lo que puede limitar la conservación del ecosistema del núcleo boscoso. (CONAP, 2002, p.90) (ver figura No. 3)

De las doce especies que fueron registradas en la investigación, ocho especies fueron encontradas dentro de las parcelas levantadas en los biotopos (ver cuadro No. 4). Debido al difícil acceso a los biotopos por la distancia y tipo de terreno, así como a la limitación económica en la investigación, las parcelas se distribuyeron paralelamente a los senderos, las cuales abarcan 400 metros cuadrados (Schulze y Whitacre, 1999, p.41; Orozco, 2002, pp. 1-71).

Sin embargo, en los recorridos se observaron especies de palmas que quedaban fuera de las parcelas, por lo que, para enriquecer el registro de especies, se realizaron recorridos *ad libitum* durante las visitas de campo. Estos consistieron en caminatas alrededor de los senderos, las cuales abarcaban toda el área de estudio. Se colectaron muestras de las palmeras en fase de floración o fructificación, lo que permitió el registro de cuatro especies más de la familia *Arecaceae*, diferentes a las colectadas dentro de las parcelas. De esta manera se determinó que es necesaria la ampliación del área de estudio así como la distribución de las parcelas en todo el biotopo y sus diferentes tipos de cobertura, con la intención de alcanzar una mayor heterogeneidad en el muestreo.

La especie *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. fue la más abundante, observándose 606 individuos dentro de las parcelas principalmente en el biotopo Naachtún Dos Lagunas. Se observó que los frutos de estas palmas se producen en racimos que tienen una gran cantidad de frutos, lo que contribuye a que sea tan abundante en los bosques tropicales. Asimismo los mapas de distribución potencial indicaron que esta especie tiene una probabilidad de 0.77 – 1 de ser colectada en el departamento de Petén (ver figura No. 12).

*Chamaedorea seifrizii* Burret fue la menos abundante reportándose cuatro individuos en el biotopo protegido Cerro Cahuí. Esto probablemente se debe a que sus hojas son utilizadas para la fabricación de arreglos florales, por lo que frecuentemente es colectada por los habitantes de las selvas tropicales para su comercialización. Otro factor que puede afectar su abundancia es su forma de reproducción, debido a que es una especie dioica, por lo que se necesita tener por lo menos una planta femenina y otra masculina para reproducirse.

Según los guardarecursos del biotopo Naachtún Dos Lagunas, el área en donde se levantaron las parcelas 6, 7 y 8, era, hace 20 años, una zona de campamentos chicleros, en donde además existía una pista de aterrizaje, hecho que afectó la abundancia de palmeras. Se observó en estas parcelas se registró un menor número de las especies *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R., *Sabal mexicana* Mart., *Desmoncus orthacanthos* Mart. y *Chamaedorea oblongata* Mart. (ver cuadro No. 6).

## **9.2. Variables que determinan la distribución de especies de la familia Arecaceae en los Biotopos Protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, departamento de Petén**

Con los datos de la cobertura del dosel, altitud, pendiente, densidad arbórea, DAP y abundancia relativa de las especies de palmeras colectadas dentro de las parcelas de ambos biotopos, se realizó una correlación de la prueba de Pearson, el cual es un índice que mide el grado de co-variación entre distintas variables cuantitativas relacionadas linealmente.

Lo que determinó en esta investigación que la altitud y la pendiente no influyen en la distribución de las especies, ya que los datos de Pearson fueron menores al  $R_M=0.500$  (ver anexo 3). Esto se puede observar en los cuadros No. 2 y 3, en donde el rango altitudinal (220 a 420msnm) y la pendiente ( $0^\circ$  a  $23^\circ$ ) que se registraron dentro de las parcelas levantadas en ambos biotopos, no presentaron una relación significativa con la diversidad de especies de palmeras

Sin embargo la correlación de la prueba de Pearson determinó que la cobertura del dosel presenta una influencia directa en las especies del género *Chamaedorea*, especialmente las especies *Chamaedorea elegans* Mart. ( $R_M= 0.613$ ) y *Chamaedorea seifrizii* Burret ( $R_M=0.625$ ) (ver anexo 3). Esto concuerda con lo reportado por Garwood & Bridgewater (2005), quienes encontraron que las especies del género *Chamaedorea* son menos tolerantes a la luz directa del sol y a menudo son las más abundantes en el sotobosque de los bosques tropicales. Así también Svenning (2001), en su publicación sobre el papel de la heterogeneidad micro-ambiental, sugiere

que la respuesta de las palmas a una heterogeneidad y la disponibilidad de luz en partes del sotobosque, influyen en la riqueza de las especies locales en los bosques tropicales lluviosos. (Svenning. *et al.*, 2001, pp 1-53).

Las gráficas No. 8 y 9 muestran el ordenamiento de las parcelas y especies en ambos biotopos, obtenidas por medio del Análisis de Correspondencia Rectificado –DCA-. El valor de la raíz característica en cada biotopo es de 0.18 lo cual indica la correlación más certera de las opciones, arrojadas en dicho análisis debido a que se encuentra más cercano a uno (ver tabla No. 1). La longitud del gradiente para el eje Ax1 (1.10) es considerable, lo que sugiere un cambio significativo en la composición de especies entre sitios, definido por gradientes ambientales relacionados con el primer eje. Asimismo los bajos valores de los eigenvalue para los ejes Ax2 y Ax3 (0.02 y 0.01 respectivamente) corrobora la importancia del primer eje en cuanto a la explicación del alto grado de correspondencia entre parcelas y especies.

En el análisis de correspondencia rectificado realizado con los datos obtenidos de las parcelas levantadas dentro del biotopo protegido Cerro Cahuí se observa que las parcelas fueron separadas en tres grupos según los rangos altitudinales. El primer grupo está compuesto por las parcelas 8 y 9, que se establecieron en rango altitudinal es 400 a 420 msnm y donde se contabilizaron 39 individuos de la familia Arecaceae. El segundo grupo está formado por las parcelas 10, 5, 3, 2, y 1, su rango altitudinal se encuentra entre 240 a 320 msnm y en ellas se observaron 121 palmeras. El tercer grupo son las parcelas 7, 6 y 4, las cuales se encuentran en un rango 360 a 310 msnm, donde se contabilizaron 55 palmeras (ver gráfica No. 8).:-)

De acuerdo al análisis de correspondencia rectificado, la parcela cahu4 y la especie cambray (*Chamaedorea seifrizii* Burret) presentaron una correlación no significativa, debido a que fue la única especie colectada en dicha parcela. La densidad arbórea, que es baja (8 árboles por parcela), el porcentaje de cobertura (96.1%) y el área basal (9.41cm<sup>2</sup>) indican que es una zona en donde hay árboles muy jóvenes, ya que es una zona con mucha perturbación antropogénica. Para la administración del biotopo, su control es difícil debido a la distancia a la que se encuentra. (ver gráfica No. 8).

El bayal (*Desmoncus orthacanthos* Mart.) presentó una correlación con la parcela cahu1, la cual presentó la menor área basal ( $2.73\text{cm}^2$ ), porcentaje de cobertura del dosel (96.72%), densidad arbórea (11). Esta parcela fue donde se contó más bayales (15 individuos). Dichos datos indican que es un bosque joven, lo que concuerda con lo que describe Henderson (1995) sobre la especie, la cual crece más en áreas perturbadas, bosques secundarios, márgenes de ríos y baja altitud (ver gráfica No. 8).

Similar fue la división del análisis de correspondencia rectificado, realizado con las parcelas levantadas en el biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas, las cuales formaron dos grupos, el primero compuesto por las parcelas 3, 10, 5, 9, 2, 8 y 4 y el segundo conformado por las parcelas 1, 6 y 7.

En la gráfica No. 8 se observa la correlación entre la parcela cahu10 y la especie escobo (*Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans). Dicha parcela presentó un bajo porcentaje de cobertura del dosel (96.88%), área basal ( $8.60\text{ cm}^2$ ) y una densidad arbórea de 18 individuos. Asimismo en la gráfica No. 9 se ve la correlación que tiene la parcela lagu7 con el escobo, presentando un bajo porcentaje de cobertura del dosel (36.66%), área basal ( $1.20\text{ cm}^2$ ), y una densidad arbórea de 18 árboles. Dichos resultados demuestran que estas zonas presentan características de un bosque secundario, lo que concuerda con Palacios, 2006, que indica que el escobo se desarrolla en bosques fragmentados y que puede llegar ser uno de los elementos dominantes del estrato medio.

### **9.3. Distribución potencial e implicaciones para la conservación de las especies de Arecaceae en los Biotopos Protegidos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas, Departamento de Petén**

El mapa de distribución potencial realizado para la especie *Astrocaryum mexicanum* Lieb ex. Mart. indicó una probabilidad de 0.31 a 0.54 para encontrar esta especie en el departamento de Petén. Sin embargo, la Flora of Guatemala y la Guía de Palmas de América, indican que se encuentra presente en el departamento de Petén. Henderson 1995 describe que es muy abundante



en las tierras bajas de la selva tropical, sin embargo solo se encontró un individuo a orilla de la aguada Dos Lagunas, por lo que es necesario empezar a realizar acciones de conservación para evitar la disminución de esta especie (ver figura No. 6).

A continuación se presentan las palmeras que presentaron un alta probabilidad (0.77 a 1) de encontrarse en el departamento de Petén:

*Attalea cohune* Mart. conocida con el nombre común de corozo, según Henderson, 2005 es una palmera que puede habitar en zonas bajas con un cierto grado de perturbación e indica que los seres humanos pueden haber influido en su distribución, ya que una parte del biotopo era un campamento de chicleros. Esto puede explicar por qué esta especie fue encontrada solo como un parche dentro del biotopo Naachtún Dos Lagunas (ver figura No. 7).

Henderson menciona que México y Guatemala es uno de los dos centros de origen del género *Chamaedorea*. *Chamaedorea elegans* Mart. (xate hembra) y *Chamaedorea oblongata* Mart. (xate jade) son dos especies de este género con alta probabilidad de encontrarse en Petén. Asimismo la Flora de Guatemala como Henderson mencionan que son especies utilizadas como plantas ornamentales. Esto puede estar afectando la abundancia y riqueza de este género en los bosques de Petén (ver figuras No. 8, 9 y 10).

*Chamaedorea tepejilote* Liebm. ex Mart. (pacaya) presentó una amplia probabilidad de encontrarse en el territorio guatemalteco, la cual fue de 0.77 a 1. Sin embargo se encontró algunos individuos fuera de la parcela. Chízmar *et al.*, 2009 en el libro Plantas Comestibles de Centro América, mencionan que las inflorescencias masculinas son consumidas en algunos países como Guatemala. Esta palmera fue encontrada en ambos biotopos pero fuera de las parcelas, principalmente cerca de las áreas perturbadas. Esto se puede deber a que fueron llevadas por los humanos a esta zona (ver figura No. 11).

*Desmoncus orthacanthos* Mart. (bayal) presentó una mayor probabilidad de encontrarse en el territorio guatemalteco en la parte norte de Petén. Según Henderson 2005 el hábitat para dicha

especie es en áreas perturbadas, bosque secundario, ríos y márgenes, muy comunes en las zonas costeras, por lo general en las elevaciones bajas y se usa por las comunidades vecinas para la fabricación de muebles y cestería. En el presente estudio se vio que fue el bayal la tercera especie más abundante dentro de las parcelas lo que tiene relación con el mapa de distribución potencial y los cuadros No. 5 y 6 lo que tiene relación con el mapa de distribución potencial (ver figura No. 13).

Para la realización del mapa de distribución potencial de la especie *Sabal mexicana* Mart. (guano) se ingresaron 78 registros de los herbarios de Guatemala, pero de estos registros solo 18 fueron colectados dentro del territorio nacional. Esto pudo haber influido en el mapa debido a que esta especie presentó una menor probabilidad de ser encontrada dentro del departamento de Petén (0 a 15). Henderson 2005 menciona que es una especie que habita en tierras bajas, a menudo en áreas perturbadas y que sus hojas son utilizadas para techar, y para la fabricación de sombreros, los tallos se utilizan para postes y algunas partes son comestibles (meristemo apical y frutos). (ver figura No. 14).

## 10.CONCLUSIONES

- En los biotopos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahuí se registró el 86% de las especies reportadas para el departamento de Petén, según la Flora de Guatemala y la Guía de Palmas de América.
- El biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas presentó una mayor riqueza de palmeras (10 especies) comparado con el biotopo Cerro Cahuí (9 especies). Comparado con la Guía de Palmas de América el primer biotopo presentó el 53% de especies reportadas para el departamento de Petén y el segundo el 47% de especies.
- *Cryosophila staurachantha* (Heynh.) R. J. Evans fue la especie más abundante en ambos biotopos en donde se contabilizó un total de 606 individuos dentro de las parcelas. Asimismo se encontraron individuos de esta especie en etapa juvenil y frutos comidos por animales tirados en el suelo de las selva. Esto supone que esta especie tiene un buen mecanismo de dispersión y que producir una importante cantidad de frutos es una ventaja en la colonización de nuevas áreas.
- La composición de especies en ambos biotopos fue similar (índice de Simpson 0.79 para el Cerro Cahuí y 0.88 para Naachtún Dos Lagunas e índice Shannon Winner 0.80 para el biotopo Cerro Cahuí y 0.93 para Naachtún Dos Lagunas), debido a que comparten condiciones fisiográficas, topográficas y climáticas.
- La altitud y la pendiente no influyen en la distribución de las especies, lo cual se determinó con los datos de Pearson, que fueron menores al  $R_M=0.500$ .
- La correlación de la prueba de Pearson determinó que la cobertura del dosel presenta una influencia directa en las especies del género *Chamaedorea* especialmente en las especies *Chamaedorea elegans* Mart. ( $R_M= 0.613$ ) y *Chamaedorea seifrizii* Burret ( $R_M=0.625$ ). Esto concuerda con lo reportado sobre las especies del género *Chamaedorea*, las cuales son menos tolerantes a la luz directa del sol y a menudo son las más abundantes en el sotobosque de los bosques tropicales.

- La información que brindaron los mapas de distribución potencial fue similar a la información obtenida en los biotopos Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas para las especies *Cryosophila staurachantha* (Heynh.) R. J. Evans, *Desmoncus orthacanthos* Mart., *Attalea cohune* Mart, *Chamaedorea elegans* Mart., *Chamaedorea tepejilote* Liebm. ex Mart., *Chamaedorea siefrizii* Burret, *Sabal Mexicana* Mart., *Astrocaryum mexicanum* Liebm ex. Mart. y *Chamaedorea oblongata* Mart.

## 11.RECOMENDACIONES

- Para detener la extinción de la familia Arecaceae, es necesario que las instituciones de Gobierno y pobladores locales trabajen coordinadamente para elaborar y ejecutar un programa que atienda las causas del deterioro de los bosques provocadas por la actividades, humanas debido a su importancia medicinal, comestible, artesanal, cultural ornamental y como material de construcción.
- Siendo Guatemala uno de los países de Centro América más afectados por incendios forestales, es recomendable orientar programas educativos integrales dirigidos a la población que habita en los alrededores de los bosques, para evitar incendios provocados por malas prácticas agrícolas, así como invasión humana.
- Es importante realizar acciones que ayuden a la conservación del género *Chamaedorea* promoviendo alternativas para el aprovechamiento sostenible de las palmas en las poblaciones que viven alrededor de los biotopos protegidos y con ello evitar la pérdida de estas especies en su entorno natural.
- Se recomienda realizar más estudios que abarquen diferentes rangos altitudinales y áreas con diferentes características que ayuden a determinar si la altitud y la cobertura de dosel juegan un papel en la distribución de las especies de palmas.
- La especie *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R.J. Evans es una especie pionera de gran importancia que debe ser estudiada como planta nodriza, la cual probablemente brindará mejores condiciones para la colonización sucesiva de otras especies de la familia Arecaceae.

## 12.REFERENCIAS

1. Altrichter, M., Sáenz J., Carillo, E. y Fuller, T. (2002), Dieta Estacional del *Tayassu pecari* (Artiodactyla: Tayassuidae) en el Parque Nacional Corcovado, *Revista Biología Tropical*, 48(3), p. 687-700.
2. Anderson, E., *et al.*, (2008), Potential Impacts of Climate Change on Biodiversity in Central America, Mexico, and the Dominican Republic. CATHALAC/USAID, p.105.
3. Balslev, H., *et al.*, (2008), Palmas (Arecaceae) Útiles en los Alrededores de Iquitos, Amazonia Peruana Amazona. *Revista Peruana de Biología*, vol. 15, (supl. 1) p. 121-132.
4. Barquero, A. y Jiménez, H., (2009), Diversidad y distribución de Palmas (Arecaceae) en Tres Fragmentos de Bosque muy Húmedo en Costa Rica. *Rev. biol. trop* [online], vol.57, (supl.1) p. 83-92.
5. Bonifaz, C., (2003), Caracterización Florística de dos sitios en el Bosque Húmedo Costero Cabecera de Muisne, Esmeralda Ecuador, Centro de Estudios Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, -CATIE- Costa Rica, p. 78.
6. Borchsenius, F. y Morales, M., (2006), Diversidad y Usos de Palmeras Andinas (Arecaceae), Botánica Económica de los Andes Centrales, Universidad Mayor de San Andrés, la Paz, Bolivia, p. 412 - 433.
7. Campos, M. y Ehringhaus, C., (2003), Plant Virtues are in the Eyes of the Beholders: A Comparison of Know Palm Uses Among Indigenous and Folk Communities of Southwestern Amazonia. *Economic botany*, vol. 57(3)324-344.
8. Canizo, J., (2002), *Palmeras*. Madrid: Mundy-Prensa, p.709.
9. Castañeda, C., (2008), Diversidad de Ecosistemas en Guatemala. En Consejo Nacional de Areas Protegidas -CONAP-, Diversidad de Ecosistemas de Guatemala un enfoque histórico, cultural, biológico y económico, OTECBIO. p. 181-229, Guatemala.

10. Castellanos, E., *et al.*, (2011), Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2006, y Dinámica de la Cobertura Forestal 2001-2006, UVG, INAB, CONAP, URL, Guatemala, p. 99.
11. Chízmar, F. *et al.*, (2009), Plantas Comestibles de Centroamérica, primera edición, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad, INBIO, p. 360.
12. CECON, (2009), Diagnóstico de la Situación Actual de las áreas protegidas que coadministra la universidad de San Carlos de Guatemala y Propuesta de Lineamientos Estratégicos para su Sostenibilidad, p. 99.
13. CECON, (2011), Centro de Estudios Conservacionistas, Recuperado de <http://www.natureserve.org/nhp/lacarb/guate/cecon%20index.htm>.
14. Colwell, R. K. (2013), EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
15. CONAP, (2001), Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–, Recuperado <http://www.conap.gob.gt/Members/admin/documentos/documentos-centro-de-documentacion/flora/Especies%20en%20Extincion%20Flora.pdf/view>
16. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Organización Nacional Para la Conservación y el Ambiente. SC. (ONCA), Centro de Estudios Conservacionistas (CECON), (2002) Plan Maestro Biotopo Cerro Cahú. Guatemala, p. 73
17. CONAP, (2008), Guatemala y su Biodiversidad: Un Enfoque Histórico, Cultural, Biológico y Económico. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de Biodiversidad Guatemala, p. 650.
19. CONAP, (2010 – 2014), Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-. Recuperado de <http://www.conap.gob.gt/biodiversidad/flora-y-fauna>
20. Dransfield J., *et al.*, (2005). A new phylogenetic classification of the palm family, Arecaceae. Kew Bulletin 60: p. 559–569.
21. Dransfield J., *et al.*, (2008). Genera Palmarum – the evolution and classification of palms. Richmond, UK: Royal Botanic Gardens, Kew.
22. Dix, M. & Dix, M., (2000), Orquids of Guatemala, a recised annoled checklist, Missouri Botanical Garden Press vol. (78) p.61.

23. Erez, A, *et al.*, (2009), Uso de hábitats modificados por aves dependientes de bosque tropical en la región caribeña de Guatemala. *Rev. biol. trop* vol.57, n.1-2, p. 401-419.
24. Fernández, L., y Barillas, R. (2001), Flora Silvestre Utilizada en la Construcción de Viviendas en el Biotopo San Miguel la Palotada, San José, Petén. *Ciencia y Tecnología*, USAC, p. 65-79.
25. Galeno, G y Bernal, R., (2009), Palmas de Colombia. Guía de Campo. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. p. 688.
26. Garwood, N. & Bridgewater, S., (2005), [http://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/195\\_Chamaedorea\\_Guide\\_v1\\_1.pdf](http://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/195_Chamaedorea_Guide_v1_1.pdf) [http://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/195\\_Chamaedorea\\_Guide\\_v1\\_1.pdf](http://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/195_Chamaedorea_Guide_v1_1.pdf)
27. Gentry, A., (1988), Changes in Plant Community Diversity and Floristic Composition on Environmental and Geographical Gradients. Missouri Botanical Garden. (vol. 75) p.1- 34.
27. Grenha, V., Macedo, M., Pires, A y Monteiro, R., (2010), The Role of *Cerradomys subflavus* (Rodentia, Cricetidae) as Seed Predator and Disperser of the Palm *Allagoptera arenaria*. *Mastozoología Neotropical*, vol.17 (1) p.61-68.
28. Henderson, A., Galeno, G. & Bernal, R., (1995), *Field Guide to the Palms of the Americas*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. New Jersey, p.1-352.
29. Hernández, P., Graham, C., Master, L. & Albert, D., (2006), The Effect of Sample Size and Species Characteristics on Performance of Different Species Distribution Modeling Methods. *Ecography* vol.29, p.773-785.
30. Holdridge, L., (1947), Determination of World Plant Formations From Simple Climatic Data. *Science* vol.105, (2727) p. 367 – 368.
31. IARNA-URL (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar). (2011). Cambio climático y biodiversidad. Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico. Guatemala.
32. INAB, (2004), Boletín de Estadística del INAB Forestal, Administración del INAB, p. 1-20, <http://200.30.150.38/Documentos/Boletines/Boletin%20Estadistico%202004.pdf>
33. Ixcot, L., Acevedo, M., Cano, E., Castillo, N., Córdova, M., Flores, M.,... Villar, L., (2005), *Estudios de Biodiversidad en los Biotopos: San Miguel la Palotada el Zotz y Naachtún Dos Lagunas, Petén, Guatemala*. Guatemala: Informe Final Proyecto FODECYT, p. 19-02.



34. Johnson, D., (1999), *The Economic Importance of Palms to People in Tropical Areas*, Royal Botanical Gardens.
35. Jones, D., (1995), *Palms Throughout the World*. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.
36. Kahn, *et al.*, (1988), Species Richness and Density of Palms in Terra Firme Forests of Amazonia. *Biotropica* vol. 20, p. 266 – 269.
37. Kahn, F. & Granville J., (1992), Palms in Forest Ecosystems of Amazonia. *Ecological Studies*, Springer – Verlag, Berlin, pp. 95.
38. Klingebiel, A. A., & Montgomery, P. H., (1961), Land capability classification. Washington, DC: US Government Printing Office.
39. Knapp, S. & Davidse, G., (2006), Flora of Guatemala Revisited. Enio Cano (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. (1) p.25-47.
40. Legendre, P. & L. Legendre. 1998. Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam, Holland.
41. Lieberman, D., M. Lieberman, R. Peralta & G.S. Hartshorn. 1996. Tropical forest structure and composition on the large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *J. Ecol.* 84: p. 137-152.
42. Manohara, T., Linto, E. & Renuka, C., (2010), Diversity and Conservation of Palms in Andaman & Nicobar Archipelago. *Biodivers Conserv*, p. 3655-3666.
43. Matteucci, S., & Colma, A.,(1982), Metodología para el Estudio de la Vegetación Monografía #22. *Programa Reginal de Desarrollo Científico y Tecnológico*, p. 1 - 168.
44. McCune, B. & Mefford, M., (1999), PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data).
45. Monroy, C., y Monroy, R., (2004), Analisis Preliminar de la Dominancia Cultural de las Plantas Útiles en el Estado de Morelos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, p. 77-95.
46. Moore, H. E., (1973), The Major Groups of Palms and Their Distributions. *Gentes Herb.* 11, p. 27 – 140.
47. Moreno, C.E., (2001), Métodos para medir la biodiversidad, M&T Manuales y Tesis SEA, Vol. 1, Zaragoza, p. 84.
48. Orozco, A. L., (2002), Comunidades de Palmas (Familia Arecaceae) Silvestres en la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal, Guatemala. (Tesis de

Licenciatura). *Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades*, p. 1-71.

49. Palacios, E., 2006. Ficha Técnica de *Cryosophila stauracantha* cuarenta y ocho especies de la flora de Chiapas incluidas en el Proy-NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Historia Natural y Ecología. Bases de datos SNIB-CONABIO, Proyecto No. WOOS, México. D.F.
50. Pavón, N., *et al.*, (2006), Extracción de Hojas de la Palma *Brahea dulcis* en una Comunidad Otomí en Hidalgo, México: Efecto sobre Algunos Parámetros Poblacionales. *Revista de Ciencia y Tecnología de América*, vol. 31, (1) p. 57-61.
51. Pérez, M. y Rebollar, S., (2003), Anatomía y Usos de las Hojas Maduras de Tres Especies de *Sabal* (Arecaceae) de la Península de Yucatán, México. *Rev. biol. trop* [online]. vol.51, (2) p. 333-344.
52. Pérez S., *et al.*, (2001), Caracterización Ecológica de los Biotopos Chocón Machacas-Izabal, y Cerro Cahuí, Petén. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación-Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente. Centro de Estudios Conservacionistas, Guatemala. p. 118.
53. Phillips, S. *et al.*, (2006), Maximum Entropy Modeling of Species Geographic Distributions, ELSEVIER, vol. 90 p 231-259.
54. Piedade M., *et al.*, (2006), Phenology, Fruit Production and Seed Dispersal of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian Black Water Floodplains, Brazil, *Rev. Biol. Trop.* vol. 54, (4), p. 1171-1178.
54. Quiroz J., *et al.*, (2008), Stem Anatomical Characteristics of the Climbing Palm *Desmoncus orthacanthos* (Arecaceae) Under Two Natural Growth Conditions in a Tropical Forest. *Rev. biol. trop* [online]. vol.56, (2), p. 937-949.
55. Schulze, M., & Whitacre, D., (1999), A classification and ordination of the tree community of Tikal National Park, Petén, Guatemala. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History USA*, p. 41.
56. SIGMA-I, (2010), Sistema de Información Geoespacial, para el Manejo de incendios en la República de Guatemala, CONAP, INAB, CONRED, MARN, Guatemala, p. 44.
57. Simmons, Ch., Tarano, J. y Pinto, J., (1959), Clasificación a Nivel de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Instituto Agrícola Nacional, p. 850.
58. Soberon, J., & Jones, L., (1993), The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology*, p. 480-488.

59. Standley, P. & Steyermark, J., (1958), Flora of Guatemala, Fieldiana: Botany, Chicago Natural History Museum, vol.24, (part I), p. 196-504.
60. Svenning, J., (2001), On the Role of Microenvironmental Heterogeneity in the Ecology and Diversification of Neotropical Rain- Forest Palms (Arecaceae), en *The Botanical Review*, The New York: NYBG Press., vol.67, (1), pp. 1-53.
61. The Cambridge Dictionary of Statistics, (2002), 2<sup>nd</sup> ed. [www.cambridge.org](http://www.cambridge.org).
62. TNC, (2007), Diagnostico de Capacidades del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas SIGAP, p. 16, [www.conap.gob.gt](http://www.conap.gob.gt).
63. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden, (2012), <http://www.tropicos.org>
64. Veira, S., & Barbosa, M., (2008), Influence of Climate Change in Palms (Arecaceae) Richness Distribution Along an Altitudinal Gradient in Atlantic Rain Forest, Brazil, Universidade de Taubaté (UNITAU), Brazil
65. Véliz, M., (2008), Diversidad Florística de Guatemala. En C. N. Protegidas, *Guatemala Y Su Biodiversidad, Un Enfoque Histórico, Cultural, Biológico y Económico*, Guatemala: OTECBIO, p. 261 – 299.
66. Villarreal, H. *et al.*, (2006), Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad, Programas de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, pp. 336.

### 13.ANEXOS

|               | Cobertura<br>N | Cobertura<br>S | Cobertura<br>E | Cobertura<br>O |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Cahu1</b>  | 2              | 5              | 4              | 2              |
| <b>Cahu 2</b> | 3              | 2              | 3              | 1              |
| <b>Cahu3</b>  | 3              | 2              | 1              | 3              |
| <b>Cahu4</b>  | 11             | 1              | 1              | 2              |
| <b>Cahu5</b>  | 3              | 4              | 6              | 3              |
| <b>Cahu6</b>  | 5              | 2              | 3              | 10             |
| <b>Cahu7</b>  | 3              | 2              | 3              | 1              |
| <b>Cahu8</b>  | 2              | 4              | 3              | 3              |
| <b>Cahu9</b>  | 8              | 2              | 1              | 2              |
| <b>Cahu10</b> | 2              | 4              | 3              | 3              |

**Cuadro No. 1 Datos obtenidos para el cálculo de la cobertura del dosel en el Biotopo Cerro Cahuí**

|                | Cobertura<br>N | Cobertura<br>S | Cobertura<br>E | Cobertura<br>O |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Lagu 1</b>  | 23             | 6              | 3              | 19             |
| <b>Lagu 2</b>  | 12             | 8              | 7              | 7              |
| <b>Lagu 3</b>  | 6              | 2              | 2              | 4              |
| <b>Lagu 4</b>  | 6              | 5              | 4              | 4              |
| <b>Lagu 5</b>  | 5              | 8              | 7              | 8              |
| <b>Lagu 6</b>  | 21             | 45             | 52             | 74             |
| <b>Lagu 7</b>  | 39             | 79             | 58             | 67             |
| <b>Lagu 8</b>  | 25             | 78             | 74             | 82             |
| <b>Lagu 9</b>  | 10             | 9              | 9              | 14             |
| <b>Lagu 10</b> | 12             | 8              | 7              | 8              |

**Cuadro No. 2 Datos obtenidos para el cálculo de la cobertura del dosel en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas**

**Tabla No. 2 Datos de Correlación de Pearson**

|             |                        | ap    | coordy | coordx | altitud | pendiente | orientacion | areabasal | densidad | cobert | altura |
|-------------|------------------------|-------|--------|--------|---------|-----------|-------------|-----------|----------|--------|--------|
| ap          | Correlación de Pearson | 1     | 1.000  | .999   | -.494   | .043      | .071        | -.846     | .000     | -.513  | -.427  |
|             | Sig. (bilateral)       |       | .000   | .000   | .027    | .884      | .773        | .000      | 1.000    | .021   | .077   |
|             | N                      | 20    | 20     | 20     | 20      | 14        | 19          | 20        | 20       | 20     | 18     |
| coordy      | Correlación de Pearson | 1.000 | 1      | .999   | -.500   | .044      | .071        | -.847     | .007     | -.522  | -.434  |
|             | Sig. (bilateral)       | .000  |        | .000   | .025    | .881      | .774        | .000      | .977     | .018   | .072   |
|             | N                      | 20    | 20     | 20     | 20      | 14        | 19          | 20        | 20       | 20     | 18     |
| coordx      | Correlación de Pearson | .999  | .999   | 1      | -.527   | .030      | .075        | -.864     | -.013    | -.530  | -.415  |
|             | Sig. (bilateral)       | .000  | .000   |        | .017    | .918      | .761        | .000      | .955     | .016   | .087   |
|             | N                      | 20    | 20     | 20     | 20      | 14        | 19          | 20        | 20       | 20     | 18     |
| altitud     | Correlación de Pearson | -.494 | -.500  | -.527  | 1       | .131      | .020        | .699      | .066     | .528   | .274   |
|             | Sig. (bilateral)       | .027  | .025   | .017   |         | .654      | .934        | .001      | .782     | .017   | .271   |
|             | N                      | 20    | 20     | 20     | 20      | 14        | 19          | 20        | 20       | 20     | 18     |
| pendiente   | Correlación de Pearson | .043  | .044   | .030   | .131    | 1         | -.082       | -.070     | -.045    | -.252  | -.235  |
|             | Sig. (bilateral)       | .884  | .881   | .918   | .654    |           | .782        | .812      | .880     | .384   | .419   |
|             | N                      | 14    | 14     | 14     | 14      | 14        | 14          | 14        | 14       | 14     | 14     |
| orientacion | Correlación de Pearson | .071  | .071   | .075   | .020    | -.082     | 1           | -.145     | .009     | -.045  | .026   |
|             | Sig. (bilateral)       | .773  | .774   | .761   | .934    | .782      |             | .552      | .971     | .854   | .922   |
|             | N                      | 19    | 19     | 19     | 19      | 14        | 19          | 19        | 19       | 19     | 17     |
| areabasal   | Correlación de Pearson | -.846 | -.847  | -.864  | .699    | -.070     | -.145       | 1         | .155     | .464   | .281   |

|          |                           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | Sig.<br>(bilateral)       | .000  | .000  | .000  | .001  | .812  | .552  |       | .514  | .039  | .258  |
|          | N                         | 20    | 20    | 20    | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |
| densidad | Correlación<br>de Pearson | .000  | .007  | -.013 | .066  | -.045 | .009  | .155  | 1     | -.263 | -.417 |
|          | Sig.<br>(bilateral)       | 1.000 | .977  | .955  | .782  | .880  | .971  | .514  |       | .263  | .086  |
|          | N                         | 20    | 20    | 20    | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |
| cobert   | Correlación<br>de Pearson | -.513 | -.522 | -.530 | .528  | -.252 | -.045 | .464  | -.263 | 1     | .382  |
|          | Sig.<br>(bilateral)       | .021  | .018  | .016  | .017  | .384  | .854  | .039  | .263  |       | .118  |
|          | N                         | 20    | 20    | 20    | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |
| altura   | Correlación<br>de Pearson | -.427 | -.434 | -.415 | .274  | -.235 | .026  | .281  | -.417 | .382  | 1     |
|          | Sig.<br>(bilateral)       | .077  | .072  | .087  | .271  | .419  | .922  | .258  | .086  | .118  |       |
|          | N                         | 18    | 18    | 18    | 18    | 14    | 17    | 18    | 18    | 18    | 18    |
| CrySta   | Correlación<br>de Pearson | -.740 | -.741 | -.728 | .098  | -.109 | .099  | .491  | -.137 | .401  | .432  |
|          | Sig.<br>(bilateral)       | .000  | .000  | .000  | .682  | .710  | .686  | .028  | .564  | .080  | .073  |
|          | N                         | 20    | 20    | 20    | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |
| SabGua   | Correlación<br>de Pearson | -.218 | -.219 | -.208 | .022  | -.122 | .235  | -.040 | -.153 | .276  | .487  |
|          | Sig.<br>(bilateral)       | .355  | .353  | .378  | .928  | .678  | .333  | .865  | .518  | .238  | .041  |
|          | N                         | 20    | 20    | 20    | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |
| DesOrt   | Correlación<br>de Pearson | .036  | .030  | .037  | -.010 | -.267 | -.228 | -.060 | -.050 | .260  | .398  |
|          | Sig.<br>(bilateral)       | .879  | .901  | .876  | .967  | .357  | .347  | .802  | .833  | .268  | .102  |
|          | N                         | 20    | 20    | 20    | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |

|        |                        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ChaObl | Correlación de Pearson | - .435 | - .434 | - .435 | .126  | -.162 | -.176 | .421  | .241  | .106  | .099  |
|        | Sig. (bilateral)       | .055   | .056   | .055   | .596  | .581  | .471  | .065  | .307  | .656  | .697  |
|        | N                      | 20     | 20     | 20     | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |
| GauMay | Correlación de Pearson | -.413  | -.419  | -.411  | .095  | -.134 | -.192 | .445  | -.174 | .207  | .664  |
|        | Sig. (bilateral)       | .070   | .066   | .072   | .691  | .648  | .430  | .049  | .464  | .380  | .003  |
|        | N                      | 20     | 20     | 20     | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |
| Chasp1 | Correlación de Pearson | -.304  | -.312  | -.308  | .122  | -.143 | -.165 | .501  | -.108 | .144  | .377  |
|        | Sig. (bilateral)       | .193   | .181   | .186   | .608  | .626  | .498  | .024  | .652  | .544  | .123  |
|        | N                      | 20     | 20     | 20     | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |
| ChaSei | Correlación de Pearson | .437   | .440   | .455   | -.352 | .376  | -.044 | -.408 | -.070 | -.625 | -.135 |
|        | Sig. (bilateral)       | .054   | .052   | .044   | .128  | .185  | .859  | .074  | .768  | .003  | .593  |
|        | N                      | 20     | 20     | 20     | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |
| ChaEle | Correlación de Pearson | .255   | .260   | .257   | -.308 | -.113 | .029  | -.254 | .365  | -.613 | -.426 |
|        | Sig. (bilateral)       | .278   | .269   | .273   | .187  | .701  | .907  | .281  | .114  | .004  | .078  |
|        | N                      | 20     | 20     | 20     | 20    | 14    | 19    | 20    | 20    | 20    | 18    |

