



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

PORTADA

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA
VEGETACIÓN EN HUMEDALES DE SANTAY BAJO
DOS NIVELES DE PERTURBACIÓN”
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL DE CAMPO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AMBIENTAL

**AUTOR
SANTANDER MOREIRA ROGERS XAVIER**

**TUTOR
PhD. HERNÁNDEZ ROSAS JOSÉ IBRAHIN**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, HERNÁNDEZ ROSAS JOSÉ IBRAHIN, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN EN HUMEDALES DE SANTAY BAJO DOS NIVELES DE PERTURBACIÓN”, realizado por el estudiante SANTANDER MOREIRA ROGERS XAVIER; con cédula de identidad N° 0951782580 de la carrera INGENIERIA AMBIENTAL, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Guayaquil, 26 de noviembre del 2020



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN EN HUMEDALES DE SANTAY BAJO DOS NIVELES DE PERTURBACIÓN”, realizado por el estudiante SANTANDER MOREIRA ROGERS XAVIER, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. JORGE CORONEL QUEVEDO, M.SC.
PRESIDENTE

ING DIEGO MUÑOZ NARANJO, M.SC
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING ALEX ORTEGA VÉLEZ, M.SC
EXAMINADOR PRINCIPAL

PHD. JOSÉ HERNÁNDEZ ROSAS
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 26 de noviembre del 2020

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado con profundo amor y sacrificio, a Dios quien me dio todo y a mis padres quienes siempre me impulsaron y motivaron a seguir adelante en mi carrera universitaria dándome la fortaleza necesaria para cumplir con esta meta de vida.

Agradecimiento

Agradecimientos a mi profesor y tutor de tesis José Hernández Rosas por su enseñanza, y guía, para el desarrollo de este proyecto; a mi hermano Fabio Dueñas Moreira y al personal del MAE en el Área Nacional de Recreación Isla Santay quienes me apoyaron en el trabajo de investigación de campo.

Por último pero no menos importante, agradezco a la Universidad Agraria del Ecuador, por haberme brindado la oportunidad de aprender y desarrollarme como profesional en el tiempo ameno que fui estudiante.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo SANTANDER MOREIRA ROGERS XAVIER, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN EN HUMEDALES DE SANTAY BAJO DOS NIVELES DE PERTURBACIÓN” para optar el título de INGENIERO AMBIENTAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 26 de noviembre del 2020

SANTANDER MOREIRA ROGERS XAVIER
C.I. 0951782580

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	13
Resumen	15
Abstract.....	16
1 Introducción	17
1.1 Antecedentes del problema	18
1.2 Planteamiento y formulación del problema	20
1.2.1 Planteamiento del problema.....	20
1.2.2 Formulación del problema.....	20
1.3 Justificación de la investigación	21
1.4 Delimitación de la investigación.....	21
1.5 Objetivo general	22
1.6 Objetivos específicos	22
1.7 Hipótesis.....	22
2 Marco teórico	23
2.1 Estado del arte	23
2.2 Bases teóricas.....	25
2.2.1 Definiciones ecológicas.....	25
2.2.1.1 Variables e índices ecológicos	25
2.2.1.2 Trabajo de campo.....	26
2.2.1.3 Términos botánicos	27
2.2.1.4 Ecosistema de humedales.....	30
2.2.1.5 Formas de vida (Criterio de Raunkiaer).....	30
2.2.1.6 Caracterización foliar (tipo y tamaño de hojas).....	32

2.2.2	Humedales y su función ecológica	32
2.2.3	Vegetación de los humedales.....	34
2.2.4	Importancia de los manglares	35
2.2.5	Convención Ramsar de los humedales	39
2.3	Marco legal	40
2.3.1	Ley de la Constitución de la República del Ecuador	40
2.3.2	Convenios internacionales	41
2.3.3	Código Orgánico del Ambiente	42
3	Materiales y métodos	46
3.1	Enfoque de la investigación.....	46
3.1.1	Tipo de investigación	46
3.1.2	Diseño de investigación.....	46
3.2	Metodología	46
3.2.1	Variables.....	46
3.2.1.1	Variables independientes	46
3.2.1.2	Variables dependientes	47
3.2.2	Recolección de datos.....	48
3.2.2.1	Recursos	48
3.2.2.2	Métodos y técnicas	48
3.2.2.2.1	Unidades de muestreo	48
3.2.2.2.2	Recolección de datos en el campo.....	50
3.2.2.2.3	Herbario de las especies de vegetación.....	51
3.2.2.2.4	Características físicas y biológicas en la vegetación	52
3.2.2.2.5	Diagrama de flujo para determinar las características de la vegetación en humedales de Santay.....	59
3.2.2.2.6	Descripción del diagrama de flujo para determinar las características de la vegetación en humedales de Santay.....	59
3.2.3	Análisis estadístico	60
3.2.3.1	Test no paramétricos: U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis ..	61
3.2.3.1.1	Procedimiento del cálculo en el test no paramétrico de U de Mann-Whitney:	62
3.2.3.1.2	Procedimiento del cálculo en el test no paramétrico de Kruskal-Wallis	63
4	Resultados	65

4.1	Identificación del listado de las especies de plantas de la vegetación, presente en las áreas bajo diferentes niveles de perturbación en isla Santay.	65
4.1.1	Especies de plantas identificadas en el área de muestreo del bosque de manglar en el humedal de Santay	65
4.1.2	Especies de plantas identificadas en el área de muestreo del bosque de palmas en el humedal de Santay	66
4.2	Estimación de la abundancia, densidad, frecuencia y cobertura, tanto absoluta como relativa de la vegetación presente en las áreas de bosque de manglar y bosque de palmas en isla Santay.	68
4.2.1	Abundancia	68
4.2.1.1	Abundancia en área de bosque de manglar	68
4.2.1.2	Abundancia en área de bosque de palmas	69
4.2.1	Densidad	71
4.2.1.1	Densidad en área de bosque de manglar	71
4.2.1.2	Densidad en área de bosque de palmas	71
4.2.2	Cobertura	72
4.2.2.1	Cobertura en bosque de manglar	72
4.2.2.2	Cobertura en área de bosque de palmas	73
4.2.3	Frecuencia	74
4.2.3.1	Frecuencia en área de bosque de manglar	74
4.2.3.2	Frecuencia en área de bosque de palmas	75
4.3	Determinación del valor de importancia, diversidad, riqueza, equidad, dispersión y estructura de vegetación en las áreas de bosque de manglar y bosque de palmas en isla Santay.	76
4.3.1	Índice de valor de importancia IVI	76
4.3.1.1	Índice de Valor de Importancia en bosque de manglar	76
4.3.1.2	Índice de Valor de Importancia en bosque de palmas	77
4.3.2	Diversidad, Riqueza y Equidad	78
4.3.2.1	Diversidad, riqueza y equidad en Bosque de Manglar	78
4.3.2.2	Diversidad, riqueza y equidad en bosque de Palmas	81
4.3.3	Estructura	83
4.3.3.1	Estructura horizontal	83
I.	Bosque de manglar	83
II.	Bosque de palmas	84

4.3.3.2 Estructura vertical	85
I. Estrato inferior	85
I. Estrato medio	86
I. Estrato superior	87
4.3.3.3 Perfiles de la vegetación.....	87
I. Perfil de vegetación del bosque de manglar	88
II. Perfil de vegetación del bosque de palmas	89
4.3.3.4 Formas de vida y hábitos de crecimiento	90
4.3.3.5 Tipo y tamaño de las hojas.....	94
4.3.4 Dispersión	97
4.3.4.1 Dispersión en bosque de manglar	97
4.3.4.2 Dispersión en bosque de palmas	98
4.4 Análisis estadístico inferencial	99
I. Variable abundancia	99
III. Variable cobertura	102
IV. Variable frecuencia	103
V. Variable altura de la vegetación.....	105
5 Discusión.....	108
6 Conclusiones	115
7 Recomendaciones	117
8 Bibliografía	118
9 Anexos.....	125
9.1 Figuras	125
9.2 Tablas.....	129

Índice de tablas

Tabla 1. Áreas para el muestreo de la vegetación de humedales de Santay.....	49
Tabla 2. Especies monitoreadas en la parcela de bosque de Manglar	66
Tabla 3. Especies monitoreadas en la parcela de bosque de palmas.....	67
Tabla 4. Índices de diversidad del bosque de manglar	78
Tabla 5. Índice de riqueza del bosque de manglar.....	79
Tabla 6. Índices de equidad del bosque de manglar	80
Tabla 7. Índices de diversidad del bosque de palmas.....	81
Tabla 8. Índices de riqueza del bosque de palmas	82
Tabla 9. Índices de equidad del bosque de palmas	82
Tabla 10. Dispersión mediante el Índice de Morisita y su interpretación en el bosque de manglar.....	97
Tabla 11. Dispersión mediante el Índice de Morisita y su interpretación en el bosque de palmas	98
Tabla 12. Comparación de la variable abundancia de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney	100
Tabla 13. Comparación de la variable abundancia de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis	100
Tabla 14. Comparación de la variable densidad de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney	101
Tabla 15. Comparación de la variable densidad de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis	101
Tabla 16. Comparación de la variable cobertura de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney	102
Tabla 17. Comparación de la variable cobertura de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis	103
Tabla 18. Comparación de la variable frecuencia de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney	104
Tabla 19. Comparación de la variable frecuencia de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis	104
Tabla 20. Comparación de la variable altura de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney	105

Tabla 21. Comparación de la variable altura de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis	106
Tabla 22. Comparación de la variable área basal de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney	107
Tabla 23. Comparación de la variable área basal de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis	107
Tabla 24. Abundancia, densidad, frecuencia y cobertura absolutas del bosque de Manglar	129
Tabla 25. Abundancia, densidad, frecuencia y cobertura relativas del bosque de Manglar	130
Tabla 26. Abundancia, densidad, frecuencia y cobertura absolutas del bosque de palmas.....	131
Tabla 27. Abundancia, densidad, frecuencia y cobertura relativas del bosque de palmas.....	132
Tabla 28. Tamaño, tipo y forma de las hojas encontradas en el bosque de manglar y palmas.....	133
Tabla 29. Índice de valor de importancia en el Bosque de Manglar	134
Tabla 30. Índice de valor de importancia en el Bosque de palmas	134
Tabla 31. Clases de área basal en el bosque de manglar y bosque de palmas.	134
Tabla 32. Clases de altura en el bosque de manglar y bosque de palmas	135

Índice de figuras

Figura 1. . Diagrama de flujo para determinar las características de la vegetación en humedales de Santay bajo dos niveles de perturbación.	59
Figura 2. Abundancia de individuos de especies en área de bosque de manglar.....	69
Figura 3. Abundancia de individuos de especies en área de bosque de palmas	70
Figura 4. Densidad relativa de vegetación en área de bosque de manglar.....	71
Figura 5. Densidad relativa de vegetación en área de bosque de palmas	72
Figura 6. Cobertura relativa de vegetación en área de bosque de manglar	73
Figura 7. Cobertura relativa de vegetación en área de bosque de palmas	74
Figura 8. Frecuencia relativa de vegetación en área de bosque de manglar	75
Figura 9. Frecuencia relativa de vegetación en área de bosque de palmas	76
Figura 10. IVI de vegetación en área de bosque de manglar	77
Figura 11. IVI de vegetación en área de bosque de palmas	78
Figura 12. Índices de Diversidad en bosque de manglar	79
Figura 13. Índice de riqueza en bosque de manglar	80
Figura 14. Índices de equidad en bosque de manglar.....	80
Figura 15. Índices de Diversidad en bosque de palmas.....	81
Figura 16. Índice de riqueza en bosque de palmas.....	82
Figura 17. Índices de equidad en bosque de palmas	83
Figura 18. Área basal del Bosque de manglar	84
Figura 19. Área basal del Bosque de palmas.....	85
Figura 20. Alturas en el estrato inferior del bosque de manglar y palmas.....	85
Figura 21. Alturas en el estrato medio del bosque de manglar y palmas	86
Figura 22. Alturas en el estrato superior del bosque de manglar y palmas.....	87
Figura 23. Simbología de las especies de plantas representadas en los perfiles de vegetación.....	88
Figura 24. Perfil de la vegetación en bosque de manglar	89
Figura 25. Perfil de la vegetación en bosque de palmas.....	90
Figura 26. Espectro de forma de vida de la vegetación en Bosque de manglar .	91
Figura 27. Espectro de hábitos de crecimiento de la vegetación en Bosque de manglar	92
Figura 28. Espectro de forma de vida de la vegetación en Bosque de palmas...	93
Figura 29. Espectro de hábitos de crecimiento de la vegetación en Bosque de palmas.....	94
Figura 30. Espectro de tamaño de hojas de especies de plantas encontradas en el humedal de Santay.....	95
Figura 31. Espectro de tipo y arreglos de hojas de las especies de plantas encontradas en humedales de Santay	96
Figura 32. Espectro de tipo de Ápice y base de la hoja de las especies de plantas encontradas en humedales de Santay	97
Figura 33. Cobertura vegetal de Santay del año 2016 y tipo de muestreo.....	125
Figura 34. Representación de parcelas de muestreo del Bosque de Manglar ..	125
Figura 35. Representación de parcelas de muestreo del Bosque de Palmas ...	126

Figura 36. Uso idóneo de la cinta diamétrica.	126
Figura 37. Bosque de palmas en el humedal de Santay	127
Figura 38. Bosque de manglar en el humedal de Santay.....	127
Figura 39. Especies en bosque de manglar y bosque de palmas	128
Figura 40. Herbario de las especies de plantas encontradas en las áreas de muestreo	128

Resumen

Los humedales son ecosistemas muy importantes por los servicios que proporcionan para la población mundial. En el humedal Ramsar Isla Santay se estudió las características de la vegetación del humedal de manglar y el humedal de palmas. El objetivo principal fue evaluar las características físicas y biológicas bajo dos niveles de posible perturbación, uno con una mínima abundancia de *Roystonea oleracea* (bosque de manglar) y otro con una alta abundancia de *Roystonea olearcea* (bosque de palmas), mediante muestreo aleatorio estratificado en un área de 0,5ha para cada bosque. Dentro del bosque de manglar se pudo identificar solamente 6 especies de plantas, donde *Rhizophora mangle* es la especie más importante con mayor densidad, frecuencia y cobertura en dicha área. En el área del bosque de palmas se pudo identificar solo 5 especies con una densidad, frecuencia y cobertura, destacando a *Roystonea oleracea*, sobre todo en el estrato superior, haciéndola la especie más importante. Se determinó que los dos bosques presentan baja diversidad, riqueza y equidad de especies en los índices calculados respectivamente. Además la estructura de la vegetación determina que los dos bosques son ecosistemas maduros, donde predomina el estrato superior representados por *R mangle* (bosque de manglar) y *R oleracea* (bosque de palmas). El humedal de Santay presenta una perturbación antropogénica debido a las actividades agrícolas y ganaderas cuando la Isla Santay no formaba parte del Sistema Nacional de Áreas protegidas, lo cual representa que se encuentre en un proceso de sucesión secundaria, por lo que este estudio aporta datos importantes para su gestión y conservación.

Palabras claves: abundancia, densidad, frecuencia, cobertura, humedal, importancia, diversidad, equidad, riqueza, estructura, perturbación

Abstract

Wetlands are very important ecosystems for the services they provide for the world's population. In The Ramsar Santay Island Wetland the characteristics of the vegetation were studied in the mangrove wetland and in the palms wetland. The main objective was to evaluate the physical and biological characteristics under two levels of disturbance, one with a low abundance of *Roystonea oleracea* (mangrove forest) and another with a high abundance of *Roystonea olearcea* (palm forest), through stratified random sampling in an area of 0.5ha for each forest. Within the chosen mangrove forest for the study, only 6 species of plants could be identified, where *Rhizophora mangle* is the most important species with the highest density, frequency and coverage in that area. In the area of the palm forest, only 5 species could be identified with an outstanding density, frequency and coverage of *Roystonea oleracea*, especially in the upper stratum, making it the most important species. It was determined that the two forests present low diversity, richness and equity of species in the indices calculated respectively. In addition, the structure of the vegetation determines that the two forests are mature ecosystems, where the upper stratum predominates represented by *R mangrove* (mangrove forest) and *R oleracea* (palm forest). The Santay wetland presents an anthropogenic disturbance due to agricultural and livestock activities when Santay Island was not part of the National System of Protected Areas, which represents that it is in a process of secondary succession, so this study provides important data for their management and conservation.

Keywords: abundance, density, frequency, coverage, wetland, importance, diversity, equity, richness, structure, disturbance.

1 Introducción

En el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) se enmarcaron tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. El CDB es considerado como el instrumento fundamental para alcanzar un desarrollo sostenible (Organización de Naciones Unidas, 1992).

El Ecuador es un país reconocido a nivel mundial por tener el mayor número de especies por unidad de área que cualquier otra nación, por la riqueza de especies que cuenta sus grupos taxonómicos, se puede recalcar que el país se encuentra entre los 17 más biodiversos del planeta (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016).

Según Lot, Zepeda y Mora (2015), las vegetaciones de los humedales se clasifican a partir de dos grandes conjuntos: las formaciones leñosas que son comunidades con elementos arbóreos y arborescentes dominantes que se adaptan a condiciones edáficas de drenaje deficiente y las formaciones herbáceas que son todas plantas hidrófitas o también denominadas plantas vasculares acuáticas estrictas.

La presente investigación pretende determinar las características de la vegetación en el humedal de manglar de Isla Santay, el cual es un manglar ribereño situado a lo largo del Río Guayas. Se evaluarán las características de la vegetación bajo dos condiciones de intervención, la primera con la menor intervención, refiriéndose como condición natural determinado por el bosque de manglar y la segunda con un alto grado de intervención, determinado por la presencia de una alta densidad de palma imperial (*Roystonea oleracea*) o bosque de palmas.

1.1 Antecedentes del problema

Según Food and Agriculture Organization (2010) los bosques primarios ostentan el treinta y seis por ciento de todos los bosques a nivel mundial pero han disminuido su extensión en más de 40 millones de hectáreas desde el año 2000, teniendo una pérdida en su área del 0.4 por ciento anual, siendo la causa principal la reclasificación de los bosques primarios a bosques regenerados naturalmente por la extracción selectiva de madera y otras injerencias humanas.

Desde el año 1990 hasta 2015 los bosques se han reducido con una tasa anual de 0,13 por ciento, un área similar a la de Sudáfrica, que representa una pérdida neta de bosque de 129 millones de hectáreas (ha), con 4 128 millones de ha de bosque en 1990; a 3 999 millones de ha en 2015. A escala global el bosque natural ha disminuido de 10,6 millones de hectáreas por año en la década de 1990 a un 6,5 millones de hectáreas por año desde 2010 hasta 2015, teniendo a América del Sur y África como las regiones que registraron la mayor pérdida de bosque natural, le siguen Asia, América Central y América del Norte (FAO, 2016).

La isla Santay es considerada Área Protegida del Ecuador con 2214 hectáreas por el Ministerio del Ambiente desde el año 2010, según el Acuerdo Ministerial N° 21 designándola Área Nacional de Recreación, siendo parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP); se encuentra ubicada entre los cantones Guayaquil y Duran en el curso del Río Guayas considerada el pulmón de estas dos urbes. También se le acredita la denominación de Humedal Ramsar N° 1041 desde octubre del 2000, cuenta con una extensión total de 4705 hectáreas constituida por terrenos planos aluviales con depósitos fluvio-marinos y halófilos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2011).

En el Área Nacional de Recreación Isla Santay se presenta una gran diversidad biológica, en lo que respecta a flora, posee aproximadamente 65 especies con 42 familias florísticas registradas, donde destacan Mimosaceae, Poaceae, Arecaceae, Combretaceae y Cucurbitaceae. Datos que confirman la importancia de realizar acciones que promuevan la sustentabilidad y conservación del ecosistema (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2011).

Considerando las funciones ecológicas del humedal Ramsar Isla Santay, como medio de valor económico, cultural, científico y recreativo para la sociedad, se han realizado diferentes estudios que han documentado la vegetación de esta área protegida, como en el Plan de Manejo del Área Nacional de Recreación Isla Santay y Gallo elaborado por el MAE en el año 2011 y la descripción de la flora representativa del Área Nacional de Recreación Isla Santay (ANRIS) en agosto del 2010 (Trejo & Lavayen, 2010).

Según Zucaratto y Pires, (2014) *Roystonea oleracea* es una especie invasora que puede dispersarse naturalmente a gran distancia en áreas inundables naturales, la cual tiene como repercusión la reducción de la riqueza de especies de plantas y desplazamiento de especies nativas.

En lo que respecta a la parte continental del territorio ecuatoriano la palma *Roystonea oleracea*, nativa de la región del caribe conocida comúnmente como palma imperial o chaguaramo, fue introducida como planta ornamental a lo largo de la región costa. En el Humedal Ramsar Isla Santay, *R oleracea* conserva poblaciones autosustentables, con 5316 individuos adultos, ocupando un área aproximada de 43.1 ha, donde se visualizaron espacios con alta y baja densidad de palma (Herrera et al., 2017).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Las actividades humanas están alterando la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, en este caso la invasión de especies exóticas en los entornos naturales, las cuales en muchos casos reducen las especies de plantas locales, alcanzando una alta abundancia que influye en la biodiversidad de plantas locales, aumentando la productividad del entorno y la alteración de la tasa del ciclo de nutrientes, generando impactos sobre los servicios del ecosistema y el bienestar humano (Vila et al., 2011).

En la Isla Santay la especie exótica *Roystonea oleracea* muestra evidencias de ser muy invasiva lo que ocasiona que se sitúe en áreas de humedales, donde encuentra un hábitat propicio para desarrollarse y donde deberían predominar especies nativas de vegetación autóctona del humedal. Bajo ese contexto en la presente investigación se determinará el grado de impacto que ocasiona *R oleracea* sobre la vegetación del humedal, bajo dos condiciones, una con alta influencia de perturbación humana (bosque de palmas) y otra de baja influencia de perturbación humana (bosque de manglar)

1.2.2 Formulación del problema

Por todo lo anterior acotado se formula la siguiente interrogante:

¿Cuáles son las alteraciones de las características de la vegetación natural de los humedales de la Isla Santay por la introducción de especies exóticas como *Roystonea oleracea*?

Resolver esta interrogante sin duda formará una línea base de relevancia científica sobre la situación ecológica de la vegetación en humedales de Santay, área nacional protegida del Ecuador.

1.3 Justificación de la investigación

La Isla Santay y Gallo es un Área Nacional de Recreación y por ende es de gran relevancia por ser un recurso turístico, científico, histórico y cultural, además que cuenta con la declaratoria de Humedal Ramsar, título que la sitúa de importancia mundial, de ahí radica que se realicen investigaciones que fomenten su conservación.

Según Ramsar (2015) los humedales son ecosistemas imprescindibles por sus beneficios o servicios ambientales que brindan a la humanidad, como fuentes de suministros de agua dulce, alimentos, materia prima y biodiversidad, también como punto de turismo, mitigación del cambio climático e inundaciones, inspiración espiritual y cultural.

Las causas principales de la pérdida de humedales son la agricultura no sostenible, la silvicultura y las industrias extractivas, efectos del crecimiento demográfico, cambios del uso de tierra y especies exóticas invasoras. Reducir las presiones sobre los humedales es un tema necesario para hacer frente a estos factores, además de limitar y mitigar sus impactos para la planificación y toma de decisiones es ineludible medir y valorar los recursos y beneficios que ofrecen los humedales e impulsar que la sociedad los entienda (Ramsar, 2015).

La investigación que se realizó en este proyecto proporcionará datos de valiosa importancia para el manejo y control de la vegetación en el humedal de Santay, para facilitar el desarrollo de planes y estrategias para la conservación de la biodiversidad del Área Nacional de Recreación.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Humedal RAMSAR Isla Santay, Guayas.
- **Tiempo:** Cuatro meses

- **Población:** Especies vegetación de los humedales de Santay como contribución de conocimiento al levantamiento de flora de la zona 8.

1.5 Objetivo general

Evaluar las características físicas y biológicas de la vegetación del bosque de manglar y bosque con alta densidad de *Roystonea oleracea*, mediante el análisis de la vegetación para la determinación del impacto de un organismo exótico sobre la vegetación del humedal de manglar de la isla Santay.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar el listado de las especies de plantas de la vegetación, presente en las áreas bajo diferentes niveles de perturbación en isla Santay.
- Estimar la abundancia, densidad, frecuencia y cobertura, tanto absoluta como relativa de la vegetación presente en las áreas de bosque de manglar y bosque de palmas en isla Santay.
- Determinar el valor de importancia, diversidad, riqueza, equidad, dispersión y estructura (arreglo espacial vertical y horizontal) de vegetación en las áreas de bosque de manglar y bosque de palmas en isla Santay.

1.7 Hipótesis

La mayor complejidad de la vegetación se encuentra en áreas con el menor nivel de perturbación (Bosque de manglar).

2 Marco teórico

2.1 Estado del arte

Según Moreno-Casasola y Warner (2009), los humedales de acuerdo al tipo de vegetación pueden ser herbáceos o arbóreos. La vegetación arbórea también llamada selva inundable son ecosistemas en los que predominan arboles adaptados a vivir en sitios inundados, un ejemplo son los manglares.

De acuerdo al tipo de comunidad vegetal, en los humedales arbóreos, se incluyen manglares, selvas y palmares inundables, que proveen servicios ambientales trascendentales de regulación como la mejora de la calidad del agua y su eficacia en el secuestro de carbono (Hernández y Moreno-Casasola, 2018).

Myers, (2013) indica que los humedales tienden a ser ricos en especies de palmas (Arecaceae) ya que son una de las familias de plantas más exitosas en regiones tropicales, específicamente en el sotobosque de bosques húmedos de llanuras inundadas amplias y en zonas bajas, donde los hidroperíodos no son extensos para limitar el desarrollo de una única especie o de casi una única especie de palmas.

Las asociaciones más ricas en especies de palma, se presentan en regiones costeras de Guyana, así como en el noreste de Venezuela, Trinidad y Tobago y en la costa Caribe de Centroamérica, donde existen varios ejemplos de pantanos en donde las palmas como *Roystonea oleracea* tienen una densidad considerable en el dosel en el cual predominan las especies leñosas (Myers, 2013).

En la Reserva UNIA, un humedal de Brasil se estudió la estructura poblacional de la palmera exótica *Roystonea oleracea* (Arecaceae), mapeando su distribución espacial e investigando su estado invasor, teniendo como resultados una tendencia hacia la expansión poblacional de la especie, además estableciendo su potencial

de convertirse en invasiva en los humedales, se recomienda que el uso de esta especie como ornamental debe realizarse con mucha mesura para prevenir efectos nocivos de invasión de la palma en humedales (Nascimento, Araújo, Lima, Barros Fagundes Netto, y Alvarenga Braga, 2013).

Según Altamirano, (2007) en el Estudio de Factibilidad Proyecto de Humedales Provincia de Esmeraldas en La laguna de La Ciudad, La Tola, Eloy Alfaro; para el manejo de recursos costeros se muestrearon las especies de árboles y arbustos superiores a 2,5cm de diámetro mediante la metodología de Gentry (1982); en el estudio se identificaron 102 especies de plantas, correspondientes a 61 familias agrupadas en los estratos arbóreos, arbustivos, herbáceos, trepadoras, epifitas, acuáticas y especies introducidas.

Según Ayala et al. (2017), en el Humedal Isla Santay la especie invasora *Roystonea oleracea* se encuentra de forma natural sosteniendo poblaciones densas, teniendo una abundancia y cobertura considerables; en Ecuador la historia de introducción, las características de la especie y la susceptibilidad climática de la región son factores que propician el proceso de invasión de *R. oleracea* en los diferentes humedales que deben ser monitoreados para evadir los impactos negativos que causa esta especie exótica sobre los ecosistemas.

Según Herrera et al (2017), en el estudio reporte y distribución potencial de una palma exótica ornamental (*Roystonea oleracea*) en Ecuador, se reportó la presencia de la palma imperial en la región costa la cual es altamente cultivada como planta ornamental. Mediante la utilización de imagen de satélite se estimó la abundancia y cobertura de *R oleracea* en la Isla Santay. Además usando BIOCLIM se realizó un modelo de distribución potencial de *R oleracea* en Ecuador; determinando que en la Isla Santay la especie de palma esta naturalizada y

envuelve un área de 43 hectáreas; por el motivo de su potencial invasivo en humedales, se recomienda prohibir su cultivo como planta ornamental en territorios aledaños a humedales en Ecuador.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Definiciones ecológicas

2.2.1.1 Variables e índices ecológicos

- **Abundancia.** - Es la cantidad de individuos de cada especie en una comunidad que varía desde las especies comunes (muy abundantes) hasta las especies raras. Este hecho ha llevado a investigar la relación entre el número de individuos por especie y el número de especies para distintas comunidades (Matteucci y Colma, 1982).
- **Cobertura.** - Es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada. Se expresa como porcentaje de la superficie total (Matteucci y Colma, 1982).
- **Densidad.** - La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada: $D = N/A$ y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada (Matteucci y Colma, 1982).
- **Diversidad de Shannon-Wiener (H').** - Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de las UM (Zarco-Espinosa, Valdez-Hernández, Ángeles-Pérez, y Castillo-Acosta, 2010).
- **Diversidad de Simpson (S).** - Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en las UM sean de la misma especie (Zarco-Espinosa, Valdez-Hernández, Ángeles-Pérez, y Castillo-Acosta, 2010).

- **Frecuencia.** - Es el porcentaje de unidades de muestreo en que aparece la especie con respecto al total de unidades utilizadas. Es una medida de qué tan uniforme es la distribución de la especie en la zona (Moreno-Casasola y Warner, 2009).
- **Formas de vida.** - Es un gráfico de barras en el que se representa la distribución de las especies; es decir el porcentaje de especies pertenecientes a cada forma de vida, según el sistema de clasificación de las plantas de Raunkiaer (Matteucci y Colma, 1982).
- **Índice de Morisita.** - Sirve para definir el patrón de distribución espacial de las especies a diferentes escalas (Montañez Valencia, Escudero Vásquez, y Duque Montoya, 2010).
- **Índice de valor de importancia.** - Se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque (Alvis, 2009).
- **Riqueza específica.** - Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad. La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta sus valores de importancia (Martella, y otros, 2012).

2.2.1.2 Trabajo de campo

- **Área basal:** El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en m² de material vegetal por unidad de superficie de terreno (Matteucci y Colma, 1982).

- **Parcelas:** área de terreno determinada, son muy utilizadas para estudiar la estructura de bosques. Se usan para estimar la densidad y estructura de tamaños y/o edades de la vegetación (Martella et al., 2012).
- **Muestreo estratificado al azar:** Para aumentar la eficiencia del muestreo se suele subdividir el hábitat en estratos para que la muestra esté constituida por elementos de cada uno de ellos. Un estrato es una porción del terreno de características homogéneas. La ubicación de las unidades muestrales en cada estrato se elige al azar (Martella et al., 2012).
- **Hipsómetro.** - Instrumento que sirve para medir la altitud (Romahn y Ramírez, 2010).

2.2.1.3 Términos botánicos

- **Criptófitas.** - Especies herbáceas que su parte aérea desaparece o no (muchas hierbas de este tipo poseen hojas persistentes) durante el período desfavorable, y las yemas de reemplazo se hallan protegidas debajo del nivel del suelo o dentro del agua (Hurrell, Bazzano, y Delucchi, 2005).
- **Especies facultativas de humedales (FACH).** - Hidrófitas facultativas que normalmente se presentan en los humedales 67 a 99% de las veces, pero ocasionalmente también se encuentran en los hábitats terrestres (Moreno-Casasola y Warner, 2009).
- **Especies facultativas terrestres (FACT).** - Son aquellas que normalmente se presentan en los ambientes terrestres y raramente se encuentran en los humedales (menos del 33% del tiempo) (Moreno-Casasola y Warner, 2009).
- **Herbáceos.** - Son aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados o no son leñosos (hierbas), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (Hernández, 2000).

- **Herbáceas anuales.** - Nacen, se desarrollan, florecen y fructifican durante un solo período vegetativo, no mayor de un año, y mueren luego de la maduración de los frutos (Hurrell et al., 2005).
- **Herbáceas bienales.** - Viven más de un año y menos de dos, durante el primero germina la semilla y la planta se desarrolla, para florecer y fructificar en el segundo año (Hurrell et al., 2005).
- **Herbáceas emergentes.** - Son la forma de crecimiento dominante en los humedales. Crecen en niveles de agua que van desde 0.5 m por debajo del suelo (manto freático) hasta inundaciones de 1.5 m o más (Moreno-Casasola y Warner, 2009).
- **Herbáceas de hojas flotantes, enraizadas.** - Son plantas que están enraizadas en sedimentos sumergidos, en profundidades entre 0.5 y 3.0 metros. Algunas de estas plantas son heterófilas, es decir que tienen varios tipos o formas de hojas, pues las sumergidas son de una forma y las flotantes de otra (Moreno-Casasola y Warner, 2009).
- **Herbáceas de hojas flotantes, libres.** - Son un grupo de plantas que no están enraizadas al sedimento, sino que flotan de manera libre sobre el agua y son arrastradas por el viento (Moreno-Casasola y Warner, 2009).
- **Herbáceas perennes.** - Viven más de dos años y, aunque la parte aérea de la planta desaparezca en el período desfavorable, a su término vuelve a crecer, floreciendo y fructificando todos los años (Hurrell et al., 2005).
- **Herbáceas sumergidas, enraizadas.** - Son plantas que también están totalmente sumergidas y las más conocidas son los pastos marinos, que pueden vivir en aguas dulces, salobres y salinas. Tienen la apariencia de

pastos, pues están enraizados y las hojas son alargadas (Moreno-Casasola y Warner, 2009).

- **Herbáceas sumergidas, libres.** - Estas plantas están totalmente sumergidas, pero generalmente las flores se encuentran sobre la superficie del agua (Moreno-Casasola y Warner, 2009).
- **Leñosos bajos.** - Son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura, también denominados arbustos (Hernández, 2000).
- **Leñosos altos.** - Denominados árboles, son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño excede los dos metros de altura (Hernández, 2000).
- **Mangles.** - Son especies pertenecientes a varias familias que no están genéticamente relacionadas entre sí, se caracterizan por ser tolerantes a la salinidad, presentan adaptaciones en sus raíces e hipocótilos, frutos y semillas para la dispersión por agua intermareal (MAE y FAO, 2014).
- **Plantas Leñosas arbustivas y arbóreas de humedales.** - Estos arbustos y árboles tienen hojas muy similares a las plantas terrestres. Las principales diferencias se dan en la parte baja del tronco y en las raíces. Muchas plantas leñosas de humedales tienen adaptaciones morfológicas especiales que las hacen muy características, por ejemplo, los manglares (Moreno-Casasola y Warner, 2009).
- **Plantas monocárpicas.** - especies de vegetación que solo fructifican una vez (Hurrell et al., 2005).
- **Plantas policárpicas.** - especies de vegetación que fructifican todos los años (Hurrell et al., 2005).

- ***Roystonea oleracea***. - Su nombre vernáculo es palma imperial, nativa de las Antillas menores y es utilizada como planta ornamental (Ayala et al., 2016).

2.2.1.4 Ecosistema de humedales

- **Manglares**. - Son ecosistemas localizados en sitios costeros donde confluyen cuerpos de aguas dulces hacia el mar, se encuentran distribuidos dentro del cinturón tropical. Están caracterizados por poseer suelos lodosos, poco consolidados, pobres en oxígeno, sujetos a inundaciones periódicas y a la intromisión salina que se produce dentro de la zona intermareal (MAE y FAO, 2014).
- **Manglar ribereño**. - Se encuentra en las márgenes de los ríos, a lo largo del rango de intromisión salina. La vegetación está frecuentemente dominada por *Rhizophora* spp. y en distintas asociaciones con las demás especies de mangles. En estos ambientes las descargas de agua dulce y nutriente por lo general son altas, produciendo bosques de características estructurales bien desarrolladas. (MAE y FAO, 2014).
- **Humedales intermareales arbolados**. - Incluyen manglares, pantanos de “nipa” y bosques inundados o inundables mareales de agua dulce (Ramsar, 2011).
- **Turberas arboladas**. - Incluyen bosques inundados con turba o materia orgánica. (Ramsar, 2011).

2.2.1.5 Formas de vida (Criterio de Raunkiaer)

- **Caméfitos**. - Plantas perennes, leñosas o herbáceas, cuyas ramas maduras o sistema caulinar permanecen todo el año dentro de los primeros 50 cm por encima de la superficie del suelo, portando en ellas las yemas de resistencia en el periodo desfavorable, o plantas que crecen más de 50 cm, pero cuyos

tallos mueren periódicamente por encima de este límite de altura (Alcaraz Ariza, 2013)

- **Epífitos.** - Plantas que germinan sobre otras plantas (incluidas plantas muertas) cuyos cadáveres permanecen erectos, postes telegráficos, cables, etc.) (Alcaraz Ariza, 2013).
- **Fanerófitos.** - Plantas leñosas o herbáceas vivaces (árboles, arbustos, bambúes y grandes hierbas) cuyas yemas de reemplazo se encuentran por encima de los 50 cm del nivel del suelo o, en las plantas reptantes, del arranque del tallo (Alcaraz Ariza, 2013).
- **Geófitos.** - Plantas perennes que muestran de forma periódica la reducción del sistema completo aéreo a órganos de almacenamiento incluidos en el suelo. De esta forma, en el periodo desfavorable subsisten merced a órganos perdurantes subterráneos (bulbos, rizomas, tubérculos, raíces engrosadas, etc.) (Alcaraz Ariza, 2013).
- **Hemicriptófitos.**- Plantas perennes que muestran una reducción periódica de las partes aéreas, que quedan reducidas en el periodo desfavorable, restando las yemas de reemplazo a ras del suelo (Alcaraz Ariza, 2013).
- **Hidrófitas.** - Aquella comunidad de plantas adaptadas a crecer en áreas donde la frecuencia y duración de la inundación o la saturación del suelo son suficientes para ejercer una influencia y control sobre las especies presentes (Moreno-Casasola y Warner, 2009).
- **Terófitos.** - Plantas anuales cuya parte vegetativa muere tras la producción de semillas; completan su ciclo vital dentro del año y pasan el periodo desfavorable (frío o sequía) en forma de semillas (Alcaraz Ariza, 2013).

2.2.1.6 Caracterización foliar (tipo y tamaño de hojas)

- **Área y tamaño foliar.** - Para el tamaño de la hoja se utilizó la escala de Raunkiaer (1934) con la modificación de (Webb, 1959) así: Leptófilas ($< 25 \text{ mm}^2$), Nanófilas (entre 26 y 225 mm^2), Micrófilas (entre 226 y 2.025 mm^2), Notofilas (entre 2.026 y 4.500 mm^2), Mesófilas (entre 4.501 y 18.225 mm^2), Macrófilas (entre 18.226 y 164.025 mm^2) y Megáfilas ($> 164.025 \text{ mm}^2$).
- **Ápice:** Acuminado, agudo, redondeado, obtuso, retuso, obcordado, cuspidado, mucronado, truncado, emarginado, atenuado, etc (Arbo y Gonzalez, 2019).
- **Base de la lámina:** Cuneada, aguda, redondeada, cordada, truncada, hastada, sagitada, peltada (Arbo y Gonzalez, 2019).
- **Hoja simple.** - Consta de una sola lámina foliar, entera o recortada, pero las partes nunca forman segmentos independientes (Arbo y Gonzalez, 2019).
- **Hoja compuesta.** - La lámina foliar está dividida en varias subunidades llamadas folíolos, articuladas sobre el raquis de una hoja o sobre las divisiones del mismo (Arbo y Gonzalez, 2019).

2.2.2 Humedales y su función ecológica

Según Ramsar (2015) los humedales son sitios con terreno húmedo de forma permanente o temporal, sean estas de régimen natural o artificial estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, en las que se incluyen a las distensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no supere los seis metros.

Los ecosistemas de humedales proveen muchos servicios que contribuyen al bienestar humano, como fuente de alimentos y suministro de agua. Otros servicios de los humedales son la purificación de agua y detoxificación de desechos; mitigación al cambio climático como fuente principal de captura y emisión de

carbono fijado en la biosfera; regulador de la erosión costera; como barreras físicas ante fenómenos naturales como inundaciones, tormentas y tsunamis; también como hábitat de muchas especies de fauna; además ofrecen servicios culturales como: actividades espirituales, recreación y educación (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

Indica Heynes, González, González, Ruacho y López, (2017), que la relevancia ecológica de los humedales se fundamenta en el control de la contaminación (prácticas de fitoremediación) y ofrecer un equilibrio de los ecosistemas; además que son el hábitat de organismos que tienen como función la restauración del ambiente y su vegetación que interviene en los servicios que suministran los humedales, siendo considerados un recurso importante. También se puede acotar que los componentes de la vegetación son indicadores biológicos que ayudan a estudiar la calidad del agua (Robiansyah, Yu, Styperek y Męczekalska, 2019).

Los humedales comprenden a los manglares, marismas, selvas inundables, bosques y selvas riparios, comunidades con vegetación flotante ya sea libre flotadora o enraizada, con vegetación sumergida, tulares, popales, carrizales, palmares, entre otros (Moreno Casasola, López Rosas, Infante Mata, y Peralta Pelaez, 2011).

Afirma Moreno Casasola y Warner, (2009) que los humedales están conformados por una gran diversidad de plantas con diversas formas de crecimiento y gran variedad de hábitos, que se encuentran adaptadas a entornos con inundación temporal, inundación permanente, sumergidas bajo agua, hierbas y arboles; en aguas salobres, hípersalinas y dulces.

Las especies acuáticas y subacuáticas son especies de hidrófitas y actúan como indicadores de estos dos tipos de escenarios. Hay especies tolerantes a

condiciones de saturación de humedales (inundación) y que también viven en ambientes más terrestres o de no saturación (Moreno-Casasola y Warner, 2009).

Tiner (1999) clasifica a las plantas de humedales en diferentes categorías en función de su tolerancia a la inundación: hidrófitas obligadas (OBL); hidrófitas facultativas que a su vez se subdividen en especies facultativas de humedales (FACH), especies facultativas (FAC) y especies facultativas terrestres (FACT).

La introducción de especies invasoras puede ocasionar la disminución de la abundancia de especies naturales de los humedales hasta llegar al punto de la extinción, debido a la competencia que se genera por el espacio, los nutrientes, a la predación y a los agentes patógenos y parásitos que se introducen con las especies invasoras (Howard, 1999).

2.2.3 Vegetación de los humedales

Hernández, (2000) clasifica a la vegetación según su estrato en cuatro tipos biológicos fundamentales: estrato bajo o herbáceo, leñoso bajo (arbustos) o estrato medio, el estrato alto (árboles) cuya altura sobrepasa los dos metros de altura y suculentos donde predominan principalmente las Cactáceas y Bromeliáceas.

Se han realizado diversas clasificaciones de la vegetación de los humedales según sus formas de crecimiento, usándose como referencia a el estudio de La biología de las plantas vasculares acuáticas por Sculthorpe (1967) que divide a la vegetación de los humedales en herbáceas: i) emergentes enraizadas, ii) de hojas flotantes, enraizadas, iii) de hojas flotantes, libres, iv) sumergidas, enraizadas, v) sumergidas, libres y una categoría aparte para vi) leñosas: que contienen árboles y arbustos.

Según Ramsar, (2011), así como hay bosques terrestres secos, también existen los que están húmedos de forma frecuente y perenne; clasificándolos de forma

detallada en tres amplios tipos, sirviendo de apoyo a la designación de sitios Ramsar los cuales son: humedales intermareales arbolados, humedales boscosos de agua dulce y turberas arboladas; calificándolos como bosques pantanosos o también llamados humedales con vegetación leñosa.

Numerosas especies de vegetación leñosa de humedales despliegan adaptaciones anatómicas y morfológicas en sus tejidos para batallar contra la deficiencia de oxígeno y la inundación; formando tejido de aerénquima y la producción de órganos esenciales en raíces y tallos; teniendo cuatro adaptaciones principales como: la formación de raíces adventicias, producción de neumatóforos, formación de raíces en forma de zanco y por último la formación de lenticelas y contrafuertes (Moreno-Casasola y Warner, 2009).

Hurrell et al. (2005) acotan que la vegetación herbácea es aquella que en contraparte a la vegetación leñosa no se caracteriza por ser lignificada o ligeramente lo está, teniendo una consistencia blanda. Existen herbáceas anuales y bienales (monocárpicas), además las herbáceas perennes (policárpicas y monocárpicas plurianuales).

Según Raunkiaer, (1934) las hierbas perennes pueden ser de dos tipos: hemicriptófitas y criptófitas. Hurrell, Bazzano, y Delucchi, (2005) describen que las criptófitas con yemas en órganos (rizomas) que se localizan por debajo del sustrato sumergido o encharcado en el cual prevalecen se las denomina helófitas y las criptófitas que tienen yemas de reemplazo dentro del agua son denominadas hidrófitas o plantas acuáticas.

2.2.4 Importancia de los manglares

Según Moreno Casasola y Warner, (2009) los arbustos y árboles de los humedales tienen hojas muy parecidas a la vegetación terrestre; teniendo las

principales diferencias en las raíces y parte baja del tronco, donde las plantas leñosas como los manglares tienen adaptaciones morfológicas.

Entre estas adaptaciones se presentan: la formación de raíces en forma de zanco, neumatóforos, ensanchamiento de la base del tronco, contrafuertes, protuberancias con forma de rodilla, formación de raíces adventicias, presencia de lenticelas contra la inundación y deficiencia de oxígeno; adaptaciones que sirven para mantenerlos de pie en el suelo fangoso y a captar oxígeno; teniendo como ejemplo a los mangles *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) (Moreno-Casasola y Warner, 2009).

Acota Mejía Quiñones, Molina Jiménez, Sanjuan Muñoz, Grijalba Bendeck, y Niño Martínez, (2014) que los manglares son ecosistemas pantanosos, que están conformados por árboles leñosos denominados mangles ubicados en litorales tropicales con suelo llano y fangoso y aguas serenas (estuarios, bahías, ensenadas, lagunas costeras, etc.).

También Kandasamy y Bingham, (2001), definen a los manglares como plantas leñosas que crecen en la interfase entre la tierra y el mar en latitudes tropicales y subtropicales donde existen en condiciones de alta salinidad, marea extrema fuertes vientos, altas temperaturas y suelos fangosos y anaeróbicos. Añaden además que puede que no haya otros grupos de plantas con adaptaciones morfológicas y fisiológicas altamente desarrolladas a condiciones extremas.

Según Rzedowski, (2006) el manglar en una comunidad leñosa, densa, arbustiva o bien arborescente, con una altura de plantas de 2 a 25m, que se compone de unas cuantas especies de fanerógamas, usualmente sin plantas herbáceas y sin

trepadoras, rara vez con presencias de epifitas o parasitas. Las especies que son parte de este ecosistema tienen hojas perennes, algo suculentas y de borde entero.

Los manglares se encuentran en costas resguardadas de zonas tropicales y subtropicales, donde son importantes en cuestiones económicas y ambientales, otorgando beneficios como diversidad de madera y productos con fines no maderables; son fundamentales para la conservación biológica; protegen a diversos ecosistemas como arrecifes de coral, zonas de algas marinas y canales de navegación de los efectos adversos de la sedimentación; prestan un sitio de desove y vivero para muchas especies; además de elaborar una fuente de nutrientes para gran variedad de peces y mariscos, muchas de estas especies comerciales. La presión demográfica en zonas costeras ha ocasionado que grandes extensiones de manglares se modifiquen a otros usos en las que se incluye actividades industriales, de infraestructuras, acuicultura y agricultura (FAO, 2007).

Además CONAFOR, (2009) indica que los manglares sirven como depósitos de agua impidiendo que las tierras para fines de cultivo aumenten su concentración de sal con agua de mar; también operan como filtro biológico de sales, exceso de nutrientes, productos químicos de la agricultura e incluso hidrocarburos que pueden traer las aguas, por lo que se les denomina los riñones del planeta.

Los ecosistemas de manglares son el sostén alimenticio de organismos que residen en ellos y de los que habitan en ecosistemas vecinos, transfiriendo alimento mediante sus hojas y madera en descomposición. Además, sirven como protección y lugar de alimentación de especies de aves, anfibios, reptiles y mamíferos (Kandasamy y Bingham, 2001).

Por esa razón acotan Kauffman, Heider, Cole, Dwire y Donato (2011) que los manglares son ecosistemas importantes de las zonas de costas tropicales,

proporcionando una variedad de servicios como fuentes de alimento (pescados, cangrejos, entre otros), madera, y protección de eventos extremos como ciclones y tsunamis.

Los ecosistemas de manglar son sitios donde se lleva a cabo un intenso procesamiento de materia orgánica, por lo que tienen un alto potencial de impacto en el presupuesto global de carbono, pero a pesar de que se están acumulando evidencias de las importantes reservas de Corg o carbono azul de los ecosistemas de manglar, y que estas superan las de otros ecosistemas por unidad de área, también se reconoce que sufren de las más altas tasas de deforestación en comparación con otros bosques (Herrera Silveira et al., 2016).

La altura y constitución del manglar se modifica dependiendo de numerosos factores, entre los que destacan su posición latitudinal y por consiguiente el clima, conjuntamente con las características edáficas y la dinámica hidrológica; teniendo la mayor altura y complejidad estructural del manglar en humedales costeros con gran flujo de agua dulce (Lot, Zepeda y Mora, 2015). Esta condición asociada a temperaturas propias de regiones tropicales cálido-húmedas y otras características propicias afines con la hidrodinámica se encuentran en el Humedal Ramsar Isla Santay.

Según Boderó (2005), la biota de manglar presente en la costa ecuatoriana está representada por 5 familias y 7 especies de árboles: Rhizophoraceae (*Rhizophora mangle* y *R. harrisonii*); Verbenaceae (*Avicennia germinans*); Combretaceae (*Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*); Leguminosae (*Mora oleífera*) y Theaceae (*Pelliciera rhizophorae*).

La variabilidad de los manglares en su composición, estructura y función se da según Rodríguez-Zúñiga, y otros, (2013) porque las características de los

manglares varían de acuerdo a las condiciones ambientales relacionadas con el relieve, a la estabilidad del sustrato, la frecuencia de inundación o hidroperíodos, los niveles de salinidad y las perturbaciones naturales y antrópicas.

2.2.5 Convención Ramsar de los humedales

La Convención sobre los Humedales es un tratado intergubernamental aprobado el 2 de febrero de 1971 en la localidad iraní de Ramsar, situada a orillas del Mar Caspio. Ramsar es el primer tratado moderno de carácter intergubernamental sobre conservación y sostenibilidad de los recursos naturales con disposiciones sencillas y generales. Haciendo énfasis como medio de atención internacional sobre el ritmo que los humedales estaban desapareciendo, debido a la falta de conocimiento de sus importantes funciones, valores, bienes y servicios; adhiriendo a los gobiernos para que se comprometían a cambiar el curso de la historia sobre la pérdida y degradación de los humedales (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006).

Acota Ramsar (2015), que los sitios Ramsar son escogidos por la Autoridad Administrativa nacional, responsable de la Convención de Ramsar de cada país miembro, teniendo en cuenta que cumplan con los criterios técnicos y con la importancia relativa que se debe considerar como su gran valor para el país que pertenecen y para el planeta de acuerdo a los servicios y beneficios que aportan sus ecosistemas.

2.3 Marco legal

La presente investigación tiene como base legal las siguientes leyes y convenios:

2.3.1 Ley de la Constitución de la República del Ecuador

Expedida el 20 de octubre de 2008 y publicada en el R. O. no. 449 señala:

Título I: Elementos constitutivos del estado

Sección segunda Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Título II Derechos

Capítulo séptimo; Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o *Pacha Mama*, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Título VII Régimen del buen vivir

Capítulo primero Inclusión y equidad

Sección octava Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales

Art. 387.- Será responsabilidad del Estado:

2. Promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al *sumak kawsay*.

4. Garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales.

Capítulo segundo; Biodiversidad y recursos naturales

Sección tercera: Patrimonio natural y ecosistemas

Art. 405.- El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. El Estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema, y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y

nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión.

Las personas naturales o jurídicas extranjeras no podrán adquirir a ningún título tierras o concesiones en las áreas de seguridad nacional ni en áreas protegidas, de acuerdo con la ley.

Título IX: Supremacía de la constitución

Capítulo primero Principios

Art. 425.- El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos. En caso de conflicto entre normas de distinta jerarquía, la Corte Constitucional, las juezas y jueces, autoridades administrativas y servidoras y servidores públicos, lo resolverán mediante la aplicación de la norma jerárquica superior.

2.3.2 Convenios internacionales

Convenio de RAMSAR. - La misión de la Convención es " la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo" (Ramsar, 2014). La Convención RAMSAR entró en vigor en Ecuador el 7 de enero de 1991, cuenta actualmente 19 sitios determinados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 1,064,483 hectáreas (Ramsar, 2014).

Afirma Ramsar (2015), que la Convención sobre los humedales cuenta con 168 países miembros y recibe su nombre en honor a la ciudad situada en Irán donde se firmó el tratado en el año de 1971; donde las partes contratantes se comprometen a realizar lo siguiente:

- Realizar un uso racional de todos sus humedales
- Designar sitios para incluirlos en la Lista Ramsar de "Humedales de Importancia Internacional" (sitios Ramsar) y conservarlos.
- Cooperar en materia de humedales transfronterizos y otros intereses comunes.

Convenio sobre la diversidad biológica. - Firmado en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil, el 5 de junio de 1992, en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro y entró en vigor el 29 de diciembre de 1993 y consta con 193 partes miembros. El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es un tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Su objetivo general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible (Organización de las Naciones Unidas, 2018).

2.3.3 Código Orgánico del Ambiente

Libro preliminar

Título I; Objeto, ámbito y fines

Art. 1.- Objeto. Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay.

Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines.

Art. 3.- Fines. Son fines de este Código:

4. Establecer, implementar e incentivar los mecanismos e instrumentos para la conservación, uso sostenible y restauración de los ecosistemas, biodiversidad y sus componentes, patrimonio genético, Patrimonio Forestal Nacional, servicios ambientales, zona marino costera y recursos naturales;
8. Garantizar la participación de las personas de manera equitativa en la conservación, protección, restauración y reparación integral de la naturaleza, así como en la generación de sus beneficios;

Título II: De los derechos, deberes y principios ambientales

Art. 5.- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende:

2. El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros;

Libro segundo del patrimonio natural

Título I de la conservación de la biodiversidad

Art. 29.- Regulación de la biodiversidad. El presente título regula la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes. Asimismo, regula la identificación, el acceso y la valoración de los bienes y los servicios ambientales. La biodiversidad es un recurso estratégico del Estado, que deberá incluirse en la planificación territorial nacional y de los gobiernos autónomos descentralizados como un elemento esencial para garantizar un desarrollo equitativo, solidario y con responsabilidad intergeneracional en los territorios.

Art. 30.- Objetivos del Estado. Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son:

1. Conservar y usar la biodiversidad de forma sostenible;
2. Mantener la estructura, la composición y el funcionamiento de los ecosistemas, de tal manera que se garantice su capacidad de resiliencia y su la posibilidad de generar bienes y servicios ambientales;

3. Establecer y ejecutar las normas de bioseguridad y las demás necesarias para la conservación, el uso sostenible y la restauración de la biodiversidad y de sus componentes, así como para la prevención de la contaminación, la pérdida y la degradación de los ecosistemas terrestres, insulares, oceánicos, marinos, marino-costeros y acuáticos;
4. Regular el acceso a los recursos biológicos, así como su manejo, aprovechamiento y uso sostenible;
5. Proteger los recursos genéticos y sus derivados y evitar su apropiación indebida;
6. Regular e incentivar la participación de personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, así como en la distribución justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos;
8. Promover la investigación científica, el desarrollo y transferencia de tecnologías, la educación e innovación, el intercambio de información y el fortalecimiento de las capacidades relacionadas con la biodiversidad y sus productos, para impulsar la generación del bioconocimiento;

Art. 31.- De la conservación de la biodiversidad. La conservación de la biodiversidad se realizará in situ o ex situ, en función de sus características ecológicas, niveles de endemismo, categoría de especies amenazadas de extinción, para salvaguardar el patrimonio biológico de la erosión genética, conforme a la política formulada por la Autoridad Ambiental Nacional.

Título II de la conservación in situ

Capítulo II: Del sistema nacional de áreas protegidas

Art. 37.- Art. 37.- Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas estará integrado por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado. Su declaratoria, categorización, recategorización, regulación y administración deberán garantizar la conservación, manejo y uso sostenible de la biodiversidad, así como la conectividad funcional de los ecosistemas terrestres, insulares, marinos, marino-costeros y los derechos de la naturaleza.

Libro primero del régimen institucional

Título I sistema nacional descentralizado de gestión ambiental

Capítulo I del sistema nacional descentralizado de gestión ambiental

Art. 17.- De la investigación ambiental. El Estado deberá contar con datos científicos y técnicos sobre la biodiversidad y el ambiente, los cuales deberán ser actualizados permanentemente. La Autoridad Ambiental Nacional deberá recopilar y compilar dichos datos en articulación con las instituciones de educación superior públicas, privadas y mixtas, al igual que con otras instituciones de investigación.

Libro segundo; Patrimonio natural

Título I: De la conservación de la biodiversidad

Art. 30.- Objetivos del Estado. Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son:

6. Regular e incentivar la participación de personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, así como en la distribución justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos;

8. Promover la investigación científica, el desarrollo y transferencia de tecnologías, la educación e innovación, el intercambio de información y el fortalecimiento de las capacidades relacionadas con la biodiversidad y sus productos, para impulsar la generación del bioconocimiento;

Art. 32.- De la investigación. La entidad rectora del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales promoverá y regulará las investigaciones científicas in situ y ex situ que comprendan actividades de extracción, colección, recolección, importación, movilización, transportación, exportación y disposición temporal o final de especies de vida silvestre, implementando mecanismos de rastreo y monitoreo de la biodiversidad, de acuerdo a los lineamientos de las autoridades competentes. Se fomentarán estrategias para la innovación tecnológica de la biodiversidad.

Título II: De la conservación in situ

Capítulo III: áreas especiales para la conservación de la biodiversidad

Art. 58.- Áreas reconocidas por instrumentos internacionales. La Autoridad Ambiental Nacional impulsará el establecimiento de áreas especiales de importancia para la conservación de humedales, de las aves, del patrimonio mundial, cultural y natural, entre otras.

Título III conservación exsitu

Capítulo II de la introducción y control de las especies exóticas

Art. 67.- Regulación de especies exóticas. La introducción al territorio nacional y el manejo de las especies exóticas se realizará sobre la base de una evaluación de riesgo sobre los posibles impactos a la biodiversidad y bajo los parámetros establecidos en instrumentos internacionales.

Esta evaluación de riesgo contemplará criterios técnicos sobre el potencial reproductivo de las especies exóticas y su adaptabilidad para convertirse en especies invasoras con el fin de precautelar la salud humana y los ecosistemas. La Autoridad Ambiental Nacional podrá solicitar asesoría al Instituto Nacional de Biodiversidad y demás instituciones científicas del país que considere pertinente.

Art. 68.- Coordinación. La Autoridad Ambiental Nacional deberá coordinar acciones conjuntas con las instituciones relacionadas con la prevención, gestión del riesgo, manejo y control de especies exóticas, mediante un plan de acción que prevea y distribuya en forma articulada sus respectivas responsabilidades institucionales.

Título VI régimen forestal nacional

Capítulo I patrimonio forestal nacional

Art. 89.- Patrimonio Forestal Nacional. La Autoridad Ambiental Nacional ejerce la rectoría, planificación, regulación, control y gestión del Patrimonio Forestal Nacional.

El Patrimonio Forestal Nacional estará conformado por:

1. Los bosques naturales y tierras de aptitud forestal, incluyendo aquellas tierras que se mantienen bajo el dominio del Estado o que por cualquier título hayan ingresado al dominio público;
2. Las formas de vegetación no arbórea asociadas o no al bosque, como manglares, páramos, moretales y otros;
3. Bosques y Vegetación Protectores;
4. Los bosques intervenidos y secundarios; y,
5. Las tierras de restauración ecológica o protección.

Capítulo IV: formaciones vegetales naturales, paramos, moretales, manglares y bosques

Art. 99.- Conservación de páramos, moretales y manglares. Será de interés público la conservación, protección y restauración de los páramos, moretales y ecosistema de manglar. Se prohíbe su afectación, tala y cambio de uso de suelo, de conformidad con la ley.

Las comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos participarán en el cuidado de estos ecosistemas y comunicarán a la autoridad competente, cualquier violación o destrucción de los mismos.

Art. 104.- Actividades permitidas en el ecosistema de manglar. Las actividades permitidas en el ecosistema de manglar, a partir de la vigencia de esta ley, serán las siguientes:

6. Otras actividades no tradicionales, científicas, artesanales, no destructivas del manglar;

Capítulo VII: monitoreo, control y seguimiento

Art. 125.- Potestad de monitoreo, control y seguimiento en el ámbito forestal. Todas las acciones de monitoreo, control y seguimiento son actos de tutela del Patrimonio Forestal Nacional. Estas acciones incluirán el seguimiento de la degradación y deforestación, así como el monitoreo del inventario nacional forestal.

Art. 126.- Aval oficial de actuación. No se requerirá a los profesionales forestales obtener un aval oficial de actuación para realizar su labor en el manejo forestal sostenible de los bosques naturales.

3 Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptiva no experimental de campo con un análisis cualitativo y cuantitativo de las características de la vegetación en humedales de Santay.

3.1.2 Diseño de investigación

Este trabajo es una investigación no experimental de campo, ya que el objetivo de estudio será observado, cuantificado y cualificado en su entorno, donde se recolectaron muestras para su correcta clasificación, estudio y análisis. La vegetación se estudió con un diseño de muestreo aleatorio estratificado, estableciéndose dos parcelas principales con diferentes niveles de perturbación de *Roystonea oleracea*.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variables independientes

Lugar: áreas del humedal de la Isla Santay donde los niveles de perturbación por la presencia de *Roystonea oleracea* es máxima y mínima, en función de la densidad de la palma imperial que encontramos en diferentes áreas, descritas como Bosque de Manglar denso (perturbación baja) y Bosque con alta densidad de palmas (perturbación alta) visualizado en la Figura 33 (véase en anexos), (Lara , 2018).

Estratos: se determina según la altura de los individuos en las áreas de muestreo, estos son: estrato inferior, estrato medio y estrato superior.

3.2.1.2 Variables dependientes

Las características de la estructura biológica son:

- Abundancia: Número de individuos de cada especie del grupo por el área de muestreo.
- Densidad: La abundancia de una especie con respecto al total de especies presentes en el área muestreada.
- Cobertura: Refleja el espacio que ocupa una especie en un área muestreada (m^2/m^2).
- Frecuencia: La probabilidad de encontrar en las parcelas dentro del área de muestreo total a una especie.
- Riqueza: En un área de muestreo representa el total de especies encontradas.
- Diversidad: Representa en un solo valor a la riqueza y a la equitabilidad.
- Equidad: Distribución de la abundancia entre las especies que integran una comunidad.
- IVI: Índice de Valor de Importancia

Las características de la estructura física son:

- Estructura: Descripción de estructura física (arreglo espacial vertical y horizontal) de las especies de vegetación encontradas en el área de muestreo.
- Dispersión: Es el modelo en que se hallan los individuos de cada una de las especies en las áreas de muestreo.

3.2.2 Recolección de datos

3.2.2.1 Recursos

En el campo: Cámara fotográfica, medidores de distancia, GPS, cintas métricas, tijeras de jardinería, bolsas para basura, varillas, cuerda, prensas botánicas, vara escopadora, machete, binoculares, membretes, celular, altímetro, hipsómetro, papel periódico, alcohol técnico, cartón corrugado, botas de caucho, guantes, repelente contra insectos.

En el laboratorio: Estufa de convección forzada, cartulina para preservación de muestras botánicas, armario para preservar las muestras botánicas, claves botánicas, laptop, papel, impresora, tinta impresora, engrapadoras, marcador, lápiz y esferográficos

3.2.2.2 Métodos y técnicas

3.2.2.2.1 Unidades de muestreo

I. Estratificación

- Estrato Superior. - Se encuentra conformado por todas las plantas cuya altura es superior a 3 m.
- Estrato Medio. - Se encuentra conformado por todas las plantas cuya altura es superior a 1,5 m e inferior a 3 m.
- Estrato Inferior. - Se encuentra conformado por todas las plantas cuya altura es menor a 1,5 m.

II. Ubicación

Se ubicaron las parcelas correspondientes a las zonas definidas como áreas con alta densidad de palma (Bosque de alta densidad de palmas) en la coordenada $02^{\circ}13'27.1''S$ $79^{\circ}51'31.8''W$ del ángulo inferior derecho de la parcela y áreas bajo condición natural (Bosque denso de manglar) en la coordenada geográfica

02°12'45.2''S 79°52'25.8''W del ángulo inferior derecho de la parcela, las cuales se presentan en las Figura 34 y 35 (véase en anexos), con sus respectivas coordenadas para cada subparcela, realizando un recorrido preliminar para obtener una mejor apreciación de la variación existente. Tiner, (1999) propone escoger subjetivamente las variaciones dentro de una comunidad y mediante un muestreo estratificado, instalar la unidad de muestreo a utilizar, para subdividir la zona cerciorandose que la variabilidad quede representado en los diferentes estratos.

III. Tipos de muestreo

Tabla 1. Áreas para el muestreo de la vegetación de humedales de Santay

Área	Determinación	Recurso
Bosque de palmas	Se determina según la presencia de una alta densidad de palma imperial	Sistemas de información geográfica
Bosque de manglar	Se determina según la ausencia o una mínima presencia de palma imperial y alta densidad de manglares.	Sistemas de información geográfica

Santander 2020

Mediante muestreo estratificado, se tomaron las muestras en dos áreas o parcelas representativas del humedal de la Isla Santay. Se pretende evaluar en este estudio, una superficie en el bosque de manglar o perturbación baja y otra superficie en un bosque de palmas con alta densidad o perturbación alta de *Roystonea oleracea*.

IV. Tamaño del área muestra y tipo de muestreo

Según Moreno Casasola y Warner (2009), el área total a muestrear, incluso su variabilidad se decide comúnmente de manera arbitraria; para este estudio se utilizará 5000m² o media hectárea para cada parcela bajo condición natural y bajo alta densidad de *R oleracea* a estudiar.

Para esta investigación se utilizó el método de parcela al azar ya que es uno de los métodos más utilizados para este tipo de estudios (Moreno-Casasola y Warner, 2009). En cada una de las áreas de trabajo de 0.5 ha (bosque de manglar y bosque de palmas), y registrando su ubicación GPS, para la obtención de las características de la vegetación arbórea, se establecerán 10 sub-parcelas de 10x5 m² de forma aleatoria para la vegetación arbórea. Para la vegetación arbustiva se estableció 20 sub-parcelas de 2x2 m² y 30 sub-parcelas de 1x1m² para la vegetación herbácea dentro de cada una de las parcelas utilizadas para la vegetación arbórea (10x5 m²) de forma sistemática, delimitando dos parcelas en los vértices superior derecho e inferior izquierdo para el estrato medio y tres parcelas en los vértices superior izquierdo, en el centro e inferior derecho para el estrato bajo (Ver anexos, Figura 33).

3.2.2.2.2 Recolección de datos en el campo

I. Registro de atributos

Se registró y se conto el número de individuos, además se tomó medida de sus hojas para calcular su área en milímetros cuadrados (mm²) y se identificó la forma de vida y el hábito de crecimiento de cada especie de vegetación herbácea, arbustiva y arbórea presentes en las diferentes parcelas.

II. Medida del diámetro

Para la medida del perímetro del estrato inferior se colocó la cinta métrica a la altura de la base de la planta, para el estrato medio y estrato superior se midió el perímetro a 1.30m sobre el nivel del suelo.

Según FAO (2004) se tomó medida del DAP (diámetro a la altura del pecho) del tronco de árboles o arbustos con la ayuda de una cinta métrica preferiblemente o cinta diamétrica en centímetros. Para la estimación del DAP de un árbol se mide

con la corteza, a una altura de 1.3 m desde el terreno. Para árboles que se bifurcan cercanos a la base, según el caso donde la horquilla divide el tronco, existen tres tipos de medida:

- Si la horquilla comienza por debajo de 1.3m de altura será considerado un árbol y se medirá a 1.3m de altura cada tronco.
- En el caso que la horquilla empiece desde 30cm a 1.3m se considerará a cada tronco como un árbol independiente y se medirá el diámetro a un metro por encima del origen de la horquilla.
- En el último caso si la horquilla comienza encima de 1.3m o más arriba, el árbol se medirá como uno solo y se medirá el diámetro por debajo del punto de intersección de la horquilla sin que haya protuberancias que influyan en el DAP.

El DAP se obtiene con la siguiente fórmula:

$$DAP = \frac{\text{Perimetro del arbol a la altura del pecho}}{\pi}$$

Dónde: π tiene un valor igual a 3.1416

Todos los tipos de medida del DAP se pueden observar representados en la Figura 36 (véase en anexos).

III. Estimación de la altura

La estimación de la altura de la vegetación se midió por medio de instrumentos basados en principios geométricos en este caso un hipsómetro (Romahn y Ramírez, 2010).

3.2.2.2.3 Herbario de las especies de vegetación

Se colectó muestras botánicas de las especies en cada una de las parcelas, con las que se elaborará el herbario de cada una de las áreas de muestreo. Estas

muestras se colocaron en prensas botánicas y fueron sometidas a un tratamiento de secado a 60 °C durante 48 horas, al final del cual se las colocó en cartulinas de montaje, para ser identificadas, mediante el uso de fuentes bibliográficas, consultas a expertos, bases de datos digitales y claves para posteriormente Identificar las especies de flora presentes en los sitios de muestreo.

3.2.2.2.4 Características físicas y biológicas en la vegetación

Se estableció las características físicas y biológicas de la vegetación en humedales de Santay para cada una de las especies del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo, en las dos parcelas de 0,5 ha correspondientes a condición natural y alta densidad de *R. oleracea*:

I. Abundancia

La abundancia absoluta se representa, mediante el número de individuos por especie encontrados en el área de estudio (n_i).

La abundancia relativa se determinó con la siguiente fórmula:

$$AR = \frac{n_i}{N} \times 100$$

Dónde:

n_i : es el número de individuos de la i ésima especie

N : número total de individuos de todas las especies.

II. Densidad

Cuantificar la densidad absoluta y relativa de cada especie.

- Para calcular la densidad absoluta se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n_i}{A_1}$$

Dónde:

D: es la Densidad,

n_i: es el número de individuos por especie

A₁: es el área total muestreada.

- La fórmula para calcular la densidad relativa es la siguiente:

$$DR = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Sumatoria de las densidades absolutas de todas las especies}} \times 100$$

III. Cobertura

Cuantificar la respectiva cobertura absoluta y relativa para cada especie

- Para calcular la cobertura absoluta se debe obtener el área basal el cual se describe con la siguiente formula:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

Dónde:

π: tiene un valor igual a 3.1416

DAP: (Diámetro a nivel del pecho) se medirá para cada individuo.

- Para calcular la cobertura absoluta se usará la siguiente formula:

$$\text{Cobertura absoluta} = \frac{\text{Área basal total de la iésima especie}}{\text{Área muestral}}$$

- Para calcular la cobertura relativa (CR) se usara la siguiente formula:

$$CR = \frac{\text{Cobertura absoluta de la iésima especie}}{\text{Sumatoria de las coberturas absolutas de todas las especies}} \times 100$$

IV. Frecuencia

Se cuantifico para cada especie la frecuencia absoluta y relativa.

- La fórmula para expresar la frecuencia absoluta (Fr) es la siguiente:

$$Fr = \frac{n_p}{P_1}$$

Dónde:

n_p : es el número total de parcelas que contiene la i -ésima especie

P_1 : es el número total de parcelas.

- La fórmula para la frecuencia relativa (FR) es la siguiente:

$$FR = \frac{\text{frecuencia absoluta de la } i\text{-ésima especie}(fr)}{\text{Sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies}} \times 100$$

V. Índice de valor de importancia (IVI)

Con los resultados obtenidos de densidad relativa, cobertura relativa y frecuencia relativa se puede obtener el IVI mediante la siguiente fórmula:

$$IVI = DR + FR + CR$$

VI. Diversidad

La diversidad se calcula con los índices de diversidad de Simpson, Shannon Wiener y Margalef:

- Índice de Simpson

$$S = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i^2}{N^2} \right) = \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad \Rightarrow \quad D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s P_i^2}$$

Donde:

P_i : es igual a la abundancia proporcional de la especie i ,

n_i : es el número de individuos en la i -ésima especie

N : es el número total de individuos

A mayor valor de D menor dominancia de una (o de un grupo) de especie(s).

- Índice de Shannon-Wiener

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

Dónde:

S: es el número de especies,

p_i: es la proporción de los individuos de la especie *i*

L_n: es el logaritmo natural.

A mayor valor de H mayor diversidad de especies.

- Índice de Margalef:

$$D_{\alpha} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

S: es el número de especies

N: es el número total de individuos.

A mayor valor de D_α, mayor diversidad de especies.

VII. Riqueza

- La riqueza se determina a partir del índice de diversidad de Simpson:

$$D = \sum \frac{ni(ni-1)}{N(N-1)} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{1}{D}$$

Dónde:

R: es la riqueza,

N: es el número total de individuos

n_i: es el número de individuos por especie.

VIII. Equidad

Para calcular la equidad se utiliza la equidad de Simpson y Pielou

- Equidad de Simpson

$$E = \frac{D}{D_{max}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2} \times \frac{1}{S}$$

Dónde:

D: es el índice de diversidad de Simpson,

D_{max}: está representado por 1/S

S: es igual al número total de especies

- Equidad de Pielou

$$J' = \frac{H}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^S p_i \times \ln(p_i)}{\ln(S)}$$

Dónde:

H: es el índice de diversidad de Shannon Wiener

H_{max}: es logaritmo natural por S que es igual al número total de especies.

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie (Magurran, 1988).

IX. Estructura

Para determinar la estructura de la vegetación se debe describir la estratificación física que se tomará de la organización vertical y horizontal. La estructura vertical se establece por la identificación de estratos (Superior o arbóreo, medio o arbustivo e inferior) de las especies encontradas las que se hallan formadas por el empaquetamiento de la superficie foliar de las especies. La estructura horizontal se determinará por el arreglo tendido de los individuos de la vegetación en humedales de Santay.

Para determinar la estructura física de la vegetación se realizaran histogramas donde se detallen clases de altura y área basal, para comprender el arreglo espacial

vertical y horizontal en las zonas de bosque de manglar y bosque de palmas en cada uno de los estratos.

- **Estructura horizontal:** Para constituir el espectro de área basal de los individuos que se monitorearan, se utilizará un diagrama de barras histogramas, en el que se graficará el porcentaje de individuos por categorías de áreas (Gutiérrez-Báez, Ortiz-Díaz, Flores-Guido, y Zamora-Crescencio, 2012).
- **Estructura vertical:** Para determinar la distribución por altura que ocupan la vegetación de Isla Santay, se elaboraran los espectros de altura, mediante la elaboración de un diagrama de barras histogramas considerando el promedio de altura de las especies en los tres estratos a estudiar (Gutiérrez-Báez, Ortiz-Díaz, Flores-Guido, y Zamora-Crescencio, 2012).

Se determinó la estratificación en el campo de forma relativa y tomando principalmente en cuenta la altura de los individuos en los humedales de la Isla Santay en el bosque de manglar y bosque de palmas que se representaran mediante la elaboración de perfiles de vegetación, para realizar su análisis y descripción.

Se determinó la forma de vida de cada especie de vegetación según el criterio de clasificación elaborado por Raunkiaer (1934) y el habito de crecimiento de las diferentes especies estudiadas.

Según la clave de Radford, Dickison, Massey, y Bell (1974), se clasifico las muestras de plantas según las características morfológicas de las hojas para determinar la forma y tipo de hoja y se determinó el tamaño de las hojas según la clave de Raunkiaer y Webb.

Los datos necesarios para establecer la estructura de la vegetación son los siguientes:

- Números de especies que pertenecen a los estratos superior (arbóreo), medio (arbustivo) e inferior (herbáceo).
- Porcentaje de individuos que pertenecen a las diferentes clases de tamaño de área basal y altura.
- Proporción de las especies en estudio por formas de vida.
- Proporción del tamaño y tipo de hoja para cada especie en total y para los diferentes estratos.

X. Dispersión

La dispersión horizontal de la vegetación, se adquiere mediante el índice de Morisita y organizando el DAP por categoría de diámetros.

El índice de Morisita está representado por la siguiente formula:

$$I\delta = \sum_{i=1}^N \frac{ni(ni - 1)}{n(n - 1)} xN$$

Dónde:

n_i : representa el número de individuos de la i -ésima muestra.

“ n ”: representa el número total de individuos de las muestras

“ N ”: representa el número de datos o parcelas.

Si el índice de agregación, es mayor que 1 sera agregada, si es igual a 1 la distribución es aleatoria y si es menor que 1 será uniforme (Cabrera & Wallace, 2007).

La significación estadística de la desviación del índice de Morisita con respecto a la unidad puede ser comprobada con la Distribución probabilística de Fisher “F”, en la cual:

$$F_c = \frac{I\delta(n-1) + N - n}{N - 1}$$

El valor de F_c debe ser comparado con la tabla de “F” con $N-1$ grados de libertad en el numerador e infinito en el denominador; con 0.05 de probabilidad de error. Si “ F_c ” calculado da como resultado que es $>$ que “F” en la tabla, el índice de Morisita es significativo.

3.2.2.2.5 Diagrama de flujo para determinar las características de la vegetación en humedales de Santay

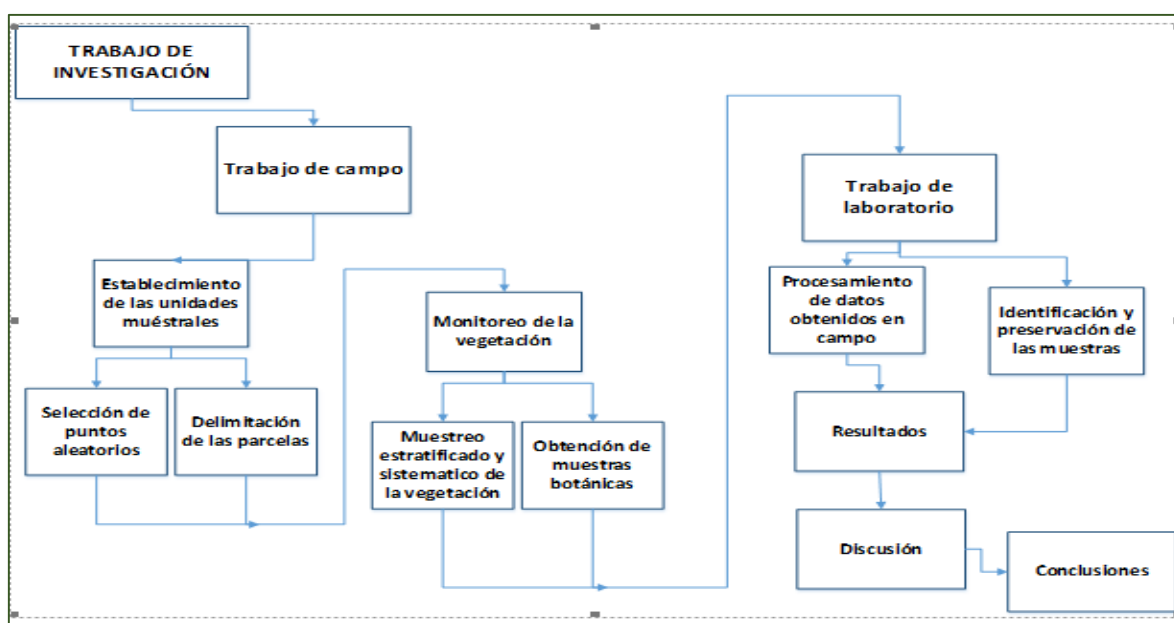


Figura 1. . Diagrama de flujo para determinar las características de la vegetación en humedales de Santay bajo dos niveles de perturbación. Santander 2020

3.2.2.2.6 Descripción del diagrama de flujo para determinar las características de la vegetación en humedales de Santay

Para determinar las características de la vegetación en humedales de Santay bajo dos niveles de perturbación, se realizó un trabajo de campo donde se ubicaron dos áreas muestrales con perturbación alta o bosque de palmas y con condición natural o bosque de manglar. Mediante una tabla aleatoria se obtendrá la ubicación aproximada para delimitar las 10 parcelas en cada área.

Se monitoreo en cada una de las 10 parcelas la vegetación en sus tres estratos superior (arbóreo), medio (arbustivo) e inferior (herbáceo) con ayuda de plantilla para toma de datos, también se recolecto muestras botánicas de las especies presentes, para transportarlas a continuación al laboratorio en prensas botánicas.

En el laboratorio se identificó las plantas recolectadas, mediante consulta a expertos, búsqueda bibliográfica y bases de datos. Cuando no se puede identificar una especie se le asignará un código para luego ser reconocida en un herbario o con otros especialistas, con la finalidad de depositarlas en un herbario certificado.

Posteriormente toda la información recolectada en plantillas sobre la vegetación a estudiar se procesó para conseguir los resultados que se quieren obtener según la metodología descrita y se tabulo toda la información sobre las variables monitoreadas en bases de datos.

3.2.3 Análisis estadístico

El diseño estadístico de esta investigación es cuantitativo ya que las variables estudiadas manejan valores numéricos. El análisis estadístico es inferencial se compararan las variables independientes: Alta perturbación (Bosque de palmas) con baja perturbación (Bosque de manglar) de cada una de las variables dependientes: abundancia, densidad, cobertura, frecuencia, clases de alturas y clases de área basal mediante la U de Mann-Whitney, mientras que para comparar los estratos del bosque de palmas versus los estratos del bosque de manglar de cada una de las variables dependientes, se utilizó la prueba de Kruskal Wallis de las especies de vegetación halladas en los sitios de muestreo.

Con los datos que se obtuvieron, se compararon los resultados de las variables dependientes obtenidas en las dos áreas muestréales: alta densidad de palma y condición natural, este procedimiento se realiza con pruebas estadísticas de

análisis de varianza no paramétricos que sean idóneas para pruebas de dos muestras independientes que es el caso de esta investigación, ya que se comparan dos grupos de casos con una variable (Gómez-Gómez, Danglot-Banck, y Vega-Franco, 2003), en este estudio se utilizan las pruebas de test no paramétrico de U de Mann-Whitney y Kruskal – Wallis.

3.2.3.1 Test no paramétricos: U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis

Para aplicar estos métodos se necesitan de variables cuantitativas como abundancia, frecuencia, densidad, riqueza, altura y área basal de la vegetación en humedales de Santay, que se encontraron en las dos áreas muestrales evaluadas, además que no tengan varianzas homogéneas y las muestras sean al azar e independientes. Al comparar estas variables entre las dos áreas de perturbación de estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney aplicada para dos muestras independientes (Downie y Heath, 1986), mientras que para comparar varias variables independientes se usó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los dos test buscan comprobar las siguientes hipótesis (Gómez-Gómez, Danglot-Banck, y Vega-Franco, 2003).

- La hipótesis nula (H_0): Indica que la abundancia, frecuencia, densidad, clases de altura y área basal de especies de vegetación en humedales de Santay son iguales bajo ambos niveles perturbación.
- La hipótesis alterna o ecológica (H_{ecol}): Indica que la abundancia, frecuencia, densidad, clases de altura y área basal de las especies de vegetación en humedales de Santay son diferentes bajo ambos niveles de perturbación.

Las pruebas se realizarán con un nivel de significancia de 0,05.

3.2.3.1.1 Procedimiento del cálculo en el test no paramétrico de U de Mann-Whitney:

Esta prueba sirve para conocer si las dos muestras independientes (grupos) son de la misma población. Es la alternativa no paramétrica a la comparación de dos promedios independientes a través de la t de Student y se utiliza cuando se compara dos grupos en los cuales está inmersa una variable cuantitativa continua que no cuenta con distribución normal o también cuando la variable es de tipo cuantitativa discreta (Gómez-Gómez, Danglot-Banck, y Vega-Franco, 2003).

Para proceder al cálculo se debe seguir los siguientes pasos:

- Ordenar los datos en rangos, en orden de mayor a menor
- Fijar un rango de orden para cada dato
- Sumar los rangos de cada una de las muestras
- Calcular los valores de U de cada una de las muestras, escogiendo el menor de todos.

La prueba de hipótesis se fundamenta sobre el resultado del estadístico U_c Mann-Whitney:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

Dónde:

n_1 y n_2 : es el número de sujetos de cada grupo

R_1 y R_2 : es suma de rangos correspondientes a cada grupo.

Para verificar las hipótesis se debe seguir con el siguiente procedimiento:

Obteniendo el valor U_c escogiendo el valor más alto entre U_1 y U_2

Comprobar la significación estadística de U_{cal} comparando este valor con el valor del estadístico U_{crit} que se obtiene a partir de la tabla correspondiente (t de Student).

- Si $U_{cal} > U_{crit}$ ($\alpha=0.05$ o inferior) se rechaza H_0 y se acepta H_{ecol} (las medianas son diferentes).
- Si $U_{cal} < U_{crit}$ ($\alpha=0.05$ o mayor) se acepta H_0 y se rechaza H_{ecol} (las medianas son iguales).

Para muestras más grandes, la fórmula es la siguiente:

$$Z = \frac{\frac{U - (n1 * n2)}{2}}{\sqrt{\frac{n1 * n2(n1 + n2 + 1)}{12}}}$$

Dónde:

n1 y n2: número de sujetos de cada grupo.

R1 y R2: suma de rangos correspondientes a cada grupo, U: menor valor de las dos "U" calculadas.

n1 y n2: número de sujetos de cada grupo.

3.2.3.1.2 Procedimiento del cálculo en el test no paramétrico de Kruskal-Wallis

La prueba de Kruskal-Wallis o de H se emplea perfectamente en dos o más series de casos, es una prolongación de la U de Mann-Whitney; de algún modo es el semejante no paramétrico del análisis de varianza de una vía y permite saber si existen diferencias en las distribuciones de la variable en estudio en las poblaciones (Gómez-Gómez, Danglot-Banck, y Vega-Franco, 2003). Este test se emplea en el caso que las k muestras no provengan de una población normal y cuando son heterogéneas las varianzas de k poblaciones (Badii y Guillen, 2012).

El test de Kruskal-Wallis se realiza de la siguiente forma:

- Se fijarán rangos para cada dato.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^K \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Dónde:

K: número de grupos

N: número total de datos

n_i: número de datos en el grupo i.

En caso de que existan rangos similares (dos o más números con el mismo rango) será necesario corregir, aplicando el factor H_c que reemplazará a H, con la siguiente formula:

$$H_c = \frac{H}{C} \quad \Rightarrow \quad C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (t_i^3 - t_i)}{N^3 - N}$$

Dónde:

t_i: número de rangos ligados en cada grupo y

m: número de grupo de rangos ligados.

El resultado debe contrastarse con las siguientes condiciones:

- Si $H_{cal} \geq H_{crit} (X^2_{crit}) \rightarrow$ se rechaza H_0 y se acepta H_{ecol} (alguna de las medianas es diferente).
- Si $H_{cal} < H_{crit} (X^2_{crit}) \rightarrow$ se acepta H_0 y se rechaza H_{ecol} (las medianas son iguales).

El valor que se calculará debe constatar con la tabla de distribución Chi cuadrado, Se espera rechazar la H_0 con al menos el 0,05% de significancia.

4 Resultados

4.1 Identificación del listado de las especies de plantas de la vegetación, presente en las áreas bajo diferentes niveles de perturbación en isla Santay.

Se monitoreo y muestreó las especies de las parcelas, que representan los dos niveles de perturbación con alta densidad de *R oleracea* o bosque de palmas y con baja densidad de *R oleracea* o bosque de manglar con un área de 0,5 hectáreas para cada una (ver anexos figuras 37,38 y 39)

4.1.1 Especies de plantas identificadas en el área de muestreo del bosque de manglar en el humedal de Santay

Se colectaron muestras botánicas en las diez parcelas designadas al azar en el área de manglar denso en las coordenadas geográficas: 02°12'45.2"S 79°52'25.8"W donde se situó el ángulo inferior derecho de la parcela de 0,5 ha (ver anexos figura 34). En la zona de muestreo se logró identificar seis especies de vegetación, las cuales fueron sometidas a un proceso de acondicionamiento y preparación botánica mediante el prensado, secado y conservación de las muestras para realizar el herbario correspondiente (ver anexos figura 40), en la tabla 2 se muestran las seis especies muestreadas, pertenecientes a seis familias y seis géneros.

Tabla 2. Especies monitoreadas en la parcela de bosque de Manglar

Taxonomía	Género, especie y nombre común	Imagen
Reino: Plantae Subreino: Tracheophyta División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Orden: Arecales Familia: Arecaceae	Género: <i>Roystonea</i> Especie: <i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook Nombre vernáculo : Palma imperial	
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Orden: Asparagales Familia: Amaryllidaceae	Género: <i>Crinum</i> Especie: <i>Crinum amoenum</i> Roxb. Nombre vernáculo : Amancay	
Reino: Plantae Subreino: Embryophyta. División: Magnoliophyta. Clase: Equisetopsida. Orden: Lamiales. Familia: Acanthaceae..	Género: <i>Avicennia</i> . Especie: <i>Avicennia germinans</i> (L.) L Nombre vernáculo: Mangle llorón, Mangle salado, Mangle negro.	
Reino: Plantae Subreino: Spermatophyta División: Magnoliophyta Clase. Magnoliophytina Orden. Rhizophorales Familia. Rhizophoraceae	Género: <i>Rhizophora</i> Especie: <i>Rhizophora mangle</i> L. Nombre vernáculo: mangle colorado, mangle gateado, mangle rojo.	
Reino: Plantae Subreino: Spermatophyta División: Magnoliophyta Clase. Magnoliophytina Orden. Fabales Familia. Fabaceae (Leguminosae)	Género: <i>Mimosa</i> . Especie: <i>Mimosa pigra</i> L. Nombre vernáculo: Cariño de suegra, Zarza negra, dormidera.	
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Magnoliophyta Clase: Magnoliophytina Orden: Santalales Familia: Loranthaceae	Género: <i>Phthirusa</i> Especie: <i>Phthirusa stelis</i> (L.) Kuijt Nombre vernáculo: Pajarito, Matapalo, Golondrina.	

Santander 2020

4.1.2 Especies de plantas identificadas en el área de muestreo del bosque de palmas en el humedal de Santay

Se recolectaron muestras botánicas en las diez parcelas distribuidas al azar en el área del bosque de palmas, la parcela de 0,5ha se encuentra en las coordenadas geográficas: 02°13'27.1"S 79°51'31.8"W donde se situó el ángulo inferior derecho

(ver anexos figura 35). En esta zona de muestreo se logró identificar cinco especies de plantas las cuales fueron sometidas a un proceso de acondicionamiento y preparación botánica mediante el prensado, secado y conservación de las muestras para realizar el herbario correspondiente (ver anexos figura 40).

Se encontraron cinco especies pertenecientes a cinco familias y cinco géneros; a continuación, en la tabla 3 se muestran la taxonomía incluyendo género, especie y nombre vernáculo.

Tabla 3. Especies monitoreadas en la parcela de bosque de palmas

Taxonomía	Género, especie y nombre común	Imagen
Reino: Plantae Subreino: Tracheophyta División: Magnoliophyta Clase: Magnoliophytina Orden: Malpighiales Familia: Erythroxylaceae	Género: <i>Erythroxylum</i> P Browne Especie: <i>Erythroxylum glaucum</i> O E.Schulz. Nombre vernáculo : Coquito, Arrayan, Negro-negro	
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Tracheophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Vitales Familia: Vitaceae	Género: <i>Cissus</i> Especie: <i>Cissus obliqua</i> Ruiz & Pav Nombre vernáculo: Bejuco de montaña.	
Reino: Plantae Subreino: Tracheophyta División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Orden: Arecales Familia: Arecaceae	Género: <i>Roystonea</i> Especie: <i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook Nombre vernáculo : Palma imperial	
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Orden: Asparagales Familia: Amaryllidaceae	Género: <i>Crinum</i> Especie: <i>Crinum amoenum</i> Roxb. Nombre vernáculo : Amancay	
Reino: Plantae Subreino: Viridiplantae. División: Traqueofita. Clase: Espermatofita.. Orden: Lamiales. Familia: Acanthaceae.	Género: <i>Avicennia</i> . Especie: <i>Avicennia germinans</i> (L.) L Nombre vernáculo: Mangle llorón, Mangle salado, Mangle negro.	

Santander 2020.

4.2 Estimación de la abundancia, densidad, frecuencia y cobertura, tanto absoluta como relativa de la vegetación presente en las áreas de bosque de manglar y bosque de palmas en isla Santay.

La abundancia, frecuencia, densidad, cobertura e IVI se analizaron en dos áreas de estudio: una bajo condición natural o bosque de manglar y otra bajo alta perturbación o bosque de palmas, clasificándolos por estratos. Se calculó la abundancia, densidad, cobertura y frecuencia tanto absolutas como relativas del bosque de manglar (ver tablas 24 y 25 en anexos) y absolutas como relativas del bosque de palmas (ver tablas 26 y 27 en anexos) a continuación se mostraran gráficos de cada variable.

4.2.1 Abundancia

4.2.1.1 Abundancia en área de bosque de manglar

En el área de bosque de manglar se contabilizó un total de 127 individuos repartidos en los estratos: inferior con 83 individuos, en el medio un total de 10 individuos y por último en el superior un total de 36 individuos,

Por especies se encontraron mangles como *Rhizophora mangle* L (113 individuos), siendo esta la especie más abundante y *Avicennia germinans* L (3 individuos), además de otras especies exóticas como *Crinum amoenum* (8 individuos), *Roystonea oleracea* (1 individuo), *Mimosa pigra* L (1 individuo) y una especie parasita como *Phthirusa stelis* (1 individuo). En la figura 2 se muestra la abundancia de individuos por estrato y total para cada especie:

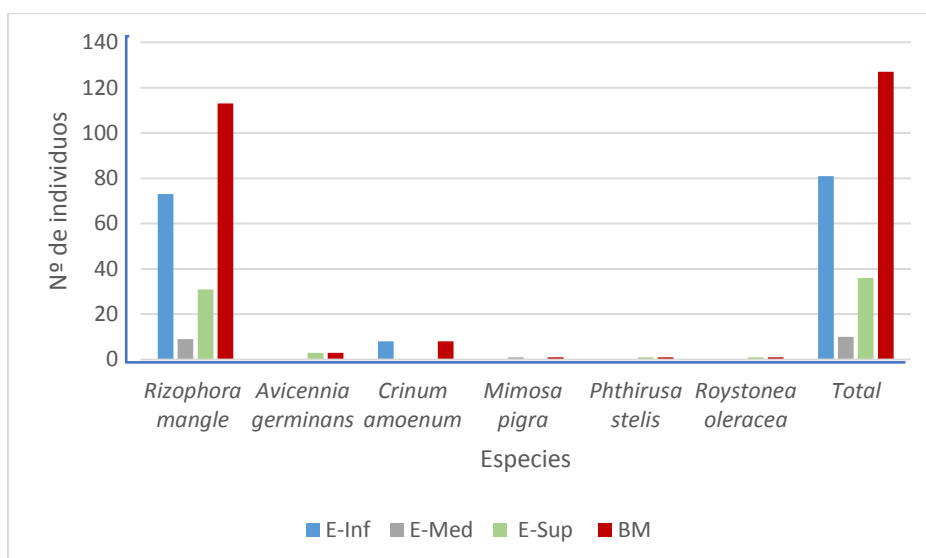


Figura 2. Abundancia de individuos de especies en área de bosque de manglar
 Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM).
 Santander 2020.

En el área de bosque de manglar, *Rhizophora mangle* fue la más abundante en el estrato superior con 31 individuos, en el estrato medio con 9 individuos y 73 individuos en el estrato inferior. Mientras que *Crinum amoenum* es la segunda especie con mayor presencia en el estrato inferior con 8 individuos. Las especies menos abundantes fueron *Mimosa pigra* con 1 individuo en el estrato medio, *Roystonea oleracea* y *Phthirusa stelis* con 1 individuo en el estrato superior respectivamente. Por último de *Avicennia germinans L* se registraron 3 individuos en el estrato superior siendo la otra especie de mangle con *Rhizophora mangle* con mayor presencia en esta área.

En la tabla 25 en la parte de anexos se muestran la abundancia relativa para el área de baja perturbación (bosque de manglar)

4.2.1.2 Abundancia en área de bosque de palmas

Se contabilizó un total de 82 individuos repartidos en el estrato inferior con 13 individuos, en el estrato medio un total de 5 individuos y por último en el estrato superior un total de 64 individuos, donde se encontraron una especie de mangle

como *Avicennia germinans* L (7 individuos), también especies autóctonas como: *Erythroxylum glaucum* (2 individuos), *Cissus obliqua* (2 individuos) y exóticas como *Crinum amoenum* (6 individuos), *Roystonea oleracea* (65 individuos). En el siguiente gráfico se muestran la abundancia de individuos respectiva para cada especie por estrato y total:

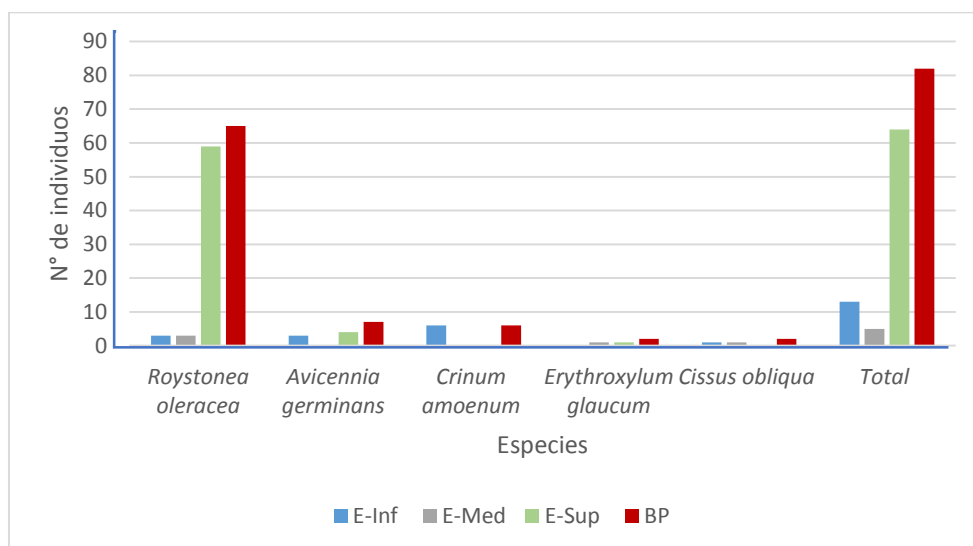


Figura 3. Abundancia de individuos de especies en área de bosque de palmas
 Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de palmas: BP).
 Santander 2020.

En el área de bosque de palmas, *Roystonea oleracea* fue la más abundante en el estrato superior con 59 individuos, en el estrato medio con 3 individuos y 3 individuos en el estrato inferior. Mientras que *Crinum amoenum* es la especie con más presencia en el estrato inferior con 6 individuos. Las especies menos abundantes fueron *Erythroxylum glaucum* con 1 individuo en el estrato medio y 1 individuo en el estrato superior, además de *Cissus obliqua* con 1 individuo en el estrato inferior y 1 individuo en el estrato medio. Por último de *Avicennia germinans* L se registraron 3 individuos en el estrato inferior y 4 individuos en el estrato superior siendo la única especie de mangle que se monitoreo en el área designada.

En la tabla 27 en la parte de anexos se muestran la abundancia relativa para el área de alta perturbación (bosque de palmas).

4.2.1 Densidad

4.2.1.1 Densidad en área de bosque de manglar

En el área de manglar a partir de la densidad absoluta (ver tabla 24 en anexos) se determinó la densidad relativa (ver tabla 25 en anexos). En esta área de estudio *Rhizophora mangle* es la especie que cuenta con mayor densidad relativa, con un 90,59% en el estrato inferior, en el estrato medio un 90% y un 84,38% en el estrato superior.

La especie de planta con menor densidad relativa en el estrato medio es *Mimosa pigra* L. con 10% y en el estrato superior *Roystonea oleracea* y *Phthirusa stelis* con el 3,13% para cada una de las especies, mientras que *Avicennia germinans* tiene un 9,38% en el estrato superior y *Crinum amoenum* con 9,41% en el estrato inferior.

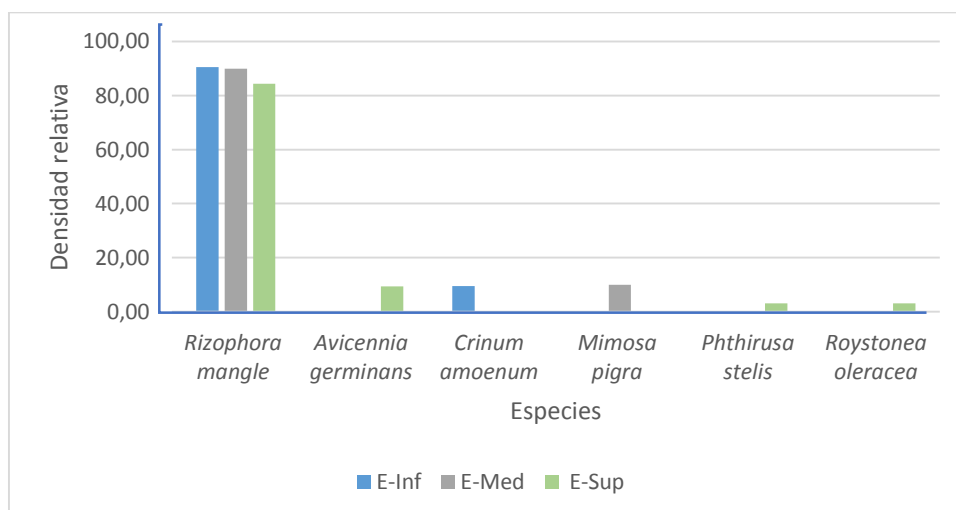


Figura 4. Densidad relativa de vegetación en área de bosque de manglar
Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM).
Santander 2020.

4.2.1.2 Densidad en área de bosque de palmas

En el área de palmas a partir de la densidad absoluta (ver tabla 26 en anexos) se calculó la densidad relativa (ver tabla 27 en anexos). En esta área de estudio se

determinó que la especie *Roystonea oleracea* con 23,08% en el estrato inferior, con 60% en el estrato medio y con 92,19% y en el estrato superior es la especie que cuenta mayor densidad relativa.

En las demás especies de vegetación como *Avicennia germinans* se obtuvo una densidad relativa de 23,08% en el estrato inferior y de 6,25% en el estrato superior, *Crinum amoenum*. con 46,15% es la especie que más densidad relativa tiene en el estrato inferior, mientras que *Erythroxyllum glaucum* tiene un 20% en el estrato medio y 1,56% en estrato superior y por ultimo *Cissus obliqua* se le calculó un 7,69% en el estrato inferior y un 20% en el estrato medio.

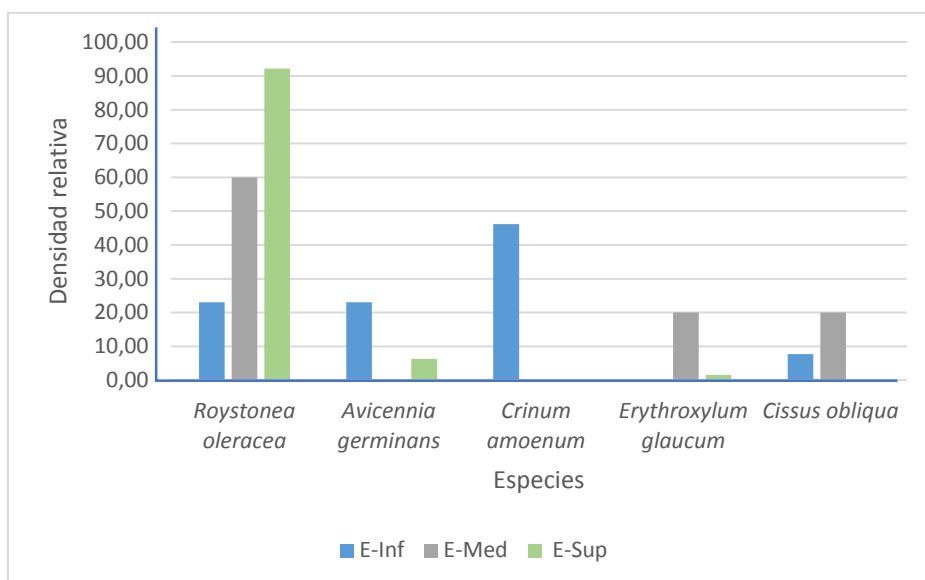


Figura 5. Densidad relativa de vegetación en área de bosque de palmas
Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de palmas: BP).
Santander 2020.

4.2.2 Cobertura

4.2.2.1 Cobertura en bosque de manglar

En el área de manglar a partir de la cobertura absoluta (ver tabla 24 en anexos) se determinó la cobertura relativa (ver tabla 25 en anexos). La especie de mayor cobertura relativa fue *Rhizophora mangle*, con un 82,88% en el estrato inferior, con un 99,85% en el estrato medio y un 84,86% en el estrato superior. Después

tenemos a la especie *Crinum amoenum* con el 17,12% en el estrato inferior y *Avicennia germinans* con el 14,90% en el estrato superior.

Las especies con menor cobertura relativa fueron *Mimosa pigra* L con un 0,15% en el estrato medio y en el estrato superior *Roystonea oleracea* con 0,24% y *Phthirusa stelis* con 0,0008% de cobertura relativa respectivamente.

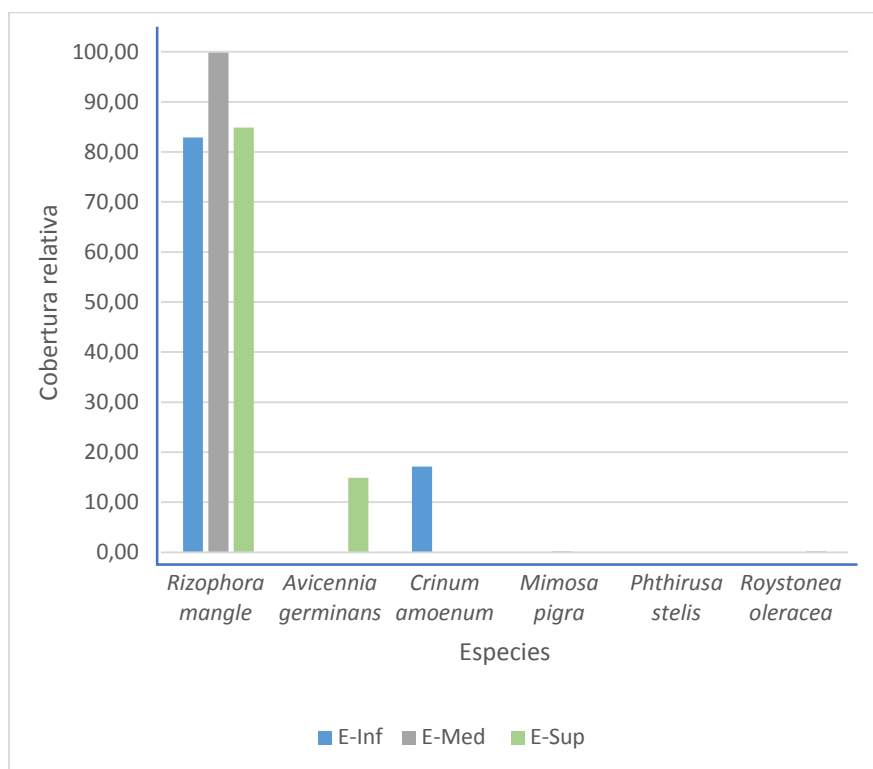


Figura 6. Cobertura relativa de vegetación en área de bosque de manglar
 Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM).
 Santander 2020.

4.2.2.2 Cobertura en área de bosque de palmas

En el área de palmas a partir de la cobertura absoluta (ver tabla 26 en anexos) se determinó la cobertura relativa (ver tabla 27 en anexos). La especie de mayor cobertura relativa fue *Roystonea oleracea*, con un 9,47% en el estrato inferior, con un 64,96% en el estrato medio y un 89,23% en el estrato superior. Después tenemos a la especie *Crinum amoenum* con el 23,73% en el estrato inferior y

Avicennia germinans con el 0,59% en el estrato inferior y con 0,27% en el estrato superior.

Mientras que las especies *Erythroxylum glaucum* represento el 1,09% en el estrato medio y 0,011% en el estrato superior, por último *Cissus obliqua* represento el 1,64% en el estrato inferior y 0,80 en el estrato medio.

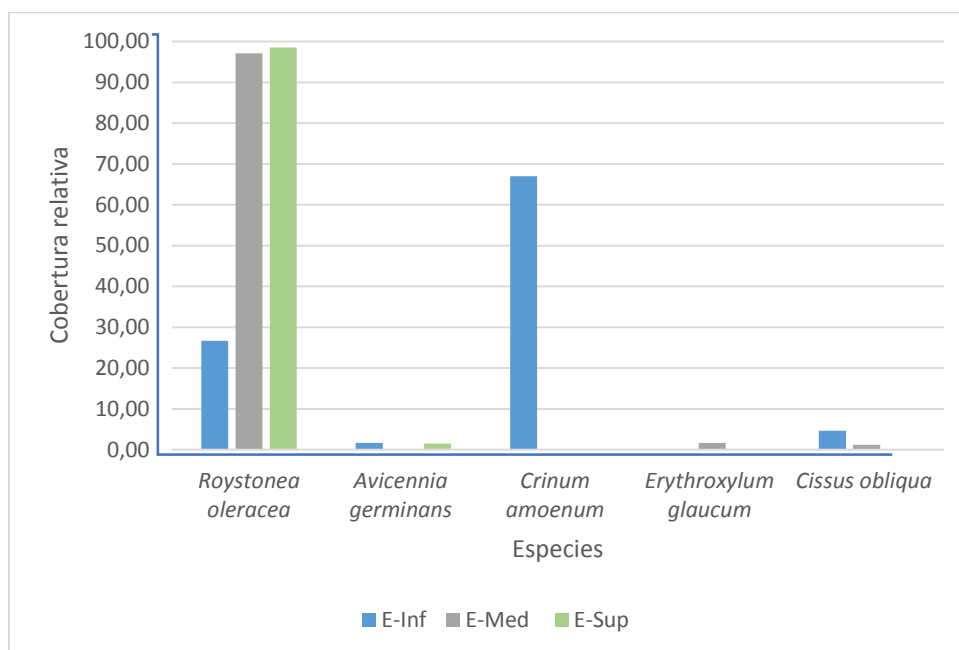


Figura 7. Cobertura relativa de vegetación en área de bosque de palmas
Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de palmas: BP).
Santander 2020.

4.2.3 Frecuencia

4.2.3.1 Frecuencia en área de bosque de manglar

En el área de manglar a partir de la frecuencia absoluta (ver tabla 24 en anexos) se determinó la frecuencia relativa (ver tabla 25 en anexos). Se determinó que la especie *Rhizophora mangle* es la que cuenta con mayor frecuencia relativa, con un 86,96% en el estrato inferior, con un 85,71% en el estrato medio y un 64,29% en el estrato superior.

Las especies de vegetación con menor frecuencia relativa son en el estrato medio *Mimosa pigra* L. con 14,29% y en el estrato superior *Roystonea oleracea* y

Phthirusa stelis con el 7,14% para cada una de las especies, mientras que *Avicennia germinans* tiene un 21,43% en el estrato superior y *Crinum amoenum* con 13,04% en el estrato inferior.

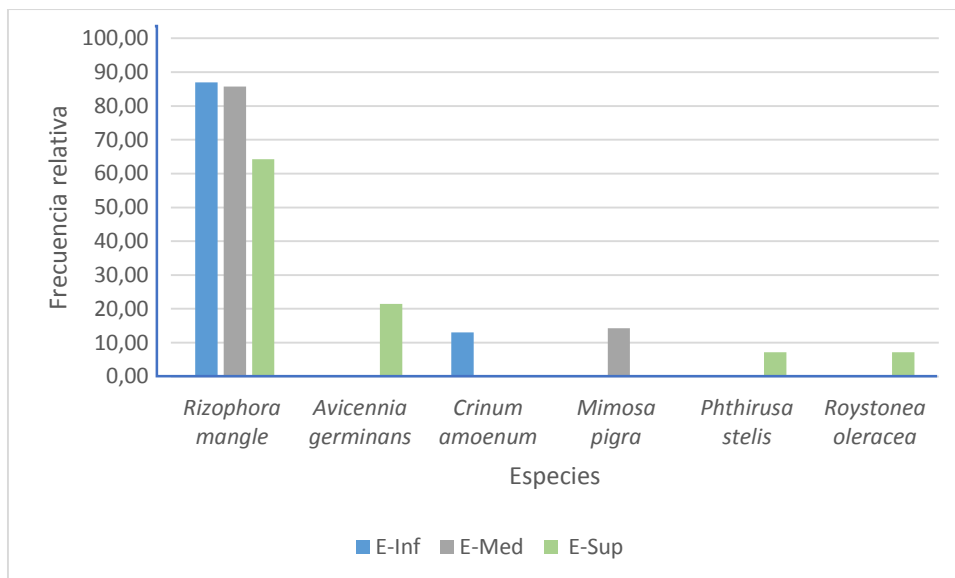


Figura 8. Frecuencia relativa de vegetación en área de bosque de manglar
 Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM).
 Santander 2020.

4.2.3.2 Frecuencia en área de bosque de palmas

En el área de palmas a partir de la frecuencia absoluta (ver tabla 26 en anexos) se determinó la frecuencia relativa (ver tabla 27 en anexos). En esta área de estudio se determinó que la especie *Roystonea oleracea* con 33,3% en el estrato inferior, con 50% en el estrato medio y con 69,23% y en el estrato superior es la especie que cuenta mayor frecuencia relativa.

En las demás especies de vegetación como *Avicennia germinans* se obtuvo una frecuencia relativa de 16,17% en el estrato inferior y de 23,08% en el estrato superior, también *Crinum amoenum* cuenta con 33,3% en el estrato inferior, mientras que *Erythroxylum glaucum* tiene un 25% en el estrato medio y 7,69% en estrato superior y por ultimo *Cissus obliqua* se le calculó un 16,67% en el estrato inferior y un 25% en el estrato medio.

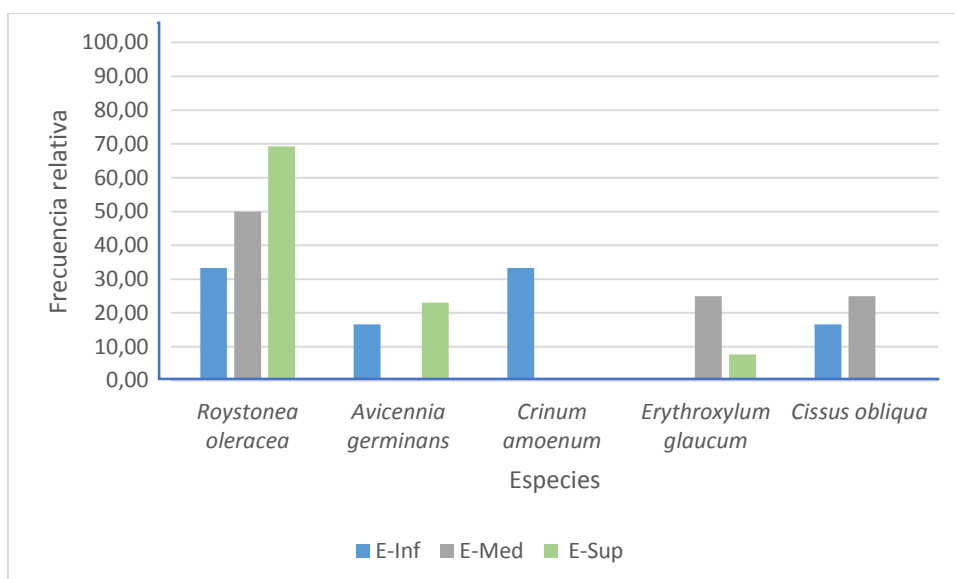


Figura 9. Frecuencia relativa de vegetación en área de bosque de palmas
 Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de palmas: BP).
 Santander 2020.

4.3 Determinación del valor de importancia, diversidad, riqueza, equidad, dispersión y estructura de vegetación en las áreas de bosque de manglar y bosque de palmas en isla Santay.

4.3.1 Índice de valor de importancia IVI

Se ordenó las especies de plantas en el área de bosque de manglar y bosque de palmas en función al IVI de mayor a menor. La misma muestra también los resultados de la suma de la densidad relativa, la cobertura relativa y la frecuencia relativa (ver tablas 25 y 27 en anexos) para cada una de las especies por estrato (IVI=300).

4.3.1.1 Índice de Valor de Importancia en bosque de manglar

Se obtuvo que la especie más importante es *Rhizophora mangle* en los tres estratos de estudio, ya que posee un valor de 259,96 en el estrato inferior, un 275,96 en el estrato medio y un 235,26 en el estrato superior. Mientras que *Avicennia germinans* registra un valor de 44,66 en el estrato superior y *Crinum amoenum* de 40,04 en el estrato inferior.

Las especies menos importantes son *Roystonea oleracea* con un valor de 10,16 en el estrato superior *Mimosa pigra* L con un valor 24,44 en el estrato medio y *Phthirusa stelis* con 9,92 en el estrato superior (véase tabla 29 en anexos).

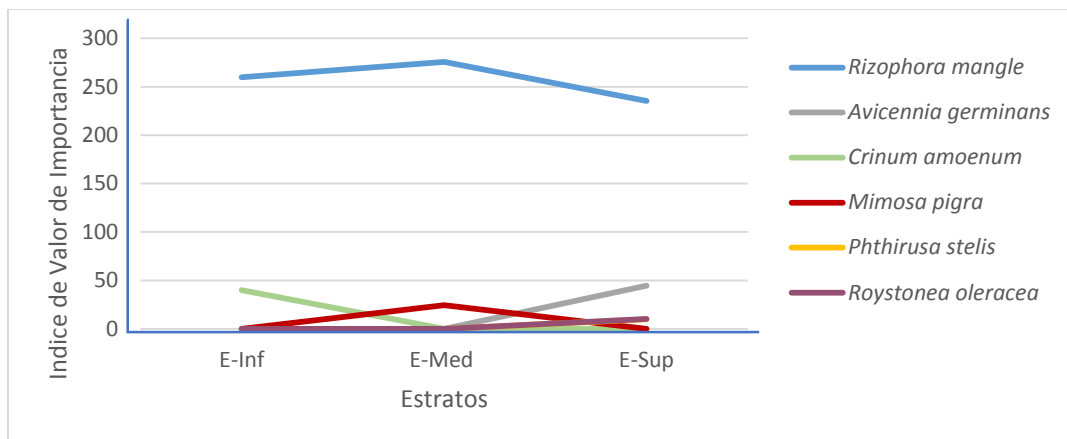


Figura 10. IVI de vegetación en área de bosque de manglar
Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM).
Santander 2020.

4.3.1.2 Índice de Valor de Importancia en bosque de palmas

Se obtuvo que la especie más importante es *Roystonea oleracea* en los estratos medio y superior, ya que posee un valor de 65,88 en el estrato inferior, con un 174,96 en el estrato medio y un 240,26 en el estrato superior. Mientras que *Avicennia germinans* registra un valor de 40,34 en el estrato inferior y 30,51 en el estrato superior, mientras que *Erythroxylum glaucum* tiene un valor de 46,09 en el estrato medio y un 9,26 en el estrato superior.

Cissus obliqua cuenta con un valor de 26,003 en el estrato inferior y 45,80 en el estrato medio mientras que *Crinum amoenum* cuenta con un valor del 103,23 en el estrato inferior (véase tabla 30 en anexos).

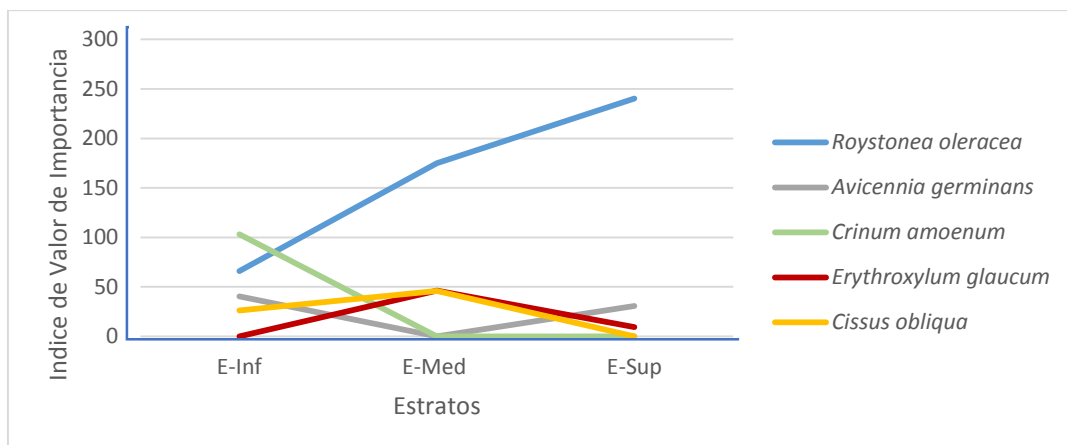


Figura 11. IVI de vegetación en área de bosque de palmas
Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de palmas: BP).
Santander 2020.

4.3.2 Diversidad, Riqueza y Equidad

Para la diversidad se utilizó el Índice de Simpson, el índice Shannon-Wiener y el índice de Margalef, además se determinara la riqueza a partir del Índice de Simpson y también la equidad mediante la Equidad de Simpson y Pielou.

La biodiversidad de las especies se refiere a la variabilidad de los individuos presentes, una comunidad es más biodiversa mientras tenga más cantidad de individuos, especies y que se encuentre equitativamente repartidos los individuos entre las diferentes especies.

4.3.2.1 Diversidad, riqueza y equidad en Bosque de Manglar

I. Diversidad

Tabla 4. Índices de diversidad del bosque de manglar

ESTRATOS	DIVERSIDAD		
	Índice de Simpson	Índice de Shannon	Índice de Margalef
E-Inf	1,21	0,31	0,23
E-Med	1,22	0,33	0,43
E-Sup	1,38	0,58	0,87
BM	1,26	0,48	1,03

Santander 2020

El estrato superior se identificó como el estrato más diverso con valores superiores comparándolo con otros estratos; el índice de diversidad Simpson indica un valor de 1,38, además el índice de diversidad de Shannon con un valor de 0,58 y el índice de diversidad de Margalef con un valor de 0,87.

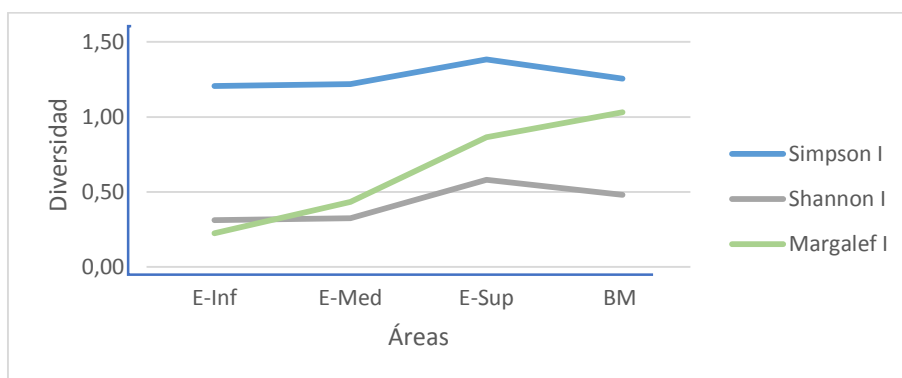


Figura 12. Índices de Diversidad en bosque de manglar
Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM)
Santander 2020

II. Riqueza

Tabla 5. Índice de riqueza del bosque de manglar

ESTRATOS	RIQUEZA
	Riqueza de Simpson
E-Inf	1,21
E-Med	1,25
E-Sup	1,40
BM	1,26

Santander 2020

La mientras tanto el índice de riqueza de Simpson le da un mayor valor al estrato superior con un valor de 1,40, seguido del estrato medio con 1.25 y por último el estrato inferior con 1.21.

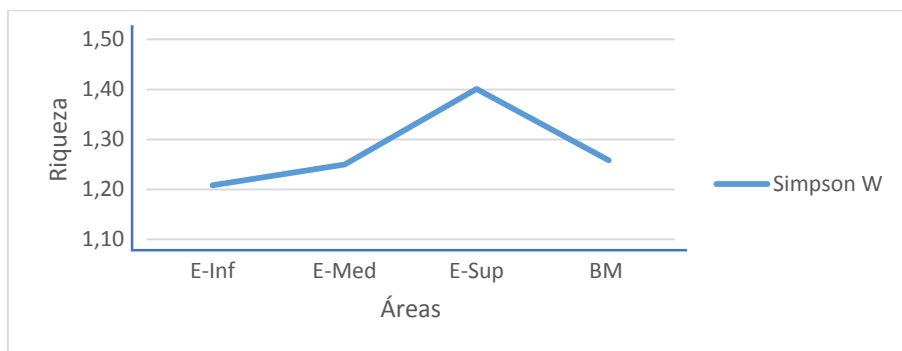


Figura 13. Índice de riqueza en bosque de manglar
 Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM)
 Santander 2020

III. Equidad

Tabla 6. Índices de equidad del bosque de manglar

ESTRATOS	EQUIDAD	
	Equidad de Simpson	Equidad de Pielou
E-Inf	0,61	0,47
E-Med	0,61	0,47
E-Sup	0,33	0,39
BM	0,21	0,27

Santander 2020

Por último la equidad de Simpson y Pielou muestran una baja equitatividad del bosque de Manglar ya que todos los valores en los diferentes estratos y total no se aproximan a uno, pero los estratos más equitativos son el inferior y medio, esto se da porque este bosque tiene una especie dominante como *Rhizophora mangle*.

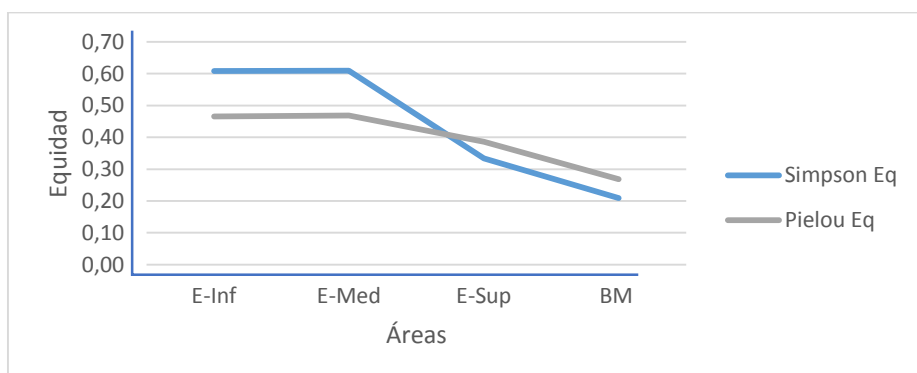


Figura 14. Índices de equidad en bosque de manglar
 Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM)
 Santander 2020

4.3.2.2 Diversidad, riqueza y equidad en bosque de Palmas

I. Diversidad

Tabla 7. Índices de diversidad del bosque de palmas

ESTRATOS	DIVERSIDAD		
	Índice de Simpson	Índice de Shannon	Índice de Margalef
Inferior	0,75	1,23	1,17
Medio	0,69	0,95	1,24
Superior	0,54	0,24	0,48
BP	0,61	0,77	0,91

Santander 2020

Se determinó que el estrato inferior es el más diverso ya que el índice de diversidad de Simpson con un valor de 0,75 como el de índice de diversidad de Shannon con un valor de 1,23 indican un valor más alto en comparación con del estrato medio y el estrato inferior. El índice de Margalef le da al estrato medio el mayor valor de diversidad con 1,24 con poca diferencia con el estrato inferior con 1,17 y el estrato superior con un nivel bajo de diversidad con 0,48.

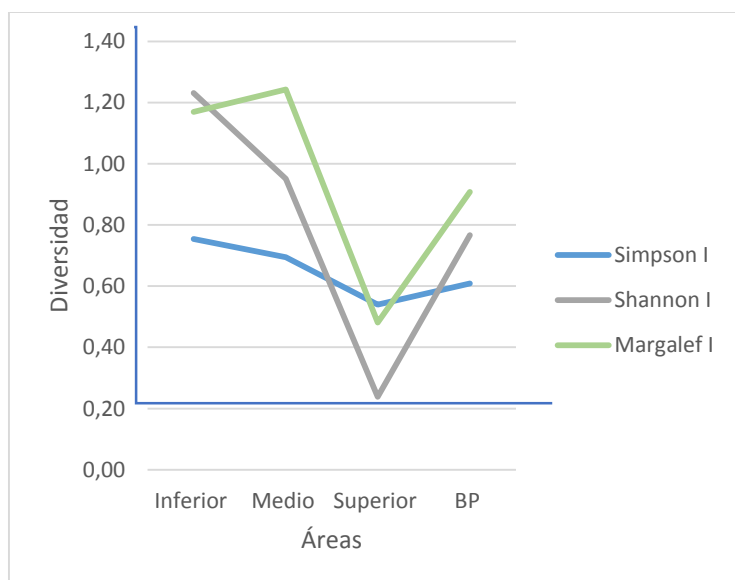


Figura 15. Índices de Diversidad en bosque de palmas

Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM)

Santander 2020

II. Riqueza

Tabla 8. Índices de riqueza del bosque de palmas

ESTRATOS	RIQUEZA
	Riqueza de Simpson
Inferior	0,79
Medio	0,77
Superior	0,54
BP	0,61

Santander 2020

La riqueza de Simpson le da un mayor valor al estrato inferior con un valor de 0,79 con poca diferencia del estrato medio con un valor de 0,77 y por ultimo el estrato superior con un valor de 0,54.

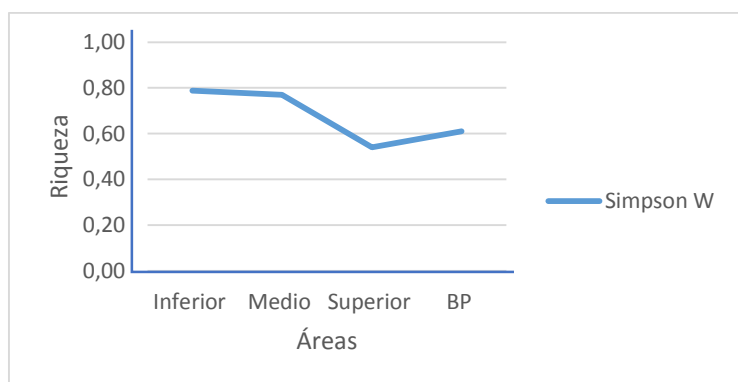


Figura 16. Índice de riqueza en bosque de palmas
Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM)
Santander 2020

III. Equidad

Tabla 9. Índices de equidad del bosque de palmas

ESTRATOS	EQUIDAD	
	Equidad de Simpson	Equidad de Pielou
Inferior	0,19	0,89
Medio	0,23	0,86
Superior	0,18	0,22
BP	0,12	0,48

Santander 2020

Por último la equidad en el bosque de palmas por tener una especie dominante como *Roystonea oleracea* indica en el índice de equidad de Simpson que todos los

estratos son poco equitativos y la equidad de Pielou muestra una baja equitatividad en el estrato superior mientras en el estrato inferior y medio muestra más equitatividad ya que sus valores se acercan a uno.

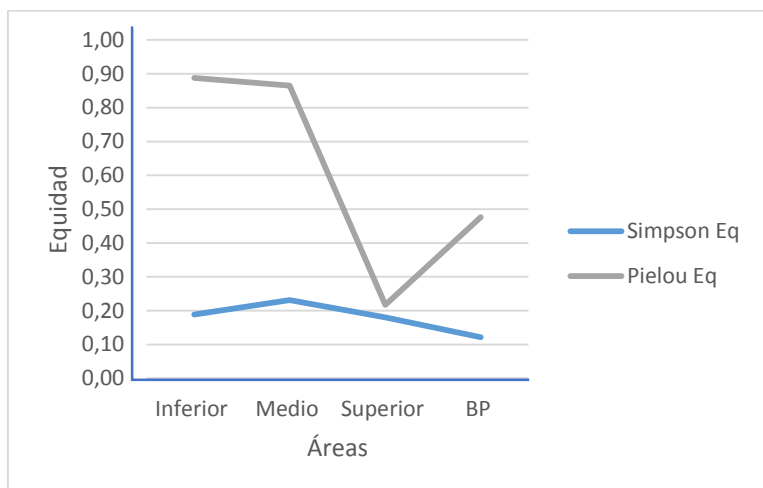


Figura 17. Índices de equidad en bosque de palmas
 Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM)
 Santander 2020

4.3.3 Estructura

4.3.3.1 Estructura horizontal

La estructura horizontal se la representa mediante histogramas en donde se representan diferentes clases de áreas basales, con sus respectivos números de individuos por clase y estrato para los dos tipos de bosque en los que se realizó el estudio (ver tabla 31 en anexos).

I. Bosque de manglar

El histograma de área basal muestra que el rango que ostenta la mayor cantidad de individuos en el bosque de manglar es el que va desde 0 a 5 cm² con 79 individuos en el estrato inferior, 7 en el estrato medio y 4 en el estrato superior seguido del rango de 10,1 a 50 cm² como se muestra en la figura 18.

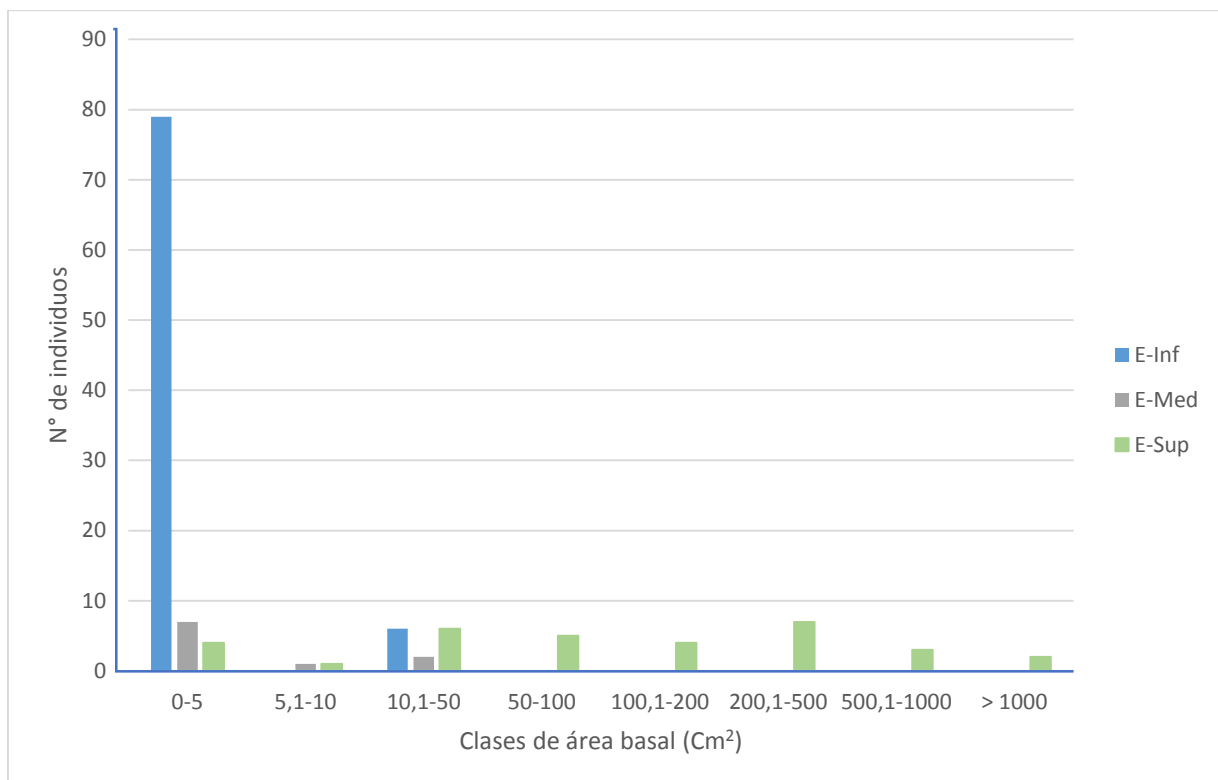


Figura 18. Área basal del Bosque de manglar
 Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de manglar: BM)
 Santander 2020.

II. Bosque de palmas

El histograma de área basal muestra que el rango que ostenta la mayor cantidad de individuos en el bosque de palmas es el $>1000 \text{ cm}^2$ con 25 individuos en el estrato superior seguido del rango de 0 a 50 cm^2 con 13 individuos en el estrato inferior y 2 individuos en el estrato medio como se muestra en la figura 19.

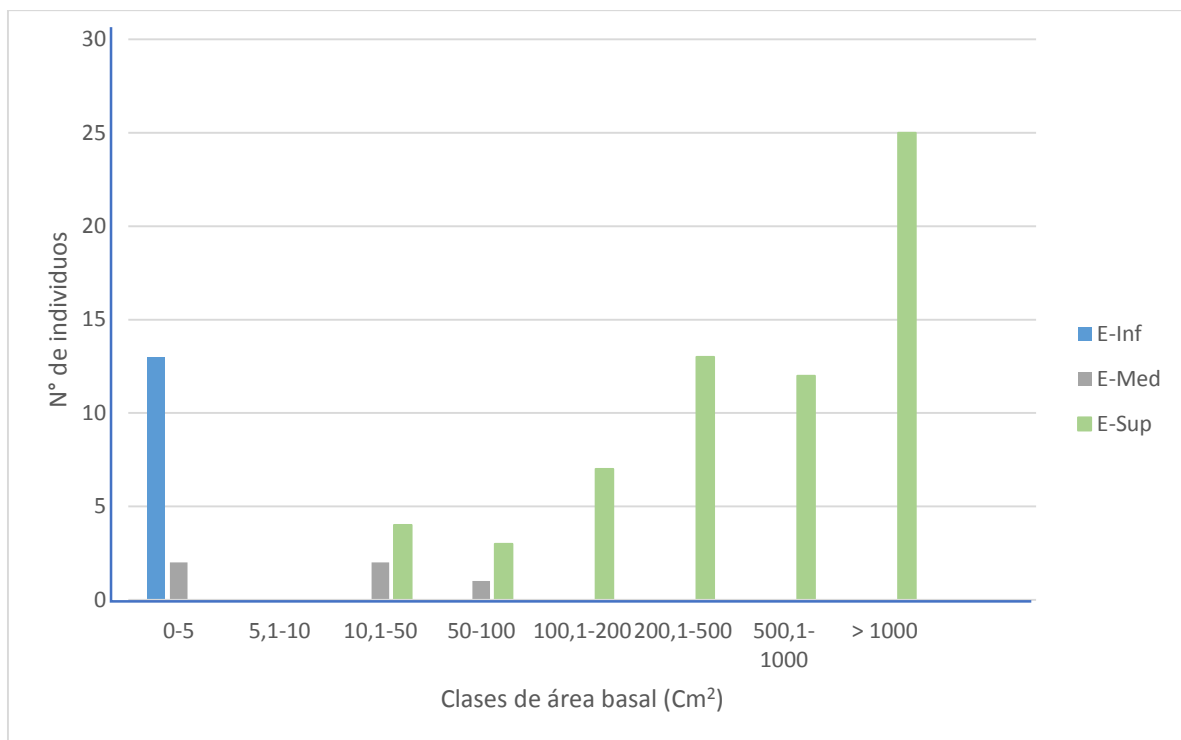


Figura 19. Área basal del Bosque de palmas
 Leyenda: Estrato inferior (E-Inf), Estrato medio (E-Med), Estrato superior (E-Sup) y toda el área (Bosque de palmas: BP)
 Santander 2020

4.3.3.2 Estructura vertical

I. Estrato inferior

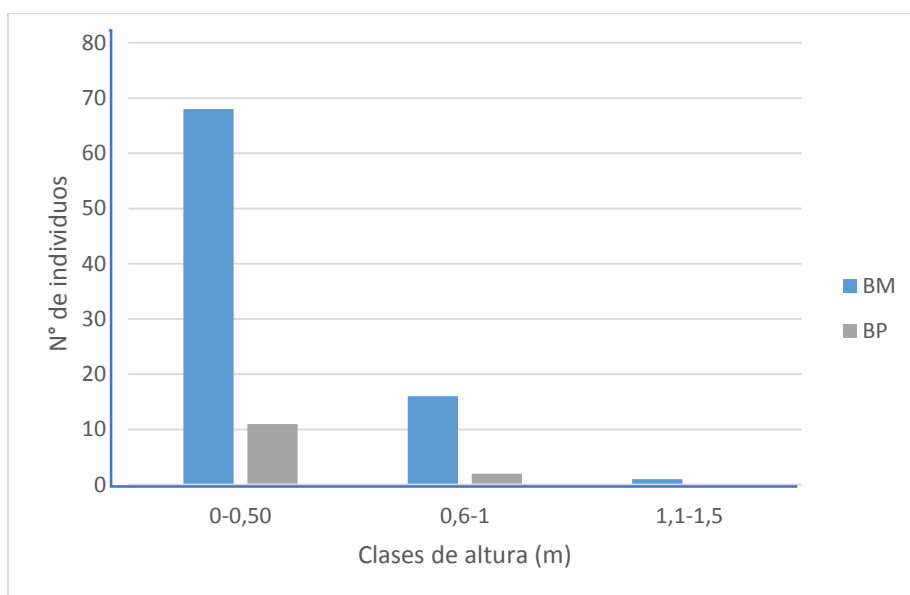


Figura 20. Alturas en el estrato inferior del bosque de manglar y palmas
 Leyenda: Bosque de manglar (BM), bosque de palmas (BP).
 Santander 2020.

Las alturas que van en el rango de 0 a 0,50 m (metro) tiene 68 individuos en el bosque de manglar y 11 en el bosque de palmas, mientras el rango que va desde 0,51 a 1 m tiene 16 individuos en el bosque de manglar y 2 en el bosque de palmas, y por último en el rango que va desde 1,1 a 1,5 m tiene 1 individuo en el bosque de manglar y 0 en el bosque de palmas, para observar los resultados más detallados ver tabla 32 en anexos.

I. Estrato medio

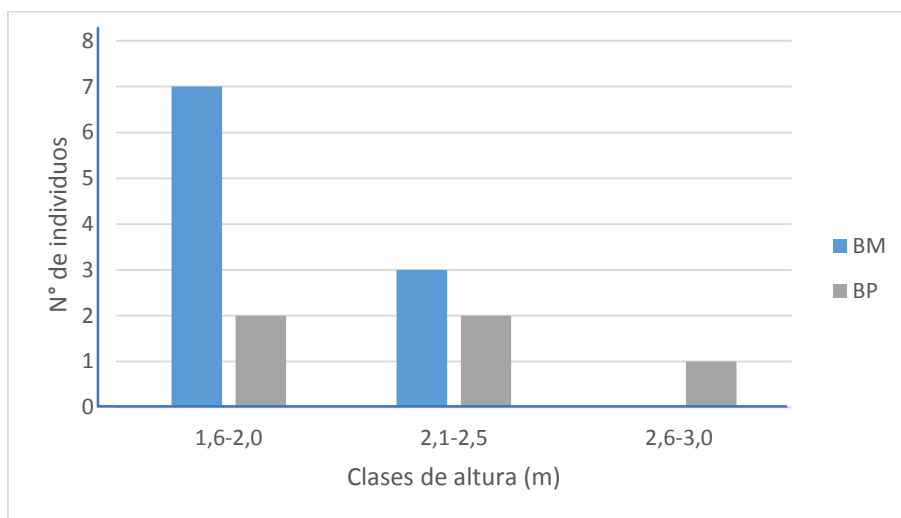


Figura 21. Alturas en el estrato medio del bosque de manglar y palmas
Leyenda: Bosque de manglar (BM), bosque de palmas (BP).
Santander 2020

Las alturas que van en el rango de 1,6 a 2 m tiene 7 individuos en el bosque de manglar y 2 en el bosque de palmas, mientras el rango que va desde 2,1 a 2,5 m tiene 3 individuos en el bosque de manglar y 2 en el bosque de palmas, y por último en el rango que va desde 2,6 a 3 m no tiene individuos en el bosque de manglar y tiene 1 individuo en el bosque de palmas, para observar los resultados más detallados ver tabla 32 en anexos.

I. Estrato superior

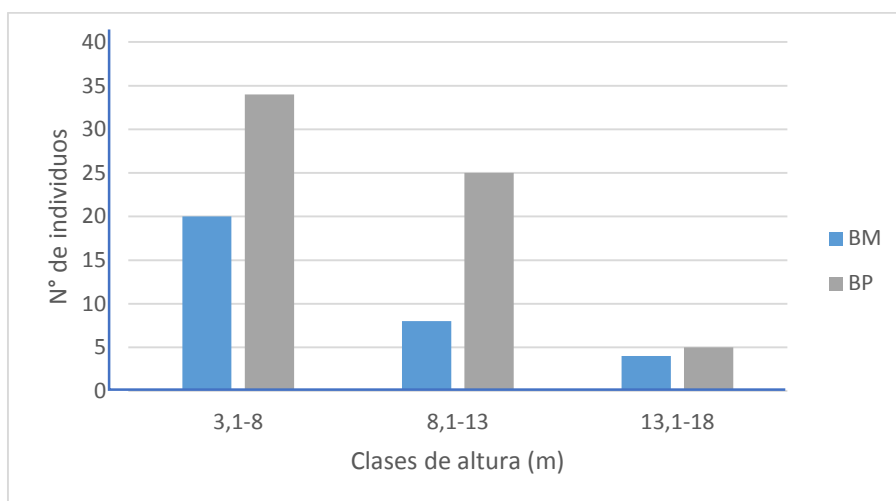


Figura 22. Alturas en el estrato superior del bosque de manglar y palmas
 Leyenda: Bosque de manglar (BM), bosque de palmas (BP).
 Santander 2020.

Las alturas que van en el rango de 3,1 a 8 m ostenta 20 individuos en el bosque de manglar y 34 en el bosque de palmas, mientras el rango que va desde 8,1 a 13 m cuenta con 8 individuos en el bosque de manglar y 25 en el bosque de palmas, y por último en el rango que va desde 13,1 a 18 m contiene 4 individuos en el bosque de manglar y 5 en el bosque de palmas, para observar los resultados más detallados ver tabla 32 en anexos

4.3.3.3 Perfiles de la vegetación

Mediante la elaboración de perfiles de vegetación se representará una parcela que reúna las características particulares de cada área de estudio (bosque de manglar y bosque de palmas) representando su arreglo vertical y horizontal.

En la figura 23 se muestra una representación gráfica de cada una de las especies encontradas en las dos áreas de muestreo que estarán ubicadas en las figuras 24 y 25.









1		2		3		4	
	<i>Roystonea oleracea</i>		<i>Crinum amoenum</i>		<i>Avicennia germinans</i>		<i>Rhizophora mangle</i>
5		6		7		8	
	<i>Mimosa pigra</i>		<i>Phthirusa stelis</i>		<i>Erythroxylum glaucum</i>		<i>Cissus obliqua</i>

Figura 23. Simbología de las especies de plantas representadas en los perfiles de vegetación
Santander 2020

I. Perfil de vegetación del bosque de manglar

El perfil de la vegetación del bosque de manglar representado en la Figura 24, muestra los tres tipos de estratos, donde en el E-Inferior las especies llegan a una altura de hasta 1.5 m, y entre ellas están plántulas de la especie *R mangle* con altura promedio entre 0.20 y 0.60 metros distribuida a lo largo de la parcela y *C amoenum* con 0.60 m de altura en promedio.

En el E-Medio se encuentran especies de hasta 3 m de altura, éstas incluyen a: *R mangle* con altura promedio de 2 metros como especie dominante y *M pigra* en pequeños sectores del bosque donde ha logrado prosperar. El E-Superior se encuentra *R mangle* con individuos desde 3.5 metros hasta individuos con 14,15 y 16 metros con unas cuantas especies de *A germinans* en pocos sectores con una altura promedio de 1 metro, además en las copas un *R mangle* se encontró a *P stelis* una especie parasita y *R oleracea* con 3.65 m de altura.

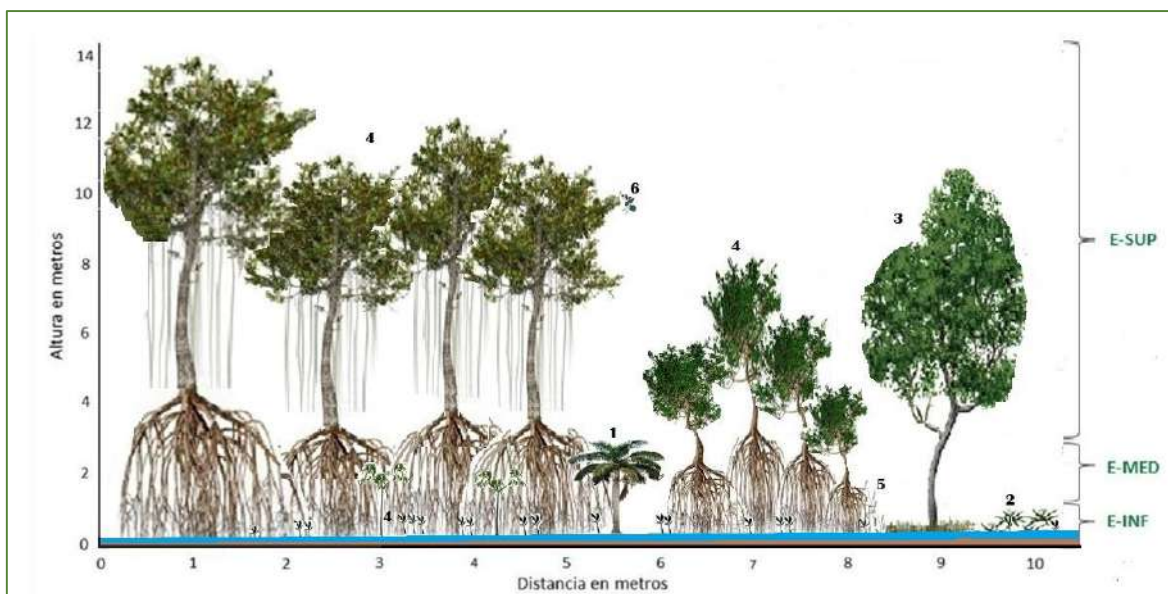


Figura 24. Perfil de la vegetación en bosque de manglar
 Leyenda: E-Inf.(estrato inferior), E-Med.(estrato medio) y E-Sup.(estrato superior),
 — (nivel del suelo), — (nivel de agua) *R. oleracea*(1), *C. amoenum*(2), *A. germinans*(3), *R. mangle*(4), *M. pigra*(5), *P. stelis*(6).
 Santander 2020.

II. Perfil de vegetación del bosque de palmas

El perfil de la vegetación del bosque de palmas representado en la Figura 25, se detallan los tres tipos de estratos en el E-Inferior las especies llegan a una altura de hasta 1.5 m, y por ser un bosque maduro este estrato cuenta con pocas especies entre ellas están las especies *R. oleracea* con altura promedio de 0.40 metros y en pequeños parches las especies *C. amoenum* con alturas promedio de 0.30 m y *A. germinans* con altura promedio de 0.10 m y por ultimo *Cissus obliqua* el pequeño parche del bosque con una altura de 0.70 m.

En el E-Medio se encuentran especies de hasta 3 m de altura, éstas incluyen a: *R. oleracea* con altura promedio de 2.5 m y también en pequeños parches las especies *Erythroxylum glaucum* y *Cissus obliqua* donde se encontró una especies respectivamente cada una con 2 metros. El E-Superior se encuentra dominado por *Roystonea oleracea* con alturas de palmas que van desde 3.5, 6, 9, 1 y 15 metros; también unas cuantas especies de *A. germinans* con altura promedio de 8 metros

en pequeños parches y algunas áreas donde ya está dominado por *R oleracea*, además también en pequeños parches la especie *E glaucum* con una especie de 3.5 metros de altura donde todavía subsiste.

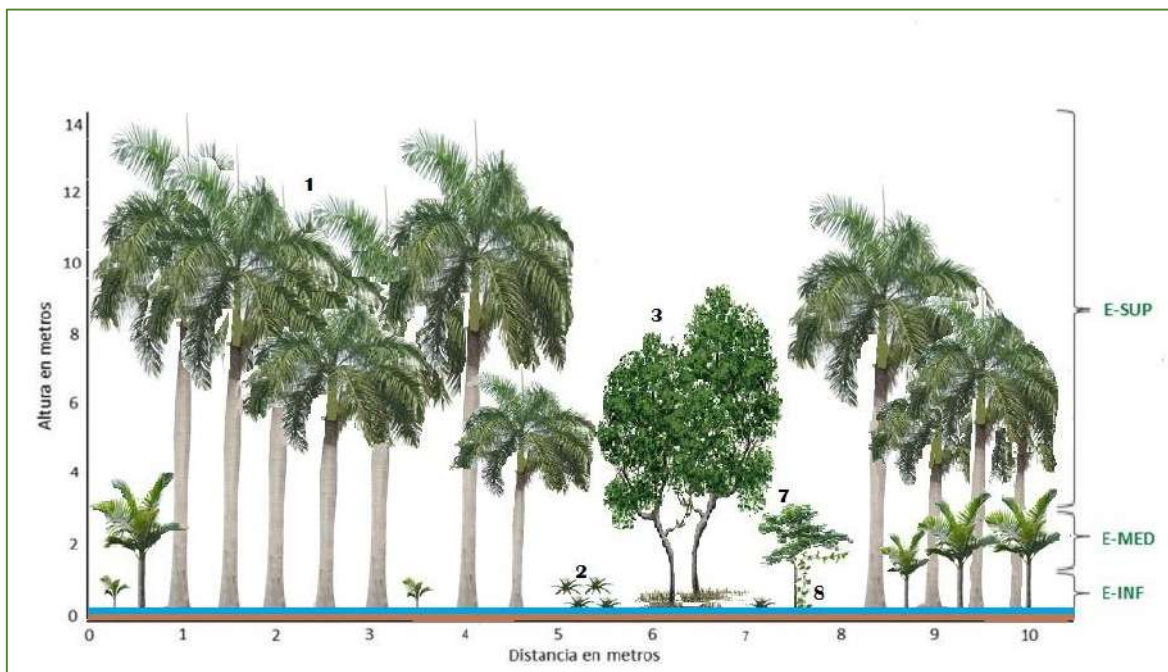


Figura 25. Perfil de la vegetación en bosque de palmas
El eje horizontal "x", representa la distancia y el eje vertical "y" la altura.
Leyenda: E-Inf.(estrato inferior), E-Med.(estrato medio) y E-Sup.(estrato superior),
— (nivel del suelo), — (nivel de agua) *R oleracea*(1), *C amoenum*(2), *A germinans*(3), *E glaucum*(7), *C obliqua*(8).
Santander 2020.

4.3.3.4 Formas de vida y hábitos de crecimiento

Las formas de vida establecidas por Raunkiaer y los hábitos de crecimiento son dos características muy relevantes en la estructura de un bosque, a continuación se detallaran estas dos características en el bosque de manglar y palmas respectivamente, mediante espectros de ambos atributos mediante histogramas de barras.

I. Formas de vida en bosque de manglar

Las formas de vida encontradas en el estrato inferior son dos: una fanerofita (*Rhizophora mangle*) y una geofita (*Crinum amoenum*); en el estrato medio dos: una fanerofita (*Rhizophora mangle*) y una camefita (*Mimosa pigra*); mientras que en el estrato superior solo fanerofitas (*Rhizophora mangle*, *Roystonea oleracea*, *Avicennia germinans* y *Phthirusa stelis*).

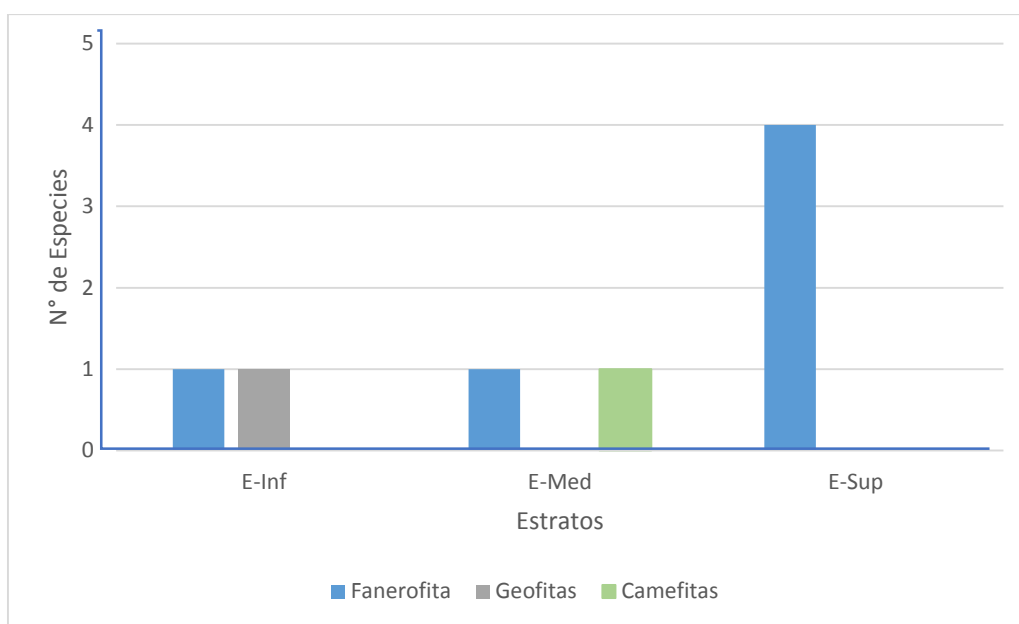


Figura 26. Espectro de forma de vida de la vegetación en Bosque de manglar
Leyenda: E-Inf.(estrato inferior), E-Med.(estrato medio) y E-Sup.(estrato superior).
Santander 2020.

II. Hábitos de crecimiento en bosque de manglar

En lo que respecta a los hábitos de crecimiento en el estrato inferior se encontró: árbol (*Rhizophora mangle*) y hierba (*Crinum amoenum*); en el estrato medio: árbol (*Rhizophora mangle*) y sufrútice (*Mimosa pigra*); por ultimo en el estrato superior tres hábitos como: árbol (*Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*) parasita (*Phthirusa stelis*) y palma (*Roystonea oleracea*).

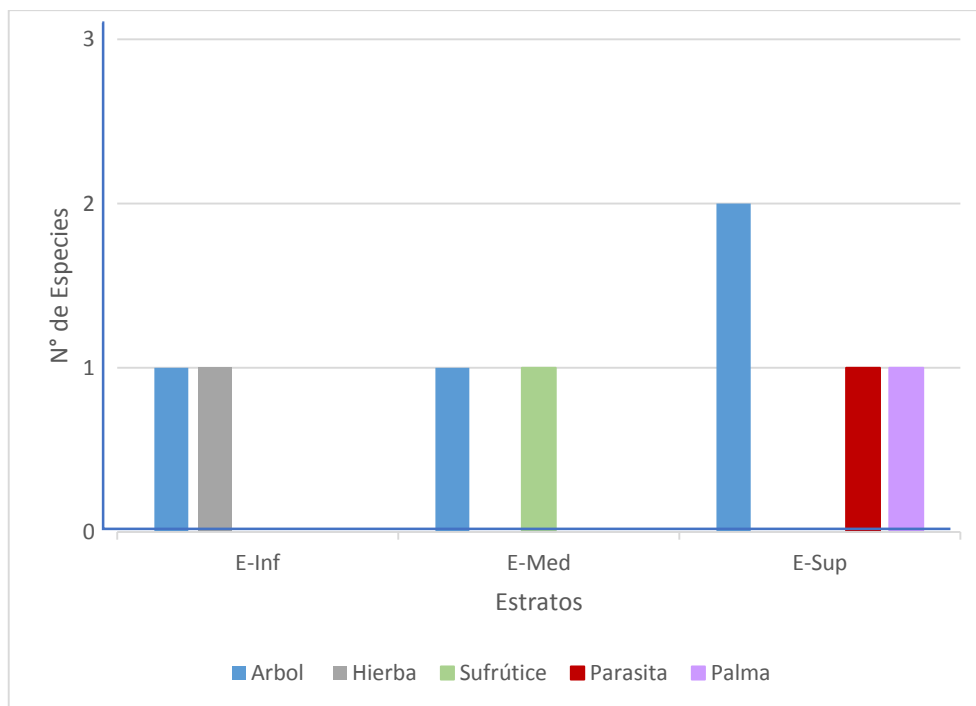


Figura 27. Espectro de hábitos de crecimiento de la vegetación en Bosque de manglar

Leyenda: E-Inf.(estrato inferior), E-Med.(estrato medio) y E-Sup.(estrato superior). Santander 2020

III. Formas de vida en bosque de palmas

Las formas de vida encontradas en el estrato inferior son tres fanerofita (*Rhizophora mangle*, *Roystonea oleracea*); geófito (*Crinum amoenum*) y camefito (*Cissus obliqua*); en el estrato medio se registró dos fanerofita (*Roystonea oleracea*, *Erythroxylum glaucum*) y camefito (*Cissus obliqua*); mientras que en estrato superior solo fanerofitas (*Roystonea oleracea*, *Avicennia germinans* y *Erythroxylum glaucum*).

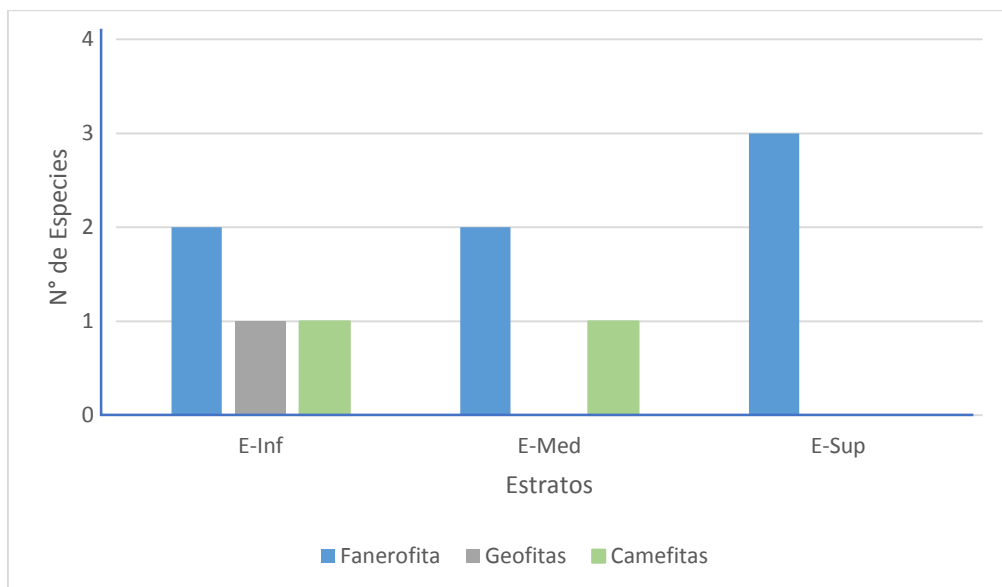


Figura 28. Espectro de forma de vida de la vegetación en Bosque de palmas
 Leyenda: E-Inf.(estrato inferior), E-Med.(estrato medio) y E-Sup.(estrato superior).
 Santander 2020

IV. Hábitos de crecimiento en bosque de palmas

En hábitos de crecimiento en el estrato inferior se registró: árbol (*Avicennia germinans*), hierba (*Crinum amoenum*), trepadora (*Cissus obliqua*) y palma (*Roystonea oleracea*); en el estrato medio: árbol (*Erythroxylum glaucum*), *Cissus obliqua* (trepadora) y palma (*Roystonea oleracea*) por ultimo en el estrato superior dos hábitos como: árbol (*Avicennia germinans* y *Erythroxylum glaucum*) y palma (*Roystonea oleracea*).

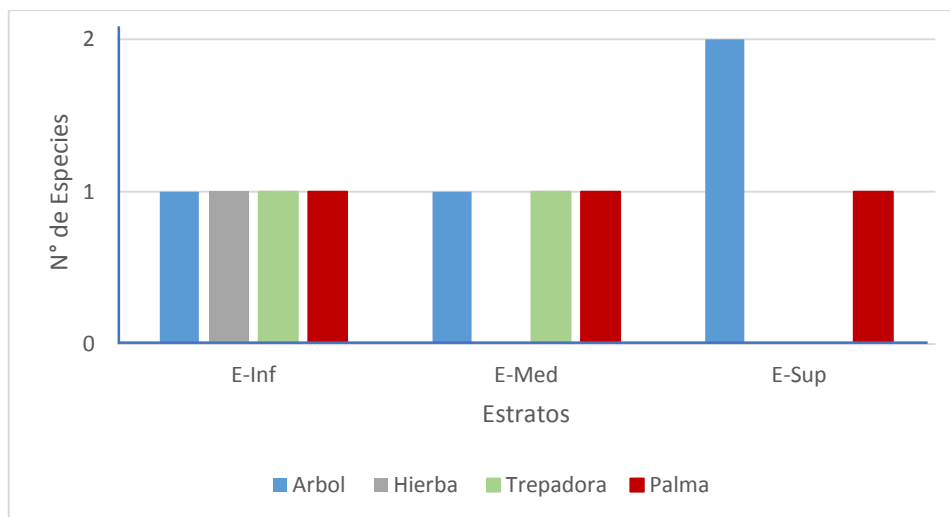


Figura 29. Espectro de hábitos de crecimiento de la vegetación en Bosque de palmas
 Leyenda: E-Inf.(estrato inferior), E-Med.(estrato medio) y E-Sup.(estrato superior).
 Santander 2020.

4.3.3.5 Tipo y tamaño de las hojas

La última característica de la estructura es el tipo, tamaño de hojas, arreglos, determinación de la forma del ápice y base de la hoja en los dos sitios de muestreo (bosque de manglar y palmas) según los tres tipos de estratos estudiados; los datos específicos se los puede observar en la Tabla 28 en anexos.

I. Tamaño de las hojas

En lo que respecta al tamaño se las identifico según la clasificación de Raunkiaer y Webb en micrófila, mesófila, macrófila y megáfila. En el estrato inferior se registraron especies con hojas mesófila (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Cissus obliqua*) macrófila (*Crinum amoenum*) y megáfila (*Roystonea oleracea*).

En el estrato medio se identificó micrófila (*Erythroxylum glaucum*) mesófilas (*Rhizophora mangle*, *Mimosa pigra* y *Cissus obliqua*) y megáfila (*Roystonea oleracea*). En el estrato superior se identificó micrófila (*Erythroxylum glaucum*)

mesofila (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y (*Phthirusa stelis*) y megáfila (*Roystonea oleracea*).

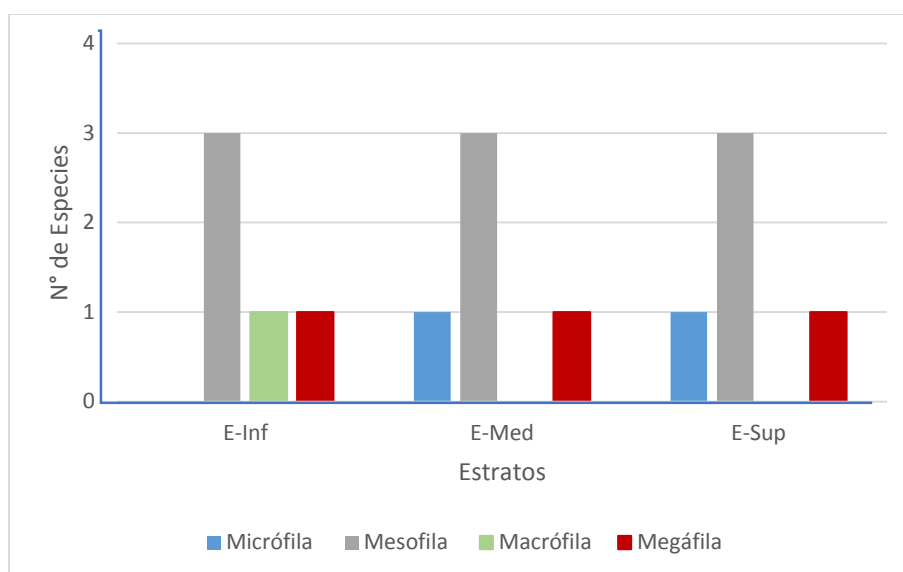


Figura 30. Espectro de tamaño de hojas de especies de plantas encontradas en el humedal de Santay
Leyenda: E-Inf.(estrato inferior), E-Med.(estrato medio) y E-Sup.(estrato superior).
Santander 2020.

II. Tipo y arreglos de las hojas

En lo que corresponde al tipo de hojas (simples o compuestas) y arreglo de las hojas; (véase tabla 28 en anexos), en el estrato inferior se registraron especies con hojas Simple opuesta decusada (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*) Simple opuesta Fasciculada (*Crinum amoenum*) Simple alterna trística (*Cissus obliqua*) y Compuesta bipinnada (*Roystonea oleracea*).

En el estrato medio se identificó Simple opuesta decusada (*Rhizophora mangle*), Simple alterna dística (*Erythroxylum glaucum*), Simple alterna trística (*Cissus obliqua*) y Compuesta bipinnada (*Roystonea oleracea* y *Mimosa pigra*).

En el estrato superior se identificó Simple opuesta decusada (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Phthirusa stelis*) Simple alterna dística (*Erythroxylum glaucum*), y Compuesta bipinnada (*Roystonea oleracea*).

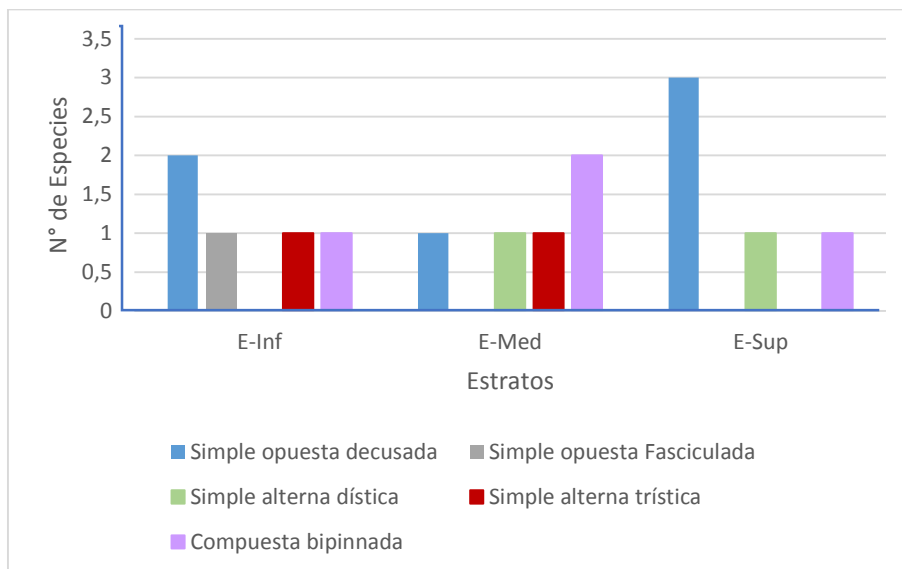


Figura 31. Espectro de tipo y arreglos de hojas de las especies de plantas encontradas en humedales de Santay
 Leyenda: E-Inf. (estrato inferior), E-Med. (estrato medio) y E-Sup. (estrato superior).
 Santander 2020.

III. Ápice y base de las hojas

Por último se identificó la forma del ápice y la base de las hojas de las diferentes especies registradas en los tres estratos de las dos áreas de estudio (véase tabla 28 en anexos). En el estrato inferior se registraron especies con hojas agudo cuneada (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Cissus obliqua*) acuminado atenuado (*Roystonea oleracea*) y puntiagudo decurrente (*Crinum amoenum*).

En el estrato medio se registraron especies con hojas agudo cuneada (*Rhizophora mangle*, *Mimosa pigra* y *Cissus obliqua*) acuminado atenuado (*Roystonea oleracea*) y redondeado cuneada (*Erythroxylum glaucum*)

En el estrato superior se registraron especies con hojas agudo cuneada (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*) acuminado atenuado (*Roystonea oleracea*), apiculado cuneada (*Phthirusa stelis*) y redondeado cuneada (*Erythroxylum glaucum*).

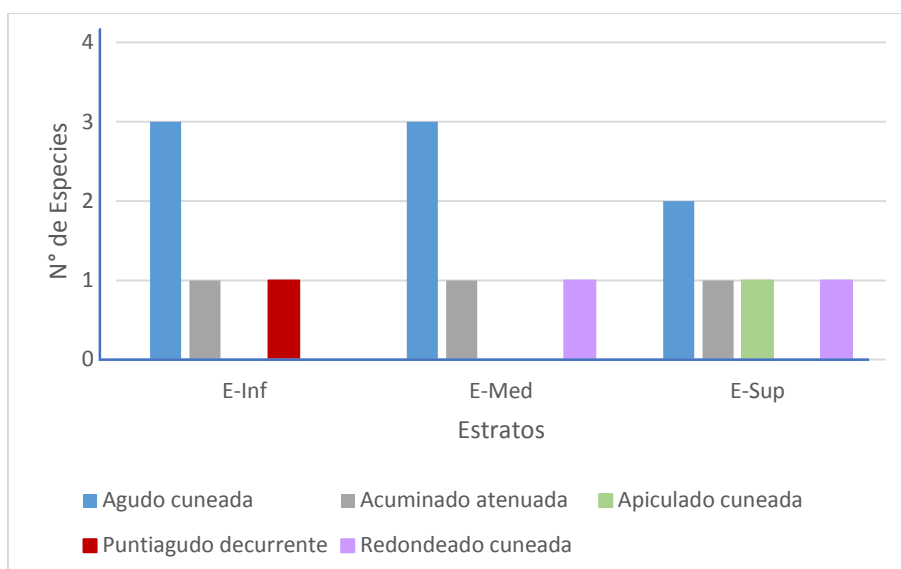


Figura 32. Espectro de tipo de Ápice y base de la hoja de las especies de plantas encontradas en humedales de Santay
 Leyenda: E-Inf. (estrato inferior), E-Med. (estrato medio) y E-Sup. (estrato superior).
 Santander 2020

4.3.4 Dispersión

Por último se presentan los resultados del patrón de dispersión de las diferentes especies en las dos áreas estudiadas (bosque de manglar y palmas) y en los tres estratos (inferior, medio, superior), mediante el índice de Morisita en las tablas 10 y 11.

4.3.4.1 Dispersión en bosque de manglar

Tabla 10. Dispersión mediante el Índice de Morisita y su interpretación en el bosque de manglar

Especies	Estrato inferior				Estrato medio				Estrato superior			
	Distribución		Significancia		Distribución		Significancia		Distribución		Significancia	
<i>Rizophora mangle</i>	24,59	Agr	69,32	1,46(SI)	16	Agr	8,11	1,59(SI)	7,08	Agr	21,93	1,88(SI)
<i>Avicennia germinans</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	0,06	Uni	-2,24	1,88(NO)
<i>Crinum amoenum</i>	0,24	Uni	-1,22	1,46(NO)	X	X	X	X	X	X	X	X

Santander 2020

En la tabla 10 se aprecia que en el estrato inferior las especies *Rhizophora mangle* tiene un valor mayor a uno (>1) lo cual indica que tiene un arreglo o

distribución espacial agregado y *Crinum amoenum* posee un valor menor a uno (<1), lo cual muestra un arreglo o distribución espacial uniforme; en el estrato medio *Rhizophora mangle* también presentó un valor mayor que uno (>1) lo que indica una distribución agregada mientras que en estrato superior *Rhizophora mangle* vuelve a tener un valor mayor que uno (>1) lo que indica una distribución agregada por ser la especie más densa y *Avicennia germinans* con un valor menor a uno (<1) lo cual muestra una distribución uniforme.

4.3.4.2 Dispersión en bosque de palmas

Tabla 11. Dispersión mediante el Índice de Morisita y su interpretación en el bosque de palmas

Especies	Estrato inferior				Estrato medio				Estrato superior			
	Distribución		Significancia		Distribución		Significancia		Distribución		Significancia	
<i>Roystonea oleracea</i>	1,15	Agr	1,06	1,46(NO)	6	Agr	2,05	1,59(SI)	8,49	Agr	53,41	1,88(SI)
<i>Avicennia germinans</i>	1,15	Agr	1,06	1,46(NO)	X	X	X	X	0,03	Uni	-5,79	1,88(NO)
<i>Crinum amoenum</i>	5,77	Agr	2,97	1,46(SI)	X	X	X	X	X	X	X	X

Santander 2020.

En la tabla 11 se aprecia que en el estrato inferior las especies *Roystonea oleracea* y *Avicennia germinans* tienen un valor mayor a uno (>1) lo cual indica que tienen un arreglo o distribución espacial agregado y *Crinum amoenum* posee un valor menor a uno (<1), lo cual muestra un arreglo o distribución espacial uniforme; en el estrato medio *Roystonea oleracea* también presentó un valor mayor que uno (>1) lo que indica una distribución agregada mientras que en estrato superior *Roystonea oleracea* vuelve a tener un valor mayor que uno (>1) lo que muestra una distribución agregada y *Avicennia germinans* con un valor menor a uno (<1), lo cual muestra un arreglo o distribución espacial uniforme.

4.4 Análisis estadístico inferencial

Se llevó a cabo el análisis estadístico inferencial para comparar cada una de las variables dependientes: abundancia, densidad, cobertura, frecuencia, altura y área basal entre las variables independientes (área de bosque de manglar y área de bosque de palmas), mediante la ayuda del software Minitab 19, mediante las pruebas: U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis con una confiabilidad del 95% (0,05 nivel de significancia), para aceptar o rechazar las hipótesis descritas en el apartado de metodología del análisis estadístico.

Se realizaron dos análisis; el primero fue comparar cada una de las variables dependientes entre las dos variables independientes (manglar entre palmar), en cada estrato (inferior, medio y superior) esto con la prueba U de Mann-Whitney, el segundo análisis fue comparar todos los estratos (inferior, medio y superior) teniendo tres tratamientos en total en cada tipo de bosque (manglar o palmar), realizado con la prueba de Kruskal-Wallis.

I. Variable abundancia

Según el valor de probabilidad en el estrato inferior y medio no hay suficiente evidencia para concluir que la diferencia entre las medianas de las áreas de manglar y palmar es estadísticamente significativa, mientras que en el estrato superior la diferencia en las medianas donde se compara las áreas de manglar y palmar si es estadísticamente significativa.

La tabla 12 indica que la prueba U de Mann-Whitney calcula un valor de probabilidad (p) superior al nivel de significancia 0,05 para los estratos inferior y medio, lo que significa que en estos dos estratos se rechaza la H_{ecol} y se acepta la

H_0 , mientras que el estrato superior se calcula un valor de probabilidad (p) de 0,027 inferior al nivel de significancia 0,05 por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_{ecol} .

Tabla 12. Comparación de la variable abundancia de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney

Variable	Perturbación(Bosque)	Mediana	Valor W	Valor p
Abundancia E-Inf	Manglar	9	74,00	0,103
	Palmar	3		
Abundancia E-Med	Manglar	1	27,50	0,561
	Palmar	1		
Abundancia E-Sup	Manglar	3,5	75,50	0,027
	Palmar	6		

Valor W: estadístico de Mann-Whitney, Valor p: Valor de probabilidad Santander, 2020

Según la prueba de Kruskal Wallis el valor de probabilidad muestra que existen diferencias estadísticas significativas en cada uno de los tres estratos donde se compara la abundancia entre el área de bosque de manglar y bosque de palmas respectivamente.

Tabla 13. Comparación de la variable abundancia de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Estratos	Mediana	gl	Valor H	Valor p
Abundancia BM	E-Inf	9	2	8,19	0,017
	E-Med	1			
	E-Sup	3,5			
Abundancia BP	E-Inf	3	2	10,10	0,006
	E-Med	1			
	E-Sup	6			

gl: grados de libertad, Valor H: estadístico de K Wallis, Valor p: probabilidad Santander, 2020

En la tabla 13, la prueba de Kruskal-Wallis proyecta un valor de 0,017 de probabilidad (p) en el área de bosque de manglar y un valor de 0,006 de probabilidad (p) en el área de bosque de palmas los cuales son inferiores al nivel de significancia 0,05. Al parecer no todas las medianas de los estratos son iguales, lo que quiere decir que se rechaza la H_0 y se acepta la H_{ecol} .

II. Variable densidad

Según el valor de probabilidad no existe suficiente evidencia para concluir que la diferencia entre las medianas de las áreas de manglar y palmar son estadísticamente significativas en los tres estratos donde se compara la densidad.

La tabla 14 indica que la prueba U de Mann-Whitney nuevamente proyecta un valor de probabilidad (p) superior al nivel de significancia 0,05 en los tres estratos en los tres estratos, lo que significa que se rechaza la H_{ecol} y se acepta la H_0 .

Tabla 14. Comparación de la variable densidad de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney

Variable	Bosque	Mediana	Valor W	Valor p
Densidad E-Inf	Manglar	50,00	8,00	0,814
	Palmar	23,08		
Densidad E-Med	Manglar	50,00	6,00	1,000
	Palmar	20,00		
Densidad E-Sup	Manglar	5,55	16,00	1,000
	Palmar	6,25		

Valor W: estadístico de Mann-Whitney, Valor p: Valor de probabilidad Santander, 2020

Según la prueba de Kruskal Wallis el valor de probabilidad muestra que no existen diferencias estadísticas significativas en cada uno de los tres estratos donde se compara la densidad entre el área de bosque de manglar y bosque de palmas respectivamente.

Tabla 15. Comparación de la variable densidad de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Estratos	Mediana	gl	Valor H	Valor p
Densidad BM	E-Inf	50,00	2	3,04	0,219
	E-Med	50,00			
	E-Sup	5,56			
Densidad BP	E-Inf	23,08	2	0,64	0,725
	E-Med	20,00			
	E-Sup	6,25			

gl: grados de libertad, Valor H: estadístico de K Wallis, Valor p: probabilidad Santander, 2020

En la tabla 15, la prueba de Kruskal-Wallis muestra un valor de de probabilidad (p) de 0,219 en el bosque de manglar y 0,725 en el bosque de palmas los cuales son superiores al nivel de significancia 0,05, por lo que no se cuenta con suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que las medianas tanto del manglar como del palmar son todas diferentes, lo que quiere decir que se rechaza la H_{ecol} y se acepta la H_0 .

III. Variable cobertura

Según el valor de probabilidad no existen suficientes evidencias para concluir que la diferencia entre las medianas de las poblaciones es estadísticamente significativa en los tres estratos donde se compara la cobertura entre el área de bosque de manglar y bosque de palmas.

La tabla 16 muestra que la prueba U de Mann-Whitney proyecta un valor de probabilidad (p) superior al nivel de significancia 0,05 en los tres estratos, lo que representa que en los tres estratos se rechaza la H_{ecol} y se acepta la H_0 .

Tabla 16. Comparación de la variable cobertura de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney

Variable	Bosque	Mediana	Valor W	Valor p
Cobertura E-Inf	Manglar	50,00	10,00	0,247
	Palmar	5,55		
Cobertura E-Med	Manglar	50,00	6,00	1,000
	Palmar	1,09		
Cobertura E-Sup	Manglar	7,57	15,00	0,860
	Palmar	0,27		

Valor W: estadístico de Mann-Whitney, Valor p: Valor de probabilidad
Santander, 2020

Según la prueba de Kruskal Wallis el valor de probabilidad donde se compara los valores de cobertura muestra que no existen diferencias estadísticas significativas en cada uno de los tres estratos entre el área de bosque de manglar,

mientras que en el bosque de palmas si existen diferencias estadísticas significativas.

Tabla 17. Comparación de la variable cobertura de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Estratos	Mediana	gl	Valor H	Valor p
Cobertura BM	E-Inf	50,00	2	0,79	0,673
	E-Med	50,00			
	E-Sup	7,57			
Cobertura BP	E-Inf	5,56	2	5,73	0,057
	E-Med	1,09			
	E-Sup	0,001			

gl: grados de libertad, Valor H: estadístico de K Wallis, Valor p: probabilidad Santander, 2020

En la tabla 17, la prueba de Kruskal-Wallis muestra que en el manglar se proyecta un valor de 0,673 de probabilidad (p) el cual es superior al nivel de significancia 0,05, al parecer no todas las medianas de los estratos son iguales, por este motivo se rechaza la H_{ecol} y se acepta la H_0 ; mientras que en el palmar se se proyecta un valor de probabilidad (p) de 0,057 igual al nivel de significancia 0,05 encontrándose diferencias significativas según los valores que se observan en las medianas de los estratos lo que quiere decir que en este caso se rechaza la H_0 y se acepta la H_{ecol} .

IV. Variable frecuencia

Según el valor de probabilidad no existe suficiente evidencia para concluir que la diferencia entre las medianas de las poblaciones es estadísticamente significativa en cada uno de los tres estratos donde se compara la frecuencia entre el área de bosque de manglar y bosque de palmas.

En la variable frecuencia, como se muestra en la tabla 18, la prueba U de Mann-Whitney nuevamente proyecta un valor de probabilidad (p) superior al nivel de

significancia 0,05 en los tres estratos esto indica que en los tres estratos se rechaza la H_{ecol} y se acepta la H_0 .

Tabla 18. Comparación de la variable frecuencia de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney

Variable	Bosque	Mediana	Valor W	Valor p
Frecuencia E-Inf	Manglar	50,00	7,00	1,000
	Palmar	25,00		
Frecuencia E-Med	Manglar	50,00	6,00	1,000
	Palmar	25,00		
Frecuencia E-Sup	Manglar	14,28	13,00	0,372
	Palmar	23,08		

Valor W: estadístico de Mann-Whitney, Valor p: Valor de probabilidad Santander, 2020

Según la prueba de Kruskal Wallis el valor de probabilidad muestra que no existen diferencias estadísticas significativas en cada uno de los tres estratos entre el área de bosque de manglar y el bosque de palmas donde se compara los valores de frecuencia.

Tabla 19. Comparación de la variable frecuencia de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Estratos	Mediana	gl	Valor H	Valor p
Frecuencia BM	E-Inf	50,00	2	1,35	0,509
	E-Med	50,00			
	E-Sup	14,29			
Frecuencia BP	E-Inf	25,00	2	0,65	0,723
	E-Med	25,00			
	E-Sup	23,08			

gl: grados de libertad, Valor H: estadístico de K Wallis, Valor p: probabilidad Santander, 2020

Como se observa en la tabla 19 la prueba de Kruskal-Wallis proyecta un valor de probabilidad (p) de 0,509 en el manglar y de 0,723 en el palmar los cuales son superiores al nivel de significancia 0,05, por lo que no se cuenta con suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que las medianas de los estratos son todas diferentes, lo que quiere decir que se rechaza la H_{ecol} y se acepta la H_0 .

V. Variable altura de la vegetación

Según el valor de probabilidad no existe suficiente evidencia para concluir que la diferencia entre las medianas de las poblaciones es estadísticamente significativa en cada uno de los tres estratos donde se compara la altura de la vegetación entre el área de bosque de manglar y bosque de palmas.

La tabla 20 muestra que la prueba U de Mann-Whitney proyecta un valor de probabilidad (p) superior al nivel de significancia 0,05 en cada uno de los tres estratos lo que representa que en los tres estratos se rechaza la H_{ecol} y se acepta la H_0 .

Tabla 20. Comparación de la variable altura de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney

Variable	Bosque	Mediana	Valor W	Valor p
Altura E-Inf	Manglar	0,31	4319,00	0,245
	Palmar	0,25		
Altura E-Med	Manglar	1,90	67,00	0,122
	Palmar	2,25		
Altura E-Sup	Manglar	7,00	1431,00	0,347
	Palmar	8,00		

Valor W: estadístico de Mann-Whitney, Valor p: Valor de probabilidad
Santander, 2020

Según la prueba de Kruskal Wallis muestra que existen diferencias estadísticas significativas en cada uno de los tres estratos donde se compara las alturas de los individuos del área de bosque de manglar y bosque de palmas respectivamente.

Tabla 21. Comparación de la variable altura de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Estratos	Mediana	gl	Valor H	Valor p
Altura BM	E-Inf	0,31	2	86,22	0,000
	E-Med	1,9			
	E-Sup	7			
Altura BP	E-Inf	0,25	2	42,31	0,000
	E-Med	2,25			
	E-Sup	8			

gl: grados de libertad, Valor H: estadístico de K Wallis, Valor p: probabilidad Santander, 2020

En la tabla 21 la prueba de Kruskal-Wallis proyecta un valor de 0,000 de probabilidad (p) en el área de bosque de manglar y el mismo valor en el área de bosque de palmas los cuales son inferiores al nivel de significancia 0,05. Al parecer no todas las medianas de los estratos son iguales, lo que quiere decir que se rechaza la H_0 y se acepta la H_{ecol} .

VI. Variable área basal de la vegetación

Según el valor de probabilidad no existe suficiente evidencia para concluir que la diferencia entre las medianas de las poblaciones es estadísticamente significativa en el estrato inferior y medio de las áreas basales de las especies de plantas que se comparó entre el área de bosque de manglar y bosque de palmas. Mientras que en el estrato superior si hay una diferencia estadística significativa entre el bosque de manglar y de palmas.

La tabla 22 muestra que la prueba U de Mann-Whitney muestra un valor de probabilidad (p) superior al nivel de significancia 0,05 en los estratos inferior y medio lo que significa que en los dos estratos se rechaza la H_{ecol} y se acepta la H_0 ; mientras que en el estrato superior la prueba U muestra un valor (p) inferior al nivel de significancia 0,05 lo que representa que se rechaza la H_0 y se acepta la H_{ecol} .

Tabla 22. Comparación de la variable área basal de individuos por estratos y total entre áreas (bosque de manglar y bosque de palmas) mediante la prueba no paramétrica U de MannWhitney

Variable	Bosque	Mediana	Valor W	Valor p
Área Basal E-Inf	Manglar	0,318	4211,00	0,974
	Palmar	0,716		
Área Basal E-Med	Manglar	1,99	66,50	0,109
	Palmar	13,45		
Área Basal E-Sup	Manglar	103,21	956,50	0,000
	Palmar	581,75		

Valor W: estadístico de Mann-Whitney, Valor p: Valor de probabilidad
Santander, 2020

Según la prueba de Kruskal Wallis muestra que existen diferencias estadísticas significativas en cada uno de los tres estratos donde se compara las áreas basales de los individuos del área de bosque de manglar y bosque de palmas respectivamente.

Tabla 23. Comparación de la variable área basal de individuos entre estratos de las áreas del bosque de manglar y bosque de palmas mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Estratos	Mediana	gl	Valor H	Valor p
Área basal BM	E-Inf	0,318	2	72,41	0,000
	E-Med	1,989			
	E-Sup	103,212			
Área basal BP	E-Inf	0,716	2	41,61	0,000
	E-Med	13,449			
	E-Sup	581,75			

gl: grados de libertad, Valor H: estadístico de K Wallis, Valor p: probabilidad
Santander, 2020

En la tabla 23 la prueba de Kruskal-Wallis proyecta un valor de 0,000 de probabilidad (p) en el área de manglar y el mismo valor en el área de palmar los cuales son inferiores al nivel de significancia 0,05. Al parecer no todas las medianas de los estratos son iguales, lo que quiere decir que se rechaza la H_0 y se acepta la H_{ecol} .

5 Discusión

El monitoreo realizado en el bosque de palmas y manglar dio como resultado el muestreo de 8 especies de plantas distribuidas en las dos parcelas de 0,5 ha, teniendo en cuenta que el Humedal Ramsar Isla Santay es un ecosistema con intervención antropogénica se sugiere que en otras zonas en el mismo bosque de manglar menos perturbado pueden haber más especies de mangles como *Rhizophora harrisoni*, *Conocarpus erectus* y *Leguncularia racemosa* entre otras plantas que están registradas en el Plan de Manejo de Santay en 2011.

En el bosque de manglar se encontraron las especies: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Mimosa pigra*, *Roystonea oleracea* y *Crinum amoenum* todas estas registradas en el Plan de Manejo 2011, teniendo el hallazgo de una nueva especie no registrada anteriormente como *Phthirusa stelis*.

En el bosque de palmas se registraron especies como *Roystonea oleracea*, *Avicennia germinans*, *Crinum amoenum* y *Erythroxylum glaucum* también registradas en el Plan de manejo 2011, teniendo otra vez el hallazgo de una especie no registrada anteriormente como *Cissus obliqua*.

En el bosque de manglar la abundancia relativa en el estrato superior (ver tabla 25 en anexos) muestra un 84,4% para *R mangle* y 9,4% para *A germinans*, resultados similares son presentados por Reza Gaona, Jiménez Cauich, y López, (2011) donde *R mangle* es la especie con más porcentaje de presencia con un 42% y donde *A germinans* registra el valor más bajo con un 5%, pero difiere por otra parte con este estudio ya que se registraron dos especies adicionales de mangles como *L racemosa* con un 29% y *C erectus* con un 24%.

R mangle es la especie más abundante en el área de bosque de manglar, en el estrato inferior tuvo mayor número de individuos, esto demuestra su alto nivel de regeneración; Elizondo, (2011) acota haber hayado plántulas de *R mangle* en 69 de 97 parcelas con un alto potencial de regeneración seguido por plántulas de *Laguncularia racemosa* y una baja presencia de plántulas de *Avicennia germinans*; comparándolo con este estudio se registró en el estrato inferior del bosque de manglar también una gran densidad de plántulas de *R mangle* pero no se registró presencia significativa de plántulas de otros mangles.

Además Elizondo (2011), registró a *Conocarpus erectus* y a *Rhizophora mangle* como las especies con mayor densidad, seguida de *Laguncularia racemosa* y por último, con una baja densidad *Avicennia germinans*. En el presente estudio se logró registrar a *R mangle* como la especie de mangle más densa y *A germinans* con una baja densidad aspectos que concuerdan con el estudio de Caracterización y Diagnóstico del Área de Manglares y Humedales de Puerto Morelos pero no se hallaron las especies *C erectus* y *L racemosa*.

Moreno Pavón (2018), en el manglar de la Comunidad Masa 1 ubicado en el estuario interior del Golfo de Guayaquil muy cerca a Isla Santay; las unidades de muestreo al igual que en este estudio fueron ubicadas al borde del Rio Guayas, y se registraron igual que en este estudio solo dos especies: *R mangle* con una densidad relativa de 70%, una frecuencia relativa de 4% y una cobertura relativa de 87% y *A germinans* con una densidad relativa de 30%, una frecuencia relativa de 1% y una cobertura relativa de 13%.

Estos valores son parecidos a los obtenidos en el presente estudio ya que en el estrato superior *R mangle* ostenta una densidad relativa del 84,4% y una cobertura

relativa de 84,9%, pero se diferencian en la frecuencia relativa con 64,3%; mientras que *A germinans* tiene también datos parecidos con una densidad relativa de 9,39%, y una cobertura relativa del 14,9%, pero también tiene un contraste en la frecuencia relativa con un 21,4%.

Crimun amoenum, es una especie herbácea que fue registrada con densidades significativas en el estrato inferior tanto en el bosque de manglar como en el bosque de palmas; según Castillo Elías, Gervacio Jiménez, y Bedolla Solano, (2018) de la misma manera muestran resultados de densidad relativa que indican que *Crimun Sp.*, es la planta con mayor densidad relativa en el estrato herbáceo en un manglar donde predomina *L Racemosa* en el estrato superior.

R oleracea fue las más abundante en el bosque de palmas, ya que en el estrato superior tuvo mayor número de individuos, en el estrato medio de igual manera pero con solo 3 individuos y en el estrato inferior con también 3 individuos pero superado en número de individuos por *C amoenum*

En lo que respecta al bosque de palmas este trabajo aporta por primera vez las características físicas y biológicas de este tipo de ecosistema con trabajo de campo en un humedal ubicado en la región litoral del Ecuador con una densidad alta de *R oleracea* de 59 individuos/500m² en el estrato superior, cuestión que también destaca un estudio de Herrera, y otros, (2017) donde se detalla la abundancia cobertura y densidad de *R oleracea* por medio de imágenes satelitales usando el software Arcgis, cuantificando 5316 individuos de *R oleracea* con un área aproximada de 43,1ha.

Además, Herrera, y otros, (2017) distinguen individuos y parches pocos densos y aislados lo cual también se representa en la imagen de perfil de vegetación de la

parcela representativa del area de bosque de palmas, donde se expresan pequeños parches donde prosperan aun otras especies de plantas en la parcela donde se realizo esta investigacion.

En el perfil de vegetacion del bosque de manglar se presentan en el estrato superior individuos con 8, 13 y 14 metros en promedios de altura, que concuerdan con el promedio de altura registrado en el Manglar Masa 1 de 13.07 metros por Moreno Pavón, (2018). Asimismo tambien concuerda con el estudio Cobertura y estructura de los bosques de mangle en la Baja Guajira, caribe colombiano por Orjuela Rojas, Villamil, y Sanjuan Muñoz, (2011) en el cual se presenta un perfil de vegetacion, donde la estacion de Rincón Mosquito muestra alturas entre 8 y 15 metros parecidas a las del perfil de vegetacion del bosque de manglar.

Ademas Zucaratto y Pires, (2014) en su estudio de La exótica palma *Roystonea oleracea*, registran densidades de 417 individuos / ha en la etapa inmadura, y en la etapa adulta de 152 individuos por hectarea. Estos datos contrastan con este estudio en el estrato inferior del area de bosque de palmas ya que se registro una densidad de solo 3 *R oleracea* en un total de 30m²; mientras que en el estrato superior del mismo bosque de palmas se registran datos parecidos donde existe alta densidad de 59 *R oleracea*.

La especie de mangle con mas valor de importancia en el bosque de manglar es *R mangle* con 260, 275 y 235 en el estrato inferior, medio y superior respectivamente, resultado que se asemeja con los del Manglar Laguna de Gandoca, Limón, Costa Rica estudiado por Manrow y Vilchez Alvarado, (2012) donde *R mangle* tiene en el estrato arboreo un valor de importancia del 229,1.

Por otra parte *A germinans* en el bosque de manglar tiene un valor de importancia de 44,5 en el estrato superior, este aspecto difiere con un estudio presentado por Lema Vélez & Polanía, (2007) donde *A germinans* tiene un valor de importancia de 125,4 y *L racemosa* un valor de 125.8 como las especies mas importantes y *R mangle* con un valor bajo de 26,8.

El índice de diversidad de Simpson, indica que el area de bosque de manglar presenta mayores valores de diversidad en comparacion con el area de bosque de palmas en todos los estratos y totales, mientras que el índice de Shannon-Wiener indica que el bosque de palmas es mas diverso en el estrato inferior, medio y total pero en el estrato superior es menos diverso que el bosque de manglar; por otra parte el índice de Margalef indica que los estratos inferior y medio tienen valores mayores en el bosque de palmas pero en el estrato superior y total el bosque de manglar es mas diverso.

Según Washington, (1984) los valores de diversidad tienen un rango de 0.5 a 5, valores entre 2 y 3 se consideran normales, valores superiores a 3 son altos y valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad. En el presente estudio se obtuvieron valores bajos de diversidad en los dos bosques estudiados, ya que los valores obtenidos en los diferentes índices son inferiores a dos. Resultados parecidos a los obtenidos por Euan Hernández, (2014), comparó la diversidad en tres regiones de manglares, donde se registro diversidades bajas inferiores a dos en los tres sitios.

El índice de equidad de Simpson, indica que el área de bosque de manglar presenta mayor igualdad en todos los estratos y total que el área de bosque de palmas; los resultados del bosque de Manglar están de acuerdo con el estudio

realizado por Euan Hernández, (2014) ya que en el índice de equidad de Simpson los resultados fueron cercanos a 1.

Mientras que el índice de equidad de Pielou indica que en el estrato superior del bosque de manglar existe mayor equidad con un valor de 0,39, resultado que discrepa con la tesis de Villón, (2015) donde el valor de equidad de Pielou fue de 0,73 valor mas cercano a 1. Además el estrato inferior y medio y el total presentan mayores valores de equidad el bosque de palmas comparándolo con el manglar.

Por otra parte la riqueza a partir del índice de Simpson muestra valores más altos en todos los estratos y total en el bosque de manglar al compararlos con el bosque de palmas. Mientras que la distribución de las plantas al utilizar el índice de Morisita, en las áreas de bosque de manglar y bosque de palmas, los resultados obtenidos muestran que las especies ostentan una distribución espacial agrupada en su mayoría, exponiendo parches de individuos de una sola especie, similar a lo que presenta Herrera y otros, (2016).

La estructura vertical mediante clases de alturas en el estrato inferior demuestra que el rango que tiene mas numero de individuos es el que va de 0 hasta 0,5 metros, dominado por pantulas de *R mangle* en el bosque de manglar y el bosque de palmas registra 11 individuos, donde se registraron pocos individuos de *R oleracea*; mientras que en el estrato superior el rango que tiene mas número de individuos es el que va de 3 hasta 8 metros, con 20 individuos en el bosque de manglar y 34 en el bosque de palmas. Los resultados en el bosque de manglar son similares a los de Chicas Batres, González Leiva, & Sayes, (2016) donde en un manglar de la Bahía de La Unión, El Salvador se presenta al menos el 70% de

arboles dentro de la clase inferior a 10 metros y donde *R mangle* presenta el 92% de ejemplares en esa condición.

Las clases de área basal indica que en el rango de 0 a 5 cm² en el estrato inferior y medio del bosque de manglar se concentra la mayor cantidad de individuos y en el estrato superior se concentra la mayor cantidad de individuos en los rangos de 200 a 500 cm², resultados que concuerdan con el Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco por Domínguez Domínguez, Zavala Cruz, & Martínez Zurimendi, (2011) donde se muestra que las clase diamétrica con mayor número de individuos, además mayor presencia de *R mangle* son las que van en el rango de 10 a 20 cm lo que equivale expresado en área basal de 78 a 314 cm². Por otra parte en el en el estrato inferior del bosque de palmas en el rango de 0 a 5 cm² se concentra la mayor cantidad de individuos y en el estrato superior en el rango mayores que 1000 cm² se concentra la mayor cantidad de individuos.

6 Conclusiones

Las especies de plantas identificadas fueron ocho en las áreas de muestreo del bosque de palmas y bosque de manglar, sin embargo el Plan de Manejo de Santay en 2011, registra más especies de mangle y otras plantas, sugiriendo que puede haber otras especies aún sin identificar ni muestrear en el humedal.

R mangle es la especie más abundante en el área del bosque de manglar en todos los estratos, mientras que, en el área de bosque de palmas *R oleracea* es la especie más abundante en el estrato superior con un número alto de individuos, de igual manera en el estrato medio pero con pocos individuos presentes y en el estrato inferior se registró a *R oleracea* y *A germinans* con igual número de individuos pero la especie más abundante es *C amoenum* pero situadas en los pequeños parches donde se hallaban los individuos de *A germinans*.

Existe mayor densidad de *R mangle* en todos los estratos en el área de bosque de manglar, el estrato superior es el más denso en ambas áreas. En el área de bosque de palmas *R oleracea* es la más densa en el estrato superior, mientras que en el estrato medio es la más densa pero no con una diferencia considerable; en el estrato inferior la más densa es *C amoenum*.

En el área de bosque de palmas la especie con más cobertura en el estrato inferior es *C amoenum*; en el estrato medio y superior la especie con más cobertura es *R oleracea*, incluso la cobertura absoluta es mayor en el estrato superior del bosque de palmas comparándolo con el bosque de manglar. Mientras que en el área de bosque de manglar, *R mangle* presenta la mayor cobertura relativa en todos los estratos.

R mangle es la especie con mayor frecuencia en todos los estratos del área del bosque de manglar, lo que la convierte en la especie más eficiente en proceso de regeneración natural. Por otra parte, en el área de bosque de palmas, en los estratos superior y medio la especie con mayor frecuencia es *R oleracea*. En el estrato inferior, *R oleracea* y *C amoenum* son las especies más frecuentes.

Las especies más importantes son *R oleracea* y *R mangle* en bosque de palmas y bosque de manglar respectivamente. Las especies con bajo valor de importancia son *C. oblicua* en el estrato inferior y medio y *E glaucum* en el estrato superior de bosque de palmas. Mientras que, *C amoenum* en el estrato inferior, *M pigra* en el estrato medio y *P stelis* en el estrato superior, fueron las especies con menos valor de importancia del área de bosque de manglar.

La diversidad, la riqueza y equidad de las especies de plantas en los dos bosques fue baja, a pesar, se registró una abundancia de individuos alta, pero con dominancias aproximadamente del 90% en una sola especie, *R mangle* y *R oleracea* son la causa de los resultados de éstas variables.

La dispersión de las especies de plantas según el índice de Morisita indica un arreglo espacial agrupado de las especies más importantes (*R mangle* y *R oleracea*), estableciendo parches de aglomeración de individuos en las áreas que ocupan.

Los resultados de esta investigación son importantes en la Ingeniería Ambiental para obtener criterios técnicos y científicos en la gestión adecuada de áreas protegidas, la administración de los recursos naturales y la preservación de la biodiversidad.

7 Recomendaciones

Para lograr la recuperación y rehabilitación de áreas perturbadas en el Humedal Ramsar Isla Santay, se recomienda realizar más estudios sobre la vegetación del humedal en especial en los manglares que sirvan de instrumento para la correcta gestión, recuperación y conservación del ecosistema.

Se debería realizar un inventario exhaustivo de la flora y fauna para una posterior actualización del plan de manejo, ya que en este faltan muchas especies presentes en Santay no reportadas.

Se recomienda realizar estudios como: la frecuencia de inundación, los niveles de salinidad, propiedades físicas y químicas del suelo y condiciones climáticas y de relieve para determinar cómo estos factores influyen en la composición, estructura y función de la vegetación de las áreas del bosque de manglar y palmas.

Se sugiere que los resultados de esta investigación y estudios similares sirvan de aporte para elaborar un plan de manejo de la especie exótica *Roystonea oleracea* donde se tomen medidas y acciones para el control y monitoreo, que será llevado a cabo por la comunidad que habita Isla Santay y autoridades gubernamentales pertinentes.

8 Bibliografía

- Alcaraz Ariza, F. J. (8 de Febrero de 2013). *Formas vitales, estratificación y fenología*. Obtenido de Geobotánica, Tema 8: <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema08.pdf>
- Altamirano, M. (2007). *Estudio de Factibilidad Proyecto de Humedales Provincia de Esmeraldas: La laguna de La Ciudad, La Tola, Eloy Alfaro*. Guayaquil: Ministerio del Ambiente.
- Alvis Gordo, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 115-122.
- Arbo, M. M., y Gonzalez, A. M. (2019). *Botánica Morfológica*. Obtenido de Morfología de Plantas Vasculares: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/print/Hipertextos-2019.pdf>
- Ayala, C., Barona, M., Bermeo, F., Dorregaray, F., Guiracocha, G., Pardon, F., . . . Hernández Rosas, J. (2016). Proyecto: Potencial de invadir e impactos de la palma imperial (*Roystonea oleracea*) en los humedales Ramsar de la Isla Santay. *Misionero del Agro*(12), 54-69.
- Badii, M. H., & Guillen, L. A. (2012). Métodos No-Paramétricos de Uso Común. (Non Parametric Methods of Common Usage). *Daena: International journal of good conscience*, 7(1), 132-155.
- Bodero, A. (2005). *El bosque de manglar en Ecuador*. Obtenido de <https://bit.ly/2yLu6R1>
- Castillo Elías, B., Gervacio Jiménez, H., & Bedolla Solano, R. (2018). Estructura forestal de una zona de manglar en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(45), 66-93. doi:<https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.140>
- Chicas Batres, F. A., González Leiva, J. A., & Sayes, J. A. (2016). Composición florística y estructura del manglar de la Bahía de La Unión, El Salvador. *Rev. COMUN. Cient. Tecno*, 2(1), 52-64.
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). Quito: Asamblea Nacional.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). (2009). *La reforestación de los manglares en la costa de Oaxaca. Manual comunitario*. México: SEMARNAT.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Ciudad Alfaro : Asamblea Constituyente.

- Domínguez Domínguez, M., Zavala Cruz, J., y Martínez Zurimendi, P. (2011). *Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco*. Villahermosa, Tabasco, México: Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados.
- Downie, N. M., & Heath, R. W. (1986). *Métodos estadísticos aplicados*. (5ta edición). México: Harla.
- Elizondo, C. (2011). *Estudio de Caracterización y Diagnóstico del Área de Manglares y Humedales de Puerto Morelos*. Juárez: Jardín Botánico de ECOSUR Dr. Alfredo Barrera Marín. doi:10.13140/RG.2.1.2994.8401.
- Euan Hernández, A. A. (2014). Diversidad de Especies de Mangle en Soto La Marina, Tamaulipas e Isla de Jaina Hecelchakán, Campeche. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro .
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua. Informe de Síntesis*. Washington, DC: World Resources Institute.
- FAO. (2004). *Inventario Forestal Nacional. Manual de Campo*. Guatemala: Forest Resources Assessment Working paper.
- FAO. (2007). *The world's mangroves 1980-2005. A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources 2005* . Roma : FAO Forestry Paper 153.
- FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Roma: FAO Forestry Paper 163.
- FAO. (2016). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo?* Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i4793s.pdf>
- Gentry , A. H. (1982). "Patterns of neotropical plant species diversity. Evolutionary Biology. Hecht, Wallace and Prance". *Plenum Publishing Corporation*, 15(1), 1-54.
- Gómez-Gómez, M., Danglot-Banck, C., y Vega-Franco, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuándo usarlas. *Revista Mexicana de Pediatría*, 70(2), 91-99.
- Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J., Flores-Guido, J., y Zamora-Crescencio, P. (2012). Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del Punto de Unión Territorial (PUT) de Yucatán, México. *Polibotánica*(33), 151-174.

- Hernández, J. (2000). *Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación*. Santiago: Universidad de Chile.
- Hernández, M. E., y Moreno-Casasola, P. (2018). Almacenes y flujos de carbono en humedales de agua dulce en México. *Madera y Bosques*, 24(1). doi:10.21829/myb.2018.2401881
- Herrera Silveira, J., Camacho Rico, A., Pech, E., Pech, M., Ramírez Ramírez, J., & Teutli Hernández, C. (2016). Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 61-72.
- Herrera, I., Hernández-Rosas, J., Suárez, C., Cornejo, X., Amaya, A., Goncalves, E., & Ayala, C. (2017). Reporte y distribución potencial de una palma exótica ornamental (*Roystonea oleracea*) en Ecuador. *Rodriguésia*, 68(2), 759-769. doi:10.1590/2175-7860201768226
- Heynes Silerio, S. A., González Elizondo, M., González Elizondo, M., Ruacho González, L., & López Enríquez, I. L. (2017). Humedales: vegetación acuática y subacuática. En J. Valero-Padilla, *La biodiversidad de Durango: Estudio de Estado* (págs. 249-257). México, DF, México: CONABIO, SRNyMA.
- Howard, G. (1999). *Especies invasoras y humedales. Esbozo de una presentación principal a la 7ª Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*. San Jose : Ramsar .
- Hurrell, J. A., Bazzano, D., y Delucchi, G. (2005). *Biota Rioplatense: Monocotiledóneas herbáceas nativas y exóticas*. Buenos Aires : Literature of Latin America.
- Kandasamy, K., y Bingham, B. L. (2001). Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 40(1), 81-251. doi:10.1016/S0065-2881(01)40003-4
- Kauffman, J., Heider, C., Cole, T., Dwire , K., y Donato, D. (2011). Ecosystem Carbon Stocks of Micronesian Mangrove Forests. *Wetlands*, 31(2), 343–352. doi:10.1007/s13157-011-0148-9
- Lara , C. (2018). Análisis multitemporal del desarrollo de la cobertura vegetal mediante el uso de sensores remotos en la Isla Santay- provincia del Guayas (Tesis de Pregrado). Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- Lema Vélez, L. F., y Polanía, J. (2007). Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 55(1), 11-21.
- Ley Forestal y de Conservación de Áreas Nativas y Vida Silvestre. (2004). Quito: H. Congreso Nacional.

- Lot, A., Zepeda, C., y Mora, A. (2015). Vegetación acuática y subacuática de México. En A. Mora-Olivo, *Catálogo de la flora y vegetación de los humedales mexicanos* (págs. 27-104). México, DF, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Manrow, M., y Vilchez Alvarado, B. (2012). Estructura, composición florística, biomasa y carbono arriba del suelo en los manglares Laguna de Gandoca y Estero Moín, Limón, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 9(23), 1-18.
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G., & Gleiser, R. (2012). Manual de Ecología. Evaluación de la biodiversidad. *Reduca (Biología)*, 5(1), 71-115.
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G., & Gleiser, R. (2012). Manual de Ecología; Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca (Biología)*, 5(1), 1-31.
- Matteucci, S. D., y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington : OEA. Secretaría General.
- Mejía Quiñones, L. M., Molina Jiménez, M. P., Sanjuan Muñoz, A., Grijalba Bendeck, M., y Niño Martínez, L. M. (2014). *Bosque de manglar, un ecosistema que debemos cuidar*. Cartagena de Indias, Colombia : Universidad Jorge Tadeo Lozano, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2011). *Área Nacional de Recreación Isla Santay y Gallo. Plan de Manejo*. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/242256/19+PLAN+DE+MANEJO+ISLA+SANTAY+ANR+Isla+Santay.pdf/a13669f7-b6e6-4592-93c6-c339f48b00ea>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030. primera edición*. Obtenido de <http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/WebAPs/Estrategia%20Nacional%20de%20Biodiversidad%202015-2030%20-%20CALIDAD%20WEB.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura. (2014). *Árboles y Arbustos de los Manglares del Ecuador*. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55818.pdf>

- Montañez Valencia, R., Escudero Vásquez, C., y Duque Montoya, Á. (2010). Patrones de Distribución Espacial de Especies Arbóreas en Bosques de Alta Montaña del Departamento de Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional De Agronomía, Medellín*, 63(2), 5629-5638.
- Moreno Casasola, P., López Rosas, H., Infante Mata, D., y Peralta Pelaez, L. A. (2011). La biodiversidad de los humedales. En C. N. (Conabio), *La biodiversidad en Veracruz* (págs. 217-228). México, DF, México: Instituto de Ecología.
- Moreno Pavón, K. A. (2018). Estructura y zonación de la vegetación arbórea del manglar de la Comunidad Masa 1. Universidad de Especialidades Espíritu Santo.
- Moreno-Casasola, P., & Warner, B. (2009). *Breviario para describir observar y manejar humedales*. Xalapa, México, México: Instituto de Ecología.
- Myers, R. (2013). Humedales dominados por palmas (Arecaceae) en el Neotrópico: Una introducción. *Revista de biología tropical*, 61(1), 5-24.
- Nascimento, M., Araújo, R., Lima, M., Barros Fagundes Netto, E., y Alvarenga Braga, J. (2013). The Imperial Palm (*Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F. Cook) as an invasive species of a wetland in Brazilian Atlantic forest. *Wetlands Ecology and Management*, 21, 367–371. doi: 10.1007/s11273-013-9306-6
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). *Día Internacional de la Diversidad Biológica*, 22 de mayo. Obtenido de <http://www.un.org/es/events/biodiversityday/index.shtml>
- Organización de Naciones Unidas. (1992). *Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica*. Rio de Janeiro .
- Orjuela Rojas, A., Villamil, C., & Sanjuan Muñoz, A. (2011). Cobertura y estructura de los bosques de mangle en la Baja Guajira, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 40(2), 381-399.
- Radford, A., Dickison, W., Massey, J., y Bell, R. (1974). *Vascular Plant Systematics*. New York, USA: Harper and Row Publishers.
- Ramsar. (2011). *Bosques para agua y humedales*. Obtenido de https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/dmh2011-folleto_sp.pdf
- Ramsar. (2014). *La convención de ramsar y su misión* . Obtenido de <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convencion-de-ramsar-y-su-mision>

- Ramsar. (2014). *Sitios y países: Ecuador*. Obtenido de La Convención entró en vigor en Ecuador el 7 de enero de 1991.: <https://www.ramsar.org/es/humedal/ecuador>
- Ramsar. (2015). *El Cuarto Plan Estratégico para 2016 – 2024*. Punta del Este. Obtenido de Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas – la “Convención de Ramsar”: <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales>
- Ramsar. (2015). *La Convención de Ramsar: ¿de qué trata?* Obtenido de https://www.ramsar.org/sites/default/files/fs_6_ramsar_convention_sp_0.pdf
- Raunkiaer, C. (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford: Clarendon Press.
- Reza Gaona, M., Jiménez Cauich, J., y López, X. (2011). *Reporte*. Solidaridad: Amigos de Sian Ka'an A.C.
- Robiansyah, I., Yu, Y., Męczekalska, M., y Styperek, Ł. (2010). *Macrophytes as indicators of the ecological status of Durowskie Lake*. Varsovia: International Summer School RESTLAKE.
- Rodríguez Villón, G. F. (2015). Determinación de la estructura, diversidad y abundancia de la vegetación del Manglar De Palmar Provincia de Santa Elena durante octubre 2014 / marzo 2015. Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena.
- Rodríguez-Zúñiga, M., C, T.-S., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. D., Vázquez- Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., . . . Galindo-Leal, C. (2013). *Manglares de México/ Extensión, distribución y monitoreo*. México D.F: Comisión Nacional para el.
- Romahn De La Vega, C. F., y Ramírez Maldonado , H. (2010). *Dendrometría*. Mexico, DF: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México* (Primera digital ed.). México: Limusa, S. A. .
- Schlegel , B., Gayoso, J., y Guerra, J. (2001). *Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales*. Valdivia: Universidad Austral De Chile.
- Sculthorpe, C. D. (1967). The biology of aquatic vascular plants. *Edward Arnold*, 1, 581-610. doi:10.1126/science.160.3824.179-a

- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición*. Gland: Secretaría de la Convención de Ramsar. Obtenido de Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición.
- Tiner, R. (1999). *Wetland indicators : a guide to wetland identification, delineation, classification, and mapping / Ralph Tiner*. (Primera ed.). Boca Raton: Taylor & Francis. doi: 10.1201/9781420048612
- Trejo, C., & Lavayen, Y. (2010). *Descripción De La Flora Representativa Del Área Nacional De Recreación Isla Santay (ANRIS)*. Guayaquil: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Vila, M., Espinar, J., Hejda, M., Hulme, P., Jarošík, V., Maron, J., . . . Pyšek, P. (2011). Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters*, 14(7), 702-708. doi:10.1111/j.1461-0248.2011.01628.x
- Washington, H. G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices. *Water Res*, 18(6), 653-694.
- Webb, L. (1959). Physiognomic classification of Australian rain forests. *Journal of Ecology*, 47, 551-570.
- Zarco-Espinosa, V., Valdez-Hernández, J., Ángeles-Pérez, G., y Castillo-Acosta, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia*, 26(1), 1-17.
- Zucaratto, R., y Pires, A. (2014). The exotic palm *Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F. Cook (Arecaceae) on an island within the Atlantic Forest Biome: Naturalization and influence on seedling recruitment. *Acta Botanica Brasilica*, 28(3), 417-421. doi:10.1590/0102-33062014abb3473

9 Anexos

9.1 Figuras

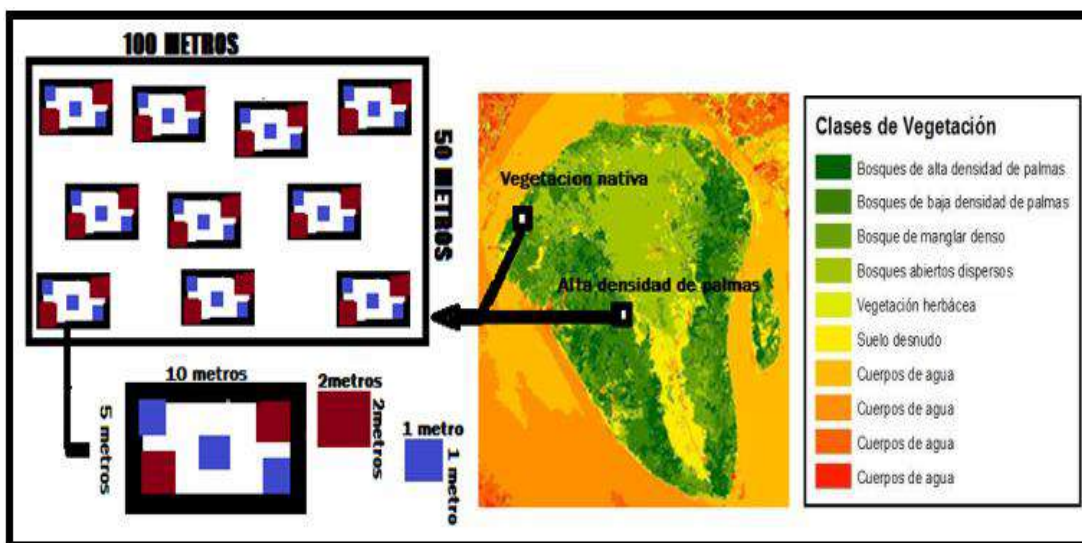


Figura 33. Cobertura vegetal de Santay del año 2016 y tipo de muestreo Lara, 2018 y Santander 2020

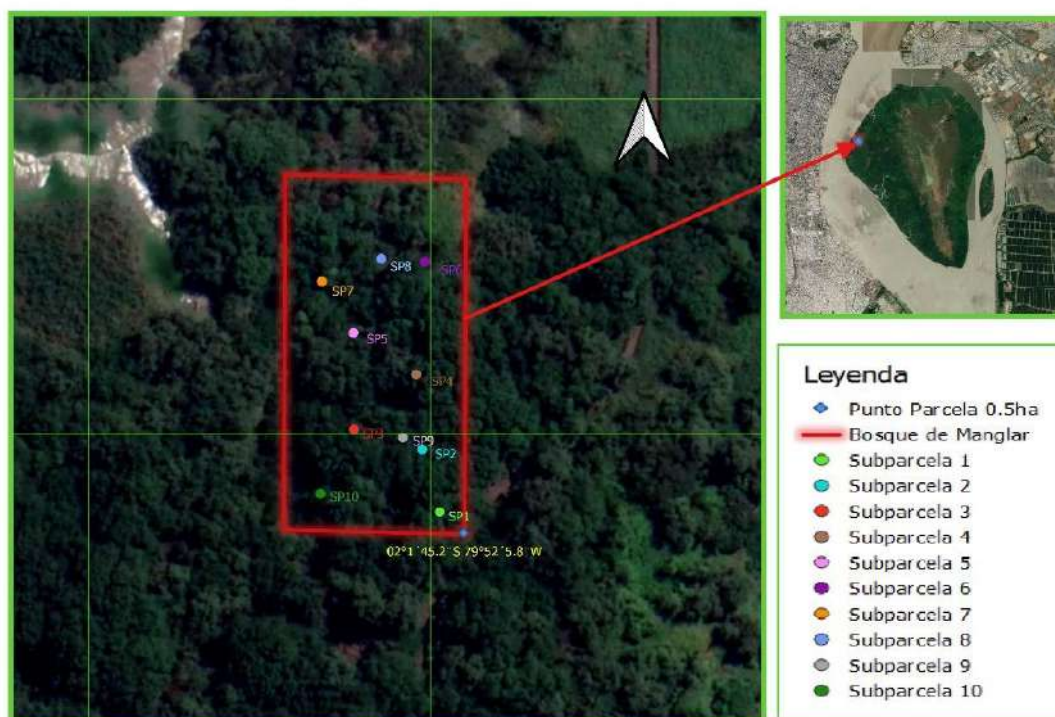


Figura 34. Representación de parcelas de muestreo del Bosque de Manglar Santander, 2020.

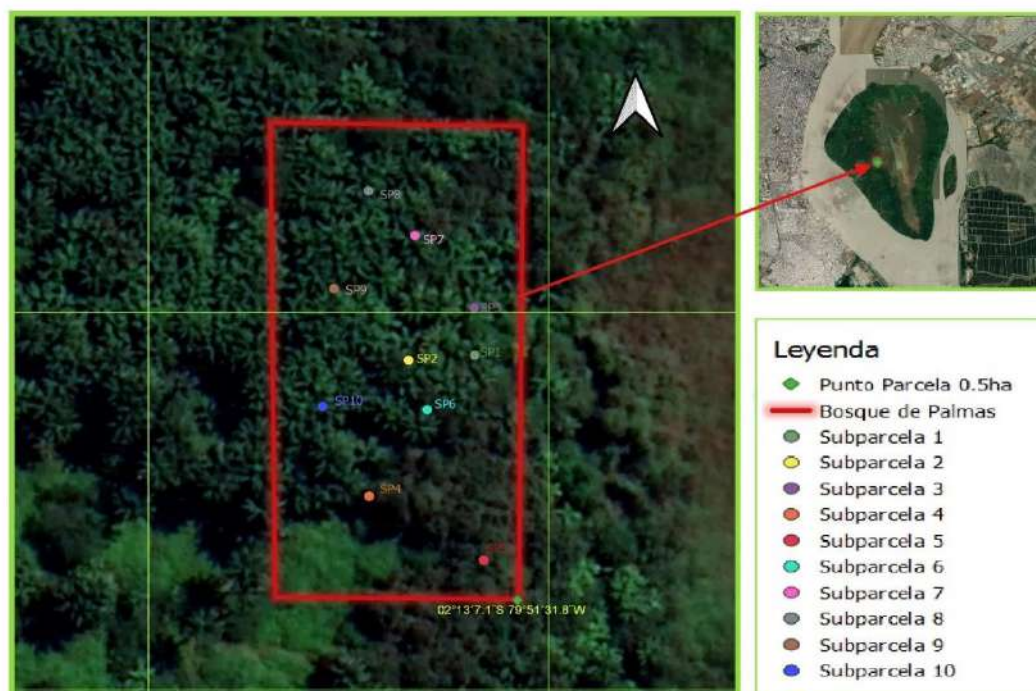


Figura 35. Representación de parcelas de muestreo del Bosque de Palmas Santander, 2020

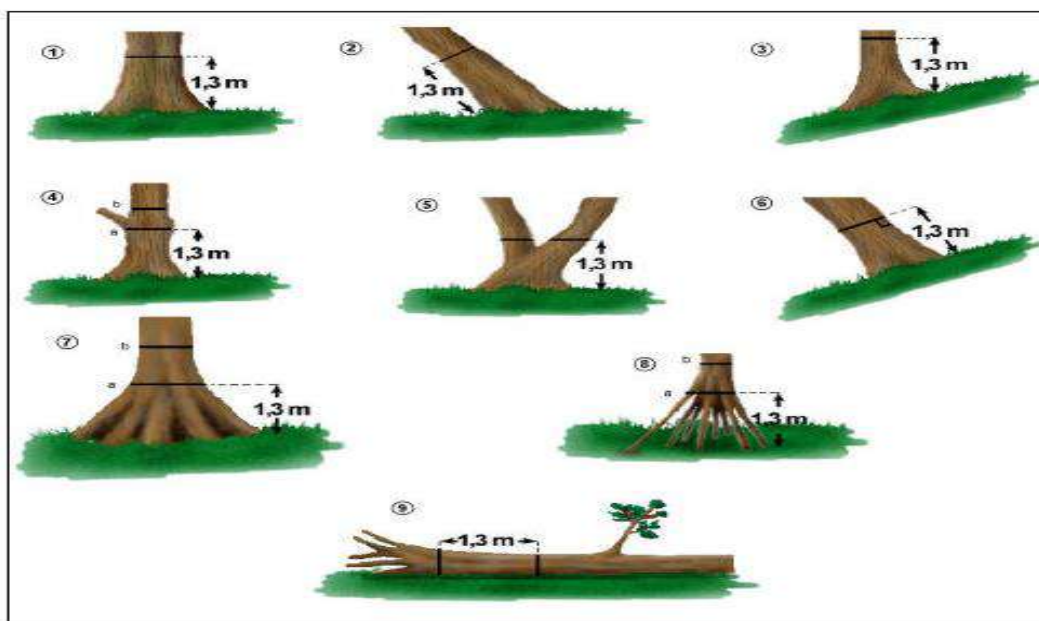


Figura 36. Uso idóneo de la cinta diamétrica.
 En las situaciones 4,7 y 8 se posiciona la cinta en el lugar b para medir el diámetro
 Schlegel , Gayoso y Guerra, 2001



Figura 37. Bosque de palmas en el humedal de Santay
 Leyenda: *R oleracea* en diferentes facetas (A,B;C,D)
 Santander, 2020



Figura 38. Bosque de manglar en el humedal de Santay
 Leyenda: Plántulas de *R mangle*(A), Mangles de *R mangle* maduros(B), individuos jóvenes de *R mangle* (C), Árbol de *A germinans*(D).
 Santander, 2020



Figura 39. Especies en bosque de manglar y bosque de palmas
 Leyenda: *E glaucum* y *C obliqua* en palmar (A), *R oleracea* en manglar(B), *C amoenum* en manglar(C) y *P stelis* en manglar (D).
 Santander, 2020



Figura 40. Herbario de las especies de plantas encontradas en las áreas de muestreo
 Leyenda: *R mangle*(A), *P stelis*(B), *M pigra*(C), *C obliqua*(D), *A germinans*(E), *R oleracea*(F), *E glaucum*(G) y *C amoenum*(H).
 Santander, 2020

9.2 Tablas

Tabla 24. Abundancia, densidad, frecuencia y cobertura absolutas del bosque de Manglar

Especie	Abundancia absoluta			Densidad absoluta			Cobertura absoluta			Frecuencia absoluta		
	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup
<i>Rizophora mangle</i>	73	9	31	2,43	0,11	0,06	0,010	0,0006	0,016	0,67	0,3	0,9
<i>Avicennia germinans</i>	X	X	3	X	X	0,006	X	X	0,003	X	X	0,3
<i>Crinum amoenum</i>	8	X	X	0,27	X	X	0,002	X	X	0,1	X	X
<i>Mimosa pigra</i>	X	1	X	X	0,013	X	X	8,95E-07	X	X	0,05	X
<i>Phthirusa stelis</i>	X	X	1	X	X	0,002	X	X	1,43E-07	X	X	0,1
<i>Roystonea oleracea</i>	X	X	1	X	X	0,002	X	X	4,47E-05	X	X	0,1

Santander 2020

Tabla 25. Abundancia, densidad, frecuencia y cobertura relativas del bosque de Manglar

Especie	Abundancia relativa			Densidad relativa			Cobertura relativa			Frecuencia relativa		
	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup
<i>Rizophora mangle</i>	90,59	90	84,38	90,59	90	84,38	82,88	99,85	84,86	86,96	85,71	64,29
<i>Avicennia germinans</i>	X	X	9,38	X	X	9,38	X	X	14,90	X	X	21,43
<i>Crinum amoenum</i>	9,41	X	X	9,41	X	X	17,12	X	X	13,04	X	X
<i>Mimosa pigra</i>	X	10	X	X	10	X	X	0,15	X	X	14,29	
<i>Phthirusa stelis</i>	X	X	3,13	X	X	3,13	X	X	0,0008	X	X	7,14
<i>Roystonea oleracea</i>	X	X	3,13	X	X	3,13	X	X	0,24	X	X	7,14

Santander 2020

Tabla 26. Abundancia, densidad, frecuencia y cobertura absolutas del bosque de palmas

Especie	Abundancia absoluta			Densidad absoluta			Cobertura absoluta			Frecuencia absoluta		
	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup
<i>Roystonea oleracea</i>	3	3	59	0,1	0,04	0,12	3,82E-05	0,0003	0,557	0,07	0,1	0,9
<i>Avicennia germinans</i>	3	X	4	0,1	X	0,008	2,39E-06	X	0,002	0,03	X	0,3
<i>Crinum amoenum</i>	6	X	X	0,2	X	X	9,58E-05	X	X	0,07	X	X
<i>Erythroxylum glaucum</i>	X	1	1	X	0,013	0,002	X	4,87E-06	7,02E-06	X	0,05	0,1
<i>Cissus obliqua</i>	1	1	X	0,03	0,013	X	6,63E-06	3,58E-06	X	0,03	0,05	X

Santander 2020

Tabla 27. Abundancia, densidad, frecuencia y cobertura relativas del bosque de palmas

Especie	Abundancia relativa			Densidad relativa			Cobertura relativa			Frecuencia relativa		
	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup
<i>Roystonea oleracea</i>	23,08	60	92,19	23,08	60	92,19	26,72	97,17	98,52	33,33	50	69,23
<i>Avicennia germinans</i>	23,08	X	6,25	23,08	X	6,25	1,67	X	1,48	16,67	X	23,08
<i>Crinum amoenum</i>	46,15	X	X	46,15	X	X	66,98	X	X	33,33	X	X
<i>Erythroxylum glaucum</i>	X	20	1,56	X	20	1,56	X	1,63	0,001	X	25	7,69
<i>Cissus obliqua</i>	7,69	20	X	7,69	20	X	4,64	1,20	X	16,67	25	X

Santander 2020

Tabla 28. Tamaño, tipo y forma de las hojas encontradas en el bosque de manglar y palmas

Especies	Promedio tamaño (mm²)	Clasificación de tamaño	Tipo de hoja	Ápice	Base	Estratos donde están presentes
<i>Rizophora mangle</i>	6000	Mesófila	Simple opuesta decusada	Agudo	Cuneada	E-Inf; E-Med; E-Sup
<i>Avicennia germinans</i>	9000	Mesófila	Simple opuesta decusada	Agudo	Cuneada	E-Inf; E-Sup
<i>Crinum amoenum</i>	30000	Macrófila	Simple opuesta Fasciculada	Puntiagudo	Decurrente	E-Inf
<i>Mimosa pigra</i>	9800	Mesófila	Compuesta bipinnada	Agudo	Cuneada	E-Med
<i>Phthirusa stelis</i>	2550	Mesófila	Simple opuesta decusada	Apiculado	Cuneada	E-Sup
<i>Roystonea oleracea</i>	1100000	Megáfila	Compuesta bipinnada	Acuninado	Atenuada	E-Inf; E-Med; E-Sup
<i>Erythroxylum glaucum</i>	880	Micrófila	Simple alterna distica	Redondeado	Cuneada	E-Med; E-Sup
<i>Cissus obliqua</i>	2800	Mesófila	Simple alterna trística	Agudo	Cuneada	E-Inf; E-Med

Santander 2020

Tabla 29. Índice de valor de importancia en el Bosque de Manglar

Especie	E-Inf	E-Med	E-Sup
<i>Rizophora mangle</i>	259,96	275,56	235,26
<i>Avicennia germinans</i>	X	X	44,66
<i>Crinum amoenum</i>	40,04	X	X
<i>Mimosa pigra</i>	X	24,44	X
<i>Phthirusa stelis</i>	X	X	9,92
<i>Roystonea oleracea</i>	X	X	10,16

Santander 2020

Tabla 30. Índice de valor de importancia en el Bosque de palmas

Especie	E-Inf	E-Med	E-Sup
<i>Roystonea oleracea</i>	65,88	174,96	240,26
<i>Avicennia germinans</i>	40,34	X	30,51
<i>Crinum amoenum</i>	103,22	X	X
<i>Erythroxylum glaucum</i>	X	46,09	9,26
<i>Cissus obliqua</i>	26,00	45,80	X

Santander 2020

Tabla 31. Clases de área basal en el bosque de manglar y bosque de palmas

Clases de área basal (cm²)	Individuos-Bosque de manglar			Individuos-Bosque de palmas		
	E-Inf	E-Med	E-Sup	E-Inf	E-Med	E-Sup
0-5	79	7	4	13	2	0
6-10	0	1	1	0	0	0
10,1-50	6	2	6	0	2	4
50-100	0	0	5	0	1	3
100,1-200	0	0	4	0	0	7
200,1-500	0	0	7	0	0	13
500,1-1000	0	0	3	0	0	12
> 1000	0	0	2	0	0	25

Santander 2020

Tabla 32. Clases de altura en el bosque de manglar y bosque de palmas

Estratos	Clases de altura (m)	Individuos-Bosque de manglar	Individuos-Bosque de Palmas
Inferior	0-0,5	68	11
	0,6-1	16	2
	1,1-1,5	1	0
Medio	1,6-2,0	7	2
	2,1-2,5	3	2
	2,6-3,0	0	1
	3,1-8	20	34
superior	8,1-13	8	25
	13,1-18	4	5

Santander 2020