

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
VICERRECTORIA ACADÉMICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA ACADÉMICA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES CON
ÉNFASIS EN GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

**Composición y estructura de la vegetación de la línea de costa de un
bosque tropical seco, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica**

Tesis presentada al Tribunal Examinador del Programa de Maestría de Manejo de
Recursos Naturales de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales para optar por el
grado de *Magister Scientiae*

Paola Brenes Rojas

San José, Costa Rica

JULIO, 2013

TRIBUNAL EXAMINADOR

Esta tesis fue aprobada por el Tribunal Examinador del Programa de Maestría en Manejo y Protección de los Recursos Naturales del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad Estatal a Distancia, como requisito parcial para optar por el grado de Magister Scientiae en Manejo de Recursos Naturales con Mención en Gestión de la Biodiversidad

Víctor Hugo Méndez Estrada, M. Sc.

Representante del Director del Sistema de Estudios de Postgrado

Gisella Vargas Vargas, M. Sc

Representante del Director de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales

Zaidett Barrientos Llosa, M. Sc.

Coordinadora

Programa de Maestría en Manejo de los Recursos Naturales

Wagner Peña Cordero, Ph. D.

Director de Tesis

Braulio Vílchez Alvarado, M. Sc.

Lector de tesis

Juan Bravo Chacón, M. Sc.

Lector de tesis

DEDICATORIA

*A Kahil, mi pequeño explorador,
Que desde mi vientre y desde su nacimiento, me ha acompañado siempre a todo,
A Dios por dejarme ser madre, compañera, profesional y tu servidora.*

A Junquillal

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Estatal a Distancia y a la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales en conjunto con la Cátedra de Gestión y Conservación de Recursos Naturales por darme todo el apoyo para la realización de la tesis y en la colaboración con el proyecto **PROY0122-2010**. En especial a Mery Ocampo, Aarón Fallas, Oscar Chacón y a todo el equipo del proyecto de Flora Costera del Pacífico por todo el apoyo, comprensión y trabajo durante el procesos de formulación, recolección de datos y análisis de la tesis.

A mi familia de Junquillal que fueron los que me inspiraron a iniciar con este proyecto, incluyendo la Asociación de Desarrollo, Asociación Vida Verdiazul y Centro Verde. A Karla Carpio por ayudarme en el proceso de la elaboración del documento y a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron para que esta investigación se realizara. A Fernando por acompañarme en el camino .

Índice de contenido

1. MARCO TEÓRICO.....	15
1.1. Ecología de las zonas costeras.....	15
1.2. Impactos sobre los ecosistemas litorales	16
1.3. Características micro climáticas de las zonas litorales	17
1.4. Factores ambientales que influyen en la composición de la flora del litoral.....	17
1.5. Vegetación característica del litoral	19
1.6. Estratificación de la vegetación del litoral.....	20
1.7. Los bosques secos de las zonas costeras.....	21
2. INTRODUCCIÓN.....	23
3. OBJETIVOS.....	25
Objetivo general.....	25
Objetivos específicos:.....	25
4. METODOLOGÍA	26
4.1. Área de estudio	26
4.2. Descripción de las localidades.....	28
Playa Callejones.....	28
Playa Venado.....	29
Playa Marbella.....	29
4.3. Diseño y establecimiento de transectos de muestreo en el estudio	29
4.4. Establecimiento de transectos y parcelas de muestreo	32
4.5. Composición y estructura de la vegetación.....	32
4.6. Recolección de datos de suelos.....	34
5. RESULTADOS	38
5.1. Identificación de la flora arbórea y arbustiva	38
5.1.1. Composición y estructura florística arbórea y arbustiva	38
5.1.2. Densidad poblacional	40
5.2. Estructura vertical y horizontal de la flora arbórea y arbustiva.....	41
5.2.1. Estructura vertical	41
5.2.2. Estructura Horizontal	42

5.2.3.	Área Basal.....	44
5.2.4.	Índice de valor de importancia (IVI)	48
5.2.5.	Cobertura de dosel.....	52
5.3.	Índices de Diversidad arbórea y arbustiva.....	52
5.4.	Distribución espacial de las plantas en relación con la distancia del mar y las condiciones edáficas	54
5.4.1.	Características físicas del suelo	54
5.4.1.1.	Granulometría y clases texturales	54
5.4.1.2.	Densidad Aparente	54
5.4.2.	Características químicas de suelo.....	55
5.4.2.1.	Nivel de acidez (pH).....	55
5.4.2.2.	Acidez extraíble	56
5.4.2.3.	Cationes intercambiables	57
5.4.2.4.	Capacidad de intercambio catiónico (CICe) y relaciones entre elementos.....	59
5.4.2.5.	Microelementos	62
5.4.2.6.	Conductividad eléctrica	65
5.4.2.7.	Materia Orgánica.....	65
5.4.2.8.	Microorganismos en el suelo.....	66
5.4.3.	Análisis de distribución espacial según las características químicas.....	68
5.4.4.	Análisis de componentes principales.....	70
6.	DISCUSIÓN.....	72
6.1.	Composición y estructura florística arbórea y arbustiva	72
6.2.	Distribución espacial de las plantas con relaciona a la distancia del mar y las condiciones físico químicas del suelo.....	76
7.	CONCLUSIONES	81
8.	RECOMENDACIONES	83
9.	REFERENCIAS.....	87
10.	ANEXOS	94
11.	GLOSARIO.....	98

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Intensidad de muestreo alcanzado en cada sitio de estudio, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	30
Cuadro 2. Densidad poblacional según su distancia al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	40
Cuadro 3. Altura y diámetros según categoría y su distancia al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	41
Cuadro 4. Clasificación de individuos/ha \pm desviación estándar por talla diamétrica de las especies ubicadas según su distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	43
Cuadro 5. Área basal según la distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	45
Cuadro 6. Abundancias, frecuencias e índice de valor de importancia según la distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.....	49
Cuadro 7. Índices de diversidad obtenidos según la distancia del mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	53
Cuadro 8. Contenidos de arcilla, arena y limo en los suelos según su distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	54
Cuadro 9. Densidad aparente promedio \pm desviación estándar del suelo en función a la distancia de la playa, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	55
Cuadro 10. pH y acidez contenido en los suelos, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	57
Cuadro 11. Cationes intercambiables de los suelos (cmol (+)/L), Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	59
Cuadro 12. Relaciones catiónicas del complejo de cambio, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	60
Cuadro 13. Microelementos contenidos en las tres localidades muestreadas, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	63
Cuadro 14. Conductividad eléctrica de los suelos en las tres distancias en estudio, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.....	65
Cuadro 15. Microorganismos contenidos en los suelos en las tres distancias en estudio, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	66
Cuadro 16. Matriz de correlaciones sobre el índice de diversidad (Shannon) según la distancia, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011	69
Cuadro 17. Análisis de los componentes principales según su distancia al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.....	70

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación y unidades fitogeográficas de área de investigación.....	27
Figura 2. Diseño del transecto y parcelas de muestreo.....	31
Figura 3. Familias botánicas identificadas según número de especie y su distancia con respecto al mar de Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.	39
Figura 4. Distribución del número de individuos (Indv/ha) por clase de altura de áreas muestreadas según su distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.....	42
Figura 5. Distribución del número de individuos (Indv/ha) por clase diamétrica (cm) de las áreas muestreadas según su distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.	43
Figura 6. Cobertura de dosel según la distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.	52
Figura 7. Comportamiento de pH según su distancia con respecto al mar.....	56
Figura 8. Cationes intercambiables de los suelos a diferentes distancias con respecto al mar en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.....	58
Figura 9. Relaciones catiónicas de las localidades según su distancia con respecto al mar.	62
Figura 10. Microelementos contenidos en los suelos estudiados según la distancia con respecto al mar del litoral en santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.....	64
Figura 11. Materia orgánica contenida en los suelos a diferentes distancias con respecto al mar en tres localidades del litoral en Santa Cruz, Guanacaste, Enero 2011.	66
Figura 12. Población microbiana contenida en los suelos según la distancia con respecto al mar.	67
Figura 13. Matriz de análisis de los componentes principales según la distancia al mar..	71

Índice de Anexos

A 1.1. Curva de acumulación de especies lograda en el área de estudio.....	94
A 2.2 - Cuadro 20. Gremio ecológico según la especie encontrada en su distancia con respecto al mar.....	95

Composición y estructura de la vegetación de la línea de costa de un bosque seco tropical, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

Paola Brenes, Maestría Académica en Manejo de Recursos Naturales
pbrenes@gmail.com

RESUMEN

La mayoría de los remanentes de bosques secos, en Costa Rica, se encuentran a lo largo de la costa del Pacífico norte, por lo que una porción significativa de ellos, se ve influenciada por los factores micro climáticos provenientes del mar, promoviendo el desarrollo de la flora, característica y única de los litorales. Por décadas estas zonas han sido degradadas y es casi nula la información sobre la flora característica de esta zona para realizar actividades de reforestación. La diversidad florística arbórea y arbustiva remanente en una franja de 50m de ancho en el borde de vegetación costera en las playas de Callejones, Venado y Marbella, Santa Cruz, Guanacaste, es analizada por medio de su composición y estructura. Se estudió la distribución florística conforme la distancia con respecto al mar y a las características físico químicas del suelo. Se toma un muestreo estratificado ubicado aleatoriamente en la línea de costa, colocando 8 transectos de 50m de largo, 2 en Playa Marbella, 3 en Playa Venado y 3 en Callejones; iniciando desde el punto de marea alta hasta tierra adentro. En cada transecto se ubicaron tres parcelas circulares de 5 m de diámetro subdivididas en 4 subparcelas. Se escogió una subparcela al azar para determinar densidad, abundancia de latizales bajos, altos y fustales; área basal, índice de valor de importancia (IVI), % de cobertura del dosel e índices de Shannon, Simpson y Jaccard. También se realizó un análisis físico- químico de suelos que en conjunto con índice de diversidad (Shannon) se realizó una correlación de Spearman y un análisis de componentes principales. En total se registraron 25 especies de plantas pertenecientes a 18 familias; de las cuales 8 familias están en la zona más cercana al mar (A), 11 fueron identificadas para las zonas medias (B) y 17 para la zona más alejada del mar (C). Las familias de las Bombacaceae, Boraginaceae, Mimosoidae y Mirtaceae están presentes tanto en la zona A y C. Las combretáceas solo se presentan en la zona A y B. Por otro lado las familias de las Cochlospermaceae, Caesalpinaceae y Malvaceae solo se encontraron en la zona B. Sin embargo esta zona también comparte especies con la zona más alejada las cuales son: Capparidaceae, Hippocrateaceae y Malphigiceae. Las Papilionaceae y Menispermaceae son exclusivas de la zona C.

Las Apocynaceae, Euphorbiaceae y Bignoniaceae estuvieron presentes en las tres zonas. No hubo una diferencia estadística significativa en el número de individuos según la distancia al mar. Las clases de alturas encontradas fueron irregulares, presentando pocos individuos maduros; en cuanto a las alturas de los individuos no se prestó diferencia estadísticas significativas según la distancia al mar en ninguna de las categorías de latizal bajo, alto o fustal. Así mismo la distribución diamétrica evidencia pocos individuos maduros. Los IVI revelaron una tendencia a que *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand y *Conocarpus erectus* L fuerán los más dominantes en la zona A. Por otro lado para la distancia B las especies más abundantes fueron *Hippomane mancinella* L y *Conocarpus erectus* L., para el caso de la zona C *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand. dominaron las parcelas y las especies de *Guazuma ulmifolia* Lam. e *Hippomane mancinella* L. fueron las más abundantes. Los índices de diversidad aumentaron conforme se incrementó la distancia con respecto al mar, sin embargo Jaccard determinó una similitud de diversidad florística entre las distancias de un 100 %. En general el estudio no reveló un patrón claro de la distribución espacial de las especies con respecto al mar y su relación edáfica, aunque los patrones edáficos por si solos mostraron variación entre las distancias A y B no para la zona C, especialmente enfocados en los cambios de las arenas, densidad aparente del suelo y especialmente con el pH, y el complejo de cambio del suelo entre ellos calcio, potasio, magnesio y sus relaciones catiónicas. Para el caso del potasio, la relación Ca/Mg; los contenidos de bacterias, los hongos y el % de materia orgánica no se vieron relacionados con la composición de la zona costera.

Composition and structure of the vegetation of the coastline of tropical dry forest, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

Paola Brenes, Maestría Académica en Manejo de Recursos Naturales

pbrenes@gmail.com

ABSTRACT

In Costa Rica, most remnants of the dry forest ecosystems are located along the North Pacific Coast. For this reason, a significant portion of the dry forest is subject to the influences of the ocean's micro-climate factors, promoting the development of unique characteristics of the flora along the coasts. For decades these areas have been degraded, and there have been virtually no systematic, detailed studies of the coastal flora. To address this lack of data, we analyzed the diversity of trees and shrub remaining in the first 50 meters of the coastal zones three beaches in the canton of Santa Cruz, Guanacaste. The analysis consisted of the study of the distributions of flora (according to the sea distance) and the chemical structure of the soil. Employing the data obtained from our surveys, we developed technical guidelines for future restoration plans in coastal areas. We took random stratified samples located in the coastline, placing 8 transects of 50 meters long, located from the point of high tide to the inland. In each transect, three circular 5 meters in diameter plots were located and divided into 4 parcels We chose a random subplot to determine density and abundance of flora saplings (low, high and upper-stem) and perform a physical-chemical analysis of the soil. This analysis was done in order to determine the floristic distribution using Shannon Index. In total we identified 25 species belonging to 18 families, 8 for the coastal zone, 11 species identified for the middle areas and 17 farthest from the sea. The analysis demonstrates a growing trend of individuals with increasing distance from the sea. The families of the Bombacaceae, Boraginaceae, and Mirtaceae Mimosoidae are present in both zone A and zone and C. The Combretaceae only occur in zone A and B. On the other hand the families of the Cochlospermaceae, Caesalpinaceae and Malvaceae only found in zone B. However, this area also shares species with the far which are: Capparidaceae, Hippocrateaceae and Malphigiceaes. Menispermaceae Papilionaceaes and are unique to the area C. The Apocynaceae, Euphorbiaceae and Bignonaceae were present in all three zones. There was no statistically significant difference in the number of individuals according to the distance to the sea. The diversity index tended to increase with distance from the sea, yet

we determined a Jaccard similarity of 100% for all sites. The data revealed no clear pattern of spatial distribution of species according to the sea; however, we identified a tendency for *Bombacopsis quinata* (Jacq.) and *Conocarpus erectus* L. Dugand to be more present in areas closer to the sea. This tendency can likely be explained by the physical and chemical characteristics of the soil, such as texture, pH, acidity, and macroelements. In addition, the most common species for the B zone were *Hippomane mancinella* L, *Conocarpus erectus* L. Overall the study revealed no clear pattern of spatial distribution of the species regarding the sea and soil relationship; although, patterns in the soil show variation between distances A and B to the area C, especially focused on sands. The study; however, show that the soil bulk density, the pH levels; soil exchange complex including calcium, potassium, magnesium and cationic relationships varies in distance with the sea. In the case of potassium, the Ca / Mg, as well as bacteria, fungi and organic matter were not related to the composition of the coastal zone.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Ecología de las zonas costeras

La vegetación costera tropical está compuesta principalmente de arbustos achaparrados, hierbas y algunas especies arbóreas de gran tamaño, tolerantes a la salinidad y a la exposición al viento (*Salm et al.2000*). Estas plantas, además de completar la belleza del paisaje natural, juegan un papel muy importante en la protección y mantenimiento del borde costero, ya que es hábitat para especies como cangrejos, tortugas y aves residentes y migratorias que buscan refugio, alimento y descanso. Por otro lado, también la vegetación costera tiene otras funciones como evitar la erosión de la playa, debido a que aminoran la pérdida directa de arena por acción del viento y oleaje. La vegetación adaptada a esta zona, amarra la arena con sus raíces, ayudando así a conservar un recurso natural y paisajístico (*Salm et al.2000*).

Según Vega *et al.* (2007), los litorales son zonas muy dinámicas, donde el oleaje, las mareas y las arenas condicionan y caracterizan sus ecosistemas. La gran cantidad de factores que intervienen en este tipo de sistema son los responsables del aporte y de la pérdida constante de las arenas en los cordones litorales, el cual se forma un montículo continuo de arena o también conocido como “berma”. Estos depósitos y erosión del material son continuos en la playa y después de tormentas u otros cambios naturales se reacomodan las arenas para construir los diferentes bancos de arena. Esta dinámica es de especial importancia, cuando por actividades antropogénicas este rol se altera, lo que da como consecuencia a procesos erosivos de mayor magnitud que en las acciones de deposición de material, desestabilizan el cordón litoral (*Salm et al.2000*).

Las condiciones atmosféricas como viento, aporte de arenas además de la presencia de especies de plantas adaptadas a las condiciones climáticas de las zonas litorales son las responsables de lo procesos de colonización y supervivencia de la flora allí presentes (*Gallego et al. 2003*). Al mismo tiempo la influencia directa e indirecta de los procesos antropogénicos, como las actividades relacionadas con el turismo no ordenado y masivo, la circulación de personas a pie, en caballo o en vehículos motorizados o la corta de material vegetal que se den en los cordones litorales (*Berger 1990*), provoca un impacto sobre la dinámica de los ecosistemas costeros.

1.2. Impactos sobre los ecosistemas litorales

El impacto de la actividad humana sobre la dinámica de los ecosistemas de los litorales es considerable en todo el mundo; en Costa Rica, estos sistemas en su mayoría se encuentran alterados (Rojas 2008). Las actividades humanas sobre las franjas costeras han causado un extenso cambio ecológico y morfológico. La presión antropogénica ejercida por las comunidades costeras ha desarrollado estrés fisiológico y ecológico, de forma directa e indirecta, sobre los ecosistemas costeros; alterando el suelo, el balance hídrico y por ende, una modificación en el microclima (Carter 1995).

Según Fournier y Fonseca (1996), la presión turística es uno de los factores que más afecta las zonas costeras. Así mismo la deforestación de los bosques ha contribuido a aumentar la erosión en las playas costarricenses como ha sucedido en el Golfo Dulce y en la península de Nicoya (Costa Rica), que según León *et al.* (2003), ha conducido a cambios en las morfologías de las playas por efectos de la sedimentación, consecuentes de los procesos erosivos de las cuencas y de las costas. Adicionalmente la contaminación y el desarrollo de infraestructura y caminos aumentan aceleradamente los procesos de erosión y degradación de las zonas costeras, que a su vez afecta indirectamente la presión por la demanda de agua, para actividades agrícolas, ganaderas y recreativas (Fournier y Fonseca 2006).

La degradación de los ecosistemas ha impactado negativamente sobre la fauna, en especial de las poblaciones de tortugas marinas. Los problemas de compactación de las dunas costeras por circulación de turismo o por construcción de estructuras han modificado el libre tránsito y selección natural de los sitios de anidación por diferentes especies (Chacón 1999). La erosión de playas por falta de cobertura vegetal, también afecta la anidación, ya que muchas veces se dan pérdidas de nidos por la débil estructura física de la playa (Araúz y Vargas 1993, Ceballos 2004). Así mismo, la problemática por calentamiento de las zonas de anidación han modificado las proporciones de machos y hembras; y ha aumentado la mortalidad de embriones por efecto de la desnaturalización de los huevos (Janzen 1994, Godfrey *et al.* 1996, Peña 2006). Para estos casos la reforestación de playas es casi una necesidad inmediata para aquellas áreas que carecen de vegetación y que son hábitat para especies tan sensibles como las tortugas marinas

(Peña 2006). Estas actividades ayudarían a restablecer los microclimas característicos de las zonas costeras.

1.3. Características micro climáticas de las zonas litorales

Independientemente de la zona geográfica o región climática donde se desarrollen los cordones litorales, estos presentan conjuntos de características micro ambientales derivadas de su conexión con el mar (Gallego *et al.* 2003). El viento, la acumulación y erosión de arenas, la movilidad de los sustratos, la presencia de agua, la dispersión salina sobre las plantas y el suelo, el estrés hídrico, la granulometría y contenido de nutrientes definen la composición, estructura, abundancia y características de la vegetación (Costa y Boira 1981).

En general, no se puede establecer ámbitos generales para las características ambientales que predominan en las diferentes áreas de los cordones litorales, debido a sus patrones heterogéneos a lo largo de la costa y a su variación en el tiempo. Sin embargo, en términos generales, se puede hablar que la salinidad, la movilidad de las arenas, el tamaño de las partículas, el pH y la radiación decrecen hacia el interior, mientras que los contenidos de materia orgánica y nutrientes se incrementan (Vega *et al.* 2007). Por otro lado Ranwell (1972, citado por Gallego *et al.* 2003), define que de acuerdo con la topografía y movilidad del sustrato, se forman zonas biotopográficas, las cuales varían según la intensidad de los múltiples factores que convergen en la zona y en la cual se establece un microclima que permite el desarrollo de una especie o de varias particulares de cada área.

1.4. Factores ambientales que influyen en la composición de la flora del litoral

Las zonas de vida están íntimamente correlacionadas con variables ambientales como altitud, temperatura, humedad relativa, radiación solar, brillo solar y precipitación; las cuales condicionan la cantidad y la diversidad de especies en un ecosistema (Méndez y Picado 2006). Para el caso de los sistemas costeros la influencia directa del mar determina y condiciona la vegetación que allí se desarrolla, resultando generalmente un número limitado de individuos y de especies (Carter 1995).

En el caso específico de la precipitación, ésta tiene un efecto sobre el número de especies encontradas en los bosques, a mayor precipitación mayor cantidad de especies (Méndez y Picado 2006). Para las zonas costeras la precipitación juega un papel importante en la definición de la cantidad y tipología de las plantas, para el caso de las playas con periodos secos bien marcados, donde el agua se agota rápidamente, las plantas que habitan en esta franja litoral se han adaptado al estrés hídrico, con el fin de sobrevivir a bajos niveles de agua (Hesp 1991). Para ello, las plantas presentan adaptaciones que permiten ajustar los procesos osmóticos; entre estas se encuentran estructuras xeromórficas, el enrollamiento de las hojas, la presencia de pubescencias y ceras (Nzunda *et al.* 2007).

Los vientos también ejercen una influencia directa sobre la vegetación, los cuales en las zonas cercanas a las playas representan condicionantes para el crecimiento. Muchas veces los vientos fuertes, como los generados por tormentas tropicales o huracanes pueden causar defoliación en una buena parte de los bosques costeros cercanos del mar (Salazar 2002). Estos efectos de los vientos modifican constantemente la estructura y la composición de los bosques, dando como resultado vegetaciones con abundante regeneración de especies, después de eventos extremos y resultando en patrones de poca complejidad estructural (Roth 1992). Asimismo, estas condiciones hacen que las plantas normalmente sean de porte bajo e incluso rastreros, características de la vegetación inicial del cordón litoral. De la misma forma la dispersión salina también influye en la vegetación costera, ya que es la responsable de producir necrosis de las partes expuestas o de toda la planta, así mismo influye en la morfología de las plantas, como en el desarrollo de estructuras gruesas como cutículas y pubescencias (Davy y Figueroa 1993).

El suelo es otro factor determinante en la composición de la vegetación y estratificación espacial de la flora (Carter 1995). En las zonas costeras se presentan ciertas condiciones edafológicas que determinan la tipología de la vegetación, como es el caso de la salinidad de las arenas en época seca ya que influye directamente en la germinación de las plántulas y el crecimiento (Vega *et al.* 2007). Así mismo, la variación de los contenidos de sal por acción de la cercanía al mar, propicia cambios estructurales y de composición en las comunidades florísticas de las costas con respecto a tierra adentro (Lindquist 2003, Jiménez 1991).

La capacidad de almacenamiento de humedad del suelo, se suma como otro de los aspectos que condicionan la diversidad de la flora. La humedad es un factor muy limitado, debido a la alta permeabilidad que tienen los suelos arenosos; donde la textura, los bajos contenidos de materia orgánica, temperatura y viento influyen directamente la disponibilidad de agua; esto produce que las plantas desarrollen adaptaciones fisiológicas y estructurales ante el estrés hídrico (Gallego *et al.* 2003).

En el caso de la disponibilidad de nutrientes esenciales, la mayor parte proviene del agua del mar, con excepción del nitrógeno, fósforo y potasio, por lo que la obtención de estos elementos se da gracias a las asociaciones con micorrizas para la obtención de fósforo y con bacterias para la fijación de nitrógeno. Por lo general la disponibilidad de nutrientes avanza y aumenta conforme la distancia con el mar (Cain *et al.* 1999, citado por Gallego *et al.* 2003).

La variación morfológica de un terreno, enfocado en las variaciones de pendiente también interviene directamente en la composición y diversidad florística. En el caso de la costa, Hartshorn (1991) menciona que se puede distinguir la diferencia de la vegetación del bosque seco costero; atribuyendo dos tipos diferentes de vegetación para zonas de playa planas y para zonas altas y rocosas. Para las zonas playa baja hace mención de la presencia de arbustos y especies rastreras como *Hibiscus tiliaceus* L. y *Ipomoea pes caprae* L.; para las zonas altas y rocosas se mencionan especies como *Plumeria rubra* L., *Bursera permollis* y agaves.

1.5. Vegetación característica del litoral

El resultado de las características ambientales en los sistemas costeros y de las ecorregiones climáticas donde ocurren, hace que se presente comunidades vegetales con poca riqueza y diversidad. Sin embargo la diversidad de especies varía según la región o zona de vida; para el caso de las zonas costeras, independientemente de la región latitudinal en que se encuentre, se presentan altos grados de endemismo (Sea Wind 2007), especialmente para lugares con características peculiares como Costa Rica, que para las plantas es alrededor del 10 % (Obando 2007).

De acuerdo con los estudios en la costa mexicana realizados por Gallego *et al.* 2003, la vegetación predominante está altamente relacionada con los ecosistemas circundantes. Por otro lado se identifica que en las zonas de matorral hay por lo menos tres o cuatro

especies comunes. Sin embargo, existen áreas con influencia de parches de bosque donde la diversidad de plantas es mayor. Para las zonas alejadas del mar, se menciona que es más común encontrar pastizales arenosos, especies leguminosas rastreras y arbustivas.

Hartshorn (1991) destaca la alta degradación de los bosques de las zonas costeras de Costa Rica, tomando como ejemplo la vegetación de Playa Naranjo, en el Parque Nacional Santa Rosa, la cual se considera escasa. Su vegetación está compuesta por especies como *Ipomoea pes caprae* L., *Cannavalia marítima* (Aubl.), *Hibiscus tiliaceus* L. y *Hippomane mancinella* L., en las zonas más rocosas se presentan especies xerófilas como: *Bursera permollis* (Jacq.ex.L), *Euphorbia schlechtendalii* L., *Haematoxylum brasiletto* L., *Chrysobalanus icaco* L., cactus y agaves L.

En el Área de Conservación Guanacaste, Bassey (1997), hace una descripción más detallada para Bahía Junquillal (La Cruz), describiendo una clara relación entre las especies del bosque seco tropical con especies halófilas (que soportan salinidad). Las especies más sobresalientes que se mencionan son: *Guazuma ulmifolia* Lam., *Luehea candida* (Willd), *Sopondias mombin* (L.W.Whigt), *Bursera simaruba* (Jacq.exL), *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.), *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand., *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng, *acacia collinsii* (Mill.), *Samanea saman* (Jacq.), *Sterculia apetala* L., *Haematoxylon brasiletto* L., *Coccoloba caracasana* (P.Browne), *Gliricidia sepium* (Kunth.), *Tamarindus indica* L., *Astronium graveolens*(Jacq.) , *Licania arbórea* (Seem), *Caesalpinia eriostachys* L., *Bromelia pinguin* L., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., *Hibiscus* sp, *Fimbristylis spadicea*(Vahl), *Plumeria rubra* L., *Hippomane mancinella* L., *Conocarpus erecta* L., *Ipomoea pes caprae* L., *Cannavalia marítima* (Aubl.) y *Sesuvium portulacastrum* L.

Pizarro *et al.* (2004) también mencionan especies asociadas con los sistemas costeros del Pacífico de Costa Rica como: *Annona glabra* L, *Amphitecna latifolia* (Miers), *Caesalpinia coriaria* L., *Hibiscus pernambucensis* L., *Thespesia populnea* (Sol.exCorrêa), *Elaeis oleífera* (Jacq.) y *Muelleria frutescens* (L.f.).

1.6. Estratificación de la vegetación del litoral

Las condiciones físico-ambientales típicas de las costas generan diferentes unidades fisiográficas y ecológicas en el espacio y tiempo según su distancia al mar. Estas unidades fisiográficas están diferenciadas a su vez por las condiciones climáticas y edafológicas de los cordones litorales, en el cual se favorece el crecimiento de especies capacitadas para desarrollarse en este tipo de condiciones. Dichas unidades están directamente relacionadas con la intensidad con que influyen los factores de estos ambientes, determinando una diferenciación de la vegetación desde la playa hacia su interior (Vega *et al.* 2007). Reforzando este argumento, Moreno (1982 citado por Gallego *et al.* 2003), hace referencia a las diferencias de los factores físicos que imperan en cada microambiente y que es posible correlacionarlas con la presencia o ausencia de grupo de especies a lo largo de los cordones litorales, estableciendo así relaciones de causa y efecto. Este autor también se refiere a la sencillez de su variación estructural en la vegetación de las costas.

Por su parte, autores como Rosas y Fernández (1998) comentan que en los bosques de litoral también juega un papel importante el modo de regeneración de las especies, las cuales dan como resultado patrones asociados a los espacios abiertos, afectando la estructura y organización espacial de la vegetación.

En el estudio realizado por Lindquist (2003) en la Reserva Absoluta Cabo Blanco, categorizada como un bosque seco con transición a húmedo, se encontró que las zonas de tierra adentro y la línea costera comparten especies, sin embargo, hay diferencias significativas en densidad de individuos. La zonas internas de la línea costera son más densas tanto de especies arbóreas como arbustivas comparados con la franja costera.

1.7. Los bosques secos de las zonas costeras

Según Janzen (1991: página 121), los bosques secos de Costa Rica se definen como “bosques semidecíduos de bajo porte, ya que generalmente solo presentan dos estratos”. El dosel del bosque se encuentra a unos 20 o 30 metros de altura, con fustes cortos, gruesos y grandes, y con la coronas de los árboles de forma plana. Algunos de los árboles presentan hojas delgadas y compuestas, que en su mayoría son deciduas en la época seca. Por otro lado, las especies de las subfamilias de Fabaceae, Mimosaceae y Caesalpinaeae son las más frecuentes.

El sotobosque de los bosques secos tiene una altura entre los 10 y 20 metros y frecuentemente se encuentran fustes delgados y torcidos o inclinados hacia otros árboles; en las áreas con entradas de luz se aprecian especies siempre verdes, con mayor frecuencia que en los estratos más altos. Para el sotobosque, las familias de las rubiáceas son las más comunes. El estrato herbáceo presenta alturas entre los 2 y los 5 cm, con mayores densidades en las áreas con entradas de luz, donde frecuentemente se encuentran especies con espinas. Básicamente el estrato herbáceo es escaso, con excepción de las zonas con mayor entrada de luz. Los bejucos leñosos son frecuentes, no así los herbáceos. Por su parte las plantas epífitas se encuentran ocasionalmente y las bromelias son las más comunes (Janzen 1991). Dentro de la especies arbóreas más frecuentes para las zonas del bosque seco se encuentran: *Anacardium excelsum* L., *Enterolobium cyclocarpum* (Mart), *Samanea saman* Merr., *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC, *Hymenaea courbaril* L., *Manilkara zapota* L., *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng, Sprengel, *Calycophyllum candidissimum* DC., *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand., *Chomelia spinosa* (Jacq.), *Casearia arguta* (Jacq.), *Eugenia salamensis* L., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Jacquinia nervosa* L., *Luehea candida* (Willd.), *Piper amalago* L., *Pithecellobium* sp, *Tabebuia ochracea* (Gomes ex DC.). En sitios donde el fuego se presenta, junto con suelos pocos fértiles se desarrolla vegetación como *Curatella americana* (Loefl.) y *Byrsonima crassifolia* (Rich. ex Kunth) (Janzen 1991).

Los bosques secos son considerados, a nivel tropical como los ecosistemas más amenazados del planeta (Janzen 1988). Actualmente, en comparación con el bosque húmedo, el seco es considerado un ecosistema raro. Aproximadamente un 79 % de la población de América Latina vive en esta zona, por lo que centenas de años de degradación pesan sobre este ecosistema (Gillespie *et al.* 2000).

2. INTRODUCCIÓN

La zona costera de América Latina representa un territorio amplio, que se extiende por más 6.603 km (Lemay 1998). Las franjas costeras son ecosistemas insustituibles en sus funciones biológicas y éstos representan la zona de transición entre el ecosistema marino y terrestre. Son zonas extremadamente frágiles y vulnerables, atribuido a su dinamismo y dependencia a la formación, desarrollo y evolución de procesos naturales. Desde la antigüedad han sido utilizadas por los humanos, con diferentes propósitos relacionados con las instalaciones de asentamientos y explotación de los recursos que este ecosistema ofrece. Sin embargo en la actualidad, la mayoría de estos ecosistemas se encuentran degradados debido a su falta de acciones de conservación (Odum y Barret 2006).

En Costa Rica, la franja de costa presenta características geológicas y condiciones climáticas muy particulares, en especial la costa pacífica, la cual se caracteriza por abundante variedad de ecosistemas, los cuales están constituidos por amplia cantidad de golfos, esteros, bahías y bosques de litorales con vegetación única. Sin embargo, la creciente demanda por sitios para recreación, turismo rural y masivo, así como vivienda han ocasionado un deterioro de los recursos naturales de estas zonas; propiciando problemas más graves como contaminación, saturación en la capacidad de carga, erosión y principalmente pérdida de cobertura boscosa (MINAE y PNUMA 2002).

La vegetación de la costa se caracteriza por presentar condiciones ambientales limitantes para su desarrollo, lo cual configura un hábitat específico según su cercanía al mar y características geomorfológicas, edáficas y ambientales propias de las zonas. La dispersión salina, las inundaciones por oleajes altos, baja disponibilidad de agua, altas temperaturas, los vientos fuertes y la intensidad con que estos factores actúan, determinan la composición y estructura de la vegetación costera; así los patrones macro climáticos de la zona, definen diferencias importantes en la composición y estructura vegetal (Gallego *et al.* 2003).

Desde el punto de vista ecológico, el Pacífico Norte de Costa Rica, es muy particular, gracias a que las condiciones climáticas de la región promueven el desarrollo de flora característica de los bosques secos, los cuales actualmente se encuentran totalmente degradados y se cree que quedan alrededor de 2 % de los bosques originales (Gillespie

*et al.*2000). La mayoría de los remanentes de bosques secos, en nuestro país, se encuentran a lo largo de la costa del pacífico norte, por lo que una porción significativa de bosque seco, se ve influenciada por los factores micro climático proveniente del mar, promoviendo el desarrollo de la flora característica y única de los litorales (Lindquist 2003).

Este tipo de vegetación se caracteriza por tener asociaciones del bosque seco tropical con especies halófilas, además de poseer poca riqueza y abundancia de especies (Bassey 1997). Lamentablemente es poco lo que se conoce del tema en la región tropical. Las costas europeas han tenido grandes avances en el estudio de la flora de la costa y de técnicas de restauración, se destacan trabajos en las costas de España (Gallego *et al* 2003), Sur África (van Aarde *et al.* 2004), costas suramericanas (Sea Wind 2007) y Norteamérica (Lemay 1998). En zonas tropicales, solo se pueden encontrar trabajos de investigación en la zona atlántica Mexicana (Castillo y Casasola 1998). Para Costa Rica, son escasos los estudios de la flora costera que han detallado la composición, estructura y comportamiento espacial de este tipo de vegetación. Únicamente se destaca el estudio de Lindquist (2003), el cual estableció una comparación entre la vegetación costera con el bosque tierra adentro de la reserva absoluta de Cabo Blanco, ubicada en la península de Nicoya de la provincia de Puntarenas, Costa Rica.

Las playas de Callejones, Venado y Marbella en el Pacífico Norte de Costa Rica, mantienen remanentes de vegetación arbórea significativa de la franja costera, los cuales reúnen las condiciones adecuadas para observarlos y analizarlos

Debido a la importancia de aumentar el conocimiento de la vegetación costera de nuestro país, además de suplir el vacío de información necesaria para establecer futuros proyectos de restauración y conservación en las áreas costeras y al mismo tiempo al simbolizar un trabajo pionero en el país, es necesario desarrollar programas de investigación de este tipo. Para este trabajo se tiene el propósito de analizar de forma detallada la composición y estructura florística de la vegetación costera de las playas del Pacífico Norte de Costa Rica y poder llevar a cabo, la conservación y restauración de estos ecosistemas, especialmente en zonas prioritarias para la conservación de la fauna y flora allí presente.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar la diversidad, estructura y distribución florística arbórea y arbustiva según la distancia del mar en la franja litoral de las playas Callejones, Venado y Marbella Santa Cruz, Guanacaste

Objetivos específicos:

Identificar la flora arbórea y arbustiva existente en los primeros 50 m de la franja costera de las playas Callejones, Venado y Marbella

Analizar la estructura vertical y horizontal de la flora arbórea y arbustiva identificada en los primeros 50 m de la franja costera

Estimar la riqueza y diversidad florística de la franja costera

Analizar la distribución espacial de las plantas en relación con la distancia del mar y con las condiciones físico-químicas del sustrato edáfico

4. METODOLOGÍA

4.1. Área de estudio

La investigación se realizó en la región del Pacífico Norte, en la franja costera de los 50 metros públicos (zona marítima terrestre, ZMT) de las playas Callejones, Venado y Marbella, del cantón de Santa Cruz, provincia de Guanacaste, Costa Rica (Figura 1),

La unidad fitogeográfica en que se encuentran estas playas es 6b definida de la siguiente manera:

“Tierras bajas con topografía plana a ondulada, de 40-600 m, alberga una vegetación mayormente caducifolia, con pequeñas manchas de vegetación siempre verde o bosques de galería, en especial en áreas donde la capa de agua es más elevada; así como sabanas arboladas en la parte noroeste limitadas por una formación edáfica especial. Su composición cuenta con un patrón de dominancia (mayor-menor) y distribución norte-sur a lo largo del litoral hasta el pacífico central” (Zamora 2008, p 17).

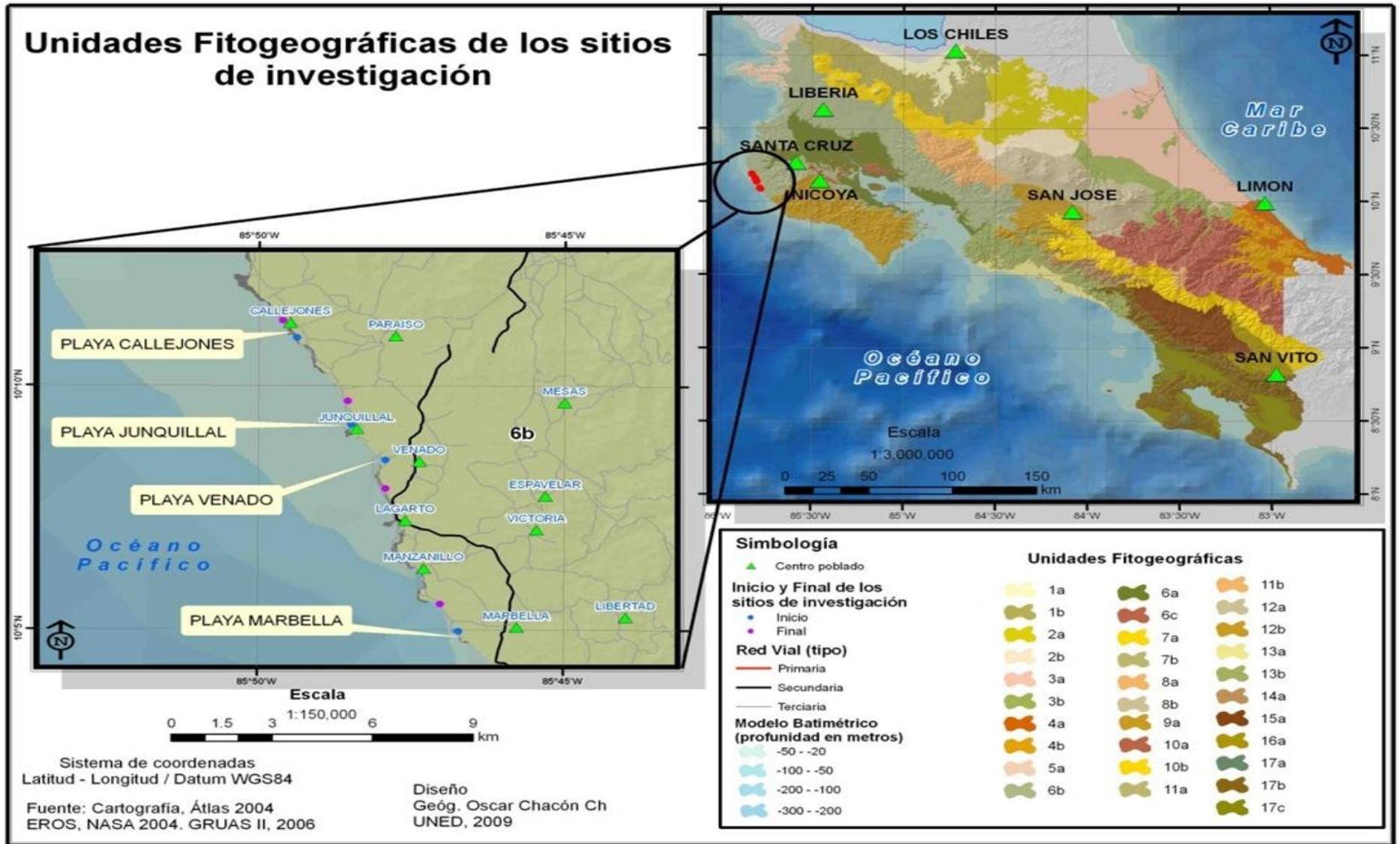


Figura 1 Ubicación y unidades fitogeográficas de área de investigación

El lugar de estudio posee una temperatura media de 27 °C; mínima de 21 °C y máxima de 37 °C. La precipitación promedio anual ronda de los 1 500-2 000 mm (IMN 2005).

Las playas conocidas como Callejones y Venado se encuentran localizados en el distrito tercero de 27 de Abril; Marbella en el distrito sexto de Cuajiniquil; respectivamente, ambos del cantón de Santa Cruz, provincia de Guanacaste. La zona presenta bosque seco tropical característico en Guanacaste. Las localidades a estudiar, representan áreas no protegidas, es decir, sin alguna categoría de manejo, exceptuando las zonas marítimas terrestres y los manglares, los cuales están bajo la jurisdicción municipal y estatal, respectivamente. Los cuatro sitios se encuentran en proceso del re-amojonamiento de las zonas marítimas terrestres, así como las definidas como patrimonio natural del estado que incluyen los manglares y bosques.

La presión turística ha generado un impacto relativamente moderado sobre los ecosistemas allí presentes, debido a la influencia del turismo y de la actividad inmobiliaria, que afectan indirecta y directamente los recursos naturales de la zona, principalmente de la franja litoral.

4.2. Descripción de las localidades

Playa Callejones

Geográficamente se ubica en las coordenadas 10°11'11" N, 85°49'30" W, presenta una longitud de 804 668 metros; se caracteriza por ser una playa de arena blanca, con topografía plana, muy uniforme, está delimitada por roquedales. Esta playa es utilizada por los pobladores como puerto pesquero de baja escala o artesanal. El remanente de la vegetación arbórea en el área se concentra hacia los extremos, es decir hacia el Peñón de Callejones y los roquedales que la dividen de Playa Negra. La vegetación arbórea de Callejones está dominada por *Conocarpus erectus* .L, *Semialarium mexicanum* (Miers) *Mennega.* y *Guazuma ulmifolia* Lam.

Playa Venado

Dicha playa (10°08'07" N, 85°47'51" W) posee una longitud de 1208,97 m comprendida entre la desembocadura del río Venado y Andamojo hasta Punta Surco de Piedra. Se caracteriza por presentar arenas claras, ser uniforme a lo largo de la costa, con roquedales intermitentes. No posee acceso directo, ni aptitud recreativa debido a los promontorios rocosos, por lo que cuenta con un limitado desarrollo en cuanto a infraestructura turística se refiere, promoviendo remanentes de vegetación más amplios compuestos por *Pseudobombax septenatum* (Jacq.) Dugand., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Plumeria rubra* L., *Terminalia cattapa* L., *Hippomane mancinella* L., *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC., *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standley. entre otras. En el área se practica la pesca artesanal.

Playa Marbella

Esta zona (10°05'18" N, 85°46'44" W) posee una longitud aproximadamente de 1786,66 m, que comprende desde los roquedales de Punta Coco hasta Punta Frijolar. La playa se ve interrumpida por roquedales, formando playas de menor longitud. Además presenta condiciones uniformes en toda la costa y su vegetación es de tipo herbácea con remanentes arbóreos y arbustivos como *Hibiscus tiliacea* L. y *Conocarpus erecta* L. Su impacto ambiental es relativamente moderado, y a pesar de que existe acceso a los largo de las playas que componen a esta localidad, hay pocas construcciones. Este lugar es utilizado por pobladores y extranjeros para actividades recreativas tales como pesca artesanal y deportiva, surf, entre otras.

4.3. Diseño y establecimiento de transectos de muestreo en el estudio

Dentro de cada localidad se realizó un muestreo preliminar de la vegetación para determinar el número de transectos, tamaño de parcelas e intensidad de muestreo a emplear. Para ello se utilizó una curva de acumulación de especies, la cual se construyó a partir de la instalación de cuatro transectos de 10 x 50 metros en cada playa y cada una se dividió en tres parcelas de 10 x 10 metros, separadas 10 metros; para estudiar la relación entre el número de especies observadas en forma acumulada sobre las unidades muestrales de diferente tamaño, instaladas temporalmente en cada localidad. Con base en el muestreo preliminar se determinó la necesidad de modificar el número y forma de

las unidades de muestreo para la investigación, debido a la alteración de la línea costera encontrada en las playas (infraestructura o irregularidades en la ubicación de los monjones) impide instalar las tres parcelas de 100 m².

La evaluación previa indicó alta variabilidad de especies entre las parcelas, lo que sugiere emplear un mayor número de unidades de muestreo; no siendo posible debido a que los remanentes arbóreos de la zona están muy focalizados y limitaríamos con bosques de manglar o riverfeños.

Además, se determinó que es necesario realizar el análisis de los datos comparando las distancias de las tres playas, tomando en cuenta que cada playa será una repetición.

Para definir las curvas de acumulación y los números de transectos se utilizó el Software Stimates (Colwell 1997). El tamaño de las muestras será definido de acuerdo con la siguiente fórmula (Barrientos 2008):

$$N_{\infty} = \frac{Z^2 \alpha / 2\sigma^2}{e^2}$$

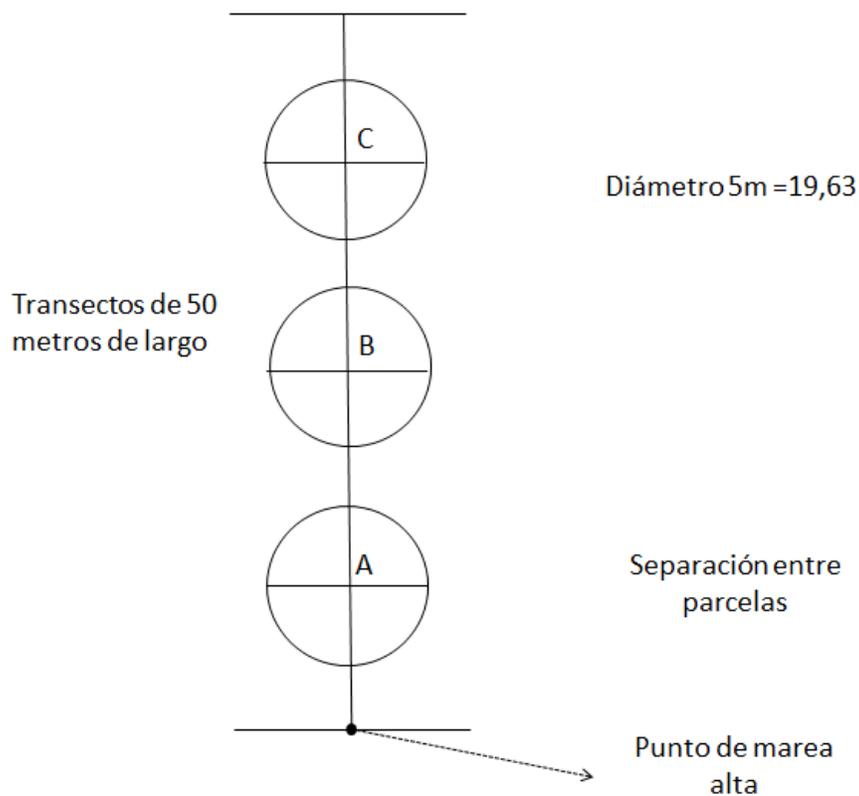
Donde: z^2 responde al nivel de confianza del 95%, σ^2 varianza poblacional, e: error máximo

A partir de los datos generados de este muestreo y basados en el estudio de Jiménez y Soto (1985) se definió la instalación de ocho transectos de 50 m de longitud, perpendiculares a lo largo de la línea de costa, 2 en la zona de Marbella, 3 en Callejones y 3 en Venado; los cuales alcanzaron una intensidad promedio de 1,7 por ciento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Intensidad de muestreo alcanzado en cada sitio de estudio, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Localidad	Área total	Área total efectiva	Área muestreada	Intensidad de muestreo (%)
	(m²)			
Marbella	40233	12874,56	118	0,92
Venado	60449	9671,84	177	1,83
Callejones	44927	7188,32	177	2,46

El inicio de los transectos se ubicó desde el punto de marea alta, hasta 50 metros tierra adentro, en cada uno de los transectos se instalaron 3 parcelas circulares de muestreo, de cinco metros de diámetro ($19,63 \text{ m}^2$), colocadas cada 10 metros para estudiar fustales, las parcelas circulares se subdividieron en 4 subparcelas de $4,9 \text{ m}^2$, escogiendo una al azar para determinar latizales altos y bajos. El diseño estadístico del estudio fue estratificado para la colocación de parcelas dentro del transecto, para el caso de la instalación de los transectos el diseño considerado fue de forma aleatoria (Figura 2).



*Puntos medios : A) 3,5m B) 18,5m C) 32,5m.

Figura 2. Diseño del transecto y parcelas de muestreo.

4.4. Establecimiento de transectos y parcelas de muestreo

Para el establecimiento de las parcelas o unidades de muestreo, en primera instancia se realizó una demarcación del terreno mediante la apertura de una línea base y tratando de minimizar los efectos del corte de vegetación. Se colocó una estaca o baliza de 1,40 metros al inicio y final de la línea del transecto. Cada transecto fue caracterizado de forma general tomando en cuenta los aspectos descritos a continuación y acuerdo con estudios de Manzanero (2003).

El muestreo se realizó durante el mes de enero, estación seca, del año 2011.

4.5. Composición y estructura de la vegetación

Cada individuo fue identificado a nivel de especie. Aquellos ejemplares que no fue posible identificar en el campo fueron colectados para su tratamiento respectivo en el herbario de la Universidad Nacional y del Instituto de Biodiversidad (INBIO), así como para su documentación en la colección sinóptica de referencia.

Los individuos encontrados fueron contabilizados para determinar la densidad poblacional de cada una de la especies según su ubicación con respecto al mar.

La caracterización de la estructura vertical de la vegetación se realizó con base en la altura total de cada individuo, generando histogramas de frecuencia de número de árboles por clases de altura. La estructura horizontal se evaluó a través de la distribución diámetrica de los individuos. A la vez se trabajaron índices que expresaron la ocurrencia de las especies, como abundancia, frecuencia y dominancia, cuya suma relativa generó el Índice de Valor de Importancia (I.V.I), estableciendo el peso ecológico que una especie posee sobre las demás (Curtis y Mac Intosh 1951).

La flora arbórea y arbustiva evaluada se categorizó como latizal alto y bajo o fustal de acuerdo con su tamaño diamétrico y por lo propuesto por Orozco y Brumér (2002):

- a. Latizal bajo, individuos con diámetros de ≤ 5 cm.
- b. Latizal alto plantas con diámetro entre 5 y 9,9 cm.
- c. Fustal: individuos leñosos y perennes con un diámetro ≥ 10 cm.

Los latizales y fustales fueron identificados con etiquetas de aluminio inscritas con un número consecutivo único, con la información respectiva al individuo, número de transecto, parcela y subparcela. El diámetro fue medido con una cinta diamétrica a 1,30 metros del suelo (DAP); para los latizales que tuvieron una menor altura, la medida fue tomada en la sección en que el tronco fue más uniforme para disminuir el error en la medición.

La altura total de los latizales y fustales fue medida desde la base del suelo hasta el ápice, corrigiendo las pendientes de ser necesario, empleando una vara telescópica de medición forestal.

Adicionalmente, se realizaron mediciones de cobertura del dosel, por medio de un densiómetro esférico en cuatro en diferentes posiciones dentro de la parcela. Cada una de estas lecturas correspondió a un punto cardinal (norte, sur, este y oeste). Posteriormente se realizó un promedio mediante la aplicación del factor de corrección del instrumento (Lemmon 1957).

La fórmula utilizada en cada parcela es la siguiente:

$$NL: 1,04[(L1 + L2 + L3 + L4)/4]$$

Donde: NL: Nivel de luz o porcentaje de cobertura no ocupado por el dosel; L1: Lectura del densiómetro orientada al Norte; L2: Lectura del densiómetro orientada al Sur; L3: Lectura del densiómetro orientada al Este; L4: Lectura del densiómetro orientada al Oeste; 1.04: Factor de corrección del densiómetro.

Además se realizó una clasificación de los porcentajes promedios de luz obtenidos por zona según Ecoplexity (2010). Los cuales fueron los siguientes:

Dosel abierto= 0-39% del cielo está obstruido por doseles de árboles

Moderadamente cerrado =40-69% del cielo está obstruido por doseles de árboles

Dosel cerrado=70-100% del cielo está obstruido por doseles de árboles

Dichas caracterizaciones se realizaron en cada una de las parcelas ubicadas en las diferentes distancias antes propuestas para poder analizar la distribución espacial arbórea presente en la zona en conjunto con los datos del análisis de las características edáficas.

4.6. Recolección de datos de suelos

Se colectaron 8 muestras de suelo en cada parcela y transecto y cada una estaba compuesta por 16 submuestras de aproximadamente 500 g de suelo para su posterior análisis en laboratorio de suelos forestales y tejidos vegetales del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR). Los procedimientos se realizaron según los manuales de laboratorio (Cervantes y Mojica 2003) y se evaluaron: textura (Metodología de Bouyucos), pH (método potenciométrico), % de materia orgánica (Metodología de Walkely -Black) macro y microelementos, $\text{cmol}(+)/\text{L}$ y ppm respectivamente (método de Kjeldahl, métodos clorimétricos para determinación de fósforo y espectrometría de absorción atómica) y conductividad eléctrica, μS (mediante un puente de conductividad)

Las variables fueron comparadas según su distancia al mar, tomando en cuenta que cada playa representará una repetición. El análisis de varianza realizado determinó que las playas no tienen diferencias estadísticamente significativas (Anexo 3)

Los datos obtenidos en cada parcela y transecto fueron sistematizados y depurados taxonómicamente, posteriormente se registró el número de especies y el de individuos para el cálculo respectivo de los índices de diversidad, utilizando el programa estadístico Infostat versión 2011 (Di Rienzo *et al.* 2003).

Con el fin de comparar cada unidad de muestreo con base en los datos de riqueza de especies y estructura de paisajes se utilizaron los siguientes índices como forma de monitorear a través del tiempo posibles cambios.

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{\text{Individuos de la misma especie}}{\text{Hectáreas muestreadas}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Número de individuos de todas las especies}} * 100$$

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de puntos con la especie}}{\text{Total de puntos muestreados}} * 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta de la especies}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} * 100$$

$$\text{IVI} = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{frecuencia relativa}$$

Área basal, mediante la fórmula

$$\text{Area Basal} = \left(\frac{\pi}{4}\right) * d^2$$

Donde d =Diámetro

Índice de Shannon-Wiener (H'): mediante la fórmula:

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

Donde: H' = diversidad, N = número de individuos en la muestra, N_i = número de individuos de la especie i en la muestra (Hair 1987)

Índice de Dominancia de Simpson, mediante la expresión

$$\lambda = \sum_{i=1}^S \left(\frac{1}{P_i^2} \right)$$

Donde: λ = medida de diversidad y p_i = es la proporción de la especie i en la muestra. El rango del valor de λ es de 1 a S donde S = riqueza de especies (Hair 1987).

Los promedios de los índices fueron la base para realizar una comparación entre los sitios de muestreo utilizando un análisis de varianza.

En donde: S = especies acumuladas, a = es la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y b = es un parámetro relacionado con la forma de la curva (Soberón y Llorente 1993).

El índice de Jaccard, se utilizó para determinar la similaridad entre los lugares de estudio, la cual se estimó mediante la siguiente fórmula

$$C_j = \frac{j}{a+b-j}$$

Donde C_j = Índice de Jaccard, a = número de especies en el ecosistema, b = número de especies en el ecosistema y j = número de especies compartidas por las comunidades (Duaber 1995).

Con los datos obtenidos a partir del análisis de suelo, se efectuó una descripción estadística de cada uno de ellos para cada distancia establecida y a la vez un análisis de varianza. Posteriormente se realizó un análisis de correlación para determinar aquellos factores que influyen directa e indirectamente sobre la vegetación, usando un análisis de Spearman y componentes principales. Para el análisis del Spearman se utilizó el índice de Shannon para relacionar la diversidad con las propiedades químicas del suelo. Para el análisis de componentes principales se utilizó las variables de mayor peso en las correlaciones de Spearman según su distancia para obtener los indicadores que explican la variabilidad.

Dichos análisis se realizaron mediante el programa Infostat versión 2011 (Di Rienzo *et al.* 2003)

5. RESULTADOS

5.1. Identificación de la flora arbórea y arbustiva

5.1.1. Composición y estructura florística arbórea y arbustiva

En total se registraron 25 especies de plantas, correspondientes a 18 familias. En relación con la distancia con respecto al mar las especies presentaron dentro de los transectos la siguiente distribución: se distribuyeron dentro de los transectos de la siguiente forma: 8 familias se encontraron en la zona más cercana al mar (A); 11 familias se localizaron en la zona media (B) y 17 representaron la zona más alejada al mar (C).

Las familias de las Bombacaceae, Boraginaceae, Mimosoidae y Mirtaceae están presentes en la zona A y C. Las combretáceas solo se presentan en la zona A y B. Por otro lado las familias de las Cochlospermaceae, Caesalpinaceae y Malvaceae solo se encontraron en la zona media. Sin embargo esta zona también comparte familias con la zona más alejada: Capparidaceae, Hippocrateaceae y Malpighiaceae. Para la zona más alejada son exclusivas las Papilionacea y Menispermaceae.

En las tres zonas, las familias de las Apocynaceae, las Euphorbiaceae y las Bignonaceae estuvieron presentes (Figura 3).

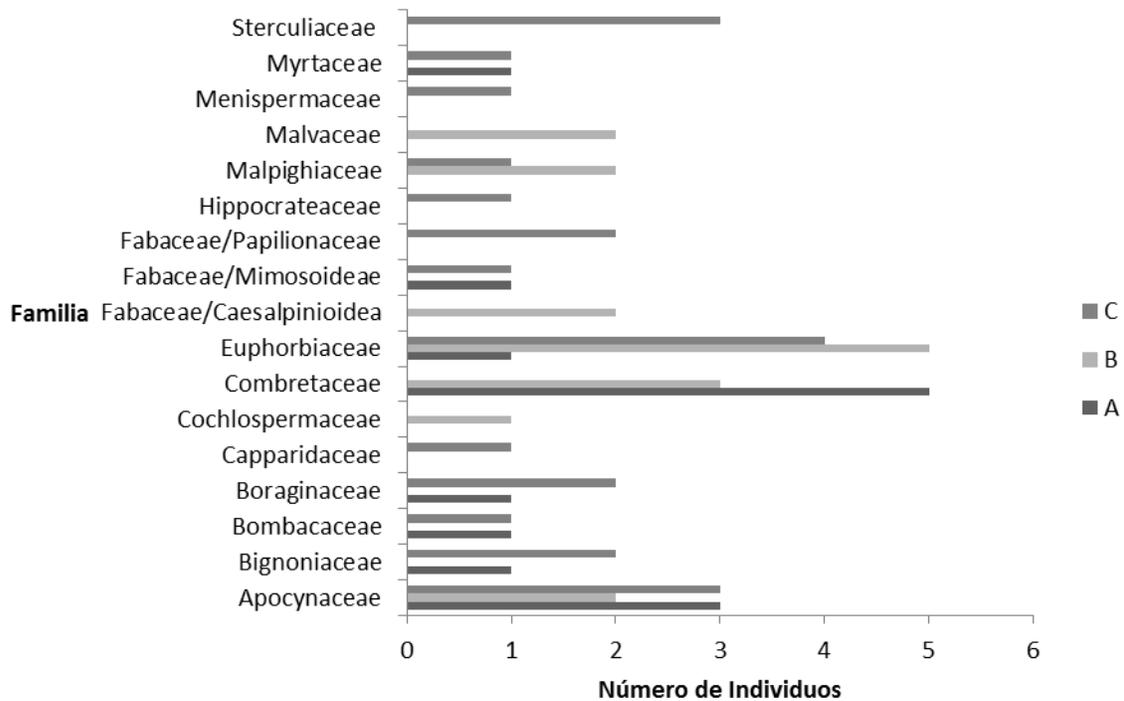


Figura 3. Familias botánicas identificadas según número de especies y su distancia con respecto al mar de Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.

De las especies arbóreas registradas e indentificadas, sólo *Dalbergia retusa* Hemsl. y *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand se categorizan como vulnerable (A1acd) según UICN (2012) y Apéndice III de CITES y *Conocarpus erectus* L. como una de las especies consideradas de menor preocupación; sin embargo se detalla de esta manera por falta de información de las amenazas de la especie (UICN 2012). *Laguncularia rasemosa* L., *Cedrela odorata* L. (A1cd+2cd) fueron vistas fuera del área de estudio y categorizadas como vulnerables, según UICN (2012). Además *Lonchocarpus minimiflorus* Donn. Sm. clasificada en peligro de extinción en el apéndice III de CITES y también fue observada fuera de las áreas de muestreo. De acuerdo con las listas del INBIO, en el estudio no se identificaron especies arbóreas endémicas.

La familia botánica con mayor presencia en la distancia cercana al mar fue la Combretaceae representada por *Conocarpus erectus* L.; para la zona media las familias con mayor presencia de individuos fueron las Euphorbiaceae, representadas por *Hippomane mancinella* L. y *Guazuma ulmifolia* L., para la zona más alejada, nuevamente las Euphorbiaceae con la especie con mayor número de individuos *Hippomane mancinella* L.

5.1.2. Densidad poblacional

Se registró una densidad promedio de $421 \pm 318,85$ individuos por hectárea, según el análisis estadístico de varianza no se obtuvo diferencia estadística significativa. Por lo que en la densidad de árboles se considera homogénea en la línea de costa de 50 m (Cuadro 2).

Cuadro 2. Densidad poblacional según su distancia al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Distancia con respecto al mar**	Densidad poblacional Indv/ha	
	Valores Medios \pm desviación estándar	n
A	273,65 \pm 256,87	8
B	490,68 \pm 376,98	8
C	500,12 \pm 386,42	8
ANDEVA	f=0,41 y p=0,67	

**A:3,5 m; B:18,5m y C 32,5m.

5.2. Estructura vertical y horizontal de la flora arbórea y arbustiva

5.2.1. Estructura vertical

En cuanto a la estructura vertical general se puede observar que la mayoría de los individuos son de porte bajo, donde las alturas promedio son de $3,32 \pm 3,87$ m. Según el análisis estadístico de varianza no se obtuvo diferencia estadística significativa sobre la altura conforme la distancia al mar en ninguna de las categorías (Cuadro 3).

Cuadro 3. Altura y diámetros según categoría y su distancia al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

	Altura (m)			Diámetro (cm)		
	Latizal bajo	latizal Alto	Fustal	Latizal bajo	latizal Alto	Fustal
A	3±0	2,23±0,25	6,26±3,02	3,55±1,19a	2,04±1,19	12,44±10,63
B	0,91±1,39	3±0,00	7,17±3,96	0,53±0,44b	3,03±0,44	8,87±4,32
C	1,97±0,96	0	4,61±3,59	1,64±5,19b	0	6,94±2,17
ANDEVA	0,58	0,11	0,37	0,30	0,15	0,46
f	0,54	6,96	1,03	1,21	5,08	0,82

Datos con letra diferente = $p < 0,05$.

Los patrones de las alturas de las áreas de estudio se comportan de forma discetánea, o sea, sitios con individuos muy jóvenes y con pocos maduros; así mismo, se muestran zonas con clases incompletas e irregulares. Para las zona A, comparada con B y C son muy pocos los árboles de porte bajo encontrados y no existen los de mayor altura (Figura 4)

Para las tres zonas se puede observar la presencia de individuos de porte bajo. Por otro lado en las tres zonas presentan una estructura muy irregular, aunque es importante destaca que para la zona C hay mayor presencia de especímenes de mayor altura (Figura 4).

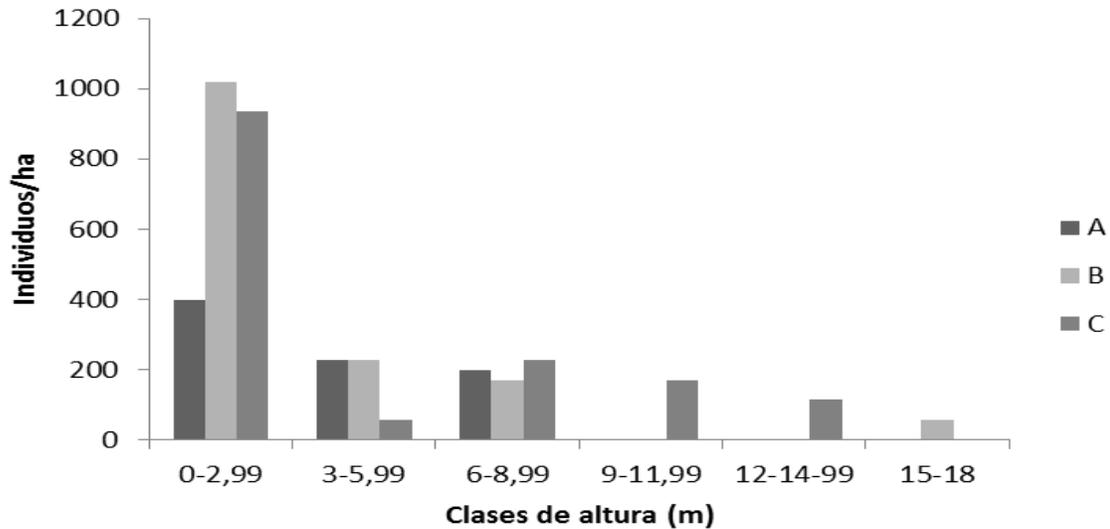


Figura 4. Distribución del número de individuos (Indv/ha) por clase de altura de áreas muestreadas según su distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.

5.2.2. Estructura Horizontal

El diámetro de los individuos en estudio no presentó diferencias estadísticas en ninguna de las clasificaciones (Cuadro 3)

Las clases diamétricas, en términos generales, se presentan en distribuciones irregulares, donde en las zonas A y C prácticamente hay clases diamétricas sin individuos presentes. Se pueden observar que la mayoría de los árboles se encuentran en la clase diamétrica de 0-4,99 cm, seguidamente se puede observar que especímenes de mayor diámetro son de menor población (Figura 5).

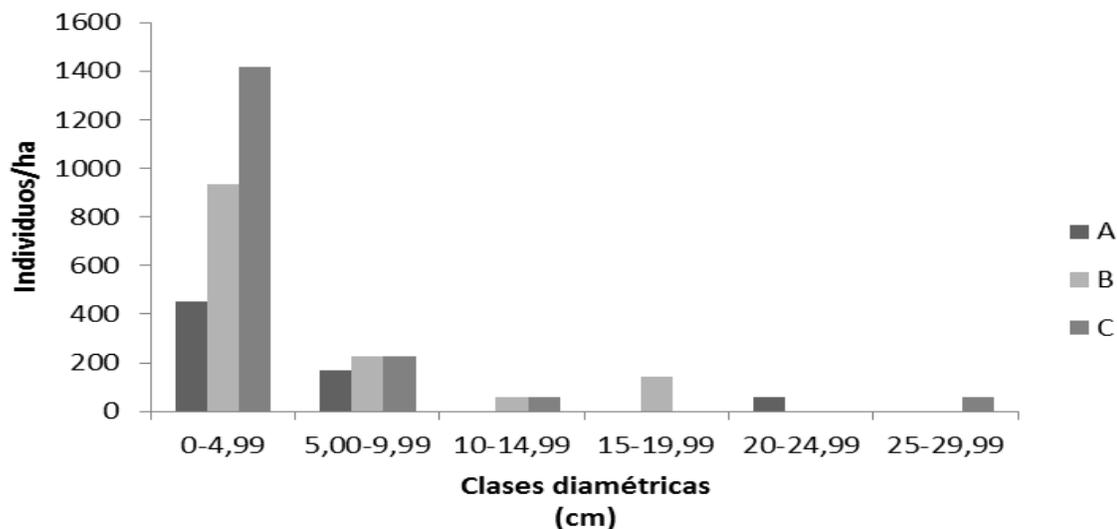


Figura 5. Distribución del número de individuos (Indv/ha) por clase diamétrica (cm) de las áreas muestreadas según su distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.

Las especies botánicas se clasificaron según su diámetro en tres categorías, latizal bajo, latizal alto y fustal. Dichas clasificaciones no mostraron una diferencia significativa entre la cantidad de individuos con su distancia al mar. Igualmente no se encontró diferencia entre las categorías, por lo que no hay diferencia entre la cantidad de individuos de los latizales bajos, latizales alto y fustales en una misma distancia (Cuadro 4).

Cuadro 4. Clasificación de individuos/ha \pm desviación estándar por talla diamétrica de las especies ubicadas según su distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Distancia con respecto al mar	Individuos promedio (Indv/ha)			Comparación entre clasificaciones
	Latizal Bajo	Latizal Alto	Fustal	
A	19 \pm 32,69	57 \pm 56	151 \pm 172,96	f=1,22,p=0,35
B	293 \pm 200,89	19 \pm 32,69	141 \pm 74,89	f=3,60 p=0,09
C	415 \pm 364,00	0 \pm 0,00	170 \pm 204,13	f=2,25 p=0,18
n	8	8	8	3
ANDEVA	f=2,13, p=0,19	f=1,75, p=0,25	f=0,02, p=0,97	

5.2.3. Área Basal

El área basal encontrada fue muy baja, con valores promedio de $0,01 \pm 0,02 \text{ m}^2/\text{ha}$. En la zona A el promedio fue de $0,01 \pm 0,02 \text{ m}^2/\text{ha}$, y fue *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand, la especie que presentó mayor área basal ($0,048 \text{ m}^2$). Para la zona B el área basal promedio fue de $0,01 \pm 0,01 \text{ m}^2/\text{ha}$, donde *Conocarpus erectus* L. obtuvo el mayor valor $0,066 \text{ m}^2/\text{ha}$. Para la zona más alejada del mar el promedio fue $0,003 \pm 0,02 \text{ m}^2/\text{ha}$ en la que *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand. volvió a obtener los valores máximos de $0,055 \text{ m}^2/\text{ha}$ (Cuadro 5). No existen diferencias de áreas basales entre las tres distancias (f=0,54, p =0,58)

Cuadro 5. Área basal según la distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Distancia con respecto al mar	Familia	Especie	Cantidad Individuos	Área basal m ² /ha
A	Bombacaceae	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand.	1	0,048
	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	5	0,028
	Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i> L.	1	0,001
	Myrtaceae	<i>Eugenia hiraeifolia</i> Standl.	1	0,000
	Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella</i> L.	1	0,000
	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	3	0,007
	Fabaceae/Mimosoideae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	1	0,000
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standley	1	0,004
B	Fabaceae/Caesalpinioidea	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	2	0,000
	Malpigiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	2	0,020
	Capparidaceae	<i>Capparis</i> sp.	1	0,000
	Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	1	0,000
	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	3	0,066
	Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	1	0,004
	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	0,000

	Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella</i> L.	5	0,007
	Malvaceae	<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sesse ex DC.) Mart.	2	0,010
	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	2	0,006
	Hippocrateaceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	1	0,000
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	1	0,003
	Sterculiaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	1	0,000
C	Fabaceae/Mimosoideae	<i>Acacia</i> sp.	1	0,000
	Bombacaceae	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand.	1	0,055
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	1	0,008
	Capparidaceae	<i>Capparis odoratissima</i> Jacq.	1	0,000
	Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i> L.	1	0,003
	Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	1	0,000
	Myrtaceae	<i>Eugenia hiraefolia</i> Standl.	1	0,004
	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	3	0,001
	Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella</i> L.	4	0,001
	Fabaceae/ Papilionaceae	<i>Dalbergia retura</i> Hemls.	1	0,000
	Menispermaceae	<i>Hyperbaena tonduzii</i> Diels.	1	0,000

Fabaceae/Papilionaceae	<i>Lonchocarpus costaricensis</i> (Donn. Sm.) Pittier.	1	0,002
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	2	0,000
Hippocrateaceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega.	1	0,000
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standley.	1	0,000
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	1	0,003
Apocynaceae	<i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A. DC.	1	0,000
Total General**			0,28

*Se muestran en negrita los valores máximos de cada parcelas según su distancia evaluada.

**Área total evaluada 0,047 ha

5.2.4. Índice de valor de importancia (IVI)

Las especies con los mayores valores de IVI para la distancia A fueron *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand. por dominancia y *Conocarpus erectus* L. por abundancia. Para el caso de la distancia B los valores de IVI más altos fueron los de las especies de *Hippomane mancinella* L. y *Conocarpus erectus* L. ambos importantes por su abundancia en estas áreas. Para el caso de la zona más alejada del mar *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand. dominó las parcelas y las especies de *Guazuma ulmifolia* Lam. e *Hippomane mancinella* L. fueron importantes por su abundancia (Cuadro 6).

Cuadro 6. Abundancias, frecuencias e índice de valor de importancia según la distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Distancia con respecto al mar	Familia	Nombre científico	Cantidad Individuos	Abundancia	Dominancia	Frecuencia relativa	IVI
A	Bombacaceae	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand.	1	7,143	54,364	10,000	0,715
	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	5	35,714	31,337	30,000	0,971
	Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i> L.	1	7,143	1,387	10,000	0,185
	Myrtaceae	<i>Eugenia hiraeifolia</i> Standl.	1	7,143	0,405	10,000	0,175
	Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella</i> L.	1	7,143	0,005	10,000	0,171
	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	3	21,429	7,724	10,000	0,392
	Fabaceae/Mimosoid eae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	1	7,143	0,002	10,000	0,171
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standley	1	7,143	4,776	10,000	0,219
B	Fabaceae/Caesalpin ioidea	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	2	8,696	0,268	7,143	0,161
	Malpigiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	2	8,696	17,307	7,143	0,331
	Capparidaceae	<i>Capparis</i> sp.	1	4,348	0,049	7,143	0,115
	Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	1	4,348	0,169	7,143	0,117
	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	3	13,043	56,418	7,143	0,766

	Malvaceae	<i>Luehea speciosa Willd.</i>	1	4,348	3,829	7,143	0,153
	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	1	4,348	0,002	7,143	0,115
	Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella L.</i>	5	21,739	5,881	14,286	0,419
	Malvaceae	<i>Luehea candida (Moc. & Sesse ex DC.) Mart.</i>	2	8,696	8,210	7,143	0,240
	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra L.</i>	2	8,696	5,444	7,143	0,213
	Hippocrateaceae	<i>Semialarium mexicanum (Miers) Mennega</i>	1	4,348	0,000	7,143	0,115
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea (Bertol.) DC.</i>	1	4,348	2,414	7,143	0,139
	Sterculiaceae	<i>Waltheria indica L.</i>	1	4,348	0,008	7,143	0,115
C	Fabaceae/Mimosoid eae	<i>Acacia sp.</i>	1	4,348	0,220	5,263	0,098
	Bombacaceae	<i>Bombacopsis quinata (Jacq.) Dugand.</i>	1	4,348	71,400	5,263	0,810
	Malphighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia (L.) Kunth .</i>	1	4,348	10,549	5,263	0,202
	Capparidaceae	<i>Capparis odoratissima Jacq.</i>	1	4,348	0,010	5,263	0,096
	Boraginaceae	<i>Cordia collococca L.</i>	1	4,348	3,526	5,263	0,131
	Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>	1	4,348	0,040	5,263	0,097
	Myrtaceae	<i>Eugenia hiraeifolia Standl.</i>	1	4,348	5,257	5,263	0,149
	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	3	13,043	0,881	10,526	0,245
	Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella L.</i>	4	17,391	1,076	5,263	0,237
	Fabaceae/Pap.	<i>Dalbergia retusa Hemsl.</i>	1	4,348	0,041	5,263	0,097
	Menispermaceae	<i>Hyperbaena tonduzii Diels.</i>	1	4,348	0,008	5,263	0,096
	Fabaceae/Pap.	<i>Lonchocarpus costaricensis (Donn. Sm.) Pittier.</i>	1	4,348	2,166	5,263	0,118
	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra L.</i>	2	8,696	0,196	5,263	0,142

Hippocrateaceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega.	1	4,348	0,329	10,526	0,152
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standley.	1	4,348	0,002	5,263	0,096
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	1	4,348	4,245	5,263	0,139
Apocynaceae	<i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A. DC.	1	4,348	0,053	5,263	0,097

*Se muestran en negrita los valores máximos de cada parcelas según su distancia evaluada.

5.2.5. Cobertura de dosel

En general la cobertura del dosel fue muy baja, para todas las distancia, esta se clasifican como una zona boscosa con un dosel abierto (0-39%). En la figura 6 se puede apreciar a medida que nos distanciamos del mar aumentó la cobertura del dosel. Dichos datos fueron significativos estadísticamente ($f=5,85$, $p=0,01$), según el análisis de varianza y además la regresión presentó una función creciente significativa conforme se aleja del mar ($r=0,60$ y $p<0,05$)

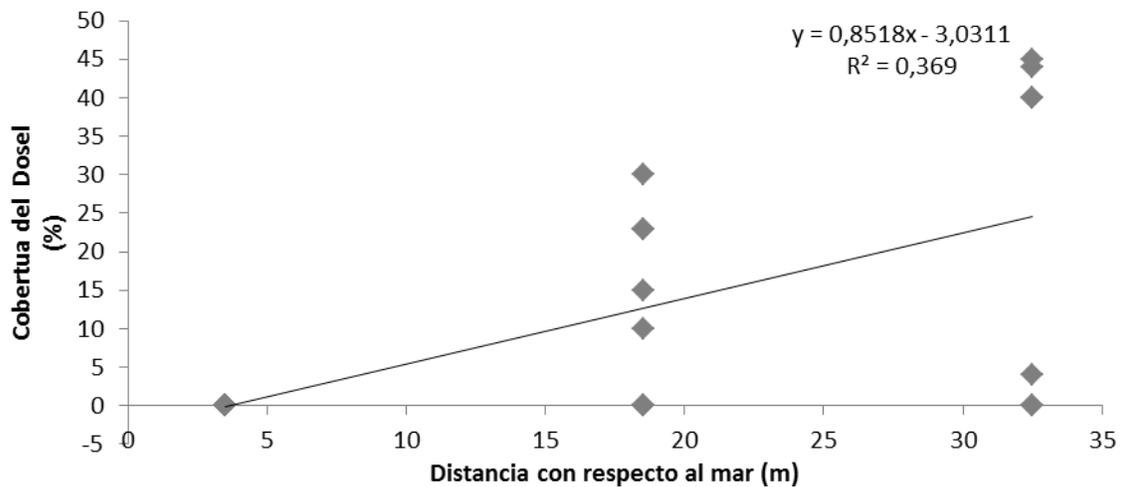


Figura 6. Cobertura de dosel según la distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.

5.3. Índices de Diversidad arbórea y arbustiva

Se reportaron valores muy bajos en general tanto para Shannon y Simpson; en ambos índices se evidencia un aumento conforme se aleja del mar, entre la zona la zona A y B. En el caso de Simpson este índice se mantiene similar entre la zona B y C; no así para Shannon. El índice de similitud se demuestra una igualdad entre las tres distancias en un 100% (Cuadro 7)

Cuadro 7. Índices de diversidad obtenidos según la distancia del mar, Santa Cruz,
Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Distancia con respecto al mar	Índice de Shannon	Índice de Simpson	Índice de Jaccard
A	1,61	0,85	1
B	2,04	0,95	1
C	2,69	0,96	1

5.4. Distribución espacial de las plantas en relación con la distancia del mar y las condiciones edáficas

5.4.1. Características físicas del suelo

5.4.1.1. Granulometría y clases texturales

De forma general, los suelos muestran características muy similares. Son arenosos en los primeros 30 metros de distancia con respecto al mar y conforme se aleja del área intermareal se encuentran texturas franco arenosas. Según el análisis de varianza encontramos diferencias en los contenidos de arena y limo de los suelos entre A y B, no así para B y C. Para el caso de las arcillas no se encontraron diferencias entre las distancias (Cuadro 8)

Cuadro 8. Contenidos de arcilla, arena y limo en los suelos según su distancia con respecto al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Distancia con respecto al mar	% Arcilla	% Arena	% Limo	Clase textural
A	5,5±7,97	90,83±14,94a	3,68±6,99a	Arena
B	12,08±9,45	76,4±18,97b	11,53±9,56b	Franco arenosa
C	16,96±11,4	66,94±19,2b	16,1±8,57b	Franco arenosa
N	8	8	8	
ANDEVA	f=2,81, p=0,08	f=3,65, p=0,04	f=4,43, p=0,02	

Datos con letra diferente = p<0,05.

5.4.1.2. Densidad Aparente

Existe una diferencia estadística en la densidad del suelo, según el análisis de varianza, entre la distancia A con respecto a B y C (Cuadro 9).

Cuadro 9. Densidad aparente promedio \pm desviación estándar del suelo en función a la distancia de la playa, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Distancia con respecto al mar*	Valores medios g/cm³	N
A	1,54 \pm 0,24 ^a	8
B	1,14 \pm 0,25 ^b	8
C	1,06 \pm 0,79 ^b	8
ANDEVA	f=7,78; p <0,05	

Datos con letra diferente = p<0,05.

El comportamiento de los datos presentados está relacionado con las texturas encontradas en los sitios; en los primeros metros se encontraron suelos mayormente arenosos (93 % de arena en promedio) con densidades 1,62 g/cm³, hasta variar a suelos franco arcillosos con contenidos mayores de arcillas (22 % en promedio).

5.4.2. Características químicas de suelo

5.4.2.1. Nivel de acidez (pH)

Los suelos analizados muestran valores de pH próximos a la neutralidad. Existe una variación según la ubicación de las distancias, donde el promedio más alto se observa en el área más cercana al mar, disminuyendo conforme se aleja de éste (cuadro 11). Según el análisis de regresión, se puede observar una significancia estadística negativa, ($r = 0,87$, $p < 0,05$) (Figura 7).

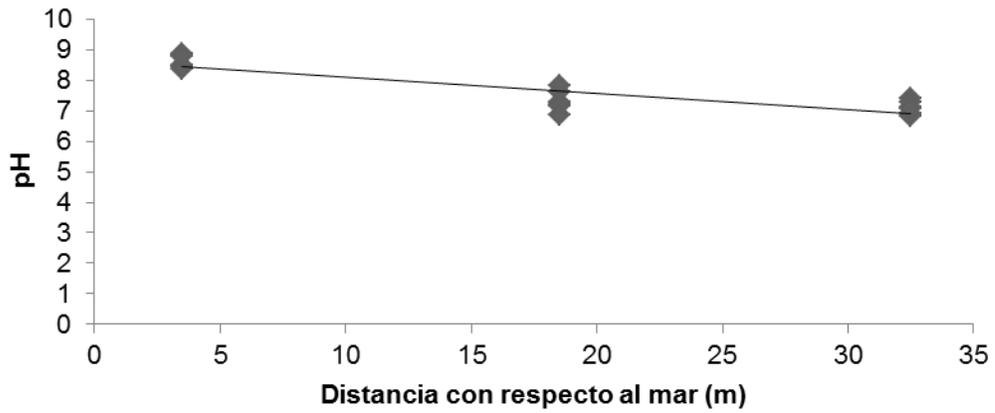


Figura 7. Comportamiento de pH según su distancia con respecto al mar. Enero 2011

5.4.2.2. Acidez extraíble

La acidez de los suelos estudiados es bastante estable en cada sitio (0,1 cmol(+)/L) y no varía significativamente conforme la distancia con respecto al mar, según el análisis de varianza ;no hay diferencias en cuanto a la ubicación según la distancia con respecto al mar (Cuadro 10).

Cuadro 10. pH y acidez contenido en los suelos, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Propiedad	Distancia*	Valores medios	N	ANDEVA	Referencia* Valores medios
pH	A	8,63±0,23 ^a	8	f=58,37; p<0,05)	5,50-6,50
	B	7,31±0,34 ^b	8		
	C	7,10±0,20 ^b	8		
Acidez (cmol(+)/L)	A	0,11±0,04	8	f=0,25,	0,30-1,00
	B	0,12±0,04	8	p=0,78.	
	C	0,13±0,04	8		

**Distancias con respecto al mar: A) 3,5 m B) 18,5 m C) 32,5 m. Valores promedios

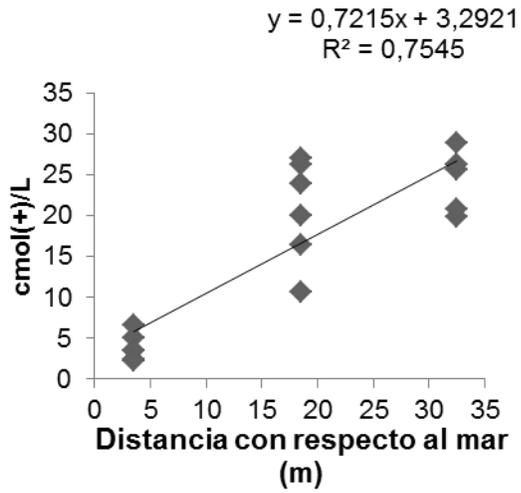
** Comparación con la guía de interpretación del MAG de forma general, Fuente: Bertsch, 1987.

Datos con letra diferente = p<0,05.

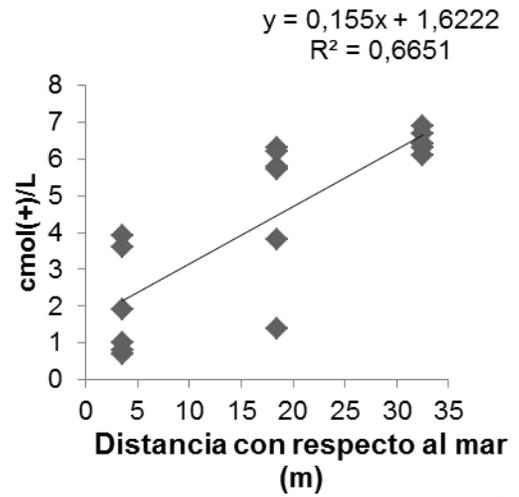
5.4.2.3. Cationes intercambiables

Los cationes de los suelos, presentan según el análisis de varianza, diferencias significativas en los elementos de calcio, y magnesio, no así para potasio. En el análisis de regresión, el calcio y magnesio presentan una regresión positiva (Ca: r= 0,87 y p<0,05 y Mg: r=0,81 p<0, 05). Las diferencias en calcio y magnesio se centran en la distancia A con B no; así para los valores ubicados en C (Figura 8).

a) Calcio



b) Magnesio



c) Potasio

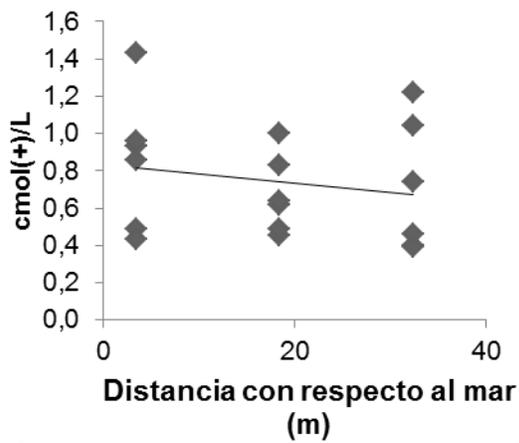


Figura 8. Cationes intercambiables de los suelos a diferentes distancias con respecto al mar en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.

El magnesio y el calcio varían en valores medianos y altos. El potasio presenta valores altos en todas las distancias. (Cuadro 11).

Cuadro 11. Cationes intercambiables de los suelos (cmol (+)/L), Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Elementos (cmol(+)/L)	Distancia*	Valores medios	n	ANDEVA	Referencia** Valores medios
Ca	A	3,87±1,67 ^a	8	f=39,73; p<0,05	4-6
	B	20,60±6,33 ^b	8		
	C	24,61±3,54 ^b	8		
Mg	A	1,98±1,44 ^a	8	f=15,79; p<0,05	1-3
	B	4,87±1,93 ^b	8		
	C	6,15±0,27 ^b	8		
K	A	0,84±0,43	8	f=0,54, p=0,59	0,2-0,5
	B	0,66±0,21	8		
	C	0,70±0,36	8		

**Comparación con la guía de interpretación del MAG de forma general, Fuente: Bertsch, 1987.

Datos con letra diferente = p<0,05.

5.4.2.4. Capacidad de intercambio catiónico (CICe) y relaciones entre elementos

La CICe y la relación entre calcio, magnesio y potasio tienen diferencias estadísticamente significativas; según el análisis de varianza la mayor diferencia se presenta entre primeras dos distancias (Cuadro 12).

Cuadro 12. Relaciones catiónicas del complejo de cambio, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Relación Catiónica	Distancia con respecto al mar	Valores medios	N	ANDEVA	Referencia** Valores Medios
ClCe	A	6,8±3,56 ^a	8	f=33,33, p<0,05	5-25
	B	26,41±8,65 ^b	8		
	C	31,93±1,47 ^b	8		
Ca/Mg	A	2,94±0,92 ^a	8	f=5,08, p<0,05	2-5
	B	5,32±0,79 ^b	8		
	C	4,39±0,82 ^b	8		
Ca/K	A	6,51±3,64 ^a	8	f=12,38, p<0,05	5-25
	B	29,61±9,11 ^b	8		
	C	40,54±18,02 ^b	8		
Mg/K	A	2,19±3,07	8	f=10,48, p<0,05	2,5-15
	B	7,35±4,94	8		
	C	1,01	8		
Ca+Mg/K	A	7,69±5,56 ^a	8	f=33,91, p<0,05	10-30
	B	25,17±9,23 ^b	8		
	C	32,69±9,70 ^b	8		

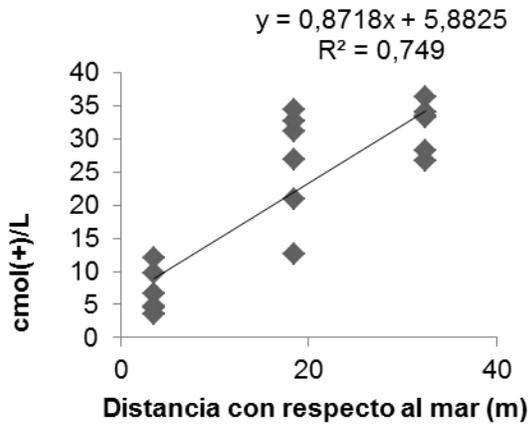
**Fuente: Bertsch (1997),MAG (1992).

Valores promedios (en cmol(+)/L) ±desviación estándar.

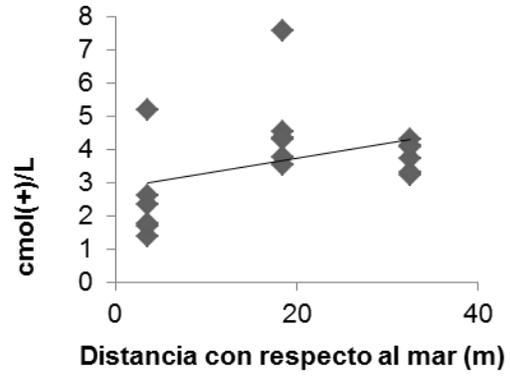
Las letras significan diferencias significativas p<0,05.

Para el análisis de regresión, ClCe (r= 0,87 y p<0,05), Ca/K (r= 0,76 y p<0,05), Ca/Mg (r= 0,37 y p=0,11) ; Mg/K (r= 0,76 y p<0,05); Ca+Mg/ K (r= 0,87 y p<0,05) presentaron una tendencia positiva muy pronunciada conforme se aleja del mar, sin embargo en la relación catiónica Ca/Mg no fue significativa (Figura 9)

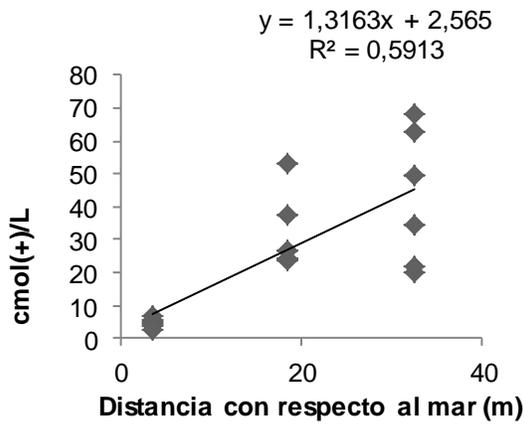
a) ClCe



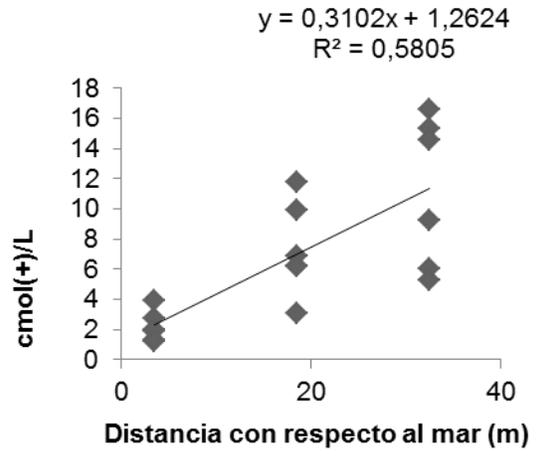
b) Ca/Mg



c) Ca/K



d) Mg/K



e) Ca+Mg/K

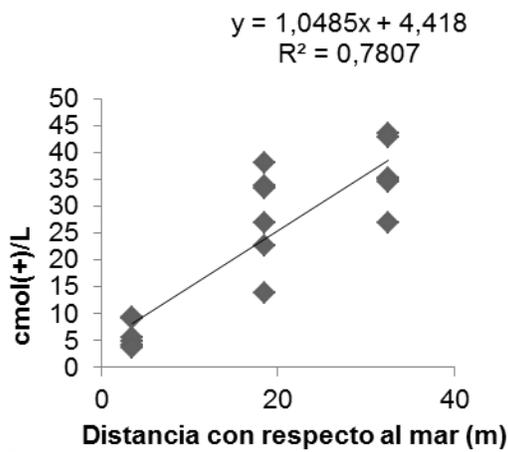


Figura 9. Relaciones catiónicas de las localidades según su distancia con respecto al mar.

5.4.2.5. Microelementos

Los microelementos Cu, Fe y P presentan diferencias estadísticas significativas según el análisis de varianza. Para Mn y Zn los suelos no presentan diferencias estadísticas significativas. Para el caso del análisis de regresión los elementos de Cu y Fe presentan funciones positivas; Cu ($r=0,91$, $p<0,05$); Fe ($r=0,72$, $p<0,05$). Los elementos manganeso y el cinc no fueron significativos. En fósforo presenta una función negativa significativa ($r=0,81$, $p<0,05$) (Cuadro 13 y Figura 10).

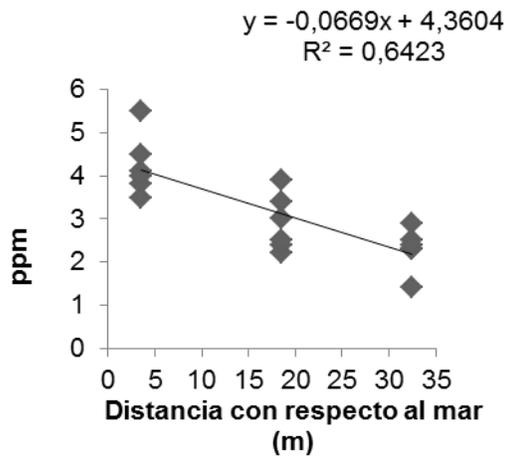
Cuadro 13. Microelementos contenidos en las tres localidades muestreadas, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Elemento	Distancia*	Valores		ANDEVA	Referencia
		medios	n		** Valores medios
		Ppm			
P	A	4,15±0,72a	8	f= 14,90, p<0,05	12-20
	B	2,90±0,64b	8		
	C	2,30±0,48b	8		
Cu	A	0,33±0,45a	8	f=43,69, p<0,05	0,5-1
	B	1,83±0,80a	8		
	C	4,00±0,63b	8		
Zn	A	0,26±0,80	8	f=1,75, p=0,20	2-3
	B	0,81±0,71	8		
	C	0,87±0,58	8		
Mn	A	1,16±0,57	8	f=0,56, p=0,58	5-10
	B	1,66±0,49	8		
	C	1,33±0,67	8		
Fe	A	4,38±2,54a	8	f=10,34, p<0,05	5-10
	B	15,33±8,35b	8		
	C	18,00±3,03b	8		

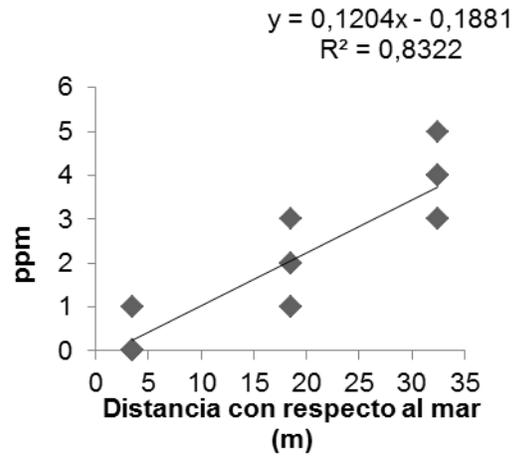
Comparación con la guía de interpretación del MAG de forma general, Fuente: Bertsch, 1987.

**Datos con letra diferente = p<0,05

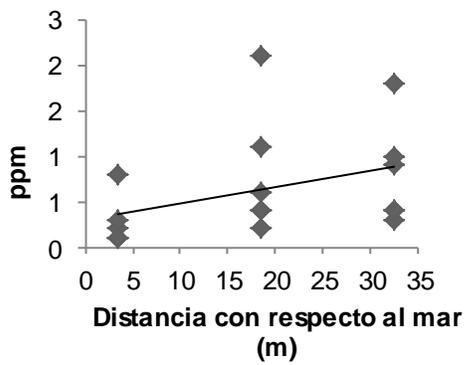
a) Fósforo



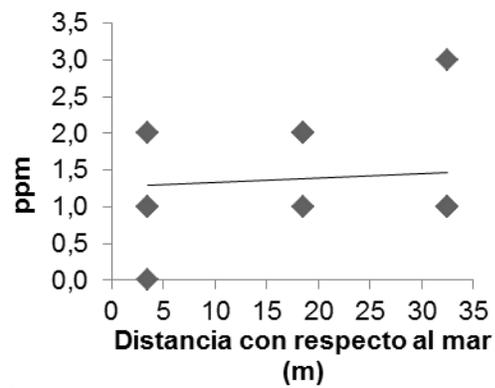
b) Cobre



c) Cinc



d) Magnesio



e) Hierro

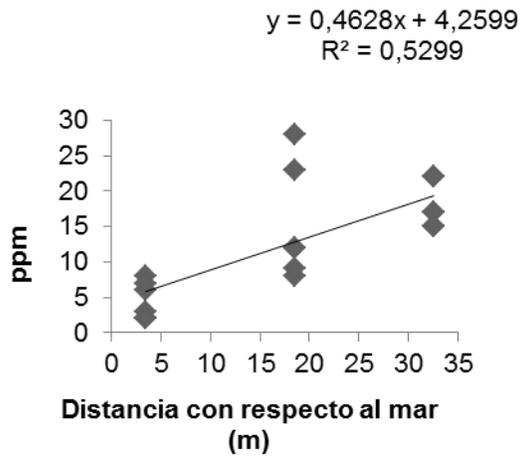


Figura 10. Microelementos contenidos en los suelos según la distancia con respecto al mar del litoral en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011.

5.4.2.6. Conductividad eléctrica

El análisis de varianza demostró que la conductividad eléctrica no se relaciona con la distancia del mar; así mismo el análisis de la regresión demostró no ser significativa (Cuadro 15).

Cuadro 14. Conductividad eléctrica de los suelos en las tres distancias en estudio, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Distancia con respecto al mar	Conductividad Eléctrica $\mu\text{S/cm}$	MO%	Referenci	Referencia
			a**	***
			Valores Medios MO%	Valores Medios $\mu\text{S/cm}$
A	50,70 \pm 25,22	2,50 \pm 2,04		
B	60,29 \pm 28,23	3,54 \pm 0,98		
C	48,47 \pm 23,87	1,53 \pm 1,90	2-5	>2
n	8	8		
ANDEVA	f=0,47, p=0,63	f=2,08, p=0,16		

** Comparación con la guía de interpretación del MAG de forma general, Fuente: Bertsch, 1987.

*** *Miliarium* (2002)

5.4.2.7. Materia Orgánica

Los contenidos de materia orgánica en las tres localidades son muy escasos y según el análisis de varianza no se presentan diferencias significativas con respecto a la distancia con el mar (Cuadro 11). Los datos obtenidos no presentan diferencias significativas, en cuanto al análisis de regresión ($p=0,38$ y $r=0,213$).

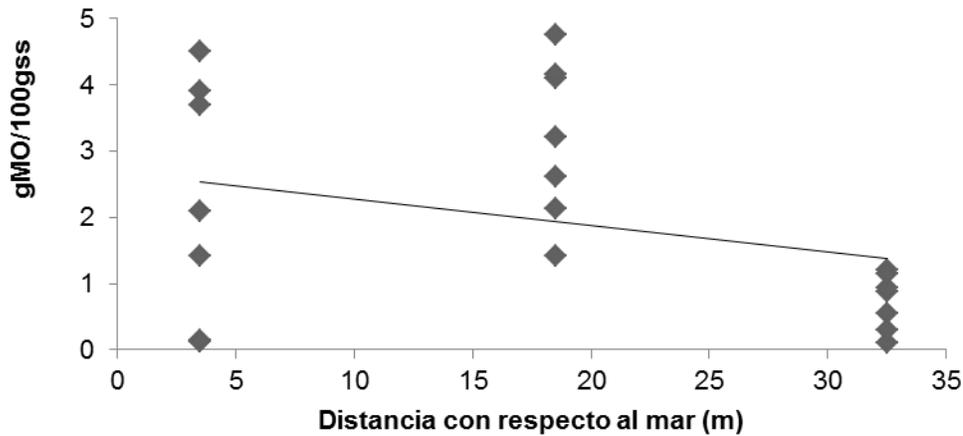


Figura 11. Materia orgánica contenida en los suelos a diferentes distancias con respecto al mar en tres localidades del litoral en Santa Cruz, Guanacaste, Enero 2011.

5.4.2.8. Microorganismos en el suelo

Según las valoraciones de la carga microbiana de los suelos y el análisis de varianza, no se observa una diferencia estadística significativas en la cantidad de bacterias y hongos, no así para los actinomicetos, los cuales presentaron una diferencia conforme la distancia al mar (Cuadro 16)

Cuadro 15. Microorganismos contenidos en los suelos en las tres distancias en estudio, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Distancia con respecto al mar	Bacterias	Actinomicetos	Hongos
	UFC/g		
A	$3,89 \times 10^5 \pm 3,16 \times 10^5$	$2,15 \times 10^5 \pm 2,72 \times 10^5$ a	$3,13 \times 10^4 \pm 1,91 \times 10^4$
B	$3,53 \times 10^5 \pm 1,95 \times 10^5$	$5,02 \times 10^5 \pm 3,05 \times 10^5$ b	$3,37 \times 10^4 \pm 1,26 \times 10^4$
C	$4,03 \times 10^5 \pm 1,76 \times 10^5$	$6,37 \times 10^5 \pm 1,96 \times 10^5$	$3,11 \times 10^4 \pm 1,98 \times 10^4$
n	8	8	8
ANDEVA	f=0,08, p=0,92	f=5,85, p<0,05	f=0,05, p=0,95

**Datos con letra diferente = p<0,05

El análisis de regresión presentó que los actinomicetos tienen una función positiva y además los datos son significativos con forme la distancia al mar; no así para las bacterias y los hongos (Actinomicetos $r=0,59$, $p<0,05$) (Figura 12).

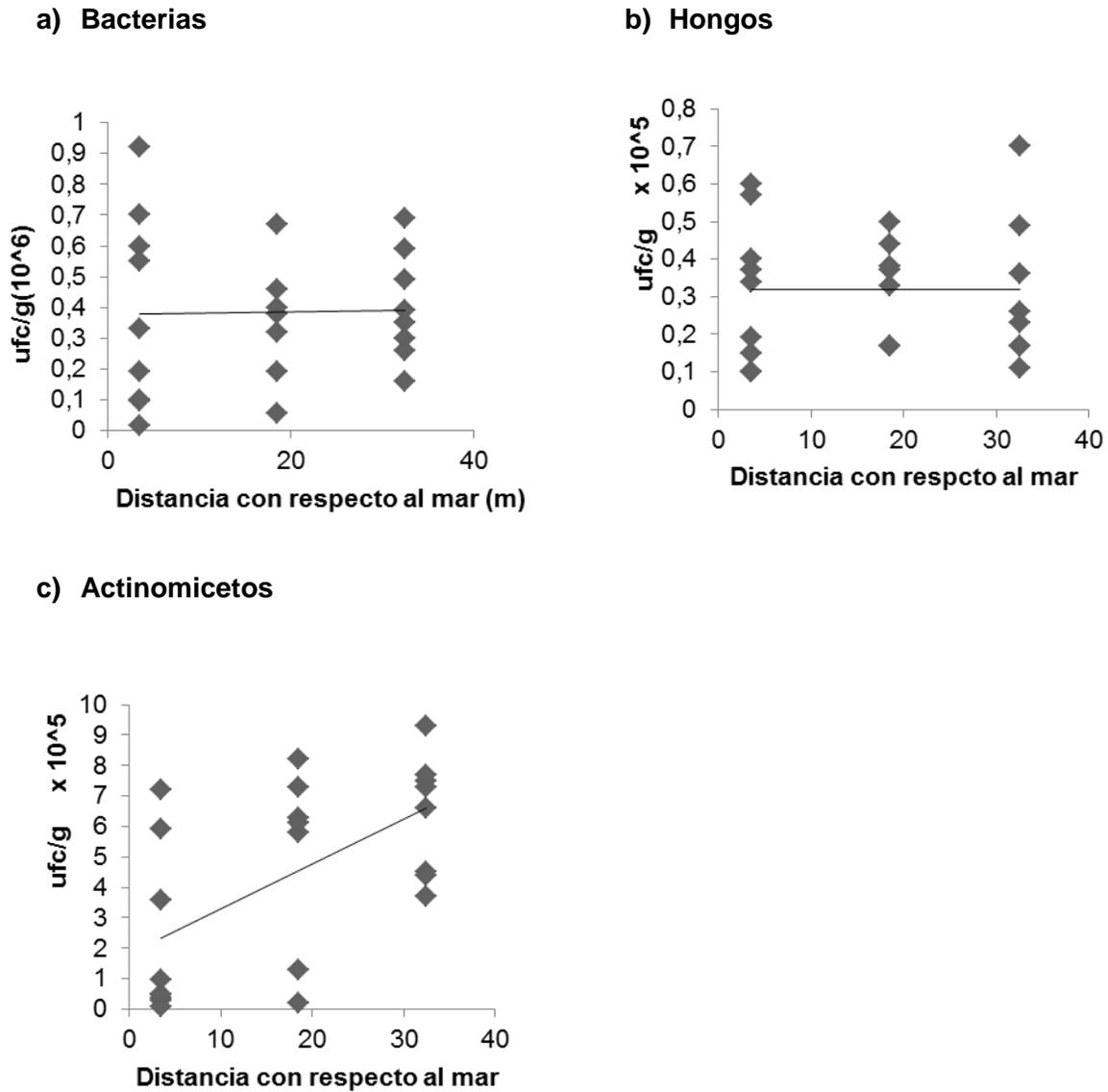


Figura 12. Población microbiana contenida en los suelos según la distancia con respecto al mar.

5.4.3. Análisis de distribución espacial según las características químicas

No hay una relación significativa de la distancia con el índice de diversidad. Sin embargo se aprecia una relación significativa ($p < 0,05$) entre las variables físicas, como la densidad y las variables granulométricas (arcilla, limo y arenas) conforme la distancia con respecto al mar. Las arcillas y los limos tienen una correlación positiva con la distancia, en cambio la arena tiene una correlación negativa. En cuanto a los elementos del complejo de cambio, los cationes de calcio y magnesio presentaron correlaciones positivas estadísticamente. Por otro lado el cobre y el cinc y el hierro presentaron correlaciones significativas positivas, el caso del fósforo presentó una correlación significativa pero de función negativa. En cuanto a las relaciones catiónicas, C/Cl, Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K tuvieron correlación significativa con la distancia y esta fue una correlación positiva.

Cuadro 16. Matriz de correlaciones sobre el índice de diversidad (Shannon) según la distancia, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

	Distancia*	Índice	Densidad	% Arcilla	% Arena	% Limo	% MO	pH	Acidez	Ca	Mg	K	P	Cu	Zn	Mn	Fe	CICE	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	
Distancia *	1																						
Índice **	0,01	1																					
densidad	-0,62	-0,62	1																				
% Arcilla	0,58	0,58	-0,12	1																			
% Arena	-0,61	-0,61	0,16	-0,99	1																		
% Limo	0,53	0,53	-0,14	0,92	-0,95	1																	
MO%	-0,13	-0,13	0,08	0,17	-0,19	0,27	1																
pH H2O	-0,8	-0,8	0,67	-0,59	0,65	-0,68	-0,01	1															
Acidez	0,24	0,24	0,06	0,43	-0,44	0,49	-0,06	-0,22	1														
Ca	0,78	0,78	-0,7	0,53	-0,58	0,56	0,16	-0,8	0,08	1													
Mg	0,85	0,85	-0,61	0,55	-0,6	0,58	0,08	-0,75	0,3	0,88	1												
K	-0,2	-0,2	0,26	0,09	-0,13	0,2	0,44	0,17	-0,14	0,02	0,08	1											
P	-0,8	-0,8	0,55	-0,46	0,53	-0,5	0,02	0,64	-0,37	-0,77	-0,89	-0,06	1										
Cu	0,91	0,91	-0,63	0,52	-0,57	0,58	-0,01	-0,83	0,3	0,8	0,94	-0,01	-0,83	1									
Zn	0,55	0,55	-0,68	0,24	-0,32	0,36	0,3	-0,77	0,09	0,66	0,68	-0,02	-0,53	0,71	1								
Mn	-0,01	-0,01	0,03	0,01	-0,07	0,12	0,44	-0,12	0,12	-0,14	-0,13	-0,16	0,21	-0,02	0,33	1							
Fe	0,79	0,79	-0,65	0,56	-0,59	0,59	0,04	-0,87	0,15	0,9	0,76	-0,13	-0,66	0,76	0,6	-0,05	1						
CICE	0,81	0,81	-0,68	0,56	-0,61	0,59	0,14	-0,81	0,13	0,99	0,92	0,04	-0,79	0,85	0,68	-0,11	0,86	1					
Ca/Mg	0,34	0,34	-0,37	0,1	-0,12	0,02	-0,02	-0,38	-0,23	0,47	0,14	-0,39	-0,16	0,12	0,24	0,1	0,43	0,44	1				
Ca/K	0,75	0,75	-0,7	0,33	-0,36	0,35	-0,08	-0,79	0,25	0,79	0,69	-0,54	-0,63	0,7	0,62	0,02	0,82	0,77	0,56	1			
Mg/K	0,77	0,77	-0,66	0,4	-0,43	0,47	-0,02	-0,8	0,39	0,79	0,78	-0,39	-0,71	0,79	0,62	-0,02	0,85	0,77	0,29	0,94	1		
Ca+Mg/K	0,83	0,83	-0,71	0,45	-0,48	0,48	0,01	-0,81	0,29	0,9	0,86	-0,3	-0,75	0,84	0,65	-0,07	0,91	0,88	0,4	0,94	0,96	1	

En negrita: $p < 0,05$

5.4.4. Análisis de componentes principales

Tomando en cuenta las variables de más peso del en Spearman, el análisis de componentes principales realizado estimó que con el primer componente, se explica el 92 % de la varianza, y puede estimar que más del 96% se puede explicar con las variables relacionadas con la reacción del suelo, tanto de las características químicas como físicas (Cuadro 18).

Cuadro 17. Análisis de los componentes principales según su distancia al mar, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Variables	CP1	CP2
% Arcilla	-0,96	0,26
% Arena	0,98	-0,21
% Limo	-0,99	0,15
pH	0,98	0,18
Densidad	0,99	0,16
Ca	-0,99	-0,13
Mg	-1,00	0,05
P	1,00	0,01
Cu	-0,95	0,32
Zn	-0,95	-0,31
Fe	-0,99	-0,13
CICE	-1,00	-0,10
Ca/K	-1,00	-0,03
Mg/K	-0,99	0,13
Ca+Mg/K	-1,00	-0,06

Según su distancia, las variables relacionadas con la textura del suelo y los elementos de las relaciones de intercambio iónico y el contenido de fósforo fueron las que caracterizaron de mejor forma la zona A; así mismo el elemento del fósforo. Por otro lado, los otros elementos como el calcio, magnesio, los microelementos del cobre y del cinc y las relaciones iónicas son los que caracterizan en su mayoría tanto a B como C (Figura 13).

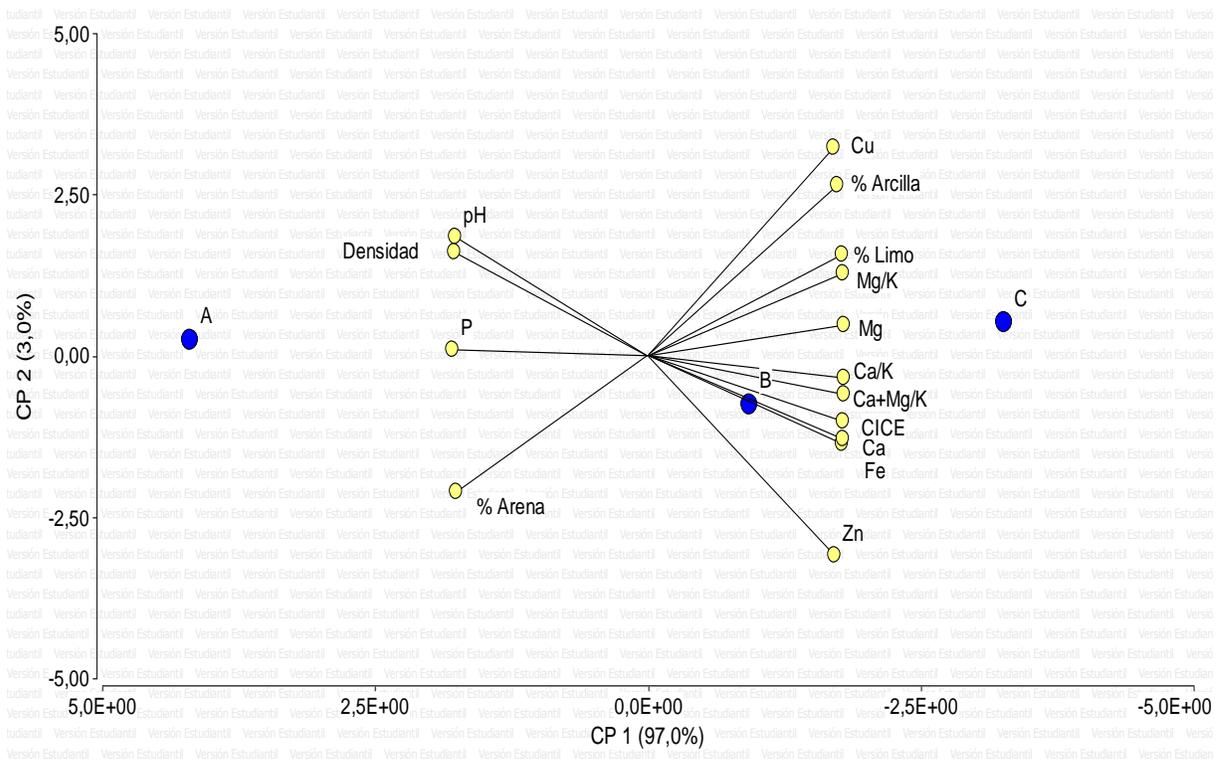


Figura 13. Matriz de análisis de los componentes principales según la distancia al mar.

6. DISCUSIÓN

6.1. Composición y estructura florística arbórea y arbustiva

El bosque seco costero constituye uno de los ecosistemas poco conservados de nuestro país y a pesar de estos son pocos los estudios que aportan información para iniciar un proceso restaurativo adecuado (Gillespie et al. 2000). El presente estudio sobre la composición y estructura del remanentes de bosque seco costero indica su alto nivel de degradación, para este caso solo se lograron identificar 25 especies, mientras que lugares como Cabo Blanco, se registraron 44 especies costeras (Linquist 2003) aunque cabe destacar que esta zona presenta condiciones más húmedas que la del estudio. Aunque se sabe que ya de por sí para las zonas del Neotrópico, la riqueza de especies está correlacionada con la intensidad y distribución de la precipitación anual total y que para la zona de bosque seco tiende a ser más simple en contexto de riqueza de especies (Gentry 1988)

En términos taxonómicos, las familias más abundantes en los bosques secos neotropicales son las Leguminosae y Apocynaceae (Gillespie *et al.* 2000), sin embargo para la zona costera fueron las Euphorbiaceae, Bignoniaceae y las Leguminosae. Aunque no existe estudio de comparación, se puede estimar esa de presencia de familias es debido a la locación; dadas las condiciones edáficas y climáticas particulares del área de estudio

La descripción de los remanentes de vegetación presentó en su mayoría especies arbóreas heliófilas durables, los cuales son conocidas como colonizadoras de zonas abiertas y con mucha luz, también son especies de una larga vida y de un crecimiento rápido (INBio 1998). Las características fisiológicas de este tipo de vegetación y las condiciones climáticas presentes en dicha área crean un microclima que solo ha permitido el desarrollo de este tipo de especies. Por otro lado la mayoría de árboles y arbustos se caracterizan por ser halófilos (tolerantes altas concentraciones de sal); por lo que se suma a las características dominantes de las áreas costeras.

En general la composición y estructura florística del área de estudio es muy simple, explicada por la alta intervención humana en la zona; situación que se presenta en la mayoría de las zonas costeras del país que han sido altamente perturbadas por incendios, sequías, chapas y afluencia de turismo; provocando que la composición y

estructura florística sea muy pobre en general. Así lo demuestra Leiva *et al.* (2009) en donde refiere que la influencia del suelo costero y sus múltiples afecciones climáticas típicas de las zonas, que condicionan la composición florística.

Estos datos pueden estar explicados también por efectos de aislamiento geográfico de cada uno de los fragmentos, debido a que la mayoría de las zonas colindantes son terrenos dedicados construcción y ganadería. Dicha situación ha dejado un sistema pobre genéticamente y una dinámica de regeneración muy lenta que sufre constantemente de la presión de factores de tipo antropogénico (Leiva *et al.* 2009).

Los bosque secos tropicales de Costa Rica, son poco densos, debido a su historia de perturbaciones, que han marcado este ecosistema. Características como densidades muy bajas y poca diversidad se presentan en los bosques secos de nuestro país (Janzen 1988) y en la zona de estudio se presentó una situación muy similar, aunque de manera más drástica debido a ser áreas muy expuestas a la presión antropogénica y las densidades logradas son realmente bajas. Aguilar y Jiménez (2012), adjudican que según el grado de perturbación sobre los remanentes boscosos presentan variabilidad de densidad. Comparativamente, los estudios de Leiva *et al.* 2009 en la zona del Parque Nacional Santa Rosa reportan áreas de 1180-2000 indv/ha, contrastando con 468-1156 indv/ha del presente estudio se evidencia un alto grado de alteración de las áreas.

Linquist (2003), observa una variabilidad de la densidad de especies conforme se aleja del mar, adjudicando dicha diferencia a las influencias de las condiciones edáficas como pendiente, conductividad eléctrica, % arcillas y climáticas como spray salino y vientos.

Para el estudio realizado no fue concreta una variación en la densidad, por la variabilidad y la inconsecuencia de los datos que no permitió dar un resultado estadísticamente significativo. Lo anterior parece que la influencia de la variación climática y edáfica sobre la vegetación sobre la densidad arbórea se hace más evidente a escalas espaciales más amplias, aunque este mismo autor replica que también puede suceder a que las observaciones a largo plazo no han sido objeto de estudio y existe un vacío de información (Veblen *et al.* 2004).

El área en estudio, no se presentó una diferencia de alturas según la distancia al mar pero si se evidenció una tendencia general de altura bajas, el cual puede estar explicado en la acción de factores como viento, restricción de nutrientes y las situaciones climáticas tan

extremas de estas zonas como son mareas altas, lluvias intensas y spray marino, que según Gallego *et al.* (2003) limitan la supervivencia y además condicional el crecimiento. Así mismo Janzen (1988b) habla de que el bosque seco tiene portes medianos a bajos por las restricciones climáticas que condicionan su productividad neta primaria y su crecimiento. Por otro lado Devlin (1989) enfatiza que la falta de nutrientes inhibe el crecimiento en las plantas, especialmente ante deficiencias de fósforo (< 5 ppm), situación generalizada en el área de estudio. Así mismo la deficiencia de fosforo deprime el crecimiento radicular y los tallos también reducen su crecimiento (Kass 1998).

En cuanto a los estratos de la vegetación presente de esta zona, se puede hablar de un sotobosque casi nulo, compuesto por plántulas y un dosel de porte muy bajo, que comparado con el Área de Conservación de Guanacaste se observa muy degradada; ya que para este estudio se lograron identificar dos estratos antes del dosel (ACG 1999). Dicha situación se debe a la falta de conservación debido a que anualmente se realizan quemas y chapias que no permiten el desarrollo del sotobosque.

El área basal de la zona en estudio es muy baja, donde los valores promedio de 0,92 m²/ha comparados con los del Parque Nacional de Santa Rosa (6-44 m²/ha) evidencian la degradación del lugar (Leiva *et al.* 2009). Asimismo, los valores son bajos, comparados con otros estudios del Área de Conservación Guanacaste, donde se presenta áreas basales de 29 m²/ha para un bosque primario intervenido y 22 m²/ha para un bosque secundario de 32 años en regeneración (Leiva *et al.* 2009). Notablemente estas zonas son áreas con remanentes de vegetación muy pobres, con muy baja área basal, explicado por su historia de uso, su alta presión antropogénica y las nulas labores de conservación.

Conforme se aleja del mar hay un aumento de las áreas basales de A para B no para C lo que indica la formación del bosque, que pasa de 0,08 a 0,16 aunque para C descendió a 0,08 nuevamente, debido a que representa una zona altamente intervenida por las constantes presiones antropogénicas, especialmente por la cercanía con las cercas de los lotes colindantes. Sin embargo es importante rescatar la formación de un bosque seco con mayores densidades de área basal, como indica Linqvist (2003)

Tomando en cuenta IVI y el área basal se puede inferir que *Bombacopsis quinata* (Jacq.) *Dugand* es la especie que mayormente está presente en la zona A, en conjunto con *Conocarpus erectus* L. Para la zona B se repite *Conocarpus erectus* L. junto con *Hippomane mancinella* L. En el caso de la zona más alejada del mar se repite

Bombacopsis quinata (Jacq.) Dugand. en conjunto de las especies *Hippomane mancinella* L y *Guazuma umnifolia* L.

En el estudio de Linquist (2003), se indica que *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand fue la especie con mayores valores de IVI en el área costera y en la zona de tierra dentro; estos datos demuestran la dominancia de la especie; situación similar en la zonas de estudio. Además entre ambos estudios se comparten especies de importancia como las *Acacia* sp. y *Conocarpus erectus* L. e *Hippomane mancinella* L.

Dichas especies concuerdan con las observaciones in situ en la zona de playa Junquillal, donde después de las acciones de reforestación realizadas por la comunidad en la zona publica, estos individuos fueron los que en su mayoría sobrevivieron después de la siembra. Las características halófilas descritas por Zamora y Poveda (1999) hacen que dichas especies tengan las condiciones ideales para sobrevivir en esa área.

Guazuma umnifolia L. es una especie de las más frecuentes en la zona *alejada* lo cual concuerda con Hughes y Styles (1984) en el cual se determina que dicha especie tiende a hacer rodales naturales y que se desarrolla mejor en suelos arcillosos, no salinos y con una fertilidad media como corresponde al estudio.

La cobertura del dosel aumenta conforme la distancia al mar, concordando con los datos de Linquist (2003), en la que se aumentó la cobertura boscosa conforme se alejaban del mar, sin embargo para este caso se le atribuida al aumento de individuos con forme se alejaba del mar. Para el caso de este estudio se puede atribuir al cambio en composición de especies con mayor área de copas, por lo que se puede inferir que por ser la primera área, una zona muy expuesta a continuos disturbios, las copas adyacentes tienen a agradarse y alargarse (Veblen *et al.* 2004)

La presencia de plántulas en esta área, nos indica que existe un potencial de la zona para recuperarse, pero las fuerzas externas naturales o de tipo antropogénico pueden estar ocasionado que la posibilidad de regeneración sean muy lenta e incluso nula (Morera 2002a).

Con respecto a los índice de diversidad obtenidos en el estudio se demuestra que el área presenta poca diversidad, especialmente al comparar con los estudios realizados en el Parque Nacional Santa Rosa donde se obtuvieron valores 3,73 para el índice de Shannon (Leiva *et al.* 2009).

De forma general se puede hablar de que las comunidades florísticas de estas áreas presentan una diversidad muy pobre, situación común para la mayoría de ecosistemas del bosque seco (Leiva *et al.* 2009 Morera 2002a, Janzen 1988b). Sin embargo dicha situación se complica por las limitaciones extremas de crecimiento y los retrasos succionales causados por fenómenos climáticos, periodos de fuego o perturbaciones persistentes y continuas (construcciones, turismo masivo destructivo) y en especial para zonas climáticas y edáficas tan específicas como la zona costera.

Con respecto al índice de Simpson, se reportaron valores muy parecidos a los obtenidos en bosques secundarios secos en diferentes estadios de sucesión en la zona norte de Guanacaste, que varían de 0,97-0,93 (Morera 2002a), sin embargo las diferencias no son significativas corroborado con la similitud de Jaccard la cual indica que los tres lugares son iguales.

6.2. Distribución espacial de las plantas con relaciona a la distancia del mar y las condiciones físico químicas del suelo.

Las condiciones edáficas del área en estudio evidenciaron un patrón en su distribución espacial. Dicha gradiente es generada por las características físicas y químicas del suelo, como lo son: textura (arenas, arcillas y limos, densidad, pH calcio, magnesio, fosforo, cobre, cinc y hierro; además de las relaciones catiónicas como: CICE, Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K y los actinomicetos. Para el caso del potasio, la relación Ca/Mg; así como las bacterias, los hongos y la materia orgánica no se vieron relacionados con la composición de la zona costera.

En cuanto a la textura se pudo diferir que conforme se aleja del mar, los contenidos de arcillas y limos aumentan debido a su influencia de terrenos francos aledaños y a la acción de la meteorización del material mineral parental, también asociado a la mezcla coloidal que forma con materiales orgánicos proveniente principalmente de la vegetación circundante.

A pesar que son suelos de granulometría gruesa (altos contenidos de arena), la tendencia de adquirir arcilla conforme se aleja del litoral es normal, ya que los minerales se mezclan con otras partículas y materiales orgánicos, conformando estructuras coloidales y arcillas cristalinas, primeramente las caolinitas (con arcillas 1:1); como es

común en los suelos tropicales, básicamente porque la mayoría de estos se derivan de roca madre como piedra caliza marina y arcillas 1:1 (Bojórquez *et al.* 2008; Young 1976).

Los valores de pH neutros son comunes en las zonas costeras debido a las altas cantidades de carbonato de calcio presentes en el material de partida, donde los contenidos de materia orgánica son muy bajos y por ende no contribuyen a la acidificación del suelo (Bojórquez *et al.* 2008). Dichas condiciones también provocan desbalances en elementos que a su vez provocan deficiencias nutricionales en la zona y que las especies arbóreas allí presentes tenga limitaciones de crecimiento.

Por lo general, los suelos estudiados no representan un problema de acidez, ya que la media de pH en la solución no baja del ámbito de la neutralidad, lo que implica una mayor disposición para elementos mayores, aunque posiblemente esté influyendo su origen mineral, compuesto por carbonatos de restos marinos. En el caso de las zonas costeras dichas condiciones limitan el desarrollo de la vegetación por ser condiciones tan alcalinas que no permiten la absorción de todos los minerales disueltos como por ejemplo, el aluminio y el manganeso y al mismo tiempo aumentan la disponibilidad de sodio y boro que, dependiendo de su concentración en el medio, pueden ser tóxicos para el desarrollo de las plantas. Asimismo estos valores pueden provocar la limitación de la actividad de los microorganismos, lo cual resulta ser muy deficiente, en especial los procesos de nitrificación (Kass 1998).

En cuanto a los cationes, el calcio es transportado de forma disuelta por el agua de lluvia o la humedad relativa, ya sea por lixiviación o arrastre, pues se transporta de un lugar hacia otro, como lo ha comprobado Cortés (1996) que conforme se aleja del mar este elemento tiende a disociarse del material parental, por lo que está disponible o de forma intercambiable en el suelo, por eso los altos contenidos de calcio en el suelo en la zonas cercanas.

El calcio y el magnesio se comportan normales teniendo en cuenta que se encuentran en una zona de un clima con precipitaciones anuales abundantes y la presencia de un suelo arenoso de alta permeabilidad, donde parte del carbonato disuelto por el agua de lluvia es arrastrado hacia el interior del suelo, produciendo una subida del pH y la igualación de su valor en todo el perfil (Cortés 1996). Por otro lado Lindquist 2003 y Romero *et al.* 2006 también revelan una gradiente positiva en los valores de los elementos de Ca y Mg

conforme estos se acercan a la influencia de suelos con más contenidos de arcillas y limos, influenciando una diferencia en la composición y estructura florística.

La predominancia de calcio en los suelos en estudio evidencia desbalances importantes en los otros cationes. Esto último es importante ya que desbalances de este tipo restringen la absorción de nutrientes, los cuales limitan el desarrollo vegetal. La presencia de sales y además de los desbalances, antes descritos, se traducen fácilmente en suelos de baja productividad (Miliarium 2000). Esta indicación infiere también a que hallan especies arbóreas especializadas a soportar dichas condiciones, aunque también se puede referir a que las tasas de sobrevivencia son muy bajas como señala Gallego et al. 2003.

Para el caso del potasio, este se presenta en valores altos en toda la gradiente. Dicha afirmación se atribuye al origen del material parental del área y en conjunto con el arrastre de los componentes orgánicos por el efecto marea, los cuales contribuyen a los altos contenidos de potasio en la zona marítima (Romero et al. 2006 y Sparks 1981).

El aumento de la CICe está muy relacionado con la meteorización de los minerales y, sobre todo, con la disponibilidad de arcillas cristalinas y la formación de coloides en los suelos. La tendencia en subir de valores en la CICe provoca que aumente la fertilidad del suelo, factor que se podría observar con la abundancia de la vegetación o la agresividad en cuanto a la presencia de una flora especializada, como el caso de *Guazuma umnifolia* L. que no tolera salinidad y que necesita suelos más arcillosos y fértiles y tiene a formar rodales (Hughes y Styles 1984). Si se observa la tendencia de los elementos secundarios, Ca y Mg, se puede constatar que coincide con el aumento de la capacidad de intercambio catiónico, como es lógico porque este parámetro se compone de los anteriores macro elementos esenciales (Núñez 2000). Para el caso de K, aunque este no presentó tendencia alguna ocasiona desbalances en las relaciones catiónicas, ya que se encuentra sobre los niveles promedio de un suelo, por lo que se vuelve un elemento importante en la relaciones de las distancias por su afectación en las relaciones catiónicas.

Las relaciones catiónicas en estudio evidencian un fuerte desbalance entre elementos especialmente con el potasio, y que ya en suelos arenosos como los del estudios demuestran su baja capacidad de retención de elementos empobrecen el suelo. Dichos

desbalances afectan el desarrollo y composición florística de estas áreas como indica Devlin 1989 y Kass 1998)

El aumento de los microelementos se debe a que conforme aumenta la acidez en los sitios muestreados, también aumenta la disponibilidad de estos elementos y disminuye los macroelementos, como es el caso del hierro. El fósforo, es cada vez más escaso en los suelos más meteorizados, que son más ácidos, porque tiende a precipitar con los coloides y arcillas de los suelos. El fósforo es quizás uno de los elementos más importantes en la solución de los suelos, porque participa en múltiples reacciones bioquímicas y fisiológicas de las plantas, pero la desaparición de la cobertura vegetal en estos sitios o la alteración del medio provocan que el nutriente sea menos disponible para la mayoría de las plantas (Koerselman 1992), ya que también tiende a precipitar con el calcio o el magnesio, sobre todo en arcillas óxidos o amorfas.

Los valores de P en el estudio revelan diferencias significativas donde estos decrecen conforme alejan de la costa. Situación dada debido a los aportes de fosfatos contenidos en las aguas marinas, conforme se aleja de las zonas de influencias de las aguas por efecto de marea los fosfatos disminuyen (Lechuga y Mendoza 2010).

Los valores de Cu, Zn, P y Fe presentan niveles medianos y en algunos casos como el Fe y el Mn presentan contenidos bajos. Dicha situación es característica de las zonas costeras, debido a que por la presencia de arenas y continua lixiviación estas no tienen grandes contenidos de nutrientes (Gallego *et al.* 2003). Por otro lado el Zn por ejemplo es muy deficiente en suelos arenosos y en zonas donde el contenido de materia orgánica es muy pobre, situación similar en la zona más cercana del mar.

Asimismo, comparado con el estudio de Lindquist (2003) los valores son similares, donde se encuentra una diferencia significativa conforme la distancia mar-tierra aumenta, especialmente para el caso de hierro

Los micro elementos en la zonas costeras son al parecer escasos y por su condición limitante e interrelación con otros elementos pueden ser parte de los condicionantes para el desarrollo de especies flora en estas zonas; especialmente los micro elementos que bloquean la absorción de otros, si no están en un correcto balance. Tal es el caso de la relación de la escases de cinc y manganeso en suelos calcáreos (altos contenidos de calcio) por la elevación de pH debido a la producción de carbonatos al disociar el

carbonato de calcio. Asimismo la vegetación que se desarrolla en estas áreas son especies que se han adaptado a esta limitación de nutrientes lo que genera relaciones con micorrizas y/o retranslocando nutrientes desde partes senescentes a zonas de crecimiento (Gallego *et al.* 2003).

A nivel biológico del suelo, se puede atribuir a la estabilidad de los microorganismos en el suelo debido a que no hay no hay diferencias en las cantidades de materia orgánica. Ahora para los actinomicetos se puede indicar que el aumento de estos se puede atribuir a que en los ecosistemas terrestres, la salinidad conduce a una menor proliferación de actinomicetos relacionados de forma directa con la amonificación de la arginina, según Sánchez *et al.* (2012). Además de que para las zonas con pH entre 7-7,5 se propicia la proliferación de ellos, especialmente en suelos arenoso (Alexander 1961)

En términos generales podemos hablar de que los suelos útiles se desarrollan en paisajes aledaños a la zona de estudio generando meteorización y acumulaciones de sedimentos en las zonas costeras, esto provoca que la heterogeneidad topográfica y físico química del suelo a escalas del estudio dificultaron mucho el análisis especialmente los no edáficos a pesar de que si hay evidencia de que los cambios de suelo y su fertilidad afectan la distribución espacial de especies y su diversidad (Swaine,1996), pero probablemente sea que este tipo de variación florística se de en espacios más amplios como rescata Veblen *et al.* (2004)

7. CONCLUSIONES

1. La flora arbórea y arbustiva existente en los primeros 50 m de la franja costera es muy escasa. Se caracterizó por presentar en mayor cantidad árboles de mediano porte y pocos arbustos. La mayoría de las especies son características del bosque seco, deciduas y semideciduas. Además de halófilas y heliófitas durables. En total se registraron 25 especies de plantas pertenecientes a 18 familias; de las cuales ocho especies están en la zona más cercana al mar, 11 especies identificadas para las zonas medias y 13 para la zona más alejada del mar. Las familias de las Bombacaceae, Boraginaceae, Mimosoidae y Mirtaceae están presentes tanto en la zona A como en la zona C. Las Combretaceae solo se presentan en la zona A y B. Por otro lado las familias de las Cochlospermaceae, Caesalpinaceae y Malvaceae solo se encontraron en la zona media. Sin embargo esta zona también comparte especies con la zona más alejada las cuales son: Cappariaceae, Hippocrateaceae y Malpighiaceae. Para la zona más alejada son exclusivas las Papilionaceae y Menispermaceae. En las tres zonas, las familias de las Apocynaceae, las Euphorbiaceae y las Bignoneae estuvieron presentes.
2. La estructura vertical de la zona en estudio determinó que el bosque costero en general presenta muy pocos individuos jóvenes y la mayoría son medianamente maduros, indicando el deterioro del área. Asimismo presentó un bosque de porte bajo, con alturas irregulares en la clasificación diamétrica. No se presentaron patrones claros entre las diferentes distancias del estudio. En cuanto al IVI se vio una tendencia a que *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand y *Conocarpus erectus* L. estuvieron más presentes en las zonas cercanas al mar. Por otro lado para la distancia media las especies más abundantes fueron *Hippomane mancinella* L y *Conocarpus erectus* L., Para el caso de la zona más alejada del mar, *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand. dominó las parcelas y las especies de *Guazuma ulmifolia* Lam. e *Hippomane mancinella* L. fueron las más abundantes.
3. Los índices de diversidad indicaron ser zonas altamente dañadas; comparadas con zonas costeras similares. Es importante indicar que los índices revelaron una tendencia a aumentar conforme se aleja del mar, sin embargo el índice de similitud

de Jaccard indica que no hay diferencia en la diversidad arbórea y arbustiva entre distancias.

4. En general no se presentó un patrón de diversidad florística con forme se aleja del mar, sin embargo si existe una variación edáfica en la zona; que se explica mediante los cambios en las texturas de suelo conforme se alejan del mar, densidad aparente del suelo y especialmente con el pH, y el complejo de cambio del suelo entre ellos calcio, potasio, magnesio y sus relaciones catiónicas. Es importante detallar que es evidente un aumento en la fertilidad de los suelos con forme se aleja del mar, situación que se atribuyen al cambio de texturas del suelo a lo largo del transecto; especialmente un aumento de las partículas de menor tamaño (arcillas) lo que provoca un aumento de la capacidad de intercambio iónico del suelo y por lo tanto mayor disponibilidad de elementos esenciales para la vegetación. Sin embargo si es importante detallar que la capacidad de intercambio catiónico es el principal causante de desbalance nutricional en las áreas. En cualquiera de las áreas es importante tomar en cuenta que es un sistema frágil que si se altera el medio y cambia algunas de sus propiedades edáficas podrían verse afectadas especies florísticas de importancia ecológico.

8. RECOMENDACIONES

Aspectos técnicos para el desarrollo de un plan reforestación

a. Determinación de Alteraciones

Es importante determinar las principales causas de alteración de las zonas costeras para mitigar sus efectos y/o regular el uso adecuado del área de protección dentro de la ZMT, (acciones como chapias, quema y talas deben de ser eliminadas). Asimismo, se deben aplicar de forma efectiva la normativa regulatoria de la ZMT, en cuanto a usos y acceso del ser humano (los automotores en zonas de playa deben ser prohibidos). Las campañas de concientización ambiental deben de incluirse dentro de las actividades del plan de restauración, ya que por medio de estas se permitirá dar a conocer las principales amenazas de este tipo de ecosistema y la importancia de su conservación.

Por otro lado es importante participar activamente dentro de las actividades de los planes reguladores costeros y que por medio de estudios previos se podrán definir áreas importantes para la restauración costera; asimismo como áreas para un vivero comunitario en las zonas publica del área costera.

b. Zonificación de áreas públicas costeras

Se debe implementar una zonificación en el área para determinar áreas de camping, áreas de reforestación y zonas de recreo en las zonas públicas, para que pueda llevar a cabo un proceso de restauración exitoso. En zonas destinadas para restauración se debe restringir el paso de peatones o el estacionamiento. Si bien es cierto en los planes reguladores costeros esto debería estar incluido, muchas veces no se toma la importancia de hacer este tipo de acciones restaurativas en el área y solo se dejan protegidas aquellas áreas que cumplen con la ley forestal 7575, como por ejemplo, las desembocaduras de ríos que tengan características de manglar. Una vez definida el área de restauración esta debe de ser protegida físicamente para evitar que el paso de peatones obstaculice el desarrollado los mismos.

Estructuras como caminos de manera, puentes protectores de los bancos de arena, o cerramiento de las áreas dedicadas con el uso de cuerdas para la rehabilitación también deben de ser consideradas en el plan.

c. Proceso de rehabilitación

Una vez definida el área es necesario formar un banco de semillas de fuentes genéticas de las zonas, si bien es cierto los árboles que fenotípicamente tendría las condiciones ideales de ser semilleros ya han sido talados o son muy pocos en las zonas, por lo que es importante realizar una colecta de aquellos que tienen características de buenas a regulares, especialmente de los individuos que según los datos del estudio están presentes en la zona más cercana al mar. También es trascendental identificar los semilleros de fuentes que sean de zonas costeras ya que estos individuos tienen las características fenotípicas y genéticas ideales para que se desarrollen en estas condiciones.

Una vez formado el semillero, el proceso de viverización es importante ya en esta etapa el proceso de desarrollo de las plántulas debe estar bajo un ambiente similar al que va ser en su zona de desarrollo final.

El vivero deberá estar localizado en la zona costera, con el fin de desarrollar el almacigo bajo condiciones climáticas similares al área de siembra. El almacigo debe de estar expuesto a la luz solar diaria, sin sombras, ya que la exposición a las condiciones climáticas costeras permitirá que las plántulas se acondicionen a este tipo de microclima.

Dadas las condiciones identificadas en el campo, se ha determinado que el sustrato a utilizar debe contener al menos un 50 % de arena de playa, con el fin de que las plántulas desarrollen la capacidad de asimilar altas concentraciones de sales en el medio.

Dichas recomendaciones han en base a la experiencia de la comunidad de Junquillal junto con el Instituto Agroecológico EL Centro Verde en una reforestación costera realizada en el año 2009 en la zona pública de playa Junquillal centro.

Formado el almacigo, se debe hacer una clasificación de las especies según su fenología y su adaptabilidad a la cercanía al mar, donde aquellas con características

de ser especies halófilas deberán ir en la zona más cercana al mar y aquellas pertenecientes al grupo ecológico de heliófilas durables deberán ir en las zonas medias.

La diversidad de las especies debe ser amplia y ir de acuerdo a las características de la zona de reforestación; es decir se debe hacer un reconocimiento inicial de la ecología del área y determinar las especies y las condiciones. Para las zonas de Callejones, Venado y Marbella la lista de especies se puede observar en el cuadro 9. Es importante también tener en cuenta la cercanía de cuerpos de agua dulce, ya que la diversidad florística varía según estas condiciones, ya que pueden tener más características de zonas de manglar o zonas riverieñas.

Es importante no solo incluir especies arbóreas o arbustivas, las especies herbáceas o rastreras también juegan un rol importante contra la erosión de los bancos de arena de la playa, por lo que es importante considerar este tipo de especies, especialmente en las zonas más cercanas al mar (20 metros desde pleamar), ya que dichas especies son las constructoras de los bancos de arena (Gallego et al. 2003).

La reforestación deberá realizarse a inicios de la época lluviosa, tomando en cuenta realizar esta actividad entre los primeros meses lluviosos; ya que las tormentas o mareas altas son muy extremas y dificultaría el desarrollo de las plántulas. Se debe evitar un patrón regular de plantación y se debe adecuar la densidad de ésta a las características climáticas de cada región costera. Asimismo no utilizar ningún tipo de fertilizante sintético, preferiblemente utilizar del tipo orgánico como lombricompost o composta pero con información de su estado de mineralización y bajo las condiciones del bioproceso óptimo para su aprovechamiento, sobre todo para la eficiencia de los elementos esenciales, que sin lugar a dudas aportarán en gran medida la restauración de estas áreas y la sobrevivencia de muchas de las especies arbóreas.

d. Monitoreo las áreas de restauración

Dentro del programa de monitoreo de las áreas es trascendental mantener controlado el crecimiento de especies invasoras con el fin de proteger el desarrollo de las especies. Lo ideal en estos procesos de rehabilitación es no chapear aquellas especies nativas ya que la cobertura vegetal también juega un papel importante en

las primeras etapas de crecimiento y además de que existen especies herbáceas y rastreras que contribuyen a sostenimiento y la formación de estructuras en este tipo de suelos. Sin embargo si es necesario mantener controlado aquellas especies invasoras, especialmente las poaceas que han sido introducidas por los pobladores como especies de jardín. Dicha práctica se debe realizar de forma anual, hasta que los individuos tenga una altura de 1,5 m que le permita desarrollare con facilidad.

El primer año de rehabilitación es el vital, ya que este define que especies sobrevivieron, por lo que una vez concurrido este, es necesario realizar una replantación. Para esta actividad es necesario mantener un stock de plantas que tenga la edad promedio de las plántulas que están en el campo, ya que así no obstaculizamos el desarrollo a las nuevas plántulas que se transplantaron.

Asimismo es importante darle continuidad al estudio mediante:

- Un seguimiento a las parcelas establecidas para montar un monitoreo anual de la flora costera y su desarrollo en el paso del tiempo.
- Hacer una evaluación en una zona de bosque seco costero en una zona de reserva nacional con el fin de comparar los datos analizados en este estudio.
- Estudiar el comportamiento y la dinámica de la regeneración de la zona costera con el fin de entender los mecanismos de supervivencia de las especies costeras.
- Estudiar la dinámica de los suelos en las zonas costeras con el fin de dar propuestas de manejo y conservación de suelos para las zonas costeras, enfocados en la prevención de la erosión de la costa.
- Cuantificar las actividades antropogénicas que influyen potencialmente sobre la sobrevivencia de la flora especial, consideraba como bioindicadores de los ecosistemas.
- Valorar los daños de pérdida de las especies y el costo del servicio ecosistémico que puede representar la conservación de las áreas marítimo terrestre con flora especial

9. REFERENCIAS

- ACG (Área de Conservación Guanacaste, CR). Sector Bosque Tropical Seco - Santa ROSA (sf) (en línea) Consultado el 22 de abril del 2012. Disponible en: <http://www.acguanacaste.ac.cr/1999/educacion/sectorbs.html>
- Aguilar, V; Jiménez, F. 2009. Diversidad y distribución de palmas (Arecaceae) en tres fragmentos de bosque muy húmedo en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop* (en línea). vol.57, suppl.1 pp. 83-92. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442009000500008&script=sci_arttext
- Alexander, M.1961. *Introduction to soil microbiology*. Washintong, USA: John Wiley & sons, Inc..472p
- Araúz, M.; Vargas, E. 1993. Preliminary evaluation of olive ridley egg commerce from Ostional Wildlife Refuge, Costa Rica. *Marine Turtle Newsletter*. 63: 10-13.
- Barrientos, J.A. 2008. *Introducción a la estadística inferencial*. San José, CR: EUNED. 143 p.
- Bassey, G. 1997. Los recursos de Bahía Junquillal y otras áreas de importancia biológica para la ACG (en línea). *Rothschildia: Boletín informativo de la ACG* 4(1). Consultado 03 de Nov. 2008. Disponible en: <http://www.acguanacaste.ac.cr/rothschildia/v4n1/textos/junquillal.html>.
- Berger, J. 1990. *Environmental restoration: science and strategies for restoring the Earth*. Washington DC, US: Island Press. 400 p.
- Bertsh, F. 1987. *Manual para interpretar la fertilidad de lo suelos de Costa Rica*. Editorial UCR: San José, CR. 137 p.
- Carter, R. 1995. *Coastal environmental: an introduction to the physical, ecological and cultural environmental*. London, UK: Academy Press Limited. 355 p.
- Castillo, S; Casasola P. 1998. Análisis de la flora de dunas costeras del litoral atlántico de México. *Acta Botánica Mexicana*. 45: 55-80.
- Ceballos, C. 2004. Distribución de playas de anidación y áreas de alimentación de tortugas marinas y sus amenazas en el Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 33: 79-99.ia
- Cervantes, C.; Mojica, F.2003. *Manual de laboratorio de edafología*.Heredia, CR: EDUNA.81p.
- Chacón, D. 1999. Anidación de la tortuga *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) en playa Gandoca, Costa Rica (1990 a 1997). *Rev. Biol. Trop* 47: 225-236.
- CHANG R. 2006. *Principios esenciales de Química General*. Madrid: 4ª ed., McGraw-Hill. 408 p.

- Chang, R. 2006. Principios Esenciales de Química General, Cuarta edición. McGraw-Hill, Madrid,
- CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CH). 2008. Apéndices I, II y III. GEF-CITES (en línea). Consultado 10 de abril 2009. Disponible en <http://www.cites.org>.
- Clark D.B.2002. Los factores edáficos y la distribución de las plantas p 193-221. In M.R. Guariata & FG.H. Kattan (eds.) Ecología y conservación de bosques neotropicales.LUR, Cartago, Costa Rica.
- Colwell, R. K. 1997. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide), Versión 5.01. Consultado 11 de abril 2009. Disponible en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Conservación y restauración del matorral psamófilo / Julio Campo, Andrea Bacigalupe, Beatriz Costa, Gabriela
- Cortés, R. 1996. La formación de suelos sobre las dunas costeras. IV Reunión de geomorfología. Universidad de Málaga. (en línea). Consultado el 24 de abril del 2011. Disponible en: <http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/6261/1/CA-21-46.pdf>
- Costa Rica. 1996. Ley forestal 7575. San José, CR: Imprenta Nacional. 27 p
- Costa, M.; Boira, H. 1981. La vegetación costera valenciana: Los saladares. Anales Jard. Bot. Madrid 38 (1): 233-244.
- Curtis, J.T.; Mac Intosh, R. P: 1951. An upland forest continuum in the prairie forest boarder region of Wisconsin. Ecology 32(2): 476 – 496.
- Davy, A. J. y Figueroa, M. E. 1993. The colonization of strandlines. In Miles, J. y Walton, D.W. H. (eds.) Primary succession on land. Blackwell, Oxford: 113-131.
- Devlin,R. 1989. PLant fisiology. Reinhold, New York, 345p
- Di Rienzo, J.A; Casanoves, F; Balzarini M.G., González, L; Tablada, M; Robledo, C.W; InfoStat versión. 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (en línea) URL <http://www.infostat.com.ar>
- Duaber, E. 1995.Guía Practica y Teórica para el Diseño de un Inventario Forestal de Reconocimiento. Santa Cruz, BO: Proyecto BOLFOR. 24 p.
- Duran, R; Torres, W; Espejel, I. 2011. Vegetación de las dunas costeras. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucantán. Ecosistemas y comunitarios. CICY, PPD-FMAN, CONABIO, SEDUM. (en línea). Consultado el 22 de abril del 2012. Disponible en: <http://www.cicy.mx/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap3/04%20Vegetacion%20de%20dunas.pdf>
- Ecoplexity, 2010, (en línea).Measuring Canopy Cover. Consultado el 22 de abril del 2012. Disponible en: http://www.ecoplexity.org/sites/www.ecoplexity.org/files/Measuring_Canopy_CoverStudentInstructions%20Spanish_final_0.pdf

- Espejel, I. 1984. La vegetación de las dunas costeras de la península de Yucatán. I. análisis florístico del estado de Yucatán. *Biótica* 9:183-210 UICN 2011
- Finegan, B; Sabogal, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: un estudio de caso en Costa Rica (Partes I y II). *El Chasqui Costa Rica*. 17:3-24; 18:16-24.
- Fournier, M. L; Fonseca, A. 2006. Décimo tercer Informe del Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible: La zona marino-costera. Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, San José, CR. 37 p.
- Francia, G. 2004. Incidencia humana sobre la anidación de tortugas marinas: recolección de huevos y desarrollo urbano en playa Junquillal, Guanacaste, Costa Rica. Programa regional en manejo de vida silvestre para Mesoamérica y el Caribe, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. Sin publicar.
- Gallego, J; García, M. R; Ley, C. 2003. Restauración de dunares costeros. Universidad de Sevilla, ES: 16 p.
- Gilliespie, T.W.; Grijalva, A; Farris, C.N. 2000. Diversity, composition and structure of tropical dry forest in Central America. *Plant Ecology* 147:37-47.
- Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Garden* 75: 1-34.
- Godfrey, M; R. Barreto, and N. Mrosovsky. 1996. Estimating Past and Present Sex Ratios of Sea Turtles in Suriname. *Can.J. Zool.* 74:267-277.
- Hair, J. 1987. Medidas de la diversidad ecológica. p 283 - 290. In: Rodríguez T., R. (ed). *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. The Wildlife Society, Bethesda. Maryland, US. 703 p.
- Hartshorn, G. 1991. Plants: Introduction. *In* Janzen, D. 1991. *Historia natural de Costa Rica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 822 p.
- Hesp, P.A. 1991. Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes. *Journal of Arid Environment* 21 (2): 165-191.
- Hughes, C.E.; Styles, B.T. 1984. Exploration and seed collection of multipurpose dry zone trees in Central America. *The International Tree Crops Journal*. 3:1-31.
- IMN (Instituto Meteorológico nacional, CR). 2005. Clima en Costa Rica: Pacífico Norte (en línea). Consultado el 9 de Jun. 2009. Disponible en http://www.imn.ac.cr/educacion/climacr/pacifico_norte.htm
- INBio (Instituto Nacional de Biodiversidad, CR). 1998. *Manual de Plantas de Costa Rica*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia, CR. 125 p.
- Janzen, D. 1988. Tropical dry Forest: the most endangered major tropical ecosystem. In Wilson, E.O.; Peter, F.M. (Eds). *Biodiversity*. Washington D.C, E.E.U.U: National Academy Press. 521 p.
- Janzen, D. 1988b. Management of habitat fragments in tropical dry forest growth. *Ann.Mo. Bot. Gard.* 75:105-116.

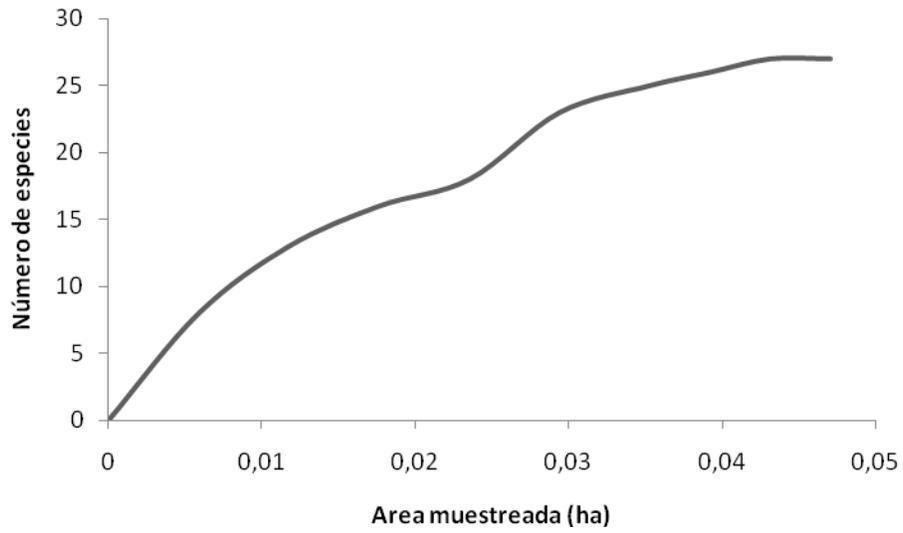
- Janzen, F.J. 1994. Vegetational Cover Predicts The Sex Ratio of Hatchling Turtles In Natural Nests. *Ecology*. 75 (6), 1593-1599.
- Jiménez, J.A. 1991. Structure and dynamics of mangrove forests along a flooding gradient. *Estuaries* 14(1):49-56.
- Jiménez, J; Soto, R. 1985. Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la costa pacífica de Costa Rica. *Rev. Bio. Trop.*33 (1):25-37.
- Kapelle, M. 2008. Diccionario de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad. INBio. 396 p.
- Kass, D. 1998. Fertilidad de Suelos. Editorial EUNED, San José, Costa Rica. 272 p.
- Koerselman, W. 1992. The nature of nutrient limitation in Dutch dune slacks. En Carter Curtis y Sheehy skeffington (eds) *Costal dunes*.189-199.
- Lechuga, C; Mendoza, R. 2010. Aportes atmosféricos y continentales de nitrógeno y fosforo a la zona costera de baja California SUR Electrónica. CIBNOR baja California SUR México (en línea). Consultado el 22 de abril del 2012. Disponible en: http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Resumen/CB/RO/CBO-06.pdf
- Leiva, J.A.; Mata, R.; Rocha O.J.; Gutiérrez M.V. 2009. Cronología de la regeneración del bosque tropical seco en Santa Rosa, Costa Rica. I. Características edáficas. *Rev. Biol. Trop.* 57:801-815
- Lemay, M. 1998. Manejo de los recursos costeros y marinos en América Latina y el Caribe. BID, Washington DC: USA. 71 p. Lemmon, P.E. 1957. A new instrument for measuring forest overstory density. *Journal of Forestry* 55 (9):667-669.
- León, S; Ballesteros, D; Lezama, M; López, I. y Pilcher, N. 2003. Estudio básico determinación de la pluma de sedimentación en la zona costera de la cuenca del Río San Juan. Formulación de un Plan estratégico de acción para la gestión integrada de los recursos hídricos y el desarrollo sostenible de la cuenca del río San Juan y su zona costera. Procuencia-San Juan. 136 p.
- Lindquist, E. S. 2003. Patterns of coastal composition, structure and recruitment, Costa Rica: Functions of an environmental gradient, seed rain distribution and crab predation pressure. Dissertation Ph D. Georgia, USA, University of Georgia. 188 p.
- Lloyd, M. y Guelardi, R. J. 1964. A table for calculating the equitability component of species diversity. *Jour. Anim. Ecol.* 33: 217-225.
- Manzanero, M. 2003. Guía metodológica para el levantamiento de parcelas permanentes en la concesión forestal de AFISAP. ACOFOP, Peten, HND. 17p
- McCune, B., and J.B. Grace. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. 300 p.
- McCune, B., and M.J. Mefford. 1999. *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4*. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. 237 p.

- Méndez, A; Picado, E.E. 2006. Análisis de tres estados sucesionales del bosque seco deciduo, desarrollado sobre campos agrícolas abandonados. Nanandarola, Nicaragua. 56 p.
- Miliarium.2002. Salinidad de los Suelo (en línea) Consultado el 22 de abril del 2012. Disponible en:
<http://www.miliarium.com/Proyectos/SuelosContaminados/Manuales/Salinidadsuelos.asp>
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR); PNMUNA(Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, MX). Geo Costa Rica: una perspectivas del Medio ambiente. UCR, San José, CR. 162 p.
- Moraes, C; Finegan, B; Kanninen, M; Delgado; Segura, M; (sf) Composición florística y estructura de bosques secundario en el municipio de San Carlos, Nicaragua .Revista Forestal Centroamericana. No 38. (en línea)
http://web.catie.ac.cr/informacion/rfca/rev38/com_tec7.htm
- Morera, A. 2002. Efecto de la reforestación con especies nativas sobre la recuperación de bosque, Cañas, Guanacaste, Costa Rica. p. 81. Fuente Original: FEDLMEIR, C. 1996.
- Núñez, J. 2000. Fundamentos de la edafología. EUNED: San José: CR. 1985.
- Nzunda, E. F; Griffiths, M. E; Lawes, M. J. 2007. Multi-stemmed trees in subtropical coastal dune forest: survival strategy in response to chronic disturbance. Journal of vegetation science 18: 693-700.
- Obando, V. 2007. Biodiversidad de Costa Rica en cifras. Heredia, CR: INBio. 26 p.
- Odum, E. P; Barrett, G. W. 2006. Fundamentos de Ecología. 5a ed. México, D. F: Thomson. 599 p.
- Orozco, L.; Brumér, C. 2002. Inventarios forestales para bosque latifoliados en América Centra. Turrialba, CR: CATIE. 264 p.
- Peña, M. 2006. Variación de las temperaturas de los nidos de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*, Eschscholtz) en Playa Ostional a lo largo de la playa, durante las épocas seca y lluviosa, y su influencia en la proporción de sexos y mortalidad de los huevos. Tesina Bach. Biol. San José, CR: Universidad Latina. 35
- Pizarro, F; Piedra, I; Bravo, J; Asch, J; Asch, C. 2004. Manual de procedimientos para el manejo de manglares en Costa Rica. Heredia, CR: EFUNA. 132 p.
- Poveda, L. J; Sánchez-Vindas, P.E. 1999. Árboles, Palmas, y Cactáceas Arborescentes del Pacífico Norte de Costa Rica (claves dendrológicas). San José, CR: EFUNA, 186 p
- Rojas, A. 2008. Sitio y situación de la zona marítimo terrestre del Pacífico y Caribe costarricense. Latinex: UCR, CR. Consultado el 07 de abril del 2012. Disponible en:
 Consultado el 07 de abril del 2012. Disponible en:
- Romero; León, J.L; Pérez, J.J; De la Cruz, G. 2006. Estructura y composición de la vegetación de la barra costera. (en línea). El Mogote, Baja California Rur, México.

- Boletín de la sociedad botánica de México, diciembre, numero 079 p. 21-32.
Consultado el 07 de abril del 2012. Disponible en:
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/577/57707903.pdf>
- Rosas, V; Fernández, J.A. 1998. Patrones espaciales de tamaño y mortalidad del roble en un bosque de litoral de Cantabria. *Osiris* 13: 79-90.
- Roth, L.C. 1992. Hurricanes and mangrove regeneration effects of hurricane Joan on Vegetation of Isla Venado. Bluefield, Nicaragua. *Biotropica* 24: 375-384.
- Salazar, S. 2002. Huracanes y biodiversidad costera tropical. *Rev. Trop.* 50 (2): 415-428.
- Salm, R.V; Clark, J.R; Siirila, E. 2000. Marine and Costal protected areas: a guide for planners and managers. 3 ed. Washington DC: UICN. 371p.
- Sanchez, L. E.; Paolini, J.; Rodríguez, J. P. Dinámica de las propiedades del suelo en bosques de *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) en Isla de Margarita, Venezuela. *Rev. biol. trop.*, San José, v. 58, n. 2, jun. 2010 .
- Sea Wind. 2007. Línea base de flora y vegetación: Proyecto parque eólico Monte redondo. Monte redondo, Chile: Arcadis Geotecnia.18 p.
- SINAC. 2006. Informe final. II. Por Área de conservación. Informe técnico 7. Proyecto Propuesta de ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad en Costa Rica. Grúas II. Enero 2007, San José, CR: SINAC. 217 p.
- Soberón, J; Llorente, J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.* 7: 480-488.
- Sparks, D.L. 1981. El químico del potasio en suelos arenoso. *Ciencia del suelo: revista de la potasa N5.* Berna Suiza. 1-7 p.
- Swaine,M.D.1996. Rainfall and soil fertility as factors limiting forest species distribution on Ghana. *Journal of Ecology* 84(3):419-428
- UICN (Unión internación para la conservación de la Naturaleza, CR). 2008. Lista de fauna de importancia para la conservación en Centroamérica y México: Listas rojas, listas oficiales y especies en Apéndices CITES. UICN-ORMA y WWF Centroamérica (en línea). Consultado el 27 de Jul. 2009. Disponible en www.uicn.org.
- Van Aarde, R.J; Wassenaar, T.D; Niemand, L.; Knowles, T; Ferreira, S.M. 2004. Coastal dune forest rehabilitation: a case study on rodent and bird assemblages in NorthernKwazulu-Natal, South Africa. In Martinez, M.L.; Psuty, N. Coastal sand dunes: ecology and restoration. South Africa. 103-115.
- Vargas, G.2001. Fitogeografía de ecosistemas secos de la meseta de ignimbritas de Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Biol. Tropical* V.49:1
- Veblen,T.; Kitzberger,T; Villalba,R. 2004. Nuevos paradigmas en ecología y su influencia sobre el conocimiento de la dinámica de los bosques del sur de Argentina y Chile. Universidad de Colorado: USA (en línea). Consultado el 18 de agosto del 2012. Disponible en: <http://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Veblen-et-al-.pdf>

- Vega, C.L.; Gallego, J.B; Pascual, C.V. 2007. Manual de restauración costera. Cantabria, ES: Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas. 231 p.
- Young, A. 1976. Tropical Soils and Soils Survey. Cambridge University Press. England. 468 p
- Zamora, N. 2008. Unidades fitogeográficas para la clasificación de ecosistemas terrestres en Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente/no.54: 14-20
- Zamora, N.; González J. & Poveda, L. J. 1999. Árboles y Arbustos del Bosque Seco de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.

10. ANEXOS



A 1. Curva de acumulación de especies lograda en el área de estudio

A 2. Gremio ecológico según la especie encontrada en su distancia con respecto al mar

Distancia con respecto al mar	Familia	Especie	Gremio ecológico	Autores
A	Bombacaceae	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand.	HD	Moraes sf
	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	?	
	Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i> L.	HD	Moraes sf
	Myrtaceae	<i>Eugenia hiraefolia</i> Standl.	?	
	Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella</i> L.	?	
	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	?	
	Fabaceae/Mimosoideae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	?	
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standley	HD	Moraes sf
B	Fabaceae/Caesalpinioidea	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	?	
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	HD	Moraes sf
	Capparidaceae	<i>Capparis</i> sp.		
	Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	HD	Moraes sf
	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	?	
	Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	HD	Finegan y Sabogal 1988
	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	HD	Moraes sf
	Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella</i> L.		
	Malvaceae	<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sesse ex DC.) Mart.	D	Moraes sf
	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.		
	Hippocrateaceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	HE	
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC	HD	Moraes sf
	Sterculiaceae	<i>Waltheria indica</i> L.		
C	Fabaceae/Mimosoideae	<i>Acacia</i> sp.	?	
	Bombacaceae	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand.	HD	Moraes sf
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	HD	Moraes sf
	Capparidaceae	<i>Capparis odoratissima</i> Jacq.	?	

Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i> L.	HD	Moraes sf
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	?	
Myrtaceae	<i>Eugenia hiraefolia</i> Standl.	?	
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	E	Moraes sf
Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella</i> L.	?	
Fabaceae/Pap.	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl.	HD	Moraes sf
Menispermaceae	<i>Hyperbaena tonduzii</i> Diels	?	
Fabaceae/Pap.	<i>Lonchocarpus costaricensis</i> (Donn. Sm.) Pittier	?	
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	E	Moraes sf
Hippocrateaceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	?	
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standley	HD	Moraes sf
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC	HD	Moraes sf
Apocynaceae	<i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A. DC.	?	

*Distancia con respecto al mar: A) 3,5 m B) 18,5 m C) 32,5 m.

A 3. Análisis de Varianza entre playas de cada una de las variables a medir en el estudio,
 Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, Enero 2011

Variable	f	p
Densidad arbórea	4,60	0,06
Densidad aparente del suelo	0,38	0,69
Arcilla	1,50	0,25
Arena	2,15	0,15
Limo	2,05	0,16
pH	0,57	0,6
Acidez	0,06	0,93
Ca	0,36	0,70
Mg	1,45	0,26
K	5,48	0,06
Cu	0,35	0,71
Zn	1,42	0,27
Mn	1,99	0,17
Fe	1,15	0,34
ClCe	0,52	0,60
Ca/Mg	2,21	0,14
Ca/k	0,03	0,96
Mg/K	0,03	0,96
Ca+Mg/K	0,18	0,84

11. GLOSARIO

Agua salobre: Agua con una mediana concentración de sales. Generalmente se encuentra en la zona donde confluyen las aguas de los ríos y las aguas saladas frente la costa (Kapelle 2008).

Ambiente natural: Ambiente conformado por todo aquello que no ha sido creado ni modificado por el ser humano (Kapelle 2008).

Amortiguamiento: Proceso lento y continuado de restablecimiento de las características originales de un ecosistema por medio de técnicas de manejo que copian los de sucesión natural (Kapelle 2008).

Análisis de varianza: Estadística. Técnica de análisis numérico cuantitativo que se utiliza para establecer la relación de la variabilidad dentro de una muestra con la variabilidad entre las diferentes muestras del estudio (Kapelle 2008).

Análisis no paramétrico: Estadística. Técnicas de interferencia estadística que no hacen suposiciones acerca de los parámetros de una población. Incluye, entre otras, las pruebas Chi-cuadrado, de los signos y de Kolmogorov-Smirnov (Kapelle 2008).

Antropogénico: Que es de origen o provocado por la acción humana (Kapelle 2008).

Arbusto: Planta perenne, con tallo lignificado, usualmente ramificado en la base y con menos de 5 metros de altura (Kapelle 2008).

Banco de germoplasma: Colección de material genético, que comprende la base física de las calidades hereditarias de los organismos (Kapelle 2008).

Bosque deciduo: Bosque que pierde totalmente su follaje durante una parte del año. Muchas veces presente en zonas tropicales secas y zonas templadas frías. La pérdida de las hojas (caducidad foliar) es una adaptación a la estación desagradable (Kapelle 2008).

Bosque remanente. Parche de bosque presente después de la fragmentación causada por el ser humano (Kapelle 2008).

Bosque seco. Bosque tropical en una región que tiene alrededor de seis meses de sequía al año (Kapelle 2008).

Bosque secundario. Bosque que se encuentra en proceso de regeneración natural después de una tala total, quema u otra actividad de conversión de la tierra, sin que se haya recuperado completamente (Kapelle 2008).

Colección botánica. Muestra de plantas recolectadas en el sitio donde crecen para ser depositadas en un herbario (Kapelle 2008).

Conservación de germoplasma. Conjunto de actividades relacionadas con el mantenimiento del acervo génico de una o varias especies (Kapelle 2008).

Ecorregión. Área de tierra y agua relativamente extensa. Contiene agrupaciones geográficamente distintas de comunidades naturales que comparten entre sí la gran mayoría de sus especies, así como las dinámicas y condiciones ambientales y que funcionan efectivamente en conjunto como una unidad de conservación a escalas global y continental (Kapelle 2008).

Ecosistema marino-costero. Ecosistema formado a la orilla del mar (costero) y mar adentro (marino) (Kapelle 2008).

Edáfico. Relativo a las características físicas, químicas, biológicas y ambientales de un suelo (Kapelle 2008)

Fustal: corresponde a individuos leñosos y perennes con un diámetro ≥ 10 cm.

Halófila. Planta que tolera terrenos o aguas abundantes en sales (Kapelle 2008)

Impacto humano. Grado (origen, intensidad y frecuencia) de alteración debido a la actividad humana. Se distinguen las variables estado, influencia actual y uso actual de la tierra (Kapelle 2008).

Latizal bajo: corresponde a individuos con diámetros de ≤ 5 cm.

Latizal alto: corresponde a plantas con diámetro entre 5 y 9.9 cm.

Muestreo aleatorio. Procedimiento mediante el cual los elementos de una muestra se seleccionan mediante extracciones al azar (Kapelle 2008).

Recuperación ecológica: Proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido (Kapelle 2008).

Roquedal: Lugar abundante en rocas (Kapelle 2008).

Uso de la tierra: Acondicionamiento y desarrollo de diferentes tipos de zonas terrestres para una gran variedad de aprovechamientos (Kapelle 2008).

Xerófila: Planta que habita en regiones con prevalencia de sequía (Kapelle 2008).