



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

---

**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍAS**

**“CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD ARBÓREA DE  
LA ISLA GRANDE DE HOLBOX, LÁZARO CÁRDENAS,  
QUINTANA ROO, MÉXICO; PARA SU MANEJO”**

**TESIS**

**Para obtener el grado de**

**LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

**Presenta**

**RICARDO CARMELO CORAL ARJONA**

**Director de Tesis**

**BIÓL. ALBERTO PEREIRA CORONA**

Chetumal, Quintana Roo, México, Noviembre de 2010.

# UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

---

División de Ciencias e Ingenierías



Tesis elaborada bajo la supervisión del comité de Tesis del programa de Licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

## COMITÉ DE TESIS

Director: \_\_\_\_\_  
Biól. Alberto Pereira Corona

Asesor: \_\_\_\_\_  
Biól. Lidia Esther Serralta Peraza

Asesor: \_\_\_\_\_  
M. C. Juan Antonio Rodríguez Garza

Chetumal, Quintana Roo, México, Noviembre de 2010



## DEDICATORIA

PRIMERAMENTE A MI MADRE QUE AMO CON EL ALMA, ANA ELSY ARJONA SOLIS, QUE ME APOYO DESDE EL PRINCIPIO DE MIS ESTUDIOS, Y ME BRINDO DE MANERA INCONDICIONAL SU AMOR Y COMPRENSIÓN EN TODOS LOS MOMENTOS DE MI VIDA, IMPULSÁNDOME EN TODO MOMENTO A SUPERARME COMO PERSONA Y EN LO PROFESIONAL.

A MIS HERMANOS GABRIELA, JORGE Y ANILU, A MI SOBRINO ALEX ESPERANDO QUE ELLOS TAMBIÉN ALCANCEN SUS METAS EN LA VIDA, REALICEN TODOS SUS SUEÑOS Y QUE NO SE DETENGAN POR NADA.

AL AMOR DE MI VIDA ZACIL-HA, DE QUIEN SIEMPRE RECIBÍ AMOR Y APOYO, QUE SIEMPRE ESTUVO AHÍ CUANDO MAS LO NECESITE Y ENSEÑO A NO RENDIRME NUNCA Y LUCHAR POR LO QUE UNO QUIERE.

A DON EDUARDO POOT CAMBRANIS (Q.E.P.D), POR EL QUE SENTÍ UN GRAN CARIÑO Y AFECTO Y ME APOYÓ DE VARIAS FORMAS EN MUCHOS MOMENTOS BUENOS Y DIFÍCILES.



## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis de licenciatura requirió del esfuerzo, colaboración y compromiso por parte de varias personas las cuales resultaron indispensables para la realización y finalización de este documento, éstas son:

Biól. Alberto Pereira Corona, Biól. Lidia Serralta Peraza y M.C. Juan Antonio Rodríguez Garza, por su cooperación, paciencia y apoyo brindado durante esta tesis.

A las personas que me acompañaron a los recorridos en campo, Biól Gabriel, que compartió toda su experiencia y conocimiento y además por ser un gran amigo, al señor “tototo” y su padre por acompañarme y llevarme en su lancha durante el tiempo que duró el trabajo, al personal de campo que nos ayudó en la apertura de las brechas y en su conocimiento.

Así también al personal de la división de ciencias e ingenierías ya que dentro de los ámbitos que a cada uno le competen me han colaborado sin ponerme ningún impedimento, al contrario, me han brindado siempre una sonrisa.

A mi Tía Brenda, por su tiempo y paciencia otorgada para darle a este trabajo los últimos toques en cuanto a gramática y ortografía.

De manera general agradezco a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis doctoral, con sus altos y bajos y que no necesito nombrar, porque tanto ellas como yo, sabemos que les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad, a todos ellos muchas gracias.

A mi padre dios y a su amado hijo Jesucristo quienes han hecho tanto bien en mi vida.



## Contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 RESUMEN.....	2
1.2. ANTECEDENTES.....	3
1.3. OBJETIVOS .....	4
2. ÁREA DE ESTUDIO.....	5
2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	6
2.1.1 CLIMA.....	6
2.1.2 HIDROLOGÍA .....	7
2.1.3 GEOLOGÍA .....	7
2.1.4 EDAFOLOGÍA .....	8
3. METODOLOGÍA.....	9
3.1 MÉTODO .....	9
3.2 MATERIALES Y EQUIPO .....	18
4. RESULTADOS.....	19
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD.....	19
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	21
4.2.1. LISTADO FLORÍSTICO.....	21
4.2.2. ESPECIES DE LA IGH EN PROTECCIÓN (NOM-059-ECOL-2001).....	23
4.2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRANSECTOS.....	23
4.2.4. DIVERSIDAD ECOLÓGICA.....	38
4.2.5. ÍNDICE DE SIMILITUD .....	38
4.2.6. GRÁFICA OLMSTEAD-TUKEY .....	40
5. DISCUSIÓN .....	41
6. CONCLUSIONES .....	49
6.1. RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS .....	51
7. LITERATURA CITADA.....	54



## 1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las formaciones vegetales es una de las partes principales de todo estudio para determinar el estado de conservación en el que se encuentra un ecosistema ya que ellas son las responsables de regular las condiciones microclimáticas que hacen de cada ecosistema un lugar diferente. La vegetación es un elemento altamente dinámico que cambia en el espacio y el tiempo, es un rasgo muy evidente de los ecosistemas terrestres; debido a la falta de información detallada al respecto, su caracterización es fundamental para la elaboración de planes de manejo, conservación, etc. (Yañes Villa, Galvan F., 2004).

La caracterización ambiental es la descripción de los rasgos fisiográficos y ecológicos generales de una zona específica. En este trabajo se realizará la descripción general de la vegetación arbórea actual de la Isla Grande de Holbox. Este trabajo proporcionará información útil para establecer acciones que ofrezcan mayor viabilidad a las estrategias de manejo de la zona estudiada.

La vegetación será caracterizada por su fisonomía, aspecto que es indispensable para la comprensión de su naturaleza y distribución. La estructura y composición de una comunidad vegetal es lo que debemos conocer y registrar en una base de datos florísticos que sea útil. Se debe distinguir la estructura tanto en sentido vertical (estratificación) como en el horizontal (espaciación) (Bautista, 2004).

La estructura de la vegetación se define como la organización en el espacio de los individuos que componen una asociación vegetal, donde los elementos primarios son: forma vital, estratificación de la vegetación y cobertura de la misma.

La composición florística de una comunidad vegetal está dada por el número y la identidad de las especies vegetales presentes en ella. Para ello se realizan muestreos con un área mínima a censar con lo cual se obtiene la mayor información del número de especies presentes a un costo (tiempo y esfuerzo) razonables (Mendoza, 2003).

Para la realización de este trabajo se decidió estudiar el estrato arbóreo, que en la isla es el dominante, siendo éste el que permite determinar la salud y el estado de conservación del ecosistema al tratarse de la comunidad clímax (Krebs 2003).

En el sitio de estudio se encuentran algunas de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, lo que le da un estatus jurídico particular y exige estrategias de manejo especiales.



## 1.1 RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de analizar la estructura y composición florística de la Isla Grande de Holbox (IGH) en el área natural protegida de Yum Balam, al norte del Estado de Quintana Roo, la cual es identificada como Área de Protección de Flora y Fauna según la SEMARNAT. El muestreo se llevó a cabo mediante 9 transectos perpendiculares a la línea de costa, abarcando así la totalidad de las transiciones florísticas que se pudieran presentar en la isla, cambios que se presentan debido a las adaptaciones que la vegetación presenta debido en relación a los cuerpos de agua y otros factores, de esta manera, se estudiaron las comunidades vegetales de matorral costero y manglar, utilizando una modificación de la técnica de transectos; también se incluye la flora y fauna observada en la isla. La longitud de los transectos varió dependiendo de la facilidad o dificultad del terreno para ingresar, siendo los transectos más largos los que se terminaron hasta llegar a la laguna Coníl.

En el presente trabajo se describe cada transecto y se analiza estadísticamente, identificando los elementos dominantes en densidad, frecuencia, cobertura e índice de importancia con lo cual se pueden señalar con más exactitud las especies importantes para el funcionamiento de la comunidad. Adicionalmente se emplearon el índice de Shannon-Wiener, el Índice de similitud de Morisita-Horn y la gráfica de Olmsted-Tukey para realizar un estudio más completo.

Se elaboró un listado florístico de las especies encontradas en los cuadrantes y fuera de ellos, tomando en cuenta los estratos inferiores (arbustivo y herbáceo) así como especies de importancia como epifitas (orquídeas y bromelias) y cactáceas. Igualmente, se realizó un listado y un álbum fotográfico de la fauna observada al momento en el que se realizaban los muestreos, que incluye aves, mamíferos, reptiles e insectos. Esto para resaltar la importancia de esta zona como zona de anidación de tortugas marinas y aves migratorias.

Se observa que esta comunidad se encuentra en buen estado, y en los sitios en donde se practica la agricultura de cocoteros, la vegetación natural se está recuperando al encontrarse gran cantidad de vegetación local en estos sitios. Toda esta información fundamenta las bases para determinar esta zona como protegida, ya que al ser una isla tiene características únicas con respecto a las zonas que la rodean.



## 1.2. ANTECEDENTES

La elección del lugar a estudiar, surgió de la oportunidad de trabajar en el poblado de Holbox realizando algunos estudios para una consultoría ambiental de Cancún. De esta forma se conocieron algunas personas, las cuales mencionaron que tenían tierras sin usar en la Isla Grande de Holbox (IGH), a las cuales no les buscaban uso alguno por lo que pretendían venderlas para invertir el dinero en materiales y equipo para la pesca y turismo. Mencionaron que no sabían que podrían hacer para utilizarlas y por lo mismo no conocían lo que había en la zona, ya que sus conocimientos son más amplios en cuestiones marinas que en terrestres. De igual forma mencionaron que el área de la IGH fue aprovechada hace algunas décadas para el cultivo de palma de coco (*Cocos nucifera*) en el auge de la producción coprera, la cual fue decayendo debido a varias razones; algunas de ellas fueron el amarillamiento letal y la falta de mercado para la venta de productos derivados de la palma de coco. Actualmente se pueden ver relictos de estos plantíos en manchones bien marcados a lo largo de la línea de costa.

Se determinó llevar la investigación recurriendo a fuentes bibliográficas y digitales considerando que por tratarse de un área protegida se podría contar con información suficiente sobre la isla y los trabajos realizados en la zona.

Entre los documentos consultados que generaron información relévale para esta investigación se encuentran;

1. Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA's). Estas son usadas para la aprobación de proyectos de construcción ya sean turísticos o de infraestructura pública.
2. Programa de Ordenamiento Ecológico de Lázaro Cárdenas cuya fase de caracterización y diagnóstico inicio en el año 2008. Trabajo realizado por la Universidad de Quintana Roo el cual aporta información sobre las condiciones económicas, sociales, culturales y biológicas del municipio de Lázaro Cárdenas.

Al encontrarse la IGH dentro de un ANP se podría pensar que existe mucha información sobre las condiciones naturales dominantes, sin embargo los documentos analizados solo abordan de manera general la flora y fauna de la isla y en el caso de las MIA's solo se centra en el área urbana de Holbox.

El único documento encontrado que menciona específicamente las condiciones que imperan en la Isla Grande, es el realizado por PRONATURA Península de Yucatán en el año 2005.

De los trabajos realizados a manera de descripción del área resaltan trabajos de autores como F. Miranda (1958) y (1964) en los que mencionan de manera general las formaciones vegetales que dominan en la península de Yucatán. No obstante lo anterior, para la región que cubre el municipio Lázaro Cárdenas, dicho autor dejó un vacío de información en un





área que cubre aproximadamente un 30 % de su territorio y corresponde con la zona norte la cual se considera como de mayor complejidad (POEL 2008).

A pesar de los estudios más recientes realizados por Flores y Espejel (1994) para tratar de actualizar y perfeccionar la obra de Miranda, sigue sin contarse con antecedentes particulares que permitan la caracterización de los ecosistemas del Municipio de Lázaro Cárdenas y en particular de la IGH, por lo que se ha planteado el siguiente estudio para aportar algo a la caracterización de esta zona.

### 1.3. OBJETIVOS

#### **Objetivo general:**

- Describir la comunidad arbórea actual en la IGH para prevenir y hacer una mejor propuesta de manejo por los desarrollos turístico que se planteen a futuro.

#### **Objetivos particulares:**

- Determinar la diversidad y distribución del estrato arbóreo presente en la IGH
- Establecer el grado de conservación de la formación vegetal arbórea en la IGH
- Establecer propuestas de uso de los recursos naturales que se encuentren en la IGH.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO.

La Isla Grande de Holbox (IGH) se localiza al Norte del Estado de Quintana Roo, en el municipio de Lázaro Cárdenas, en la porción este del poblado de la Isla de Holbox. Esta zona se encuentra bien delimitada por canales naturales que la separan de la zona poblada al Oeste de la Isla, estos son el Río Kuká en Punta Mosquito y el canal Sta. Paula cerca de Cabo Catoche al este de la isla (Imagen 1).

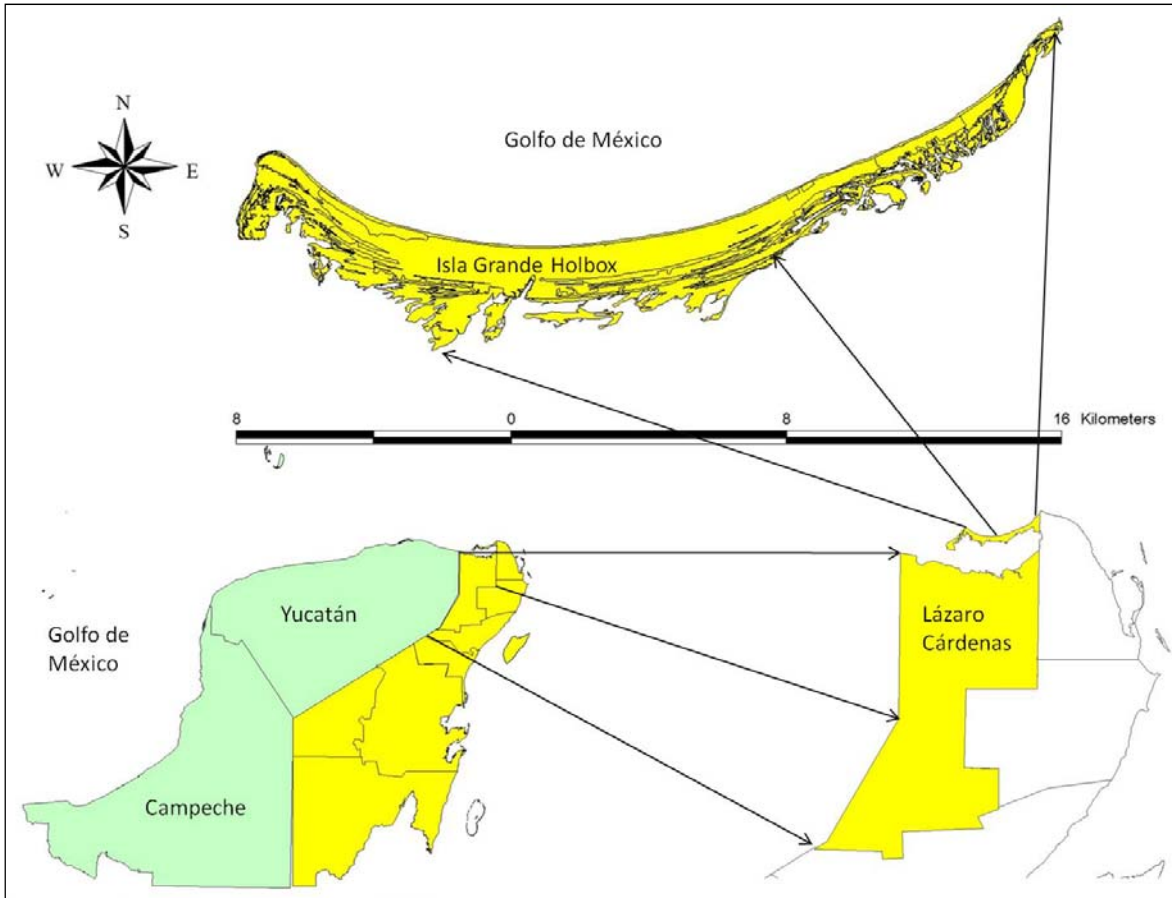


Imagen 1. Localización de la IGH. Fuente: Elaboración propia

La zona de estudio se encuentra comprendida entre las coordenadas extremas al norte  $21^{\circ} 35' 36''$ , al sur  $21^{\circ} 30' 41''$  de latitud norte, al oeste  $87^{\circ} 20' 03''$ , al este  $87^{\circ} 06' 48''$  de longitud oeste (Imagen 2).

La IGH, tiene una longitud de 22 km de largo y un ancho variable de 500 m hasta poco más de 2 km. Esta isla presenta diferentes tipos de ecosistemas en muy buen grado de conservación, debido a su lejanía con centros de población y a su difícil acceso, ya que únicamente puede llegarse por vía marítima, ésto hace que las especies que ahí existen se desarrollen sin perturbación alguna por parte del ser humano. Entre los ecosistemas presentes se encuentra el de duna costera, matorral costero y manglar.

Esta isla se encuentra dentro de un Área Natural Protegida decretada el 6 de Junio de 1994 con carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Yum Balam (APFFYB).

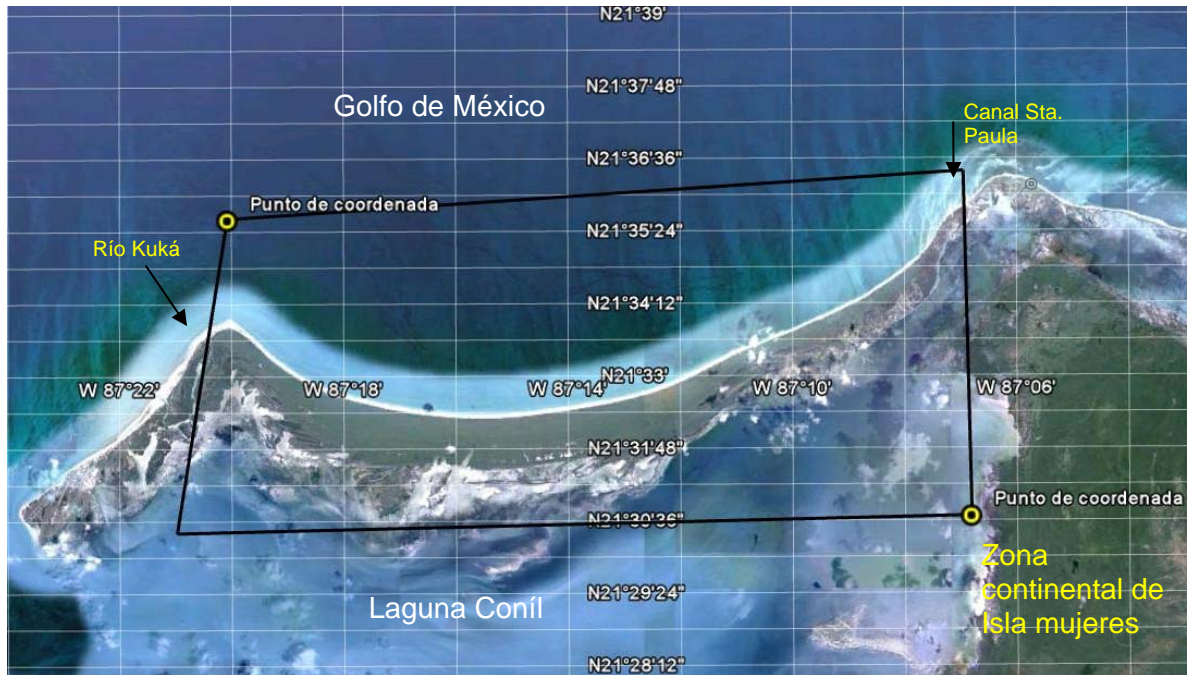


Imagen 2. Zona de estudio. Fuente de imagen google earth, gráfico final, elaboración propia

## 2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

### 2.1.1 CLIMA

De acuerdo con la Carta de Climas de Yucatán (CONABIO, 1997) basada en la clasificación de Köppen modificada por García, el tipo de clima presente en el área, de acuerdo a los datos obtenidos por la estación meteorológica más cercana de Solferino es:

Tipo de clima		Descripción
Aw0" (x')(i')	Temp. promedio 25.23°C PP anual prom. 1197.73 mm	Cálido subhúmedo, es el menos subhúmedo de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival.

El intemperismo es severo y está asociado con los huracanes que azotan a la costa. Estos huracanes se presentan principalmente durante la época del verano y otoño, de mayo a noviembre.

Otros fenómenos meteorológicos que también afectan la región de Quintana Roo son los vientos denominados "nortes". Este fenómeno alcanza la Península de Yucatán, principalmente durante el otoño e invierno, haciendo descender drásticamente la temperatura y con ráfagas de viento que llegan a alcanzar los 100 Km/h.



### 2.1.2 HIDROLOGÍA

En Isla Holbox la alta permeabilidad se acentúa por la composición arenosa del suelo, lo que permite la infiltración rápida del agua de lluvia. El flujo subterráneo en la región de Chiquilá e Isla Holbox, como en el resto de la costa oriental de la PY, se dirige hacia la costa, es decir, hacia el norte.

El único embalse en el área corresponde a la Laguna Conil (Yalahau), que se encuentra delimitada por la costa norte del municipio de Lázaro Cárdenas, al Sur, e Isla Holbox, al Norte, teniendo comunicación con el Golfo de México a través de una amplia boca ubicada en la parte Oeste y por un canal, conocido como Santa Paula, localizado en el extremo Este, que es el que separa precisamente a Isla Holbox del continente. Esta laguna se extiende hasta el límite este del municipio, colindando con el municipio de Isla Mujeres.

### 2.1.3 GEOLOGÍA

La Península de Yucatán (PY) se encuentra ubicada en la confluencia de la Placa Oceánica del Caribe y la Placa Continental de Norte América. En ésta zona de confluencia, se formó una depresión de tamaño considerable por los procesos subductivos de ambas placas durante la era Paleozoica, este proceso formó la estructura conocida como Plataforma Yucateca, que sirve de basamento a toda la porción actualmente emergida que denominamos PY (POEL, 2008).

Geológicamente la PY es una estructura relativamente joven, su origen sedimentario se remonta a las formaciones rocosas del Mesozoico, sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una gigantesca losa caliza con abundancia de depósitos de materiales de origen biogénico relativamente suaves.

Particularmente, el municipio de Lázaro Cárdenas se encuentra sobre la Formación Carrillo Puerto en la mayor parte de su extensión, y sobre la Formación Mioceno- Pleistoceno solamente una franja de aproximadamente 4 a 5 Km en el norte paralelo a la costa sur de Laguna Conil y la porción Insular de Holbox, debido a que el resto de la superficie de poco más de 15 Km de ancho descrita para la formación se encuentra sumergido formando la misma Laguna Conil.

La conformación geomorfológica de la Isla de Holbox pertenece al de playa y barra arenosa, la cual es una formación muy reciente producto de procesos acumulativos, es una isla de barrera y como tal es fuertemente dinámica siendo el transporte de sedimentos paralelo a la costa uno de los principales fenómenos que modifican su perfil.

En particular la Isla de Holbox es una barra arenosa consolidada sobre restos de la cresta arrecifal que separa parcialmente las aguas del Canal de Yucatán de las de Laguna Conil, estableciendo una diferenciación de condiciones de sedimentación muy claras. Dan lugar a la



formación de lagunas costeras y una extensa zona de marisma, ocupa una fracción del litoral del Golfo de México en su porción denominada Canal de Yucatán. Las playas arenosas y cordones litorales se caracterizan por la alta permeabilidad del material no consolidado que las forman y por contener aguas salobres debido a su cercanía al mar.

Para algunas de las zonas más expuestas de la costa del estado, los volúmenes de recambio de arenas podrían estimarse en los miles de toneladas anuales, sin una evaluación precisa de estas cantidades, su dirección de transporte, origen y destino; con la precisión suficiente como para poder ser considerado en un análisis más fino del proceso. Por su parte estas mismas costas, particularmente en las zonas donde la inclinación es menor y la formación más reciente, es posible apreciar actualmente una serie de procesos de acreción los que en el corto plazo pueden ser insignificantes pero que, al paso de varias décadas o un par de siglos pueden repercutir en cambios profundos y más o menos permanentes del perfil costero del estado (Pereira, 2005).

En la parte norte del municipio, particularmente en la porción denominada Isla Holbox se pueden apreciar de manera clara estos procesos de erosión y acreción que hemos referido, La observación detallada de la cobertura vegetal en escalas de 1:10,000 o menores permite apreciar claramente un bandeo en la misma que va paralelo a la costa y siguiendo el perfil de la misma, este bandeo obedece no solamente a los atributos particulares de las formaciones vegetales sino al condicionamiento de esos patrones al tiempo que han tenido para desarrollarse, es decir a la antigüedad del sustrato sobre el cual se encuentra la formación vegetal, siendo los más antiguos los que se encuentran hacia el interior.

#### **2.1.4 EDAFOLOGÍA**

Toda la zona costera de Holbox, presenta suelos llamados Regosoles estos son suelos relativamente recientes, poco desarrollados, constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forman, presentan en su mayoría profundidades alrededor de 100 cm, con texturas en la zona principalmente arenosas a franco arenosas, el drenaje es muy variado. Presentan una alta acumulación de sales de sodio debido a la influencia marina.

La única subunidad de este tipo de suelo presente en la zona es el Regosol calcárico (Rc), que se caracterizan porque acumulan carbonato de calcio en sus horizontes, en la zona presentan coloraciones que van del blanco al rosado, su pH es ligeramente alcalino y son pobres en materia orgánica, con una fase química que va de sódica a fuertemente sódica (INEGI, 1984).



### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 MÉTODO

Al iniciar con el estudio se revisaron imágenes de satélite mediante el programa Google Earth<sup>MR</sup>, para ver como se encuentra distribuida la vegetación en la IGH, esto gracias a que la cobertura de imágenes de este programa cubre una gran parte el área de interés y posee una resolución muy buena.

Al analizar el mapa de la IGH se pueden distinguir diferentes texturas determinándose que en su mayoría la vegetación se encuentra bien establecida y de manera mixta solo en algunas partes. De esta forma se pueden distinguir algunas zonas como manglar, matorral costero, zonas inundadas permanentemente y de forma temporal, vegetación de duna, franjas de vegetación muerta y cuerpos de agua interiores. Además se realizaron anotaciones de otras formas de vida de especies vegetales y de fauna local (Mamíferos, Aves y Reptiles).

Con la ayuda de una imagen de satélite se realizó un mapa de coberturas de la IGH utilizando el programa Arcview 3.2<sup>MR</sup>, de esta manera se pudieron reconocer 6 zonas diferentes: zonas de matorral, duna costera, zona de manglar, zonas de vegetación secundaria, zonas inundables y zonas sin vegetación.

Las coberturas encontradas en esta primera clasificación fueron corroboradas durante la primera visita de prospección a la zona de la Isla Grande de Holbox.

#### **a) Información preliminar y prospección.**

Para la realización de esta investigación se llevó a cabo una salida al área de estudio, de Agosto a septiembre de 2007, para verificar lo observado en la imagen de satélite. De esta salida se pudo comprobar cómo estaba distribuida la vegetación y conocer algunas de las especies presentes en la zona.

Los resultados de la salida de campo permitieron calendarizar la fecha óptima para realizar el muestreo de la vegetación, misma que se llevó a cabo en la época de secas (Febrero-Marzo de 2008), ya que en estas fechas se facilitan las caminatas al interior de la isla. Igualmente se determinó el tipo de muestreo a utilizar y se ubicaron las brechas existentes sobre las cuales se colocarían los cuadrantes de muestreo.

#### **b) Técnica de muestreo aplicada.**

Para realizar el muestreo cuantitativo se utilizó una modificación de la técnica de muestreo de transectos, consistente en dividir el transecto en parcelas a intervalos predeterminados, convirtiéndolo en uno de cuadrículas (Bautista, 2004). En este estudio se tomó en cuenta únicamente el estrato arbóreo de la Isla ya que éste determina el estado de salud y



conservación, pudiéndose considerar como la comunidad clímax (Krebs, 2003). Para llevar a cabo esta técnica se aprovecharon algunas de las brechas abiertas por los ejidatarios del pueblo de Holbox, tomando éstas como transectos para ubicar sobre éstos los puntos de muestreo.

En cada transecto, los cuales fueron de longitud variable, se realizaron de dos a cuatro cuadrantes, todos con un área de  $100 \text{ m}^2$ . Las especies que se encontraron dentro de los cuadrantes fueron identificadas in situ para evitar la extracción de organismos o parte de ellos. Los que causaron alguna dificultad en su identificación, fueron fotografiados en sus partes más importantes como lo son el fruto, flor y hojas. Se tomaron medidas del diámetro a la altura del pecho (DAP), (Bautista, 2004), de los arboles mayores de 10 cm (excepto palmas), para obtener la cobertura, así mismo, se tomó la altura de los árboles.

A partir del muestreo cuantitativo se obtuvieron los siguientes datos: Densidad Absoluta y Relativa por especie, Frecuencia absoluta y Relativa; Cobertura Absoluta y Relativa, Valor de Importancia. Como datos adicionales se obtuvieron el Índice de diversidad, la Gráfica de Olmsted-Tukey y el análisis de similitud se Morisita-Horn.

El número de cuadrantes en cada transecto varió debido a las condiciones topográficas e hidrológicas del terreno.

Después de haber obtenido los datos cuantitativos, se procedió a la revisión bibliográfica para verificar que no existan errores en cuanto a la escritura o por si hubiera cambios en los nombres científicos, así como verificar si alguna de las especies encontradas se incluye en algún estatus de protección por la legislación Mexicana. Se tomó como base la norma oficial vigente, la NOM-059-ECOL-2001, en la cual se definen las siguientes categorías: Peligro de Extinción (PE), Amenazada (A), Sujeta a Protección Especial (Pr), Especie Endémica (E).

### **c) Localización de los transectos y cuadrantes**

Los transectos se realizaron en la Isla Grande de Holbox (IGH), partiendo desde la costa e intentando llegar hasta la laguna. Todos los transectos fueron con direcciones norte-sur y perpendiculares a la línea de costa.

Éstos, al depender de la topografía de terreno fueron de longitudes variables. En total se realizaron 9 transectos y 31 cuadrantes (Imagen 1). Las coordenadas de ubicación fueron tomadas con un GPS modelo Garmin (Cuadro 1).



**Cuadro 1. Coordenadas de cuadrantes y longitud de transectos.**

Transecto	Cuadrante	X	Y	Longitud
1	1	465980	2384244	708 m
	2	465543	2383686	
2	3	468534	2382510	1769.7974 m
	4	468347	2381862	
	5	468168	2381178	
	6	468060	2380805	
3	7	471250	2381879	2104.5675 m
	8	471184	2381514	
	9	471060	2380588	
	10	471107	2379790	
4	11	472631	2381760	1011.3830 m
	12	472683	2381628	
	13	472834	2381081	
	14	472806	2380780	
5	15	476797	2382156	1826.1476 m
	16	476831	2381889	
	17	476945	2381103	
	18	477058	2380349	
6	19	479452	2382965	1530.8162 m
	20	4779598	232648	
	21	480107	2381606	
	22	480128	2381599	
7	23	481720	2383984	286.33
	24	481820	2383735	
8	25	484075	2384830	767.9025 m
	26	484095	23384778	
	27	484171	2384607	
	28	484248	2384223	
9	28	486326	2385971	731.0807 m
	30	486342	2385776	
	31	486387	2385547	

Fuente: Elaboración propia.



## Transectos y cuadrantes en la IGH

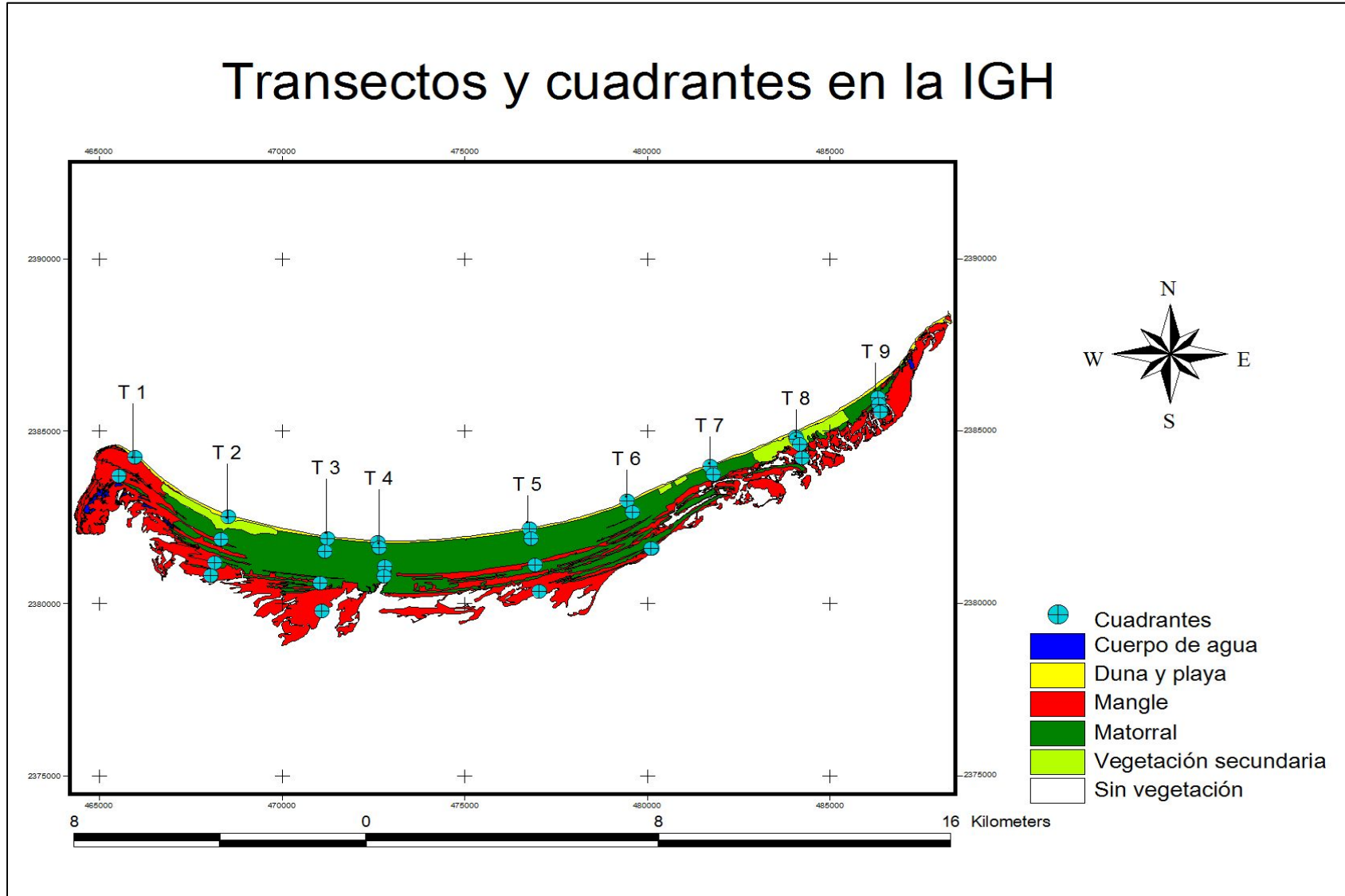


Imagen 1. Ubicación de los transectos y cuadrantes muestreados en la IGH. Fuente: Elaboración propia.

#### d) Forma de muestreo

Para la realización de los muestreos en la IGH se tomó en cuenta la accesibilidad del terreno y la abundancia de la vegetación. Los muestreos iniciaban en la playa de la isla (zona norte). Para la ubicación de los cuadrantes se colocaban dos estacas en esquinas opuestas para delimitar el área de muestreo. Posteriormente se marcaba un punto GPS en la primera esquina sobre la brecha, después se iniciaba con la recolección de medidas y nombres de especies (Imagen 2).

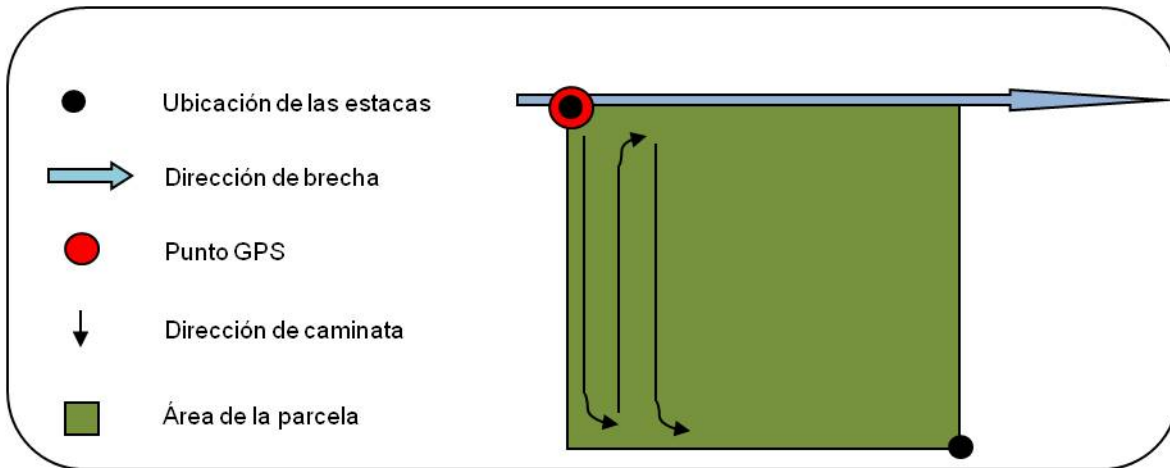


Imagen 2. Esquema general de estudio de los cuadrantes.

Esta fue la metodología para cada una de las parcelas de muestreo realizadas en la IGH.

#### e) Medición de la estructura de la vegetación

La estructura de la vegetación se analizó con base a los valores absolutos y relativos del área basal, densidad y frecuencia. Los valores relativos se combinaron para conocer el porcentaje de importancia de cada una de las especies, ya que dentro de las comunidades existen especies que son dominantes, ya sea porque poseen una mayor biomasa o por presentar un mayor número de individuos (Franco, 1989).

Los datos colectados se analizaron mediante las siguientes ecuaciones tomadas de Franco, 1998, Brower 1998, Bautista, 2004 y Young 1991, para obtener los parámetros de la comunidad:

##### **Riqueza Específica:**

Es el número de especies que conforman la comunidad de una determinada área y se define con la letra "S".



### **Densidad absoluta y relativa**

La densidad es el número total de individuos en una unidad de área cuya fórmula para calcular es, ecuación 1:

$$D_i = \frac{n_i}{A} \quad (1)$$

Donde  $D_i$  es la densidad de las especies  $i$ ,  $n_i$  es el número total de individuos contados para las especies  $i$ , y  $A$  es el área total muestreada.

La densidad relativa de las especies es el número de individuos de una especie dada ( $n_i$ ) como una proporción del número total de individuos de todas las especies ( $\sum n$ ), ecuación 2:

$$RD_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^S n_i} \quad (2)$$

Donde  $\sum n_i$  es la sumatoria de todas las densidades de las especies.

### **Frecuencia absoluta y relativa**

La frecuencia ( $f$ ) es la oportunidad de encontrar una especie dada dentro de una muestra, ecuación 3:

$$f_i = \frac{j_i}{K} \quad (3)$$

Donde  $f_i$  es la frecuencia de la especie  $i$ ,  $j_i$  es el número de muestras en la cual la especie  $i$  ocurre, y  $K$  es el número total de muestras.

La frecuencia es dependiente del tamaño de las muestras. La frecuencia relativa es la frecuencia de una especie en particular ( $f_i$ ), como proporción de la suma de las frecuencias de todas las especies, ecuación 4:

$$Rf_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^S f_i} \quad (4)$$

### **Dominancia absoluta y relativa.**

La abundancia o cobertura ( $C$ ), ecuación 5, es la proporción del terreno ocupado por una proyección vertical del suelo de las partes áreas de una planta. La fórmula con la cual se calcula es:

$$C_i = \frac{a_i}{A} \quad (5)$$

Donde  $a_i$ , es el área total cubierta por la especie  $i$  (estimada por el área basal), y  $A$  es el hábitat total muestreado. La cobertura relativa  $RC_i$  para la especie  $i$ , es la cobertura para



dicha especie ( $C_i$ ) se expresa como una proporción de la cubierta total ( $\sum C_i$ ) de todas las especies, ecuación 6.

$$RC_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^S C_i} \quad (6)$$

Es la cobertura de todos los individuos de la misma especie, medida en unidades de superficie.

### Diámetro

En general el diámetro de un árbol se mide a la altura del pecho y se denota como DAP. La altura del pecho es 1.3 metros o 4.5 pies por encima del nivel promedio del terreno del lado cuenta arriba del árbol. Con frecuencia los diámetros de los arboles se utilizan para determinar el área basal del árbol.

El área basal, como se aplica a la medición del árbol, es el área en metros cuadrados del corte transversal de un árbol a la altura del pecho. El área basal por hectárea (acre) es la suma total de las áreas basales individuales del árbol. El área basal del árbol en metros cuadrados se obtiene a partir de la fórmula para el área de un círculo o de un corte transversal de un árbol, expresada como, ecuación 7:

$$A = \pi r^2 \text{ ó } \pi (\text{DAP})^2/4 \text{ ó } 0.7854 (\text{DAP})^2 \quad (7)$$

### Índices de Valor de Importancia (I.V.I.)

El Índice de Valor de Importancia es el parámetro que mide el valor de las especies, en base a tres parámetros; dominancia (ya sea en forma de cobertura o área), densidad y frecuencia, ecuación 8. El Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I., se transformaron los datos de área, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 300. Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia, frecuencia y dominancia relativas (cobertura y área) de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así en Orden el Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de cada especie registrada, donde se compara cada uno con respecto al resto de las especies. En algunos casos se utilizó la variante de Dominancia en forma de Cobertura para las formas de vida herbácea y rastrera donde no fue posible medir el área a la altura del pecho.

$$\text{I.V.I} = \text{Abundancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa} \quad (8)$$



Calculando el I.V.I, sobresale el hecho de que no siempre las especies que tienen el valor más alto en alguno de los parámetros individualmente, resultan ser los de mayor importancia ecológica.

### Índice de Diversidad

La diversidad de especies se puede definir como el número de especies en una unidad de área, tiene dos componentes principales: la riqueza (número de especies) y la equitatividad (número de individuos de una sola especie) (Smith, 2001).

Generalmente en las evaluaciones biológicas se usan índices de diversidad que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies (Clements y Newman, 2002).

El índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), ecuación 9, toma en cuenta el número de especies y la equitatividad o uniformidad de la distribución del número de individuos en cada especie (Franco *et al.* 1989), es más sensible para especies raras y estima la diversidad de la comunidad en que fue tomada la muestra. (Clements y Newman, 2002).

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \ln \left( \frac{N_i}{N} \right) \quad (9)$$

Donde:  $H'$  = diversidad,  $N$  = número de individuos en la muestra,  $N_i$  = número de individuos de la especie  $i$  en la muestra (Franco *et al.*, 1989).

La equitatividad ( $E$ ), ecuación 10, es que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. Puede demostrarse que cuando  $p_i = 1/S$  para toda  $p_i$ , se alcanza la uniformidad máxima, siendo  $p_i$  la proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto al total ( $n_i/N_i$ ) (Franco *et al.* 1989).

$$H'_{max} = \log_2 S \quad (10)$$

Donde:  $H'_{max}$  = diversidad bajo condiciones de máxima equitatividad y  $S$  = número de especies.

A través de la ecuación se puede estimar la equitatividad en la muestra ( $E$ ), ecuación 11, y para estimar la equitatividad de la comunidad ( $E'$ ) se utiliza la ecuación 12 (Newman, 2003).

$$E = \frac{H'}{H'_{max}} \quad (11) \quad E' = \frac{H'}{\log_2 S} \quad (12)$$



### Olmsted-Tukey

En cada periodo estudiado se definieron las especies dominantes mediante la prueba de Olmsted-Tukey.

Esta prueba analiza gráficamente la abundancia promedio de cada especie en función del porcentaje de su frecuencia de aparición.

Para jerarquizar la dominancia de las especies se construyó el diagrama de Olmsted-Tukey. Las especies dominantes, constantes, ocasionales y raras se determinaron a partir de la relación entre las densidades de los organismos y sus frecuencias de aparición. El criterio de discriminación se basa en la medida de la frecuencia de aparición relativa para los ejes de las "X" y de la medida respectiva del logaritmo natural de la sumatoria de la densidad absoluta para el eje de las "Y", de tal forma que al trazar ambas se perfilan cuatro cuadrantes. Las especies dominantes son las que presentan la mayor dominancia y frecuencia. Las constantes presentan densidades menores a la medida y la frecuencia mayor a la medida. Las ocasionales son las que presentan densidad mayor a la medida y frecuencia menor a la medida. Las raras presentan densidad y frecuencias menores a ambas.

### Análisis de similitud Morisita-Horn.

Los índices de similitud se usan para cuantificar la correspondencia entre dos comunidades. Están basados en la presencia o ausencia de especies y/o en datos de abundancia, son útiles para comparar sitios de referencia con sitios impactados o contaminados. La medición de la similitud puede hacerse desde dos puntos de vista el cualitativo o el cuantitativo. En el primero sólo se considera el número de especies (riqueza), la ausencia o la presencia de especies en cada una de los sitios; en el segundo, no sólo se consideran estos puntos, sino que se integra la abundancia o número de individuos de cada una de las especies de los dos sitios a comparar (Franco et al., 1989).

De los índices cuantitativos, el más utilizado es el índice de Morisita-Horn, ecuación 13, en el que se comparan la abundancia relativa entre los taxa de dos comunidades. Una de las ventajas que tiene este índice es que es relativamente insensible al tamaño de muestra y la riqueza de especies (Clements y Newman, 2002)

$$MH = \frac{2 \sum (a_n i * b_n i)}{(da+db)aN * bN} \quad (13)$$

Donde  $a_n i$  = número de individuos de la especie  $i$  en el sitio o muestra  $a$ ,  $b_n i$  = número de individuos de la especie  $i$  en el sitio o muestra  $b$ ,  $aN$  = número total de individuos en el sitio  $a$ ,  $bN$  = número total de individuos en el sitio  $b$ .

Los términos  $da$ , ecuación 14, y  $db$ , ecuación 15, en la ecuación se calculan como sigue:



$$da = \frac{\sum an_i^2}{aN^2} \quad (14) \quad db = \frac{\sum bN_i^2}{bN^2} \quad (15)$$

Para la realización del análisis de conglomerados o dendrograma se utilizó la aplicación de análisis estadísticos básicos PAST 1.84.

Se decidió que se usaría un método jerárquico aglomerativo de Single Linkage (ligamiento simple), en el cual los grupos se unen considerando la menor de las distancias existentes entre los miembros más cercanos de distintos grupos. Crea grupos más homogéneos, pero permite cadenas de alineamientos entre sujetos muy lejanos (Romesburg, 2004).

### 3.2 MATERIALES Y EQUIPO

Los integrantes del equipo de campo fueron:

- 2 expertos en vegetación y brecheo.
- 1 asistente de campo.
- 1 manejador de recursos naturales.

Para realizar el presente estudio se requirió el siguiente material:

- GPS Garmin (Sistema de Posicionamiento Global)
- Hojas de registro
- Libretas de campo
- Bolígrafos, lápices y marcadores.
- Cámara fotográfica Olympus.
- Cinta métrica flexible de 50 metros.
- Flexómetro de 8 metros.
- Cuerdas.
- Machetes
- Consumibles

## 4. RESULTADOS

### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD.

De acuerdo a los muestreos de cuadrantes y mapas de vegetación, se determinaron varios tipos de vegetación ubicados según las adaptaciones biológicas que presenta cada comunidad y otras áreas (cuadro 1, imagen 3). De esta forma, se puede dividir a la isla en 6 tipos de coberturas:

1.- Vegetación de duna costera: Esta área ocupa la parte norte de la isla con una longitud aproximada de 25 km y un ancho de hasta 40 m. Es dominada por especies herbáceas y rastreras, especializadas para adherirse a sustratos sueltos, fuertes vientos y un alto drenaje. Entre las especies observadas en esta área están las siguientes: *Hymenocalis littoralis*, *Sesuvium portulacastrum*, *Flaveria linearis*, *Batis marítima*.

2.- Vegetación de matorral costero: Es el ecosistema que le sigue al de duna. Domina principalmente la parte intermedia de la isla ocupando la mayor parte de esta. En esta parte de la isla se encuentran especies de hasta 8 m de altura, pudiéndose observar especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y epifitas. Algunos ejemplos de este ecosistema son: *Agave dacipens*, *Echites umbellata*, *Vallesia antillana*, *Acanthocerus tetragonus*, *Ipomea pes-caprae*, *Sophora tomentosa*.

3.- Vegetación de manglar: Este tipo de vegetación se encuentra principalmente en la parte sur de la isla, colindando con la Laguna Conil, así como en algunas partes inundables al interior de la isla. En este ecosistema se pueden encontrar especies arbóreas, herbáceas y epifitas. Algunos ejemplos de especies en este ecosistema son: *Tillandsia brachycaulos*, *Salicornia bigelovii*, *Avicennia germinans*, *Panicum máximum*, *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erecta*, *Laguncularia racemosa*.

4.- Vegetación secundaria: Existen áreas en la isla donde en un tiempo atrás se cultivaba la palma de coco (*Cocos nucifera*). Actualmente ya no se practica este cultivo pero se pueden observar los polígonos que ocupaban. Algunos ejemplos de especies son: (*Cocos nucifera*, *Solanum sp.*, *Thrinax radiata*).

5.- Zonas sin vegetación: Son espacios que se distribuyen en el interior de la isla los cuales se encuentran ausentes de vegetación y con disposición a inundarse en épocas de lluvias.

6.- Cuerpos de agua: Estas zonas se encuentran inundadas de forma permanente, ya que tienen contacto directo con la Laguna Conil, ocupando áreas al interior de la isla.

Cuadro 1. Áreas ocupadas por tipo de cobertura en la isla.

Cobertura	ÁREA OCUPADA	PORCENTAJE CON RESPECTO AL TOTAL DE LA ISLA
Vegetación de duna	1,606,531.673	3.88
Vegetación de matorral	19,190,636.867	46.34
Vegetación de manglar	18,359,424.527	44.33
Vegetación secundaria	1,888,665.054	4.56
Zonas sin vegetación	116,798.707	0.28
Cuerpos de agua	249,274.369	0.60
<b>Total</b>	<b>41,411,331.2</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia, según rodalización realizada en Arcview 3.2<sup>MR</sup>.



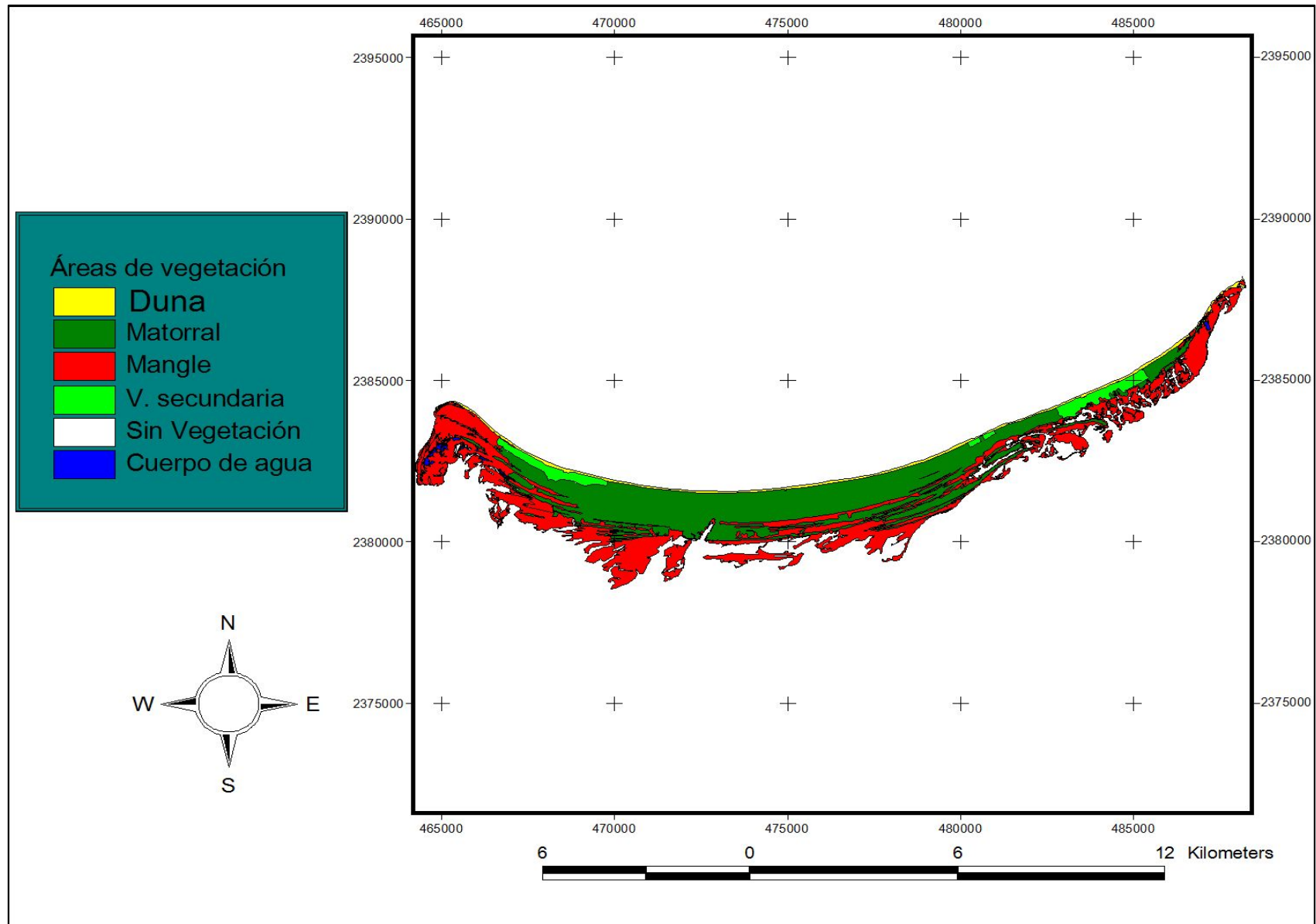


Imagen 3. Ubicación de las coberturas en la IGH. Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.2.1. LISTADO FLORÍSTICO

En el área de estudio, se encontraron un total de 65 organismos presentes en la isla, compuestos por: 19 especies del estrato arbóreo, 12 estrato arbustivo, 30 estrato herbáceo y 4 epifitas (Cuadro 2).

Los organismos pertenecen a 39 familias botánicas diferentes, de las cuales Poaceae es la mejor representada, teniendo 6 especies. En la duna costera se encontraron 18 especies, en el matorral costero 45 y en el manglar 10.

**Cuadro 2. Lista de especies encontradas en la IGH.**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Protección	Estrato	Ecosistema
Acantheaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Julub		Ar	DC,MC
Agavaceae	<i>Agave dacipens</i>		o	H	MC
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga de playa		H	DC
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de mar		Ar	DC
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen		Ab	MC
Apocynaceae	<i>Echites umbellata</i>			H	MC
	<i>Vallesia antillana</i>			Ab	MC
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palma de coco		Ab	MC
	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	o	Ab	MC
	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	o	Ab	MC
	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Kuka	o	Ab	MC
Asclepiadaceae	<i>Cynanchum angustifolium</i>			H	MC
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i>			H	DC
	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de mar		H	MC
	<i>Eupatorium odoratum/ Chromolaena odorata</i>			H	MC
Bataceae	<i>Batis maritima</i>	Perejil de playa		H	DC
Borageniaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sikimay		Ar	DC
	<i>Cordia sebestena</i>	Ciricote		Ab	MC
Brassicaceae	<i>Cakile edentula</i>			H	DC
Bromeliaceae	<i>Tillandsia brachycaulos</i>			E	MC,M
Burceraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka		Ab	MC
Cacteaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>		o	Ar	MC
	<i>Selenicereus</i>	Cactus latigo	o	H	MC



	<i>donkelaari</i>				
Capparidaceae	<i>Capparis incana</i>			Ar	MC
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i>			H	MC
Chenopodiaceae	<i>Salicornia bigelovii</i>	Saladillo		H	M
Chrysobalaneaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco		Ar	DC,MC
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	o	Ab	M
	<i>Conocarpus erecta</i>	Mangle botoncillo	o	Ab	MC,M
Commelinaceae	<i>Commelina gigas</i>			H	MC
Convolvulaceae	<i>Ipomea pes-caprae</i>			H	MC
Cyperaceae	<i>Fimbristylis cymosa</i>	Zacate de manglar		H	MC
	<i>Cyperus pedunculatus</i>	Beach star		H	DC
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i>	Hierba jabal		H	MC
	<i>Chamaesyce sp.</i>			H	DC
Fabaceae	<i>Phitecellobium keyense</i>	Dziuche		Ab	MC
	<i>Sophora tomentosa</i>			Ar	MC
	<i>Caesalpinia vesicaria</i>			Ar	MC
	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa		H	DC
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>	Chunup		Ar	DC
Laureaceae	<i>Nectandra coriacea</i>			Ab	MC
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>		o	E	MC
	<i>Schomburgkia tibicinis ?</i>		o	E	MC
	<i>Cyrtopodium punctatum ?</i>		o	E	MC
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>			H	MC
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>			H	MC
	<i>Spartina spartinae</i>			H	M
	<i>Sporolobus virginicus</i>			H	DC
	<i>Distichlis spicata</i>			H	DC
	<i>Panicum maximum</i>			H	MC,M
	<i>Chenchrus incertus</i>	Cadillo		H	DC
Poligoneaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar		Ab	DC,MC
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	o	Ab	M
Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i>			Ar	MC
	<i>Chiococca alba</i>			Ab	MC
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum/ Bumelia retusa</i>	Caimito		Ab	MC
	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote		Ab	MC,M



Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	Tomatillo		Ar	MC
Sterculiaceae	<i>Whalteria americana</i>			H	MC
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	Pansil		Ar	DC
Theophrasteaceae	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Naranja de monte		Ab	MC,M
Verbenaceae	<i>Lippia nodiflora</i>			H	DC
	<i>Lantana involucrata</i>			H	MC
	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	o	Ab	M
	<i>Lantana camara</i>			H	MC

DC: duna costera, MC: matorral costero, M: manglar, Ab: Arbóreo, Ar: Arbustivo, H: herbáceo, E: Epifitas, o: Protección.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2. ESPECIES DE LA IGH EN PROTECCIÓN (NOM-059-ECOL-2001)

En los recorridos realizados en el interior de la isla se observó la presencia de especies en algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2001(cuadro 3).

**Cuadro 3. Especies protegidas en IGH según la NOM-059-SEMARNAT-2001.**

Especie	Nombre común	Categoría
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	Pr
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Pr
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	Pr
<i>Conocarpus erecta</i>	Mangle botoncillo	Pr
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	A
<i>Cocothrinax readii</i>	Nacax	A
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Kuka	A

Pr: Protegida, A: Amenazada

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que todas estas especies estuvieron presentes en los cuadrantes de muestreo realizados, a excepción de *R. mangle*, al encontrarse únicamente organismos de DAP inferior a 10 cm.

#### 4.2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRANSECTOS

Dentro de los cuadrantes muestreados se registraron 16 especies arbóreas de un total de 19 identificadas para la isla (cuadro 4).

**Cuadro 4. Especies encontradas dentro de los cuadrantes**

Especie	Nombre común	Especie	Nombre común
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	<i>Sikimay</i>	<i>Coccoloba uvifera</i>	<i>Uva de mar</i>
<i>Cocos nucifera</i>	<i>Palma de coco</i>	<i>Phitecellobium keyense</i>	<i>Dziuche</i>
<i>Thrinax radiata</i>	<i>Palma Chit</i>	<i>Cordia sebestena</i>	<i>Siricote de playa</i>
<i>Cocothrinax readii</i>	<i>Palma Nakax</i>	<i>Manilkara zapota</i>	<i>Zapote</i>
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	<i>Palma Kuka</i>	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	<i>Naranja de monte</i>
<i>Bursera simaruba</i>	<i>Chaka</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Mangle blanco</i>
<i>Metopium brownei</i>	<i>Chechen</i>	<i>Conocarpus erecta</i>	<i>Mangle botón</i>
<i>Sideroxylon americanum</i>	<i>Caimito</i>	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Mangle negro</i>

## TRANSECTO 1.

En el transecto 1 se registraron 8 organismos, pertenecientes a tres especies de tres familias distintas. Los rangos de altura variaron entre 3.0 y 6.9 m (gráfico 1).

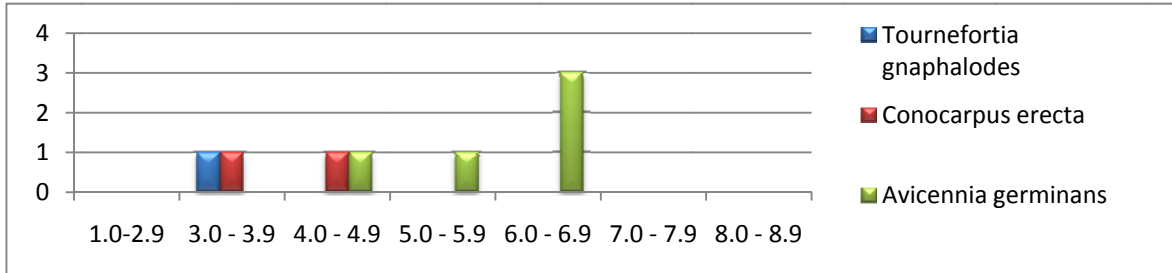


Gráfico 1. Gráfico de alturas de organismos en transecto 1.

En este transecto se encontraron tres especies; *Tournefortia gnaphalodes*, *Conocarpus erecta* y *Avicennia germinans*; siendo *A. germinans* la especie con **densidad relativa** de 62.50% y por último *T. gnaphalodes* con el 12.50%. En la **frecuencia relativa** se obtuvieron los mismos resultados de 33.333% en las tres especies, debido a que aparecieron una vez en cada cuadrante de muestreo. La **cobertura relativa** mantuvo un comportamiento similar ya que *A. germinans* obtuvo el porcentaje más alto con 73.965%, seguida de *C. erecta* con 19.359% y por último *T. gnaphalodes* con apenas 6.676%. Con relación al **valor de importancia ecológica** *A. germinans* obtuvo 56.6%, seguida de *C. erecta* con 25.897% y por último *T. gnaphalodes* con apenas 17.503%. (gráfico 2 y cuadro 5)

Cuadro 5. Parámetros ecológicos de especies del transecto 1

Especie	Suma de áreas	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Cobertura	Cobertura relativa	VIE	VIE (%)
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	78.54	0.141	12.50	0.5	33.333	0.00004	6.676	52.51	17.503
<i>Conocarpus erecta</i>	227.8	0.282	25	0.5	33.333	0.00011	19.359	77.69	25.897
<i>Avicennia germinans</i>	870.2	0.706	62.50	0.5	33.333	0.00044	73.965	169.80	56.600
<b>TOTAL</b>	<b>1176.53</b>	<b>1.130</b>	<b>100</b>	<b>1.5</b>	<b>100</b>	<b>0.00059</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

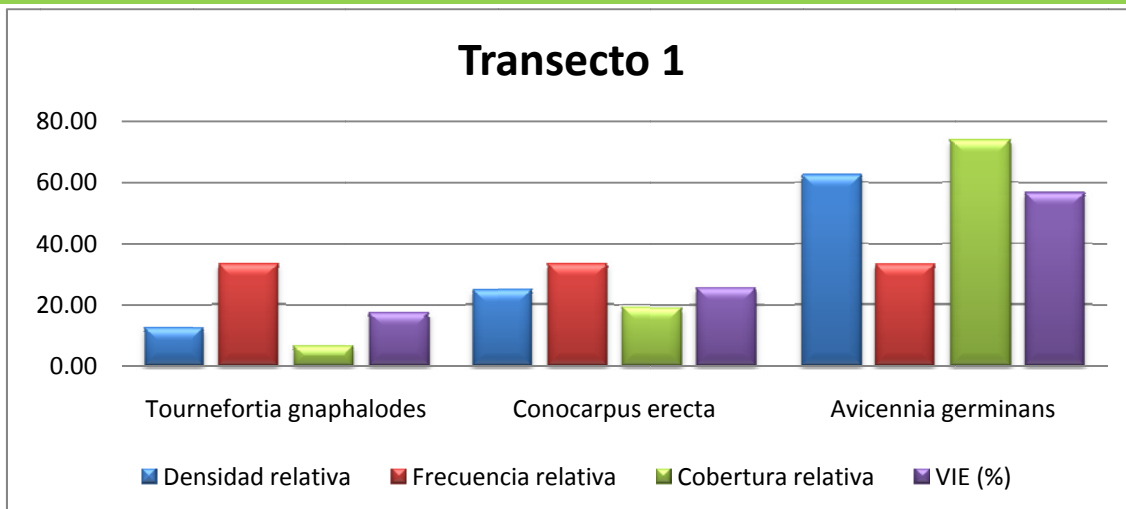


Gráfico 2. Porcentajes de Densidad relativa, Frecuencia relativa, Cobertura relativa e Índice de valor de importancia del transecto 1.

## TRANSECTO 2

Se encontraron 71 organismos pertenecientes a 5 familias diferentes, siendo *Arecaceae* la que más especies presentó. Los rangos de altura variaron entre 1 y 7.9 m, siendo los de 1 a 2.9 m los que presentaron mayor número (gráfico 3).

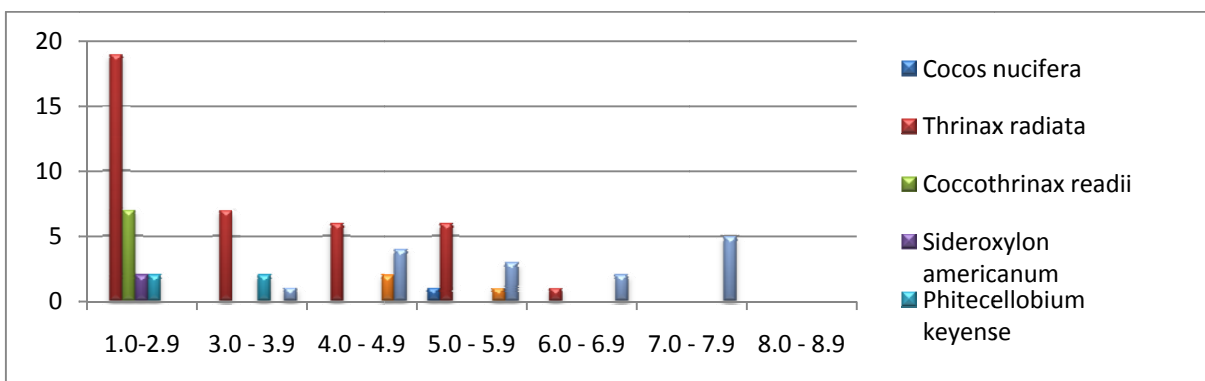


Gráfico 3. Gráfica de alturas de organismos en transecto 2.

En este transecto se encontraron 7 especies, las cuales son: *Cocos nucifera*, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readii*, *Sideroxylon americanum*, *Phitecellobium keyense*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*.

La especie que obtuvo el mayor porcentaje en **densidad relativa** fue *T. radiata* con 54.93 %, siendo *C. nucifera* con el menor valor porcentual con 1.408 %. En la **frecuencia relativa** tres especies obtuvieron el porcentaje más alto 20 % *T. radiata*, *P. keyense* y *A. germinans* las demás obtuvieron el 10 %. La especie con mayor **cobertura relativa** fue *A. germinans* con 82.708 % y por ultimo *P. keyense* con 7.358 %. La especie que presentó un **índice de valor de importancia** mayor fue *A. germinans* con el 41.278 % y la de menor valor fue *C. nucifera* con 3.803 % (gráfico 4, cuadro 6).

Cuadro 6. Parámetros ecológicos de especies del transecto 2.

Especie	Suma de áreas	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Cobertura	Cobertura relativa	VIE	VIE (%)
<i>Cocos nucifera</i>		0.057	1.408	0.25	10			11.408	3.749
<i>Thrinax radiata</i>		2.205	54.930	0.5	20			74.930	24.625
<i>Coccothrinax readii</i>		0.396	9.859	0.25	10			19.859	6.527
<i>Sideroxylon americanum</i>	226.195	0.113	2.817	0.25	10	0.00006	4.282	17.099	5.619
<i>Phitecellobium keyense</i>	398.198	0.226	5.634	0.5	20	0.00010	7.538	33.172	10.902
<i>Laguncularia racemosa</i>	515.222	0.170	4.225	0.25	10	0.00013	9.754	23.979	7.881
<i>Avicennia germinans</i>	4368.788	0.848	21.127	0.5	20	0.00109	82.708	123.834	40.697
<b>TOTAL</b>	<b>5508.403</b>	<b>4.014</b>	<b>100</b>	<b>2.5</b>	<b>100</b>	<b>0.00132</b>	<b>104.2822095</b>	<b>304.28</b>	<b>100</b>

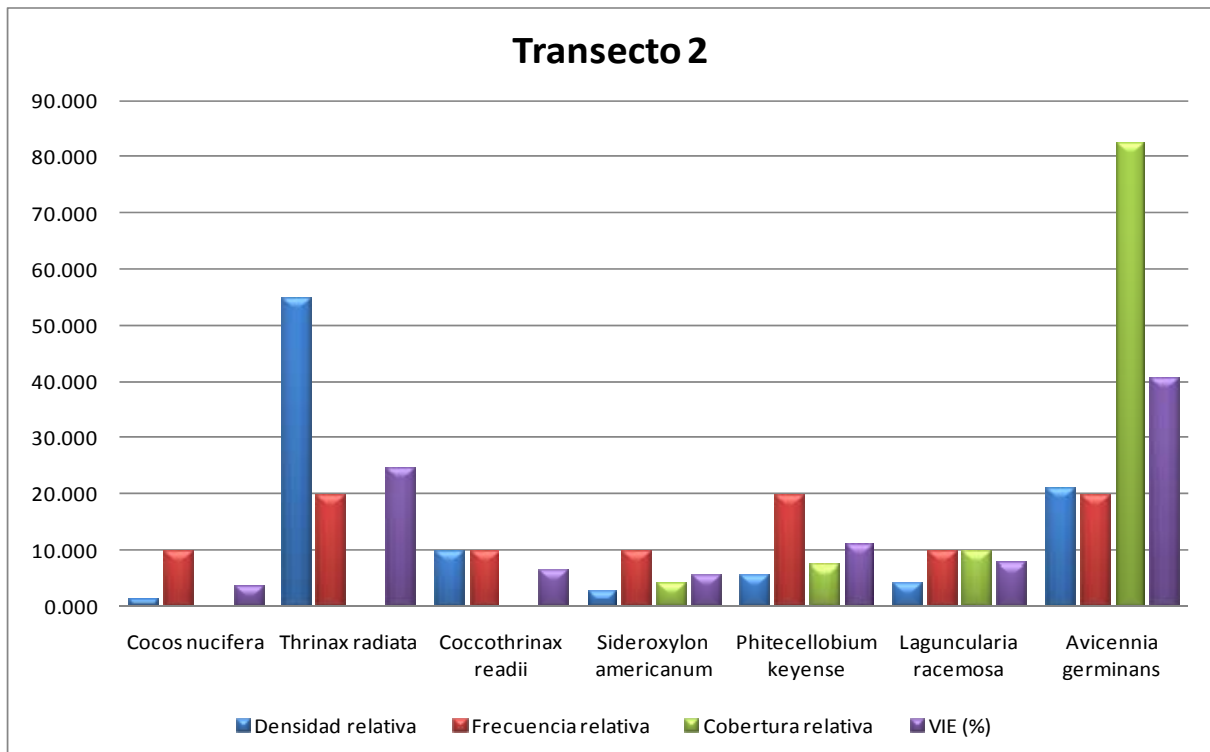


Gráfico 4. Porcentajes de Densidad relativa, Frecuencia relativa, Cobertura relativa e Índice de valor de importancia del transecto 2.

### TRANSECTO 3.

Se encontraron 72 organismos pertenecientes a 6 familias diferentes, siendo *Arecaceae* la que más especies presentó. Los rangos de altura variaron entre 1 y 8 m. ocupando la mayor altura *A. germinans* con 7 a 7.9 m (gráfico 5).

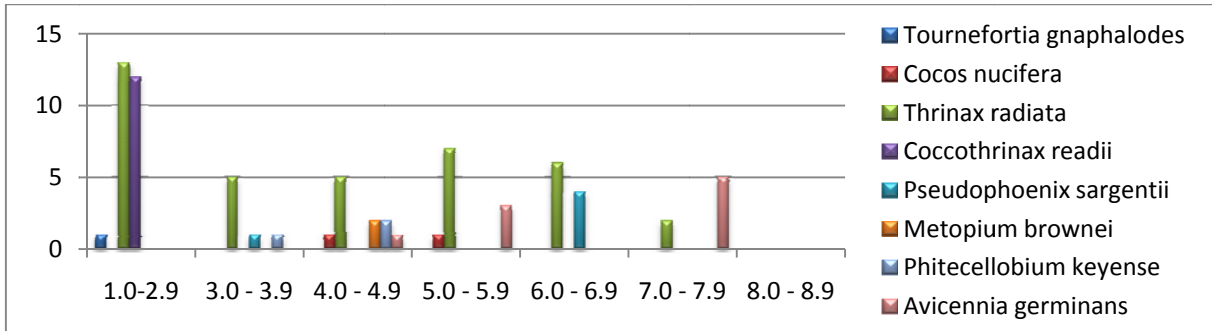


Gráfico 5. Rangos de alturas de transecto 3

En este transecto se encontraron 8 especies diferentes: *T. gnaphalodes*, *C. nucifera*, *T. radiata*, *C. readii*, *P. sargentii*, *M. brownei*, *P. keyense* y *A. germinans*. La especie que obtuvo el porcentaje más alto de **densidad relativa** fue *C. readii* con el 32.432 % y la menor representada fue *T. gnaphalodes*. La **frecuencia relativa** presentó a *T. radiata* como la especie de más alto porcentaje con 0.75 % y las demás especies con un 0.25 %. En la **cobertura relativa** la especie con el valor más alto fue *A. germinans* con el 78.220 %, seguida por *P. keyense* con 11.6 %. El mayor **índice de valor de importancia** es de *A. germinans* con 37.515 % y como la especie menos importante de este transecto fue *C. nucifera* con el 5.132 % (ver cuadro 10, gráfico 6).

Cuadro 10. Parámetros ecológicos de especies del transecto 3.

Especie	Suma de áreas	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Cobertura	Cobertura relativa	VIE	VIE(%)
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	78.540	0.048	2.703	0.25	10	0.00002	2.959	15.662	5.221
<i>Cocos nucifera</i>		0.095	5.405	0.25	10			15.405	5.135
<i>Thrinax radiata</i>		0.143	8.108	0.75	30			38.108	12.703
<i>Coccothrinax readii</i>		0.570	32.432	0.25	10			42.432	14.144
<i>Pseudophoenix sargentii</i>		0.238	13.514	0.25	10			23.514	7.838
<i>Metopium brownei</i>	191.638	0.095	5.405	0.25	10	0.00005	7.221	22.626	7.542
<i>Phitecellobium keyense</i>	307.877	0.143	8.108	0.25	10	0.00008	11.600	29.708	9.903
<i>Avicennia germinans</i>	2076.009	0.428	24.324	0.25	10	0.00052	78.220	112.544	37.515
<b>TOTAL</b>	<b>2654.063</b>	<b>1.759</b>	<b>100</b>	<b>2.5</b>	<b>100</b>	<b>0.00066</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>



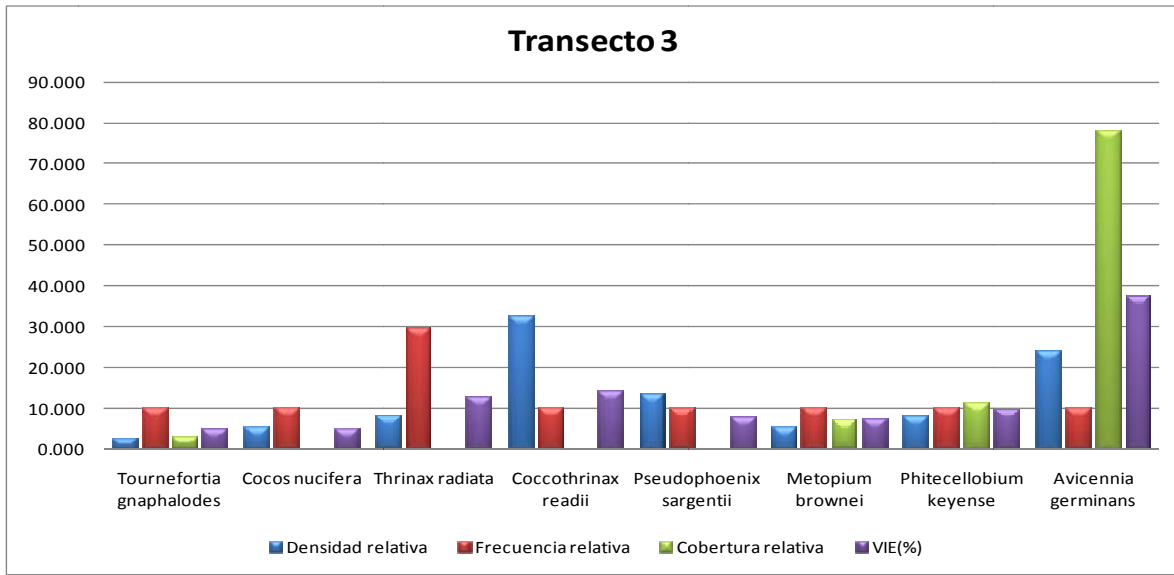


Gráfico 6. Porcentajes de Densidad relativa, Frecuencia relativa, Cobertura relativa e Índice de valor de importancia del transecto 3.

#### TRANSECTO 4

En este transecto se encontraron 42 organismos pertenecientes a 8 familias distintas, de las cuales *Arecaceae* fue la que más especies presentó. Los rangos de altura variaron entre 1 y 6.9 m, aunque el rango de altura que más organismos presentó fue el de 1 a 2 m (gráfico 10).

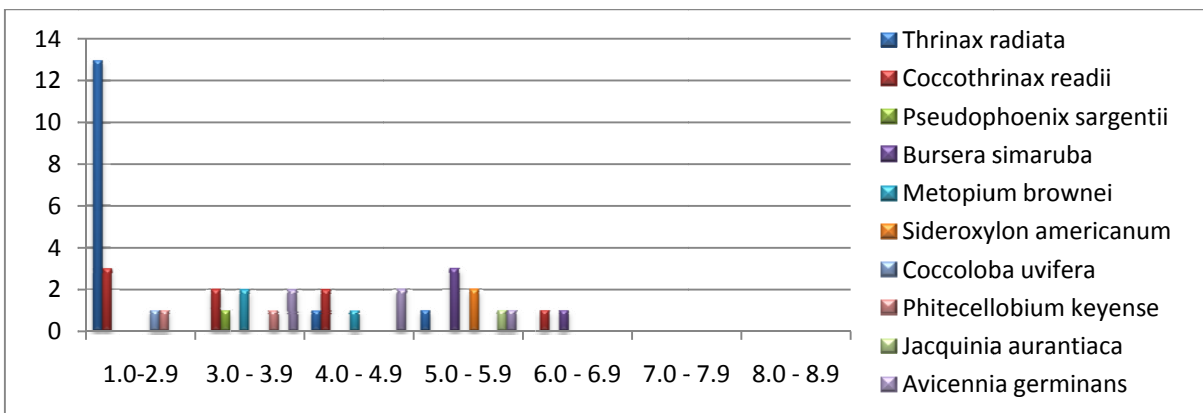


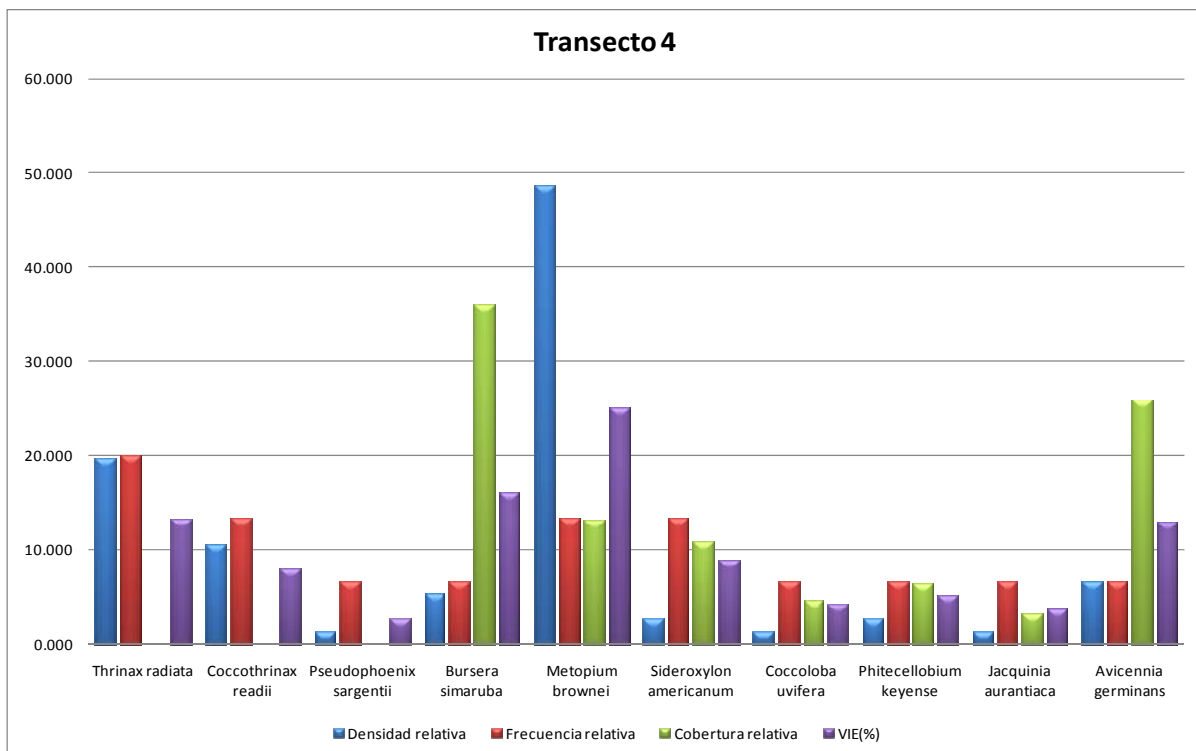
Gráfico 10. Rangos de altura de las especies en el transecto 4.

En este transecto se encontraron 10 especies: *T. radiata*, *C. readii*, *P. sargentii*, *B. simaruba*, *M. brownei*, *S. americanum*, *C. uvifera*, *P. keyense*, *J. aurantiaca* y *A. germinans*. De estas especies la que obtuvo mayor porcentaje en la **densidad relativa** fue *M. brownei* con el 48.684 % y la menor con 1.316 % es para *P. sargentii*, *C. uvifera* y *J. aurantiaca*. En la **frecuencia relativa** la especie *T. radiata* resultó con el valor más alto 20 %, *C. readii*, las demás especies tuvieron 6.667 %. En la **cobertura relativa** la especie *B. simaruba* que sólo apareció en este transecto ocupó el primer lugar con 36.070 % y la que menor valor obtuvo fue *J. aurantiaca* con 3.195 %. El primer lugar en el **índice de valor de importancia** fue para

*M. brownei* con el 25.050 y la especie que menor valor obtuvo fue *J. aurantiaca* con el 3.726 % (gráfico 11, cuadro 12).

**Cuadro 12. Parámetros ecológicos de especies del transecto 4.**

Especie	Suma de áreas	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Cobertura	Cobertura relativa	VIE	VIE (%)
<i>Thrinax radiata</i>		1.484	19.737	0.75	20			39.737	13.246
<i>Coccothrinax readii</i>		0.791	10.526	0.5	13.333			23.860	7.953
<i>Pseudophoenix sargentii</i>		0.099	1.316	0.25	6.667			7.982	2.661
<i>Bursera simaruba</i>	886.717	0.396	5.263	0.25	6.667	0.00022	36.070	48.000	16.000
<i>Metopium brownei</i>	322.799	3.660	48.684	0.5	13.333	0.00008	13.131	75.149	25.050
<i>Sideroxylon americanum</i>	265.465	0.198	2.632	0.5	13.333	0.00007	10.799	26.764	8.921
<i>Coccoloba uvifera</i>	113.098	0.099	1.316	0.25	6.667	0.00003	4.601	12.583	4.194
<i>Phitecellobium keyense</i>	157.080	0.198	2.632	0.25	6.667	0.00004	6.390	15.688	5.229
<i>Jacquinia aurantiaca</i>	78.540	0.099	1.316	0.25	6.667	0.00002	3.195	11.177	3.726
<i>Avicennia germinans</i>	634.603	0.495	6.579	0.25	6.667	0.00016	25.815	39.060	13.020
<b>TOTAL</b>	<b>2458.302</b>	<b>7.517</b>	<b>100</b>	<b>3.75</b>	<b>100</b>	<b>0.00061</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>



**Gráfico 11. Porcentajes de Densidad relativa, Frecuencia relativa, Cobertura relativa e Índice de valor de importancia del transecto 4.**

## TRANSECTO 5.

En este transecto se identificaron un total de 115 organismos pertenecientes a 8 familias distintas. Los rangos de altura variaron entre 1 y 7.9 m, siendo el rango de 1 a 2.9 m la que más organismos presentó (gráfico 12).

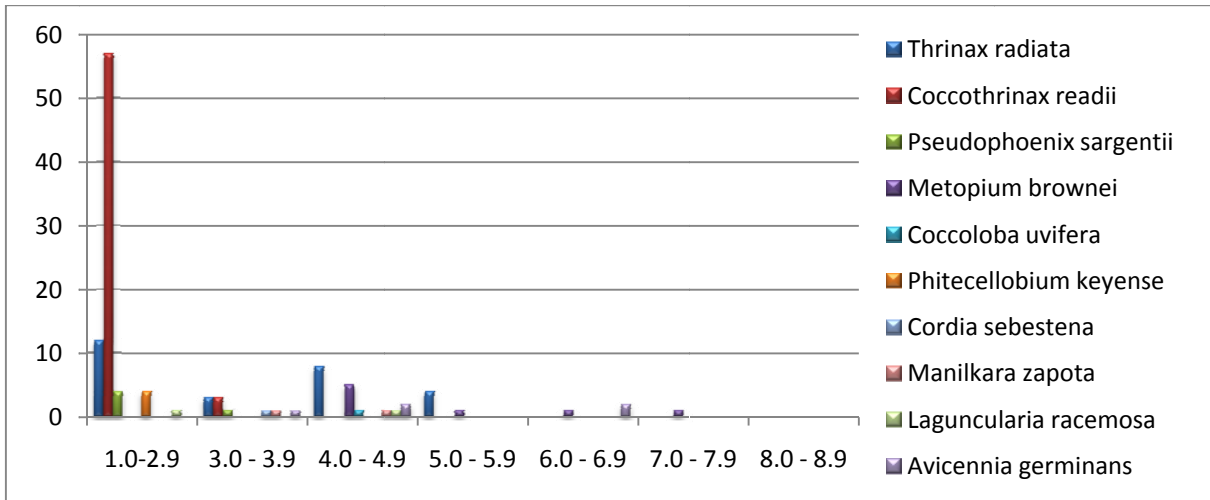


Gráfico 12. Rangos de altura de las especies en el transecto 5.

Se encontraron un total de 10 especies en los muestreos de este transecto, las cuales: son *T. radiata*, *C. readii*, *P. sargentii*, *M. brownei*, *C. uvifera*, *P. keyense*, *C. sebestena*, *M. zapota*, *L. racemosa* y *A. germinans*. La especie con mayor **densidad relativa** fue *C. readii* con el 52.174 % y las especies con menor valor fueron *C. uvifera* y *C. sebestena* ambas con el 0.87 %. En la **frecuencia relativa** dos especies obtuvieron el valor más alto *T. radiata* y *M. brownei* con el 18.75 %. En lo que respecta a la **cobertura relativa** la especie con el valor más alto fue *M. brownei* con el 33.555 % y la especie que menor valor obtuvo fue *C. sebestena* con el 2.878 %. El **índice de valor de importancia** se comportó diferente, ya que *C. readii* obtuvo el valor más alto con 21.558 y la especie de menor valor en este transecto fue *C. sebestena* con el 3.332 % (ver cuadro 14, gráfico 13).

Cuadro 14. Parámetros ecológicos de las especies en transecto 5.

Especie	Suma de áreas	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Cobertura	Cobertura relativa	VIE	VIE(%)
<i>Thrinax radiata</i>		1.479	23.478	0.75	18.75			42.228	14.076
<i>Coccothrinax readii</i>		3.286	52.174	0.5	12.5			64.674	21.558
<i>Pseudophoenix sargentii</i>		0.274	4.348	0.25	6.25			10.598	3.533
<i>Metopium brownei</i>	1108.199	0.438	6.957	0.75	18.75	0.00028	33.555	59.262	19.754
<i>Coccoloba uvifera</i>	232.478	0.055	0.870	0.25	6.25	0.00006	7.039	14.159	4.720
<i>Phitecellobium</i>	347.147	0.219	3.478	0.5	12.5	0.00009	10.511	26.490	8.830

keyense									
<i>Cordia sebestena</i>	95.033	0.055	0.870	0.25	6.25	0.00002	2.878	9.997	3.332
<i>Manilkara zapota</i>	362.069	0.110	1.739	0.25	6.25	0.00009	10.963	18.952	6.317
<i>Laguncularia racemosa</i>	255.255	0.110	1.739	0.25	6.25	0.00006	7.729	15.718	5.239
<i>Avicennia germinans</i>	902.425	0.274	4.348	0.25	6.25	0.00023	27.325	37.922	12.641
<b>TOTAL</b>	<b>3302.607</b>	<b>6.298</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>0.00083</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

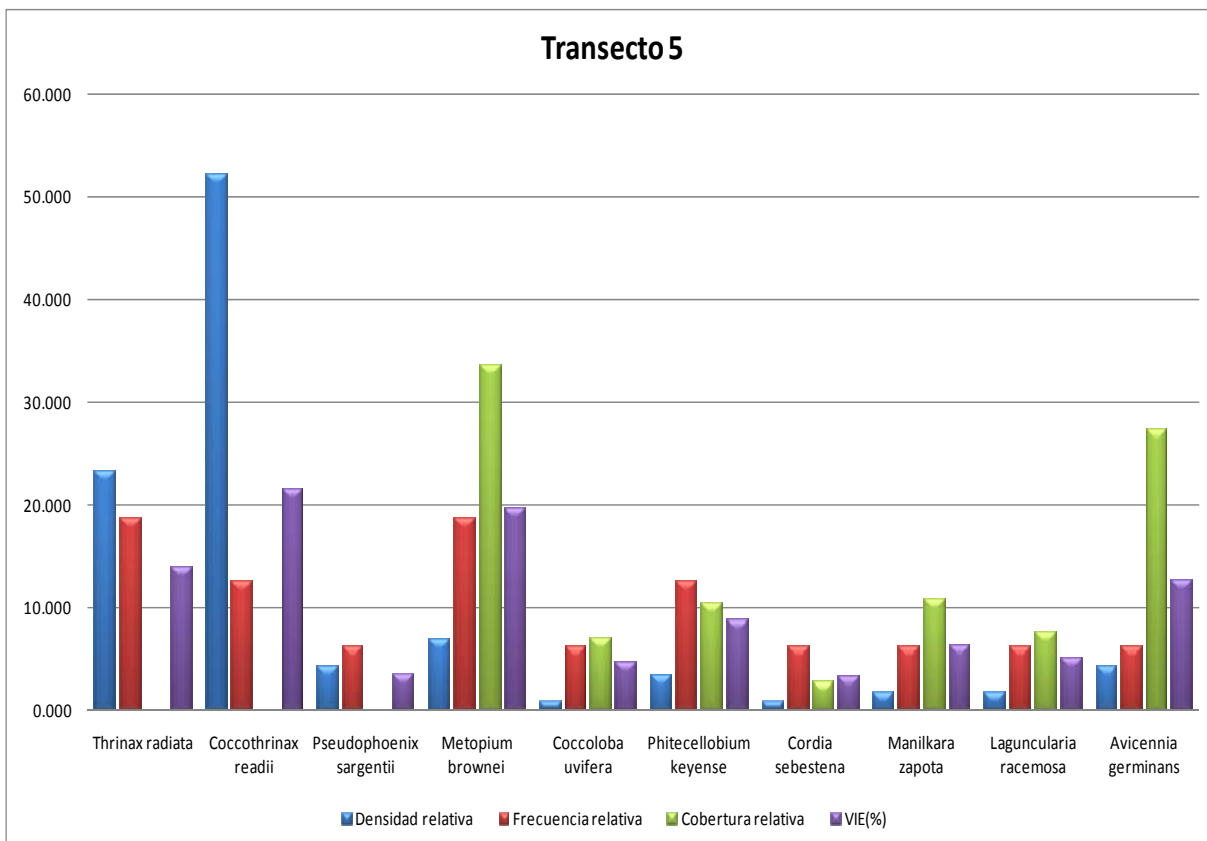


Gráfico 13. Porcentajes de Densidad relativa, Frecuencia relativa, Cobertura relativa e Índice de valor de importancia del transecto 5.

## TRANSECTO 6

Los rangos de altura aumentaron en relación a los transectos anteriores, ya que se registraron organismos de hasta 8.9 m, pero el mayor número de organismos estuvieron entre el rango de 1 a 2.9 m (gráfico 14). Se registraron un total de 92 organismos pertenecientes a 9 familias diferentes, de las cuales *Areaceae* fue la mejor representada con tres especies.

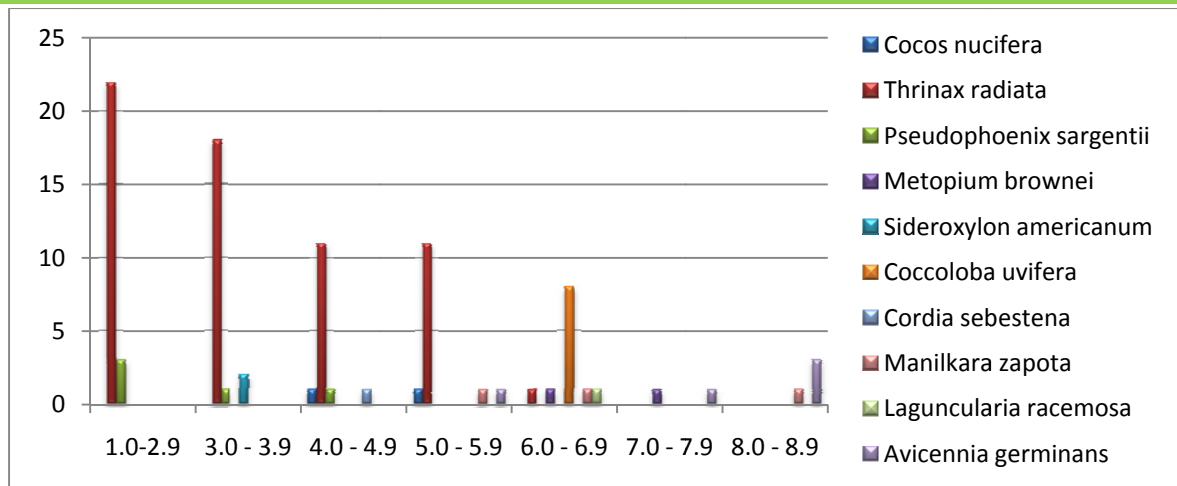


Gráfico 14. Rangos de altura de las especies en transecto 6.

Se encontraron un total de 10 especies en los cuadrantes de muestreo realizados, éstas son *C. nucifera*, *T. radiata*, *P. sargentii*, *M. brownei*, *S. americanum*, *C. uvifera*, *C. sebestena*, *M. zapota*, *L. racemosa* y *A. germinans*.

Este transecto se caracterizó por estar dominado casi en su totalidad por las especies de palmas ya que **la densidad relativa** fue mayor en las especies *T. radiata* con el 68.478 %, las de menor valor fueron *L. racemosa* y *C. sebestena* con 1.087 %. **La frecuencia relativa** fue similar al parámetro anterior, ya que *T. radiata* obtuvo 23.077 % y las demás especies obtuvieron el 7.692 %. Los datos de **cobertura relativa** fueron mayores en la especie *A. germinans* con el 62.672 %, seguida de *C. uvifera* con el 19.019 %. La suma de los relativos dio como resultado que el **índice de valor de importancia** fuera mayor en la especie *T. radiata* con el 30.518 % y la menos representada en éste transecto fue la especie *C. nucifera* con el 3.289 % (ver cuadro 14, gráfico 15).

Cuadro 14. Parámetros ecológicos de las especies en el transecto 6.

Especie	Suma de áreas	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Cobertura	Cobertura relativa	VIE	VIE (%)
<i>Cocos nucifera</i>		0.131	2.174	0.25	7.692			9.866	3.289
<i>Thrinax radiata</i>		4.118	68.478	0.75	23.077			91.555	30.518
<i>Pseudophoenix sargentii</i>		0.327	5.435	0.25	7.692			13.127	4.376
<i>Metopium brownei</i>	227.766	0.131	2.174	0.25	7.692	0.00006	3.502	13.368	4.456
<i>Sideroxylon americanum</i>	227.766	0.131	2.174	0.25	7.692	0.00006	3.502	13.368	4.456
<i>Coccoloba uvifera</i>	1237.005	0.523	8.696	0.5	15.385	0.00031	19.019	43.099	14.366
<i>Cordia sebestena</i>	78.54	0.065	1.087	0.25	7.692	0.00002	1.208	9.987	3.329
<i>Manilkara zapota</i>	373.26135	0.196	3.261	0.25	7.692	0.00009	5.739	16.692	5.564

<i>Laguncularia racemosa</i>	283.5294	0.065	1.087	0.25	7.692	0.00007	4.359	13.139	4.380
<i>Avicennia germinans</i>	4076.226	0.327	5.435	0.25	7.692	0.00102	62.672	75.799	25.266
<b>TOTAL</b>	<b>6504.094</b>	<b>6.013</b>	<b>100</b>	<b>3.25</b>	<b>100</b>	<b>0.00163</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

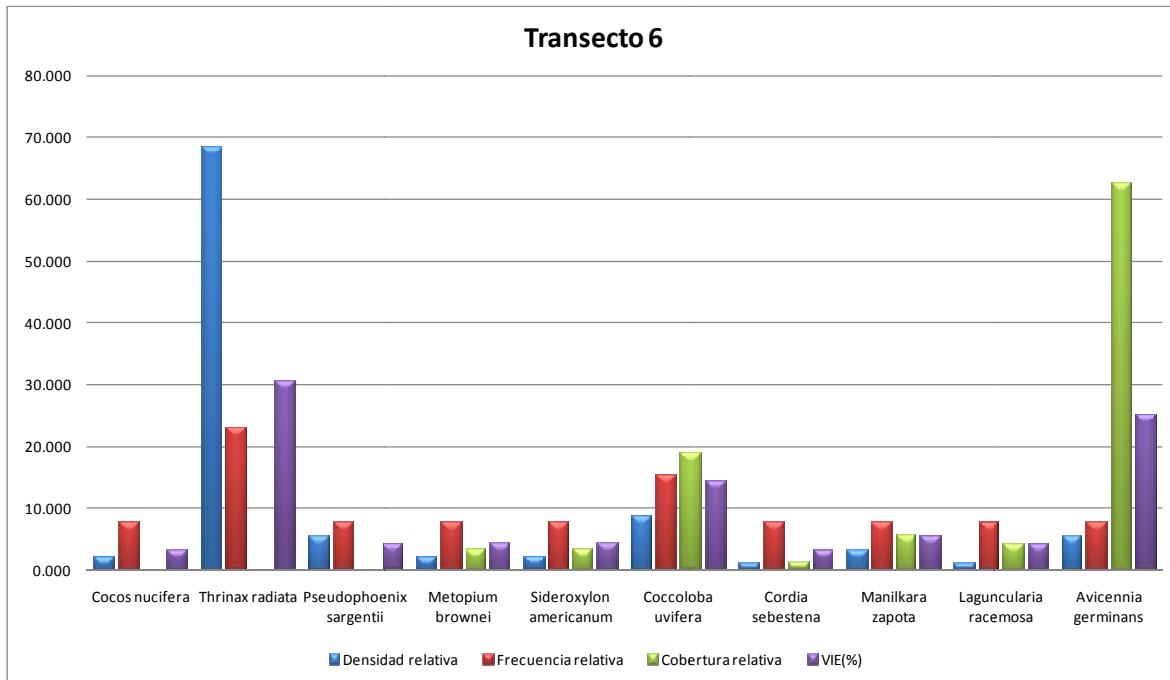


Gráfico 15. Porcentajes de Densidad relativa, Frecuencia relativa, Cobertura relativa e Índice de valor de importancia del transecto 6.

### TRANSECTO 7

Los rangos de altura se encontraron entre 1 y 6.9 m, observándose un cambio en relación al rango de altura dominante ya que el de 3 a 3.9 m presentó mayor número de organismos (gráfico 16). Se registró un total de 99 organismos pertenecientes a 3 familias diferentes, siendo nuevamente *Arecaceae* la más representada.

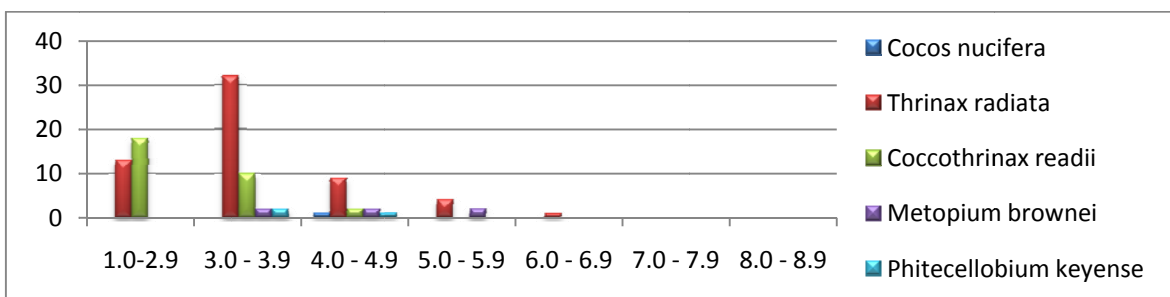


Gráfico 16. Rangos de altura de las especies en transecto 7.

En los cuadrantes muestreados se observaron 5 especies: *C. nucifera*, *T. radiata*, *C. readii*, *M. brownei* y *P. keyense*. La ausencia de especies de manglar en este transecto es debido a que no se observó alguna especie de más de 10 cm de DAP. Dada la corta distancia del transecto el número de organismos fue bastante alto, sobre todo las especies de palmas, esto se puede notar en la **densidad relativa** ya que *T. radiata* obtuvo el 59.596 %, seguida por *C. readii* con el 30.303 %. La **frecuencia relativa** fue la misma para la mayoría de las especies con 22.22 %, excepto *C. nucifera* porque obtuvo un 11.11 %. La **cobertura relativa** fue representada por *M. brownei* y *P. keyense* obteniendo 70.379 % y 54.873 % respectivamente. El **índice de valor de importancia** colocó a *M. brownei* como la más representativa de este transecto con 32.887 % y la de menor valor fue *C. nucifera* con 4.040 % (cuadro 16, gráfico 17).

Cuadro 16. Parámetros ecológicos de las especies en el transecto 7.

Especie	Suma de áreas	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Cobertura	Cobertura relativa	VIE	VIE (%)
<i>Cocos nucifera</i>		0.373	1.010	0.5	11.111			12.121	4.040
<i>Thrinax radiata</i>		22.015	59.596	1	22.222			81.818	27.273
<i>Coccothrinax readii</i>		11.194	30.303	1	22.222			52.525	17.508
<i>Metopium brownei</i>	903.21	2.239	6.061	1	22.222	0.00045	70.379	98.662	32.887
<i>Phitecellobium keyense</i>	380.134	1.119	3.030	1	22.222	0.00019	29.621	54.873	18.291
<b>TOTAL</b>	<b>1283.3436</b>	<b>36.940</b>	<b>100</b>	<b>4.5</b>	<b>100</b>	<b>0.00064</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

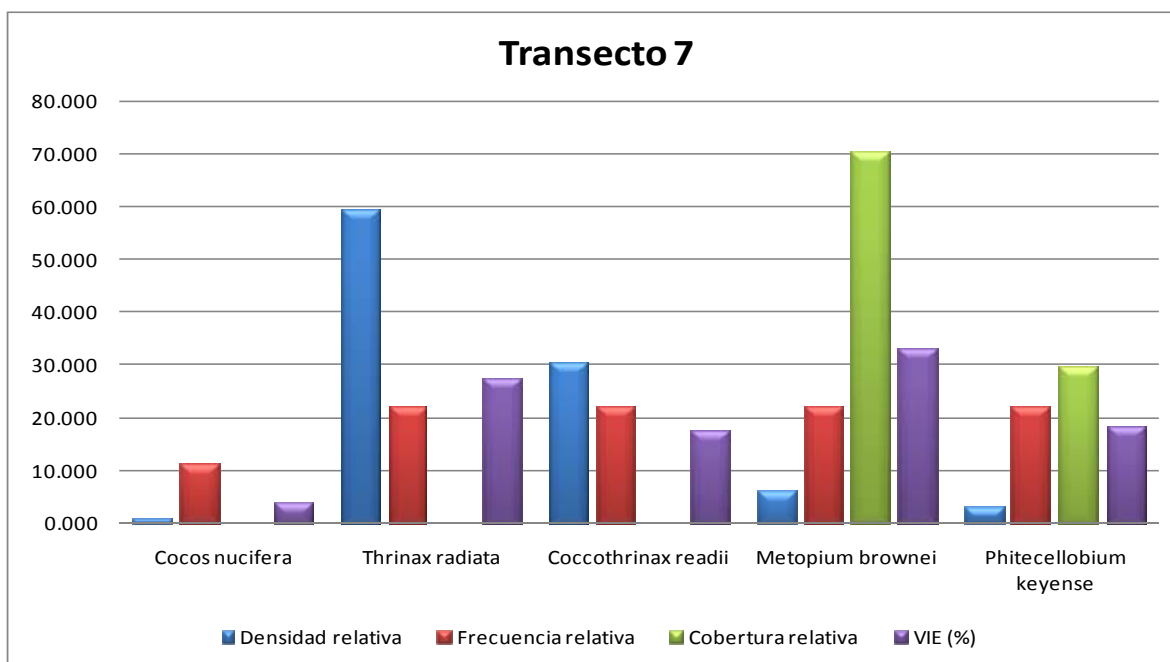


Gráfico 17. Porcentajes de Densidad relativa, Frecuencia relativa, Cobertura relativa e Índice de valor de importancia del transecto 7.

## TRANSECTO 8

Los rangos de altura estuvieron entre 1 y 7.9 m, observándose vegetación de alturas considerables debido a que existieron muchos organismos de 1 a 5 metros (gráfico 18). Se registró un total de 60 organismos pertenecientes a 6 familias diferentes siendo la mayor representada la familia *Arecaceae* como en la mayoría de los transectos.

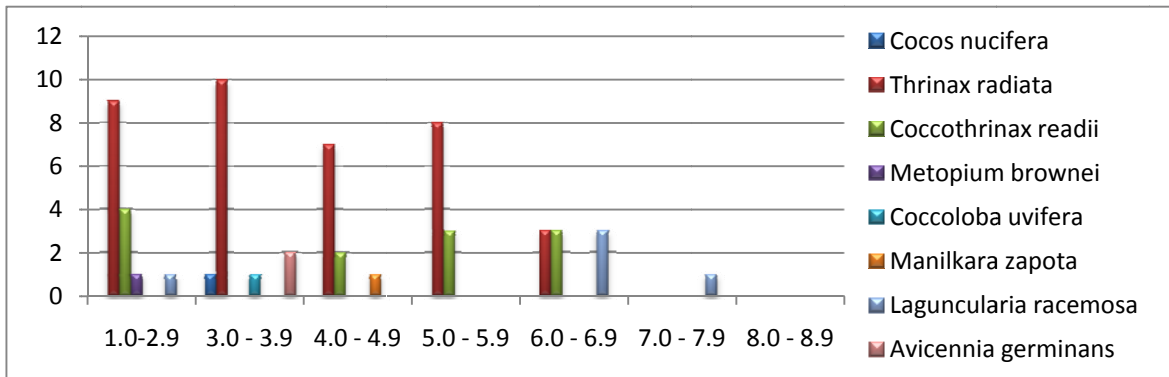


Gráfico 18. Rangos de altura de las especies en transecto 8.

Ocho especies fueron registradas para este transecto, éstas son *C. nucifera*, *T. radiata*, *C. readii*, *M. brownei*, *C. uvifera*, *M. zapota*, *L. racemosa* y *A. germinans*. Se observó un gran número de organismos de la especie *T. radiata* lo cual se comprobó con los resultados de **densidad relativa** ya que alcanzó el 61.667 %, seguida de la especie *C. readii* con el 20 %. La **frecuencia relativa** se comportó de manera similar ya que *T. radiata*, *C. readii* y *L. racemosa* obtuvieron el 18.182 % y las demás especies obtuvieron el valor de 9.091 %. Los datos de **cobertura relativa** estuvieron mejor representados por la especie *L. racemosa* alcanzando el 60.702 %, seguido por *A. germinans* con el 19.076 %. Los porcentajes del **índice de importancia ecológica** mostraron que la especie *L. racemosa* es la que representa mejor este transecto ya que obtuvo el valor de 29.072 % y la especie peor representada al obtener menor número en la suma de sus relativos fue *C. nucifera* ya que obtuvo el valor de 3.586 % (ver cuadro 18, gráfico 19).

Cuadro 18. Parámetros ecológicos de las especies en el transecto 8.

Especie	Suma de áreas	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Cobertura	Cobertura relativa	VIE	VIE (%)
<i>Cocos nucifera</i>		0.065	1.667	0.25	9.091			10.758	3.586
<i>Thrinax radiata</i>		2.418	61.667	0.5	18.182			79.848	26.616
<i>Coccothrinax readii</i>		0.784	20.000	0.5	18.182			38.182	12.727
<i>Metopium brownei</i>	78.540	0.065	1.667	0.25	9.091	0.00002	3.475	14.232	4.744
<i>Coccoloba uvifera</i>	95.033	0.065	1.667	0.25	9.091	0.00002	4.204	14.962	4.987
<i>Manilkara zapota</i>	283.529	0.065	1.667	0.25	9.091	0.00007	12.543	23.301	7.767
<i>Laguncularia</i>	1372.094	0.327	8.333	0.5	18.182	0.00034	60.702	87.217	29.072



<i>racemosa</i>									
<i>Avicennia germinans</i>	431.185	0.131	3.333	0.25	9.091	0.00011	19.076	31.500	10.500
<b>TOTAL</b>	<b>2260.381</b>	<b>3.922</b>	<b>100</b>	<b>2.75</b>	<b>100</b>	<b>0.00057</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

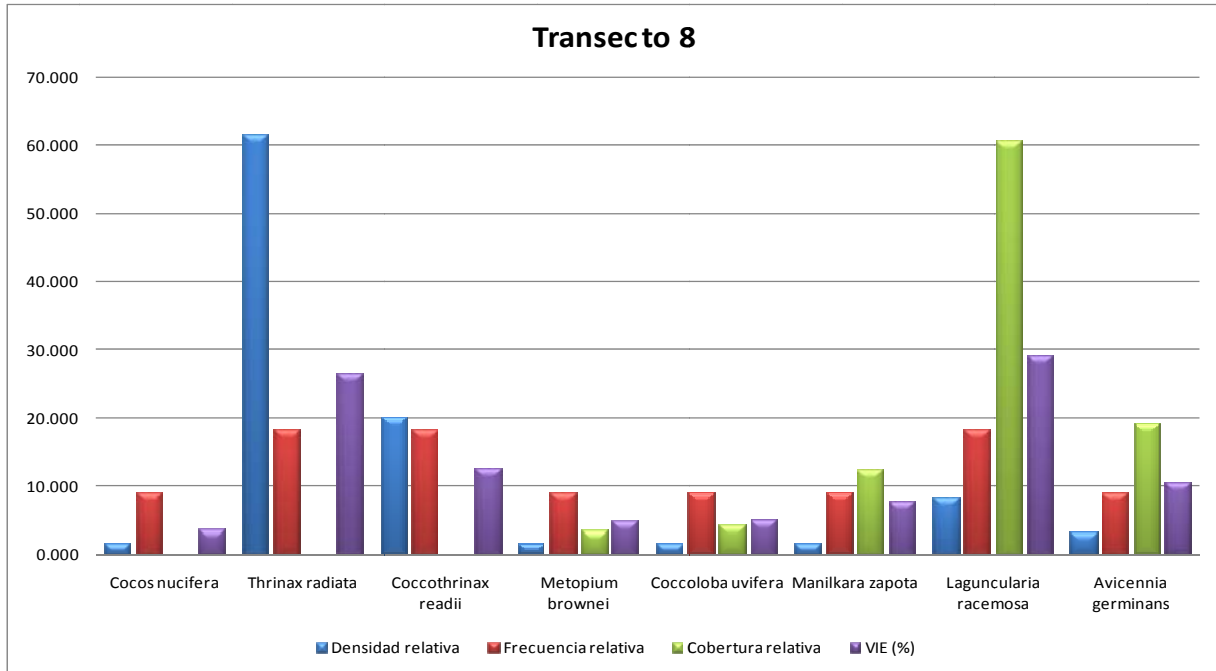


Gráfico 19. Porcentajes de Densidad relativa, Frecuencia relativa, Cobertura relativa e Índice de valor de importancia del transecto 8.

### TRANSECTO 9

Se registraron 21 organismos pertenecientes a 5 familias diferentes, de las cuales *Combretaceae* fue la mejor representada con dos especies. Los rangos de altura variaron de 1 a 7.9 m, siendo la especie *L. racemosa* la que ocupó las mayores alturas (gráfico 20).

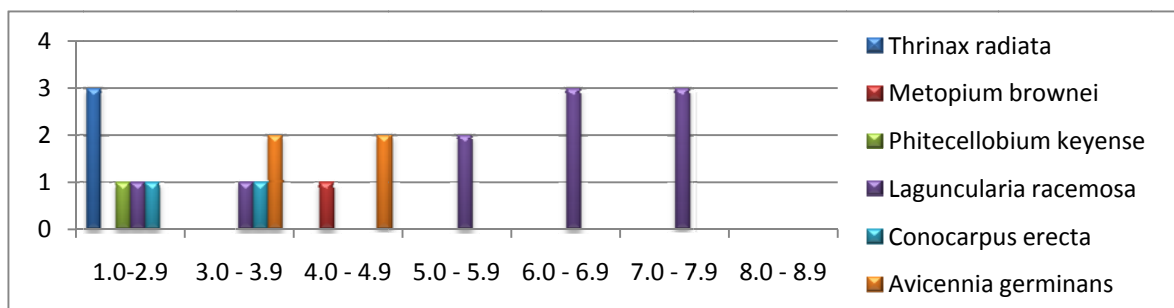


Gráfico 20. Rangos de altura de las especies en transecto 9.

Del muestreo realizado se encontró que 6 especies se encuentran presentes a lo largo de este transecto, éstas son *T. radiata*, *M. brownei*, *P. keyense*, *L. racemosa*, *C. erecta* y *A. germinans*. Este transecto obtuvo la mayor **densidad relativa** de la especie *L. racemosa* de

todos los transectos anteriores con el 47.619 %, debido a que este transecto se localizaba en una zona de contacto permanente con la Laguna Conil encontrándose varias áreas cubiertas por esta especie. La mayor **frecuencia relativa** fue para la especie *L. racemosa* con 37.736 %, las demás especies obtuvieron 12.453 % cada una. De la misma forma el mayor porcentaje de **cobertura relativa** fue para la especie *L. racemosa* con el 53.331 %, seguida por la especie *A. germinans* con el 20.442 %. Por lo consiguiente el mayor **índice de valor de importancia** fue para la especie *L. racemosa* con el 46.229 % y como la especie menos importante con un 6.585 % fue *P. keyense* (cuadro 20, gráfico 21).

Cuadro 20. Parámetros ecológicos de las especies en el transecto 9.

Especie	Suma de áreas	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Cobertura	Cobertura relativa	VIE	VIE (%)
<i>Thrinax radiata</i>		0.410	14.286	0.33	12.453			26.739	8.913
<i>Metopium brownei</i>	132.733	0.137	4.762	0.33	12.453	0.00003	4.293	21.508	7.169
<i>Phitcellobium keyense</i>	78.540	0.137	4.762	0.33	12.453	0.00002	2.540	19.755	6.585
<i>Laguncularia racemosa</i>	1648.751	1.368	47.619	1	37.736	0.00041	53.331	138.686	46.229
<i>Conocarpus erecta</i>	309.448	0.274	9.524	0.33	12.453	0.00008	10.010	31.986	10.662
<i>Avicennia germinans</i>	922.060	0.547	19.048	0.33	12.453	0.00023	29.825	61.326	20.442
<b>TOTAL</b>	<b>3091.531</b>	<b>2.873</b>	<b>100</b>	<b>2.65</b>	<b>100</b>	<b>0.00077</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

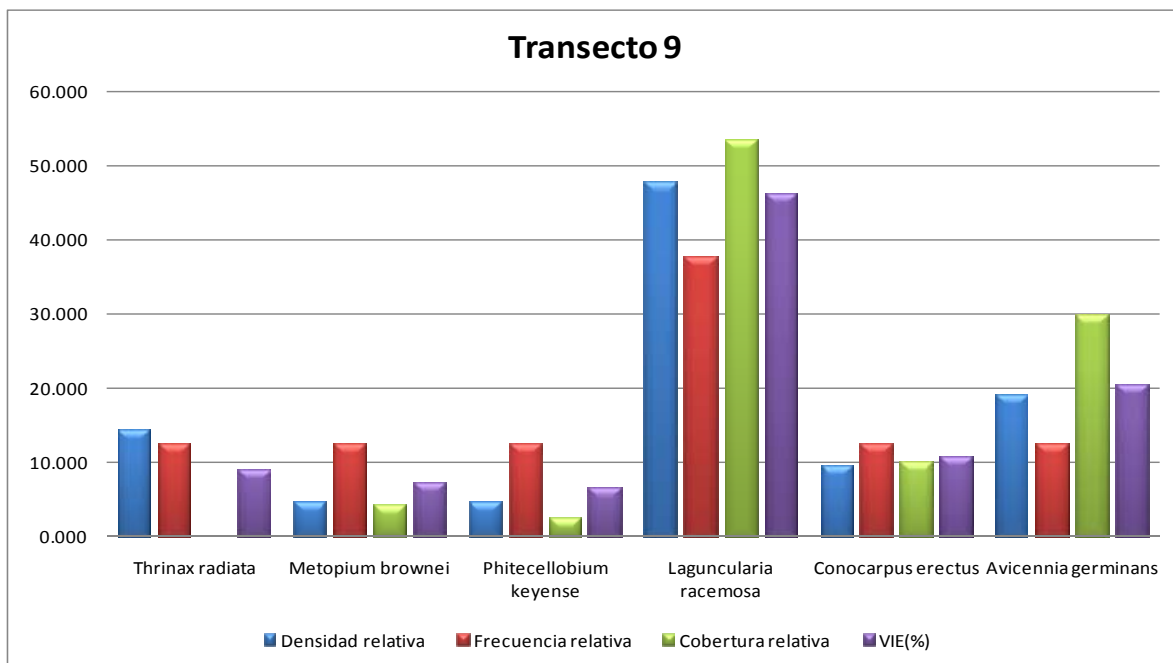


Gráfico 21. Porcentajes de Densidad relativa, Frecuencia relativa, Cobertura relativa e Índice de valor de importancia del transecto 9.

#### 4.2.4. DIVERSIDAD ECOLÓGICA

Al utilizar el índice de Shannon para medir la diversidad existente en cada transecto (T) se observa que existe uno con el valor más alto T4 ( $H' = 1.906$ ), seguido por el segundo valor más alto T6 ( $H' = 1.478$ ) mientras que el valor más bajo es para T1 ( $H' = 0.900$ , Cuadro 23). El resto de los transectos se comportan de manera muy similar, ya que sus valores se encuentran entre 0.993 y 1.472.

Es de notarse que el transecto con la mayor diversidad registrada fue uno con 10 especies y 42 individuos, existiendo un transecto con el mismo número de especies pero con número mayor de individuos 115. Esto quiere decir que para que un transecto tenga los valores más altos de diversidad, es necesario que tenga el mayor número de especies presentes pero, que también, la distribución de organismos sea equitativa y no que sólo se registren una o dos especies con la mayor densidad.

En lo que respecta a la equidad no se aprecia una clara tendencia. Al observar la tabla se puede determinar que existe un pico alto hacia el centro, el cual disminuye poco a poco y vuelve a subir hacia los extremos en T1 y T8 bajando de nuevo en T9.

**Cuadro 23. Valores obtenidos del Índice de Shannon-Wiener para cada uno de los transectos.**

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (bit/ind)										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Isla
H'	0.900	1.342	1.472	1.906	1.461	1.478	1.248	0.993	1.213	1.689
H' max	1.585	2.807	3.000	3.322	2.585	3.322	3.322	2.322	3.000	4
E	0.568	0.478	0.491	0.574	0.565	0.445	0.376	0.427	0.404	0.422
S	8	71	72	42	21	115	92	99	60	580

T=Transecto

#### 4.2.5. ÍNDICE DE SIMILITUD

Se calculó el índice de similitud entre los transectos muestreados utilizando el índice de Morisita. Este índice tomó en cuenta tanto la similitud en composición de especies como la semejanza en sus abundancias; alcanzo valores de 0 a 1, donde 0 significa que no hay similitud y 1 donde son similares por completo.

Al medir los transectos con el índice de Similitud de Morisita-Horn, se toman en cuenta las semejanzas en abundancia de las especies y las especies que comparten los transectos. La mayor afinidad se encontró entre el transecto 2 y el transecto 3 con más del 96% de similitud, mientras que la menor similitud se presentó entre los transectos T1 y T7 con el 0% de similitud. El alto porcentaje de similitud de los transectos 2 y 3 se debe a que comparten un elevado número de especies y la abundancia fue muy similar. Los transectos 1 y 7 fueron los que obtuvieron el más bajo porcentaje, debido a que no comparten ninguna especie en común, además de que se encuentran alejados uno del otro. (Cuadro 24).

Cuadro 24. Matriz de similitud. Los valores marcados en rojo son los porcentajes más altos de similitud entre cada uno de los transectos.

Transectos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.000								
2	0.318	1.000							
3	0.200	0.969	1.000						
4	0.223	0.871	0.911	1.000					
5	0.067	0.549	0.667	0.732	1.000				
6	0.071	0.918	0.915	0.752	0.41	1.000			
7	0.000	0.883	0.942	0.850	0.769	0.875	1.000		
8	0.046	0.933	0.958	0.841	0.661	0.935	0.974	1.000	
9	0.373	0.429	0.327	0.320	0.173	0.292	0.239	0.540	1.000

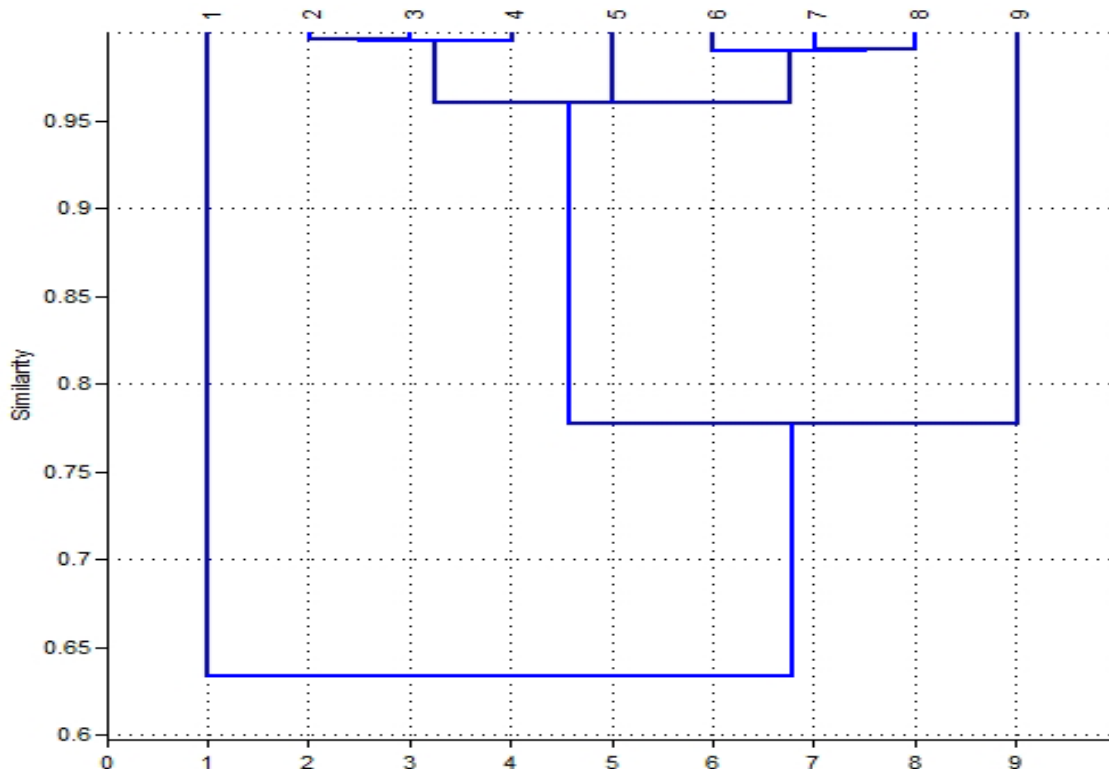


Gráfico 22. Dendrograma del análisis de Similitud de Morisita-Horn, nos muestra de manera gráfica la similitud entre los transectos. Los transectos que se presentan más juntos son los más similares.

Al observar el gráfico, se pueden observar claramente la presencia de grupos de elementos bien establecidos por las similitudes entre ellos. De esta forma, se pueden mencionar que los más similares son: el T2-T3 al que se le une el T4, T7-T8 a los que se les une T4 y T6, T5 se mantiene como un elemento de transición o de interface en medio de estos, dejando a los T1 y T9 como elementos individuales. De esta manera, se puede decir que en la IGH se pueden encontrar 4 grandes áreas, que por sus características individuales pueden ser fácilmente diferenciadas: en la zona de Punta Mosquito, en la zona cercana a Cabo Catoche y dos más ubicadas al interior de la isla.

#### 4.2.6. GRÁFICA OLMSTEAD-TUKEY

Se determinaron 16 especies, que incluyen 1 Anacardiaceae, 1 Burceraceae, 1 Fabaceae, 1 Poligoniaceae, 1 Theophrasteaceae, 1 Verbenaceae, 2 Boraginiaceae, 2 Combretaceae, 2 Zapotaceae, 4 Arecaceae.

El diagrama de Olmstead y Tukey (Imagen 23) muestra 3 especies que por su alta frecuencia y gran densidad son **dominantes**, en esta asociación se encuentran 2 Arecaceae, *T. radiata* y *C. readii*, que destacan por su gran densidad. Se registra también una Anacardiaceae, *M. brownii*, está reconocida por su alto potencial tóxico.

Es de notarse la ausencia de especies en cuadrante de las **abundantes**.

El cuadrante de las **frecuentes** es representada por tres especies siendo dos de estas especies de mangle, *A. germinans* y *L. racemosa*, así como una especie de la familia Fabaceae, *P. keyense*.

El resto de las especies al presentar abundancias y frecuencias menores a la media resultaron el cuadrante de especies **raras**, estas son *Cocos nucifera*, *Pseudophoenix sargentii*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Cordia sebestena*, *Bursera simaruba*, *Conocarpus erecta*, *Coccoloba uvifera*, *Sideroxylon americanum*, *Jacquinia aurantiaca*. El resultado de todos estos análisis se puede apreciar mejor en la gráfica realizada (gráfico 23).

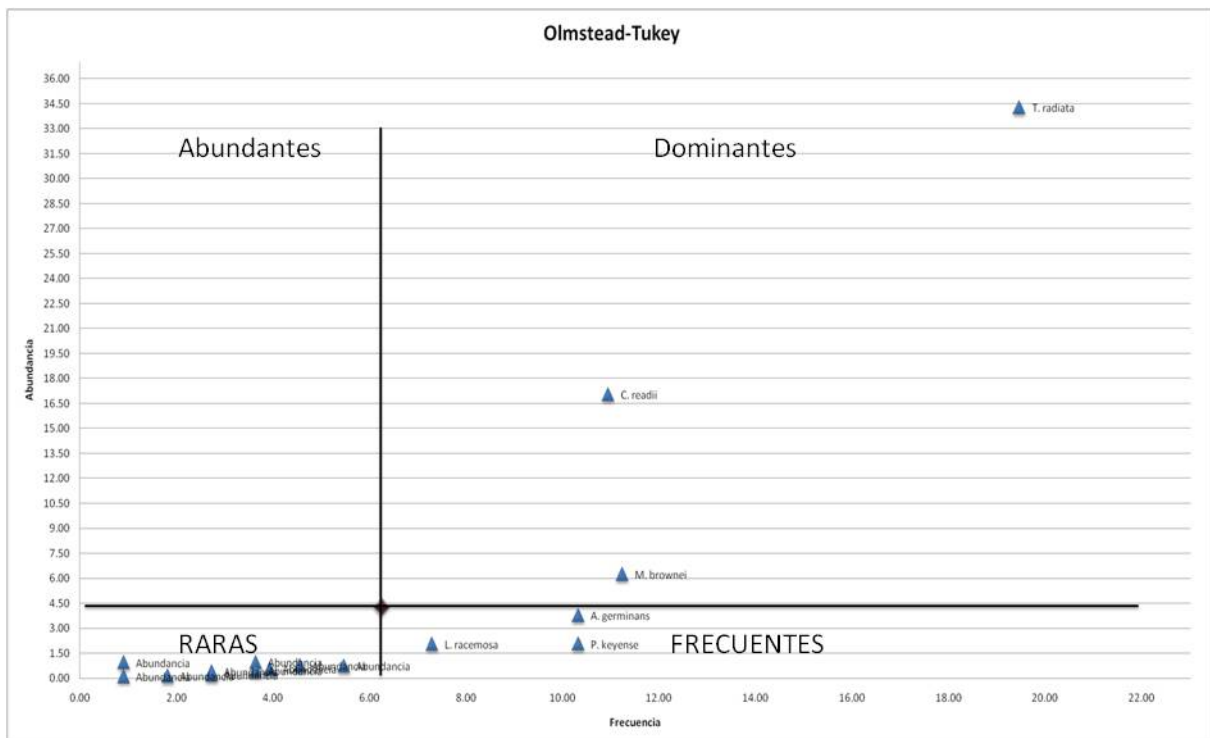


Gráfico 23. Caracterización de las 16 especies de árboles registrados durante los muestreos en la IGH, de acuerdo al análisis de Olmstead-Tukey, utilizando el número total de organismos y su frecuencia de aparición.

## 5. DISCUSIÓN

Dentro de la Isla Grande de Holbox se encuentra la comunidad arbórea de matorral costero y manglar. Dicha comunidad es importante, ya que actualmente es uno de los pocos lugares en los que se pueden observar zonas de vegetación costera bien conservadas y sin algún tipo de explotación o uso por parte del ser humano, debido a que esta zona se encuentra más o menos protegida lo que ocasiona, que algunas de estas especies, manifiesten una fuerte tendencia a desarrollar hábitos arborescentes, lo que se traduce en el incremento del grosor de los tallos (POEL, 2008).

Los muestreos realizados en esta zona cubren una totalidad de 11,477 m de longitud de transectos caminados y 3,100 m<sup>2</sup> de superficie muestreada, abarcando ecosistemas de duna, matorral costero y manglar.

Las mediciones de las alturas de los árboles dan como resultado una vegetación de entre 1 m y 8.9 m, siendo las especies de 1 a 2.9 m las mas numerosas (gráfico 24).

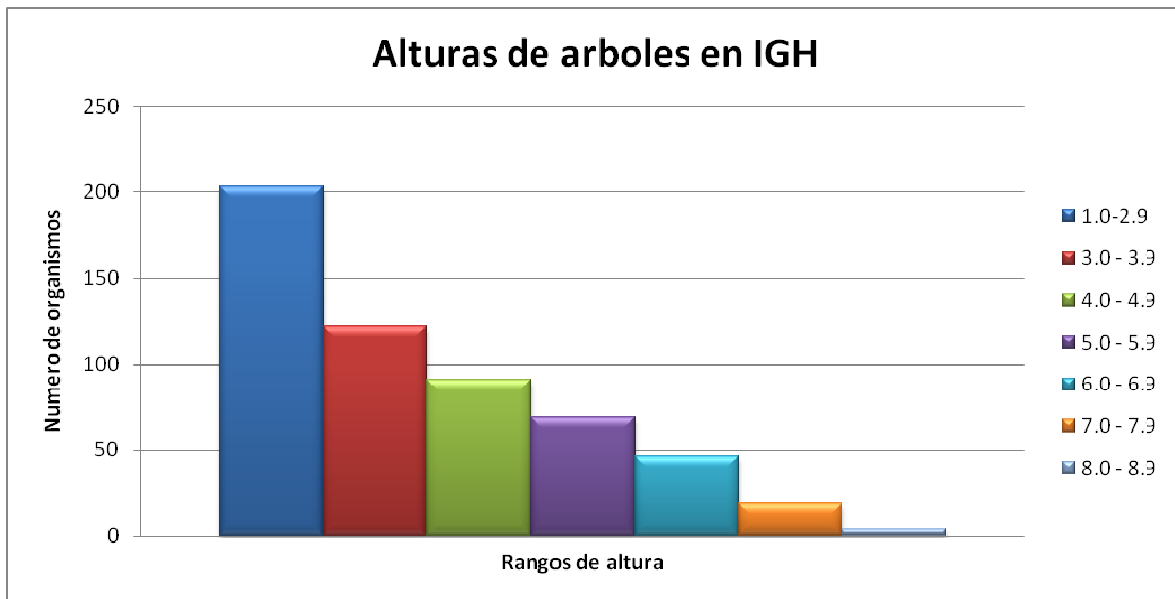


Gráfico 24. Rangos de altura de especies arbóreas en IGH.

Se registraron un total de 580 individuos a lo largo de los muestreos en la IGH. Éstos estuvieron distribuidos de forma interesante, ya que la mayoría de éstos se concentró en las partes centrales de la isla, dejando para las zonas más extremas un menor número de individuos (gráfico 25). Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por PRONATURA en 2005, ya que de la misma forma, los transectos que realizaron en las partes centrales, de la isla fueron los que registraron un mayor número de individuos (gráfico 26).

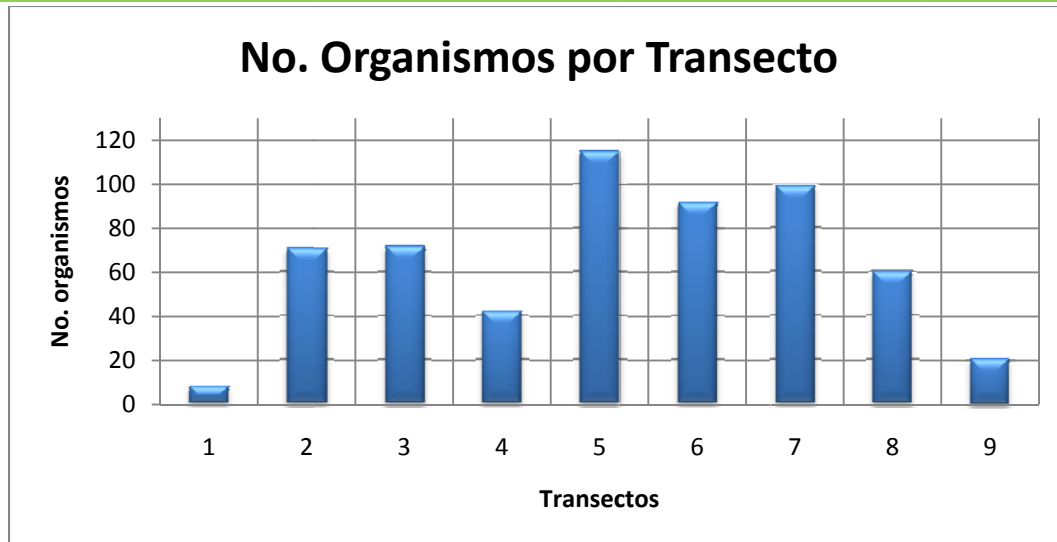


Gráfico 25. Abundancia de organismos por transecto.

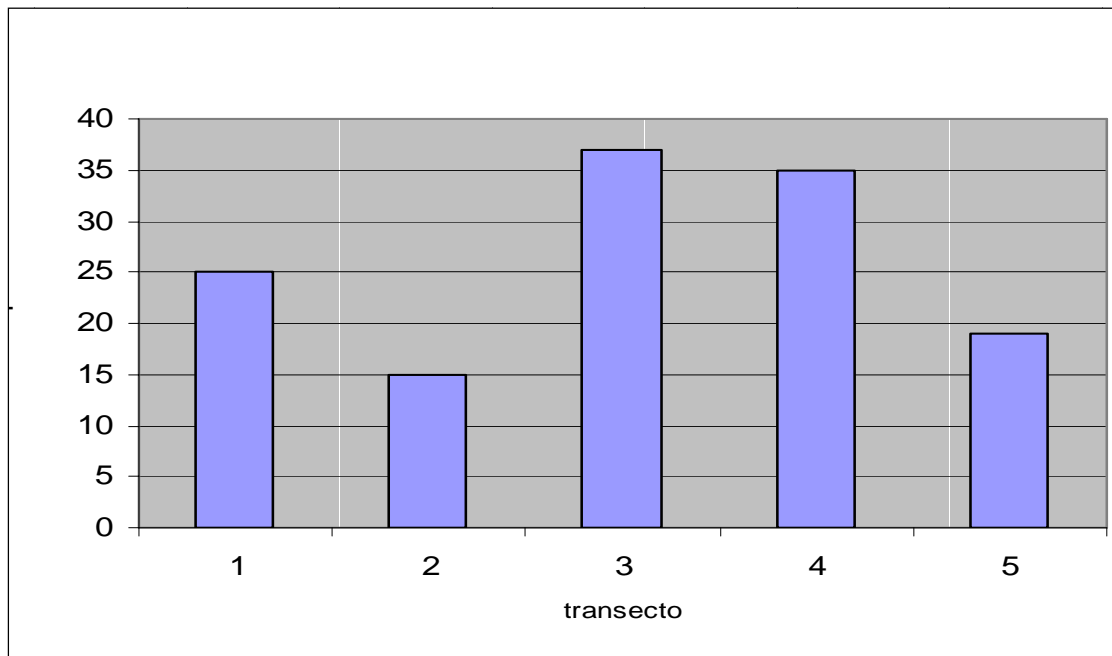


Gráfico 26. Numero de organismos registrados por transecto (PRONATURA, 2005)

En el ecosistema de matorral costero y manglar se encontraron un total de 16 especies arbóreas o de más de 10 cm de DAP, pertenecientes a 10 familias diferentes siendo Arecaceae la que más especies presentó. Esto se puede constatar a simple vista en el área estudiada ya que es visible la gran cantidad de palmares existentes a lo largo de la isla y de la dominancia de éstas. Lo que los datos de densidad, cobertura y frecuencia relativa corroboran. Así como lo menciona Durán (1992), una de las características de las comunidades vegetales en las zonas tropicales americanas, en particular las selvas, es la gran abundancia de especies de palmas, las cuales llegan a ser elementos predominantes de sus comunidades. Esta dominancia es común en el estrato superior de diversas asociaciones de selvas y palmar en los estados de Veracruz, Chiapas, Campeche y Quintana Roo. Esto sugiere

que son elementos de gran importancia en la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas.

Los muestreos realizados en la parte central de la isla dieron a conocer la presencia de la especie *Bursera simaruba*, la cual no había sido registrada por los estudios realizados por PRONATURA (2005). Esta especie fue observada y registrada en el transecto 4, cuadrante 13.

Las especies registradas durante este estudio son *T. gnaphalodes*, *C. nucifera*, *T. radiata*, *C. readii*, *P. sargentii*, *M. brownei*, *B. simaruba*, *S. americanum*, *P. keyense*, *M. zapota*, *J. aurantiaca*, *C. sebescena*, *C. uvifera*, *C. erecta*, *L. racemosa* y *A. germinans*. De estas especies la que presentó una mayor **densidad relativa** fue *T. radiata* con 48.74 %, como segunda especie esta *C. readii* con el 24.16 %, seguida por *A. germinans* con 5.33 %. Los datos de **frecuencia relativa** demostraron que la especie que se encontró presente en la mayoría de los muestreos fue *T. radiata* con 19.46 % de apariciones, seguida por *M. brownei* con el 11.24 % y como tercera especie *C. readii* con el 10.95 %. De las especies registradas la que ocupó más de la mitad de la **cobertura relativa** fue *A. germinans* con el 50.57 %, seguida por *L. racemosa* con el 14.43 % y como tercera especie *M. brownei* con el 10.5 %. La suma de los relativos da como resultado que la especie con el **índice de importancia ecológica** más alto es *T. radiata* con el 22.70 %, la siguiente especie más importante es *A. germinans* con el 22.08 % seguida por *C. readii* con el 11.70 % (gráfico 27 y 28).

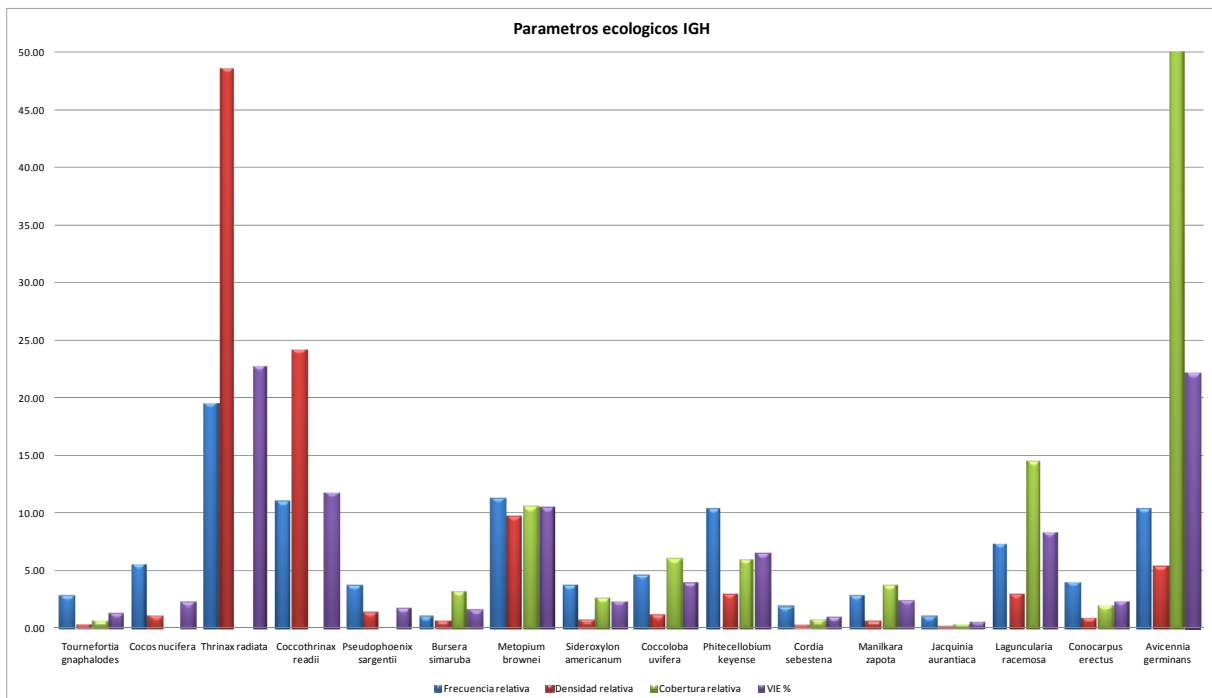


Gráfico 27. Porcentajes de Densidad relativa, Frecuencia relativa, Cobertura relativa e Índice de valor de importancia de la IGH.



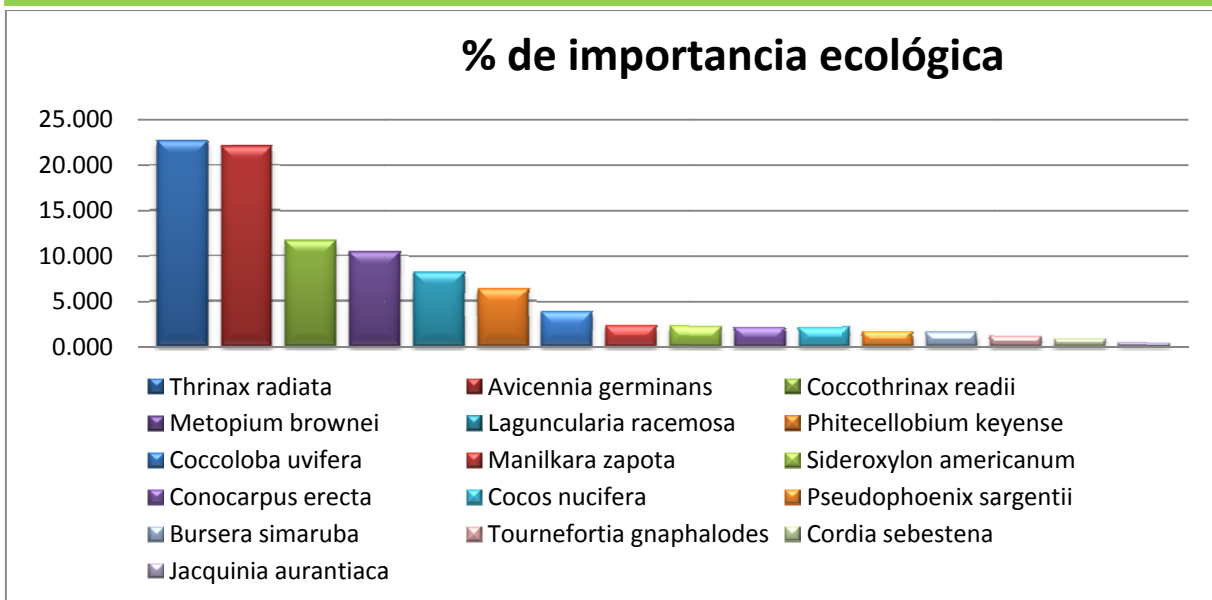


Gráfico 28. Porcentajes del valor de importancia ecológica de las especies de la IGH.

Como se puede ver en el gráfico de arriba las 5 especies que presentan un porcentaje mayor de importancia ecológica son por orden de mayor a menor: *T. radiata*, *A. germinans*, *C. readii*, *M. brownei*, *L. racemosa*. Esto resulta similar a los resultados de PRONATURA y POEL de Lázaro Cárdenas. Las 5 especies que ocuparon los porcentajes más bajos de importancia son por orden de mayor a menor: *P. sargentii*, *B. simaruba*, *T. gnaphalodes*, *C. sebestena* y *J. aurantiaca*.

De las 16 especies registradas dos estuvieron presentes en 8 de los 9 transectos: *T. radiata* y *A. germinans*; *M. brownei* estuvo presente en 7 transectos; *P. keyense* y *C. readii* se presentaron en 6 transectos, mientras que las demás especies se registraron en cinco o menos transectos.

Al igual que el estudio realizado por PRONATURA (2005) y POEL (2008) donde menciona que las especies que ocuparon los índices de importancia más altos son *T. radiata*, *M. brownei*, *P. keyense*, *C. readii*, *C. uvifera* entre otras, los resultados obtenidos en este estudio presentan similitud ya que las especies más importantes que se registraron fueron las mismas incorporando dos especies de mangle, éstas son *A. germinans* y *L. racemosa*.



Imagen 5. Zonas de manglar al interior de la isla.



Con base en los resultados obtenidos se puede decir que la vegetación de la IGH está distribuida en forma de bandeados paralelos a la línea de costa de manera homogénea, por lo cual se pueden ver franjas extensas de un ecosistema de hasta 500 m de ancho como máximo.

De la misma forma, se pueden encontrar relictos de ecosistemas de manglar al interior de la isla, los cuales se encuentran muertos debido a la lejanía que mantienen a algún cuerpo de agua que sirva de recarga a estas zonas, ya que únicamente se inundan en temporadas de lluvias (imagen 5), debido más que nada, a la geomorfología de la isla. Como lo menciona el POEL de Lázaro Cárdenas en su apartado de geomorfología dinámica, “en la parte norte del municipio, particularmente en la porción denominada Isla Holbox se pueden apreciar de manera clara estos procesos de erosión y acreción”.

La observación detallada de la cobertura vegetal en escalas de 1:10,000 o menores, permite apreciar claramente un bandeado que va paralelo a la costa y siguiendo el perfil de la misma. Este bandeado obedece no solamente a los atributos particulares de las formaciones vegetales, sino al condicionamiento de esos patrones, al tiempo que han tenido para desarrollarse, es decir, a la antigüedad del sustrato sobre el cual se encuentra la formación vegetal, siendo los más antiguos los que se encuentran hacia el interior (POEL Lázaro Cárdenas, 2008).

En términos de diversidad, los resultados indican una alta diversidad y similitud entre los transectos muestreados de la IGH, a excepción del transecto 1 que fue el que obtuvo el menor valor de diversidad de 0.9. Si comparamos los índices de diversidad de la vegetación de la isla de este estudio que fue de 1.689 bits/ind, con los obtenidos por el POEL (2008) para la zona de estrato arbóreo de matorral costero, se observa una diversidad florística de 1.88 bits/ind, indicando un índice bajo. Este hecho puede deberse al tamaño de área muestreado o a la metodología empleada.

En lo que respecta al análisis de similitud se determinaron 4 grandes zonas que comparten características propias. Se llegó a esta conclusión por los resultados obtenidos y al observar el dendrograma. Estos resultados pueden ayudar a determinar el mejor manejo que se le puede dar a estas áreas, ya sea mediante reforestación en las zonas más extremas o conservación en las zonas intermedias.

De manera más general se puede encontrar la vegetación de la isla dividida en dos grandes formaciones vegetales, existiendo dentro de estas mismas subdivisiones características.

Así bien se puede hablar del ecosistema de **matorral costero** que ocupa la porción central de la isla y algunos manchones aislados en zonas más al sur cercanas a los manglares.

Con individuos de 1 m de altura hasta 8 m de altura, las especies dominantes son *T. radiata*, *C. readii*, *M. brownei*, *C. uvifera*, *P. keyense*, de la misma forma el estudio realizado por PRONATURA y por el POEL mencionan las mismas especies dominantes para este ecosistema (imagen 6).



Imagen 6. Panorama de matorral costero

Dentro de este ecosistema existen asociaciones vegetales que ocupan áreas muy amplias como palmares de *T. radiata*-*C. readii*, *T. radiata*-*P. sargentii*, *C. readii*-*P. sargentii*; así como *M. brownei*-*T. radiata*, *C. uvifera*-*T. radiata*, *P. keyense*-*S. americanum*, *C. uvifera*-*P. keyense*. Estas asociaciones vegetales han sido reconocidas para el Municipio de Lázaro Cárdenas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local realizado por la UQROO en 2007. En este documento mencionan que en el ecosistema de duna costera se encuentran asociaciones de matorral costero como *P. keyense*-*C. uvifera*, *T. radiata*-*C. readii* y *T. radiata*-*P. sargentii*, lo cual hace notar que existen semejanzas en ambos estudios, haciendo hincapié en que este tipo de vegetación está representada para el municipio de Lázaro Cárdenas principalmente en isla Holbox, en especial entre Punta Mosquito y Cabo Catoche.

El POEL de Lázaro Cárdenas menciona 10 especies de características arbóreas pertenecientes a 8 familias botánicas para el ecosistema de matorral costero (Imagen 7). Además se confirma a *Thrinax radiata* (palma chit), *Coccothrinax readii* (nakas), *Metopium brownei* (chechem) como aquellos elementos que alcanzan los más altos valores de densidad. Las mismas que ocupan los valores más altos en este estudio.

Tabla 7 Densidad de las especies del matorral costero con *T. radiata* y *C. readii*.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Ha)
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	2,150
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nakas	1,150
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	950
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	250
Capparidaceae	<i>Capparis indica</i>		150
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote de playa	150
Sapotaceae	<i>Bumelia americana</i>	Mulche	150
Sapotaceae	<i>Manilkarza zapota</i>	Chicozapote	150
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>		100
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	50

Imagen 7. Tabla extraída del POEL Lázaro Cárdenas.

Dentro de la isla se presentan varias franjas de palmas Chit muertas, éstas tienen en promedio un ancho de 40 m y su longitud es variable de hasta 2 km. La vegetación presente

de la zona es principalmente oportunista presentando especies como *Solanum sp.* y algunas herbáceas. Se dedujo que esto se debe a que estas palmas se encuentran en zonas bajas, las cuales se inundaron en algún evento natural como huracanes, lo que produjo su muerte.

El segundo ecosistema que se puede reconocer es el de **manglar**, ocupando principalmente las partes sur y centrales de la isla (imagen 8), ya que como menciona el POEL, se distribuye en las zonas donde el terreno presenta la más baja altura sobre el nivel del mar y sujetas a inundación permanente e intermitente. Por ello en algunos lugares se llega a intercalar entre montículos arenosos que integran la duna costera a manera de estrechas franjas.



Imagen 8. Vista de manglar al interior de la isla

Según la ficha RAMSAR de la zona de Yum-Balam ésta zona se encuentra dominada principalmente por tres tipos de manglar estos son; manglar de cuenca baja representados por *A. germinans* y por *R. mangle*; manglar de franja dominada por *R. mangle* y *A. germinans*. Además, de manera frecuente pero menos abundante, se presenta *L. racemosa* y ocasionalmente *C. erecta*; manglar de salitral presenta especies como *C. erecta* y *R. mangle*, ya que en estas áreas la salinidad no es tan elevada. Por el contrario, en las partes más bajas y más salinas prospera exclusivamente *A. germinans*.

Es de notarse que el estudio del POEL menciona asociaciones relativas al manglar similares a las de la ficha RAMSAR y que tienen grandes semejanzas con éste estudio, tal es el caso de los manglares de borde con *R. mangle* y *A. germinans*, el mangle de salitral y los paleocanales, ambos con presencia de *C. erecta* y *L. racemosa*, el mangle con *A. germinans* hacia el sur de la isla y en zonas de inundación permanente. En general los DAP para estas zonas varían de entre 10 a 30 cm y hasta 15 m de altura, siendo *A. germinans* la especie que registra las mayores tallas y alturas.

En este trabajo se observaron especies arbóreas como *C. erecta*, *L. racemosa*, *A. germinans* y *Rhizophora mangle*, este último no se registro en ningún cuadrante de muestreo ya que ningún individuo de ésta especie presentaba diámetros mayores a 10 cm. La especie *C. erecta* se encontró en partes intermedias de la isla y cercanas a la costa. Estas especies presentaron alturas entre 3 m y 8.9 m. Las asociaciones que se presentaron son *A. germinans-L. racemosa*, *C. erecta-L. racemosa*.

Es importante mencionar que tanto en el ecosistema de matorral como en el de manglar, se observan especies de orquídeas, de agaváceas, de bromelias y de cactáceas, una de ellas *Selenicereus donkelarii* considerada como endémica por PRONATURA.

Existen zonas de vegetación secundaria a lo largo de la costa de la IGH, estas han sido documentadas por los trabajos de PRONATURA, POEL de Lázaro Cárdenas realizado por la UQROO y la ficha de RAMZAR, las cuales mencionan extensiones importantes de vegetación transformadas para agricultura con cultivos de cocotero *C. nucifera*, presentes en casi toda la franja costera de la isla de Holbox y que sustituyeron una buena porción de matorral de duna costera (imagen 9).



Imagen 9. Zona de vegetación secundaria a lo largo de la isla



## 6. CONCLUSIONES

Entre las conclusiones obtenidas en los recorridos de la isla están los siguientes:

1. La existencia de especies de crecimiento lento con alturas superiores a los 7 m como las palmas *T. radiata*, *C. readii*, *P. Sargentii*, así como la presencia de especies de tallos leñosos, indican que el grado de conservación de los ecosistemas de la isla son muy buenos.

2. De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de los datos y del trabajo de campo, se puede decir que en la IGH existen 5 tipos de vegetación con una distribución en forma de bandeados paralelos a la línea de costa según sus adaptaciones características. Comparado con la clasificación de las comunidades vegetales de la Península de Yucatán de Miranda y Hernández X. (1963) los grupos de vegetación presentes son: **Duna costera**, dominada por *Hymenocallis littoralis*, *Sesuvium portulacastrum*, *Flaveria linearis*, *Batis marítima*, etc.; **Matorral Costero**, dominado por palma Chit (*Thrinax radiata*), Nakax (*Cocothrinax readii*), Chechen (*Metopium brownei*), Dziuche (*Phitecellobium keyense*), Uva de mar (*Coccoloba uvifera*) y Bumelia (*Sideroxyylon americanum*); **Manglar**, en el cual la especie que predomina es el mangle negro (*Avicennia germinans*) y rojo (*Rhizophora mangle*), seguido por el blanco (*Laguncularia racemosa*) y por último el botón (*Conocarpus erecta*); **Selva Baja subcaducifolia (chechen) y caducifolia (chicozapote y kuka)**, aunque de manera dispersa este tipo de vegetación puede encontrarse en las zonas medias de la isla presentando árboles característicos como Chechen (*M. brownei*), Chacá (*B. simaruba*), Chicozapote (*M. zapota*), Dziuche (*P. keyense*), *S. americanum*, Palma chit (*T. radiata*), palma kuka (*P. sargentii*), etc; **Vegetación secundaria**, este tipo de vegetación crece principalmente donde antes existió palma de coco (*C. nucifera*), producto de actividades copreras y en zonas intermedias de la isla donde existen franjas muertas de palma chit (*T. radiata*).

4. Las asociaciones importantes que cubren la mayoría de la isla cuentan con especies incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2002, por lo que la importancia ecológica de esta zona es mayor. Las principales son: *T. radiata*- *C. readii* (Chit-Nakax), *T. radiata*-*M. brownei* (Chit-Chechen), *P. keyense*-*S. americanum* (Dziuche-Bumelia), *L. racemosa*-*A. germinans* (M blanco-negro), *T. radiata*-*C. uvifera* (Chit-Uva de mar).

5. La presencia de varias especies de flora pertenecientes a algún estatus de protección, como *Thrinax radiata*, *Cocothrinax readii*, *Pseudophoenix sargentii* y los cuatro tipos de mangle *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erecta*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, resalta la importancia ecológica que tiene este sitio, así como la restricción a cualquier tipo de aprovechamiento excepto la conservación, al ser especies amenazadas. Es de notar la presencia de tres especies de orquídeas y dos de bromelias que aunque no están en algún estatus de protección son de importancia biológica.

6. Los resultados del análisis de similitud, demuestran que la isla se encuentra compuesta por 4 grandes áreas o espacios ecológicos. Tomando en cuenta que los transectos realizados



fueron establecidos perpendiculares a la línea de costa y en toda la longitud de la isla se localizan: uno en cada extremo de la isla, en Punta mosquito y cerca a Cabo Catoche respectivamente, y los otros dos en el centro de la isla.

7. Los resultados de diversidad obtenidos en este estudio, indican que la vegetación IGH se encuentra bien distribuida y establecida a excepción de algunas zonas, que por su localización, difieren en algunos elementos como abundancia y riqueza de especies. La diferencia que existe entre los índices obtenidos en este trabajo, en comparación a los del POEL (2007), no son muy significativos, ya que factores como el tamaño de muestra y metodología empleada pueden, ser motivo de discrepancias. De la misma forma, estos valores podrán verse relativamente pequeños e indicar valores bajos de conservación del ecosistema, pero hay que tomar en cuenta las condiciones ambientales y físicas en las que estos ecosistemas se desarrollan.

8. Con lo que respecta al análisis del gráfico de Olmstead-tukey, es de notar la presencia de especies en protección en los cuadrantes de: dominantes (*T. radiata*, *C. readii*), constantes (*A. germinans*, *L. racemosa*) y raras (*P. sargentii*, *C. erecta*), lo cual reafirma el hecho de que éstas son las especies representativas en la isla.

9. El que los elementos dominantes de la isla sean *T. radiata*, *C. readii*, *M. brownei*, *C. uvifera*, *P. keyense*, *A. germinans*, *L. racemosa*, indica que son los responsables del equilibrio ecológico y ambiental existentes en la isla, tales como el control microclimático, control de la humedad, control de la cantidad de luz que entra al medio, entre otros. Por lo tanto, cualquier afectación a éstos provocaría un desequilibrio en este sistema insular.

10. Al ser los transectos centrales los que reportaron los valores más altos de diversidad sería la zona apropiada para realizar aprovechamientos como senderos de interpretación de flora y avistamientos de aves. Esto con la finalidad de que los ejidatarios tengan algo más que ofrecer al turismo aparte de las actividades acuáticas.

11. Se encontró un solo punto en el cual se registró la presencia de la especie *Bursera simaruba*, lo cual significa que se trata de una especie accidental introducida al área por medio de aves o murciélagos frugívoros y al ser una especie con una alta tolerancia a suelos pobres y salinos, logró adaptarse a esta zona en particular.

12. La vegetación de la isla se encuentra conformada por bandas paralelas a la línea de costa en donde la vegetación presente, depende directamente de la influencia del agua y de la altura del terreno. La vegetación de dunas y matorral costero se encuentran por consiguiente en zonas secas y altas de la isla. En cambio, la vegetación de manglar, se encuentra en zonas bajas y de inundación temporal o permanente.

13. La existencia de zonas cercanas a la costa, que históricamente fueron utilizadas para realizar el cultivo de la palma de coco, son un indicador importante de que la vegetación natural de la isla, está recuperando esos espacios perdidos. Estas zonas se encuentran



actualmente colonizadas por vegetación de la zona como Chit, Chechen, uva de mar y algunas oportunistas como *solanum sp.* y zacates.

14. La falta de grandes depredadores en el área de la IGH, da como resultado el gran número de aves residentes y la incluye como un sitio idóneo de descanso para aves migratorias, ya que la fauna encontrada por avistamientos, únicamente incluye iguanas, tres especies de serpientes y mapaches.

15. La existencia de nidos y huellas de tortugas marinas en toda el área que ocupa la duna costera, incrementa el grado que debe existir de protección y cuidado de la IGH.

### 6.1. RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS

La Isla Grande de Holbox, es un lugar de paisajes únicos y especies de gran importancia ecológica. Es necesaria la implementación de planes de manejo u ordenamientos con un alto sentido de conservación para evitar la destrucción y/o explotación de los recursos que se encuentran en esta zona. Estos terrenos pertenecen al Ejido de Holbox, cuyos propietarios se dedican principalmente a la pesca o a actividades turísticas, por lo que es muy fácil que estos terrenos sean vendidos a empresas hoteleras, las que buscan zonas de este tipo para sus desarrollos turísticos. Cabe mencionar que dada su ubicación y su poca extensión norte-sur, la isla es un ecosistema muy frágil. La presencia de huracanes es un factor de riesgo elevado y lo poco ancho de la isla puede ser una limitante seria para su desarrollo.

El aprovechamiento principal que se recomienda es el de conservación, pero debido a la belleza de esta zona es normal pensar en los desarrollos turísticos en un futuro no muy lejano, por lo cual, se debería de tomar en cuenta la fragilidad del sistema ecológico así como su capacidad de carga, por lo que un estudio más específico sobre este tema sería razonable.

Se debe tomar en cuenta que la creación de caminos debe ser lo menos invasivo posible para evitar fragmentaciones de hábitats o cortar migraciones locales de organismos, por lo que la creación de caminos de material propio de la isla y de no más de 2 m de ancho será recomendable. Igualmente, la construcción de casas, hoteles, etc, deben de adaptarse al medio, por lo que no deben sobrepasar la altura máxima de la vegetación, usar claros naturales para evitar la eliminación de vegetación natural y cimientos de tipo palafito para no obstruir el movimiento natural de la duna y de organismos rastreros. De la misma forma se debe tomar en cuenta que esta es una zona de anidación de tortugas, por lo que la construcción debe hacerse detrás de las crestas de dunas y evitar cualquier tipo de iluminación directa. Se debe tomar en cuenta que de existir algún desarrollo resultaría inevitablemente en la proliferación de contaminantes de toda índole (orgánica, inorgánica, residuos peligrosos, etc.), los cuales pueden cambiar las condiciones actuales de la isla, por lo que cualquier clase de desarrollo turístico debe de ser de muy baja densidad y de tipo ecoturístico que ocasione el mínimo daño a este ecosistema tan frágil.





Es importante mencionar que cualquier intento de desarrollo en esta zona no podría llevarse a cabo en las zonas con presencia de manglar, esto a causa de la normatividad que actualmente restringe toda acción en zonas de humedales, ni en la zona de duna costera, lo cual restringiría los desarrollos a las zonas de matorral costero, ya que no existe ninguna especie que restrinja los aprovechamientos, únicamente las palmas, las cuales pueden ser trasplantadas. Esto debe de ser tomado en cuenta, ya que al ser estas las dominantes de esta isla, cualquier perturbación podría dañar el equilibrio ecológico existente. Por lo que se recomienda la conservación.

De la misma forma esta isla es una zona de anidación de tortugas marinas como tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*), tortuga Caguama (*Caretta caretta*), tortuga Lora (*Lepidochelys kempi*) y tortuga Blanca (*Chelonia mydas*) todas en peligro de extinción y protegidas por leyes nacionales e internacionales. Existe también la presencia de un gran número de aves, muchas de hábitos migratorios, encontrando en la IGH una zona de descanso de su viaje desde zonas del norte. Estas situaciones favorece el potencial de Isla Holbox como sitio importante para la conservación y la observación de las aves.

El pensar en desarrollos turísticos en la IGH es algo inevitable debido a las características paisajísticas, ecológicas y de ubicación que tiene este lugar, por lo que la creación de un ordenamiento ecológico local sería una herramienta que ayudaría a su conservación y permanencia.

Es de notarse la similitud que tiene la IGH con la zona Hotelera de Cancún, por lo cual una buena planeación y una normatividad restrictiva en cuanto al uso de los recursos naturales, evitarían que exista un deterioro ecológico como sucede en Cancún.

Como lo menciona el Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000 “hasta 1994, las áreas naturales protegidas carecían casi en su totalidad de programas de manejo, de personal y de presupuesto suficiente, el único instrumento de protección ha sido el decreto de su establecimiento, y a que hayan resistido solas gracias a su inaccesibilidad”, debido a esto es importante que se trabaje en la elaboración e instrumentación del Programa de Manejo de APFF de Yum-Balam, ya que actualmente no existe alguno que apoye estos casos.

Sería recomendable llevar a cabo talleres y capacitaciones a los pobladores de la Isla de Holbox, en especial a los ejidatarios que poseen terrenos en la IGH. Esto con el fin de que se den cuenta de la posibilidad que existe de incrementar sus actividades productivas y de sacarle provecho de manera consciente y sustentable a su patrimonio, para evitar que empresarios extranjeros adquieran esos terrenos por la mitad de su valor original. Estos talleres incluirían temas como conocimiento de los recursos naturales de la isla, actividades productivas sustentables, entre otros. Este sería un punto de vital importancia, ya que los pobladores de esta isla actualmente no conocen, y por lo consiguiente no hacen uso de los recursos naturales existentes en la IGH.



Sería bueno llevar a cabo un catálogo de especies de importancia ecológica, económica y medicinal, ya que desafortunadamente el desconocimiento de los pobladores de la importancia de los árboles y arbustos, así como la necesidad de satisfacer sus necesidades económicas, puede propiciar la destrucción de extensas zonas de vegetación, además de alterar el equilibrio ecológico, colocando en peligro de extinción a diversas especies. Todo esto puede orillar a los dueños de terrenos en la IGH a la venta de sus terrenos considerando que es la mejor opción de aprovechamiento.

Dentro de las actividades turísticas que se proponen como un medio para diversificar sus actividades productivas se plantea la realización de paseos a turistas por senderos interpretativos y el reconocimiento de aves. Desgraciadamente actualmente existen páginas en internet como [www.holboxrealty.com](http://www.holboxrealty.com) en el que se ofertan terrenos de 100 por 400 m con una densidad autorizada de 30 y 50 cuartos por hectárea a cualquier comprador en la IGH.



## 7. LITERATURA CITADA

- Aguilar Barquero, et al. "Diversidad y distribución de palmas (Arecaceae) en tres fragmentos de bosque húmedo en Costa Rica". Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. 2008.
- Brower E. James, et al 1998. Field and laboratory methods for general ecology. Fourth edition. Ed. Mc Graw-Hill.
- Cabrera Cano Edgar, et. al. 1982. Imágenes de la flora Quintanarroense. Ed. CIQROO.
- Carta de climas Yucatán. 1997. CONABIO.
- Charles J. Krebs 2003. Ecología: Estudio de la Distribución y la abundancia. Ed. Oxford.
- Clements W. H. y M. C. Newman. Community ecotoxicology. Jhon wiley and Sons. Chichester, Reino Unido. 2002
- Colinvaux Paul 1991. Introducción a la Ecología. Ed. Limusa. México.
- Decreto de creación del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.
- Duran Rafael, et al 2000. Listado florístico de la península de Yucatán. Ed CICY. México.
- Duran Rafael, Franco Miguel. "Estudio demográfico de Pseudophoenix sargentii". 1992.
- Ficha informativa de los humedales de Ramsar región APFF Yum Balam. 2003. México.
- Francisco Bautista Zúñiga. "Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Primera edición. Ed. UNAM
- Franco, L 1991. Manual de Ecología. Editorial Trillas, 1989, (reim. 1991) México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Cuaderno Estadístico Municipal de Lázaro Cárdenas Quintana Roo.
- Miranda, F Y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México, No. 28.
- Miranda, F. 1958. Estudio acerca de la vegetación de la Península de Yucatán. Publicaciones del Instituto Mexicano de los Recursos Naturales Renovables, Vol II.
- Mostacedo Bonifacio, Fredericksen Todd. "Manual de métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal". Santa cruz de la Sierra, Bolivia. Ed.El País. 2000
- NOM-059-SEMARNAT-2002
- POEL Lázaro Cárdenas. UQROO 2008
- Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000. SEMARNAP, 1996. México.
- PRONATURA 2005. Reporte técnico de vegetación de Holbox.
- Quero J. Hermilo 1992. Las palmas silvestres de la península de Yucatán. Ed. Publicaciones Especiales. México.
- R. F. Doubenmire. Ecología vegetal: Tratado de autoecología de plantas. Ed. Limusa.
- Romesburg H. Charles. "Cluster analysis for researchers". Lulu Press, 2004. North Carolina, EUA.
- Vasquez-Yañes, C., A. I. Batis Muños M. I. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. CONABIO-Instituto de ecología, UNAM.



- Yáñez Villa Laura Patricia, Galván F. A., Márquez G. A., “Caracterización de la vegetación de la cuenca del Río Coapa Estado de Chiapas; México”. Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa.
- Young A. Raymond. “Introducción a las ciencias forestales”. LIMUSA, 1991. México D.F.

#### Tesis.

- Balderas García Bertha Alma, 2004. Caracterización de la comunidad de Bosque Oyamel de la Sierra San Antonio Peña Nevada, Zaragoza, Nuevo León México. Universidad de Nuevo León.
- M.C. Macario Mendoza Pedro Antonio, 2003. Efecto del cambio en el uso del suelo sobre la selva y estrategias para el manejo sustentable de la vegetación secundaria en Quintana Roo. UADY.

#### Paginas internet.

- <http://pyucatan.conanp.gob.mx/yumbalam.htm>
- <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/2/yumbalam.html>
- [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- [www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)