Capítulo IV. Estructura y Diversidad de la Vegetación del Bosque Seco Abierto y Herbazales

Resumen

En este capítulo se planteó establecer la estructura física y biológica de la vegetación del Bosque Abierto Disperso y del Herbazal de la isla Santay, mediante el monitoreo de su distribución vertical y horizontal para la comparación de sus características estructurales como Riqueza de Especies, densidad, densidad relativa, frecuencia, diversidad, dispersión, cobertura e importancia (I.V.I.). Para lograr esto se establecieron diez parcelas de 50 m^2 por cada área, dentro de ellas se determinaron tres estratos: inferior (E.I.), medio (E.M.) y superior (E.S) caracterizados por su altura, estableciendo un total de 30 subparcelas de 1 m^2 para el E.I., 20 sub-parcelas de 4 m^2 para el E.M. y 10 parcelas de 50 m^2 para el E.S. El resultado de la investigación arrojó un total de 3769 individuos monitoreados en ambas áreas de estudio comprendidos en 27 especies, de las cuales 26 se identificaron a nivel de género y especie, divididas en 12 familias diferentes. La familia que presentó el mayor número de especies fue Fabaceae con ocho especies. La diversidad de Margalef, Simpson (D) y Shannon-W. (H') indicaron que el Bosque Abierto Disperso presento mayor diversidad que el Herbazal, así mismo, el Bosque Abierto Disperso presentó mayor índice de equidad que el Herbazal. Se concluyó que la especie de hierba *L. octovalvis*, reportada como maleza, fue la más frecuente, densa e importante en el área de Bosque Abierto Disperso, y la especie de hierba *C. rotundus* fue la más frecuente, densa e importante en el área de Herbazal.

Palabras clave: *bosque seco, valor de importancia, dispersión, espectro, Santay.*

1. Introducción

La historia sobre el origen de la isla Santay data a partir de la formación sedimentaria, cuyo inicio corresponde al río Guayas formando un estuario con una longitud de 60 km hasta su descarga en el Golfo de Guayaquil, recogiendo aportes de otros ríos, por lo que es considerado el estuario más grande de la costa occidental de América del Sur (Calderón, 2015).

Actualmente isla Santay es un Área Nacional de Recreación y Conservación de los ecosistemas naturales, que se encuentra bajo administración especial, brinda servicios de ecoturismo, recreación, educación ambiental, e investigación a visitantes nacionales e internacionales; con una comunidad local participativa y proactiva dispuesta a colaborar con la preservación del humedal y su biodiversidad (Loor, 2015).

La flora y fauna de la isla Santay es su principal atractivo, de allí su importancia por lo cual fue seleccionada como un Área protegida, para ello, los estudios realizados registran un sin número de especies vegetales. De acuerdo con las investigaciones realizadas, su fitodiversidad se encuentra conformada por especies vegetales nativas y exóticas o introducidas, lo cual nos permite entender el estado alarmante de vulnerabilidad del área natural debido a la acción de especies invasoras como Roystonea oleracea (Ayala et al, 2016; Herrera et al., 2017a, Vásquez, 2018).

La subsecretaria de Gestión Marina y Costera, del Ministerio del Ambiente, para el cumplimiento del Acuerdo Ministerial N° 21, elaboró un plan de manejo del área protegida, el cual fue el resultado de un proceso de investigación, para el uso sustentable del área nacional de recreación isla Santay, con la finalidad de preservar sus recursos naturales y funciones ecológicas, potenciar un desarrollo equitativo y armónico; que permita usarlo sustentablemente principalmente para fines recreativos y educativos (Samaniego et al, 2010).

Mediante análisis multitemporal de la cobertura de la isla Santay, Lara (2018), muestra los cambios que ha sufrido la cobertura natural en los últimos 60 años,

debido a actividades antropogénicas como la agricultura y producción pecuaria, realizadas años atrás por sus habitantes.

Los estudios sobre las especies y su distribución son necesarios ya que proporcionan información útil acerca del estado actual del tipo de vegetación, importante para diseñar sistemas de manejo forestal y así contribuir con la protección de la biodiversidad (Chaturvedia y Raghubanshi, 2014).

En el Parque de la Montaña Popa, Myanmar, Aye et al. (2014) encontraron el mayor diámetro a la altura del pecho (DAP) promedio en el Bosque Abierto Disperso de hoja perenne con 24.03 cm, mientras que en el Bosque Abierto Disperso de dipterocarpus fue de 11 cm, con una densidad media de los árboles con un DAP ≥ 5 cm, y determinaron valores del índice de diversidad de Margalef y el índice de Shannon-Wiener de 3.61 y 0.96 respectivamente.

Mani & Parthasarathy (2016), estudiaron bosques secos tropicales costeros en la India peninsular, comparando y relacionando la diversidad, área basal y densidad en rodales de la vegetación interior y costera bajo diferentes niveles de perturbación.

En Iquitos-Nauta, Loreto Perú, se evaluó la estructura y composición florística de las tipologías de vegetación, conformado por especies leñosas, aunque el conocimiento sobre arbustos es muy pobre se identificaron una estructura de arbustales, bosques, Herbazales y palmerales, así como especies más abundantes, endémicas y amenazadas, entre las comunidades vegetales más peculiares se encontraron los pantanos (Espinoza et al., 2012).

En Manantlán, México se realizó un análisis de la estructura, composición florística, y se registraron 2.086 individuos de 101 especies pertenecientes a 76 géneros y 44 familias en dos hectáreas. La semejanza florística entre las dos localidades El Durazno y La Pareja varió entre 17.8 % y 64.9 % y el área basal a 38.7 m^2 ha^{-1} y 31.9 m^2 ha^{-1} (Sánchez et al., 2003).

En el 2011 se realizó un estudio en la comuna Limoncito ubicado en la provincia de Santa Elena, se identificó una vegetación que pertenece a un bosque secundario con la especie *Guazuma ulmifolia* más abundante y con mayor valor

en IVF, IVI, 603 identificaciones botánicas para árboles y arbustos de los diferentes estratos del bosque en las cuales constan 43 especies, 37 géneros y 20 familias, de las 43 especies 2 % pertenecen a la vegetación endémica, 89 % de vegetación nativa y 9 % de vegetación exótica; mientras que los índices de diversidad y equidad mostraron una diferencia significativa entre el bosque poco perturbado 0.002 y bosque perturbado 0.008 (Mendoza & Jimenez, 2011).

El objetivo de este capítulo fue establecer la estructura física y biológica de la vegetación del Bosque Abierto Disperso y del Herbazal de la isla Santay, mediante el monitoreo y comparación de sus características estructurales como Riqueza de Especies, densidad, densidad relativa, frecuencia, diversidad, dispersión y cobertura, a partir de la contribución de Morán (2020).

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de Estudio

En el Área Nacional Recreacional isla Santay y El Gayo, incluida en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador y Humedal Ramsar se consideraron para el presente estudio dos de las comunidades vegetales presentes: Bosque Abierto Disperso y Herbazal, cuyas coordenadas geográficas se detallan en la Tabla 42.

Tabla 42

Coordenadas de zonas de estudio

Zona de estudio	Latitud	Longitud
Bosque Abierto Disperso	Y: 2°12’46”S	X: 79°51’13”O
Herbazal	Y: 2°13’41”S	X: 79°51’30”O

Nota. Fuente: Morán (2020)

En la Figura 57, se representan cartográficamente la ubicación de isla Santay, así como la ubicación de las zonas de muestreo referidos en la Tabla 42.

2.2. Trabajo de Campo

Esta investigación de campo, descriptiva se basó en un análisis cualitativo y cuantitativo de las características de la vegetación del Bosque Abierto Disperso (Bosque seco) y del Herbazal presentes en isla Santay.

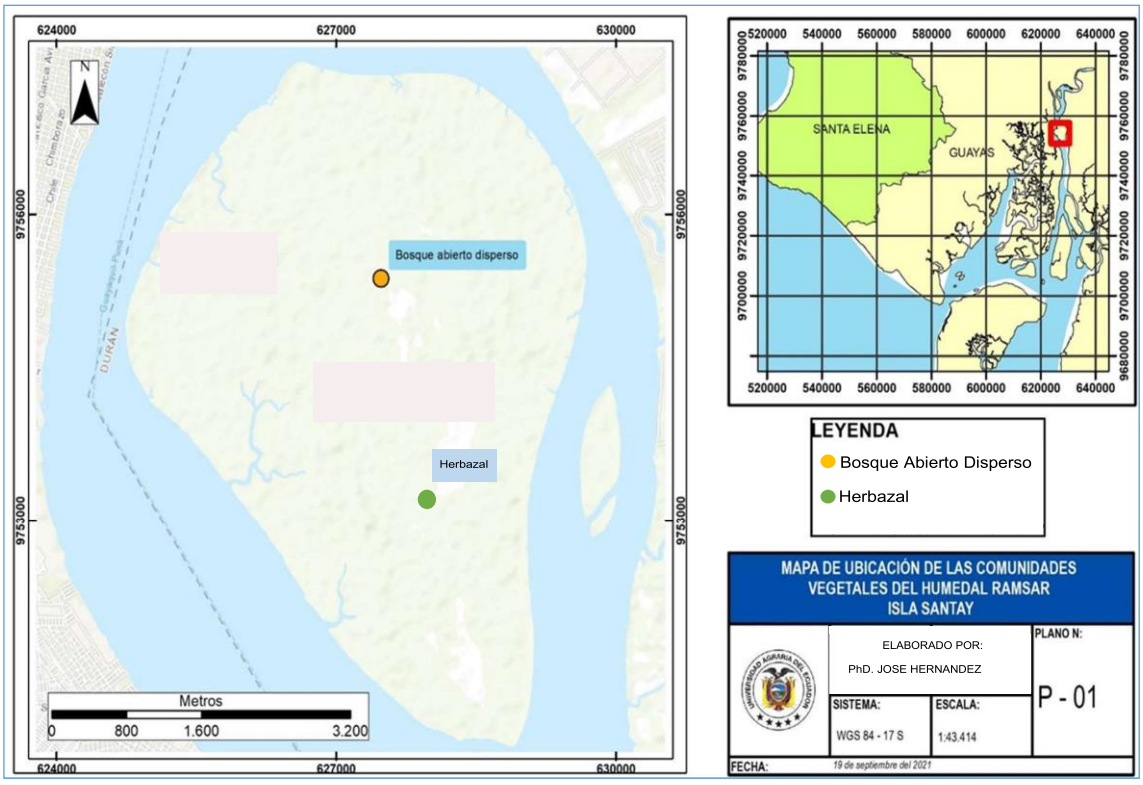
2.2.1. Metodología

2.2.1.1. Diseño Experimental.

La vegetación se estudió con un diseño de muestreo aleatorio sistemático estratificado, estableciendo dos parcelas de 0.5 ha, una para cada una de las comunidades a estudiar, en cada una se recolectaron muestras botánicas para su correcta clasificación, estudio y análisis, siguiendo la metodología presentada en el Anexo 1.

Figura 57

Ubicación espacial de las unidades de vegetación estudiadas



Nota. Fuente: Morán (2020).

2.2.1.2. Recolección de Datos.

En el levantamiento de la información en el campo, en el diario de campo, se tomaron los datos siguiendo la metodología establecida en el Anexo 1,

considerando el diseño del muestreo sistemático estratificado antes mencionado, de acuerdo con McRoberts et al. (1997).

2.2.1.3. Colección y Tratamiento de Muestras Botánicas.

En cada una de las áreas experimentales, se recolectaron muestras botánicas, para su preservación e identificación, siguiendo el protocolo indicado por Aguirre-Mendoza (2012), establecido en el Anexo 1.

2.3. Determinación de la Estructura Biológica de la Vegetación

2.3.1. Abundancia, Densidad, Cobertura, Frecuencia Absoluta y Relativa e Índice de Valor de Importancia (IVI_{300}) de las Especies

Una vez identificadas las especies en cada estrato se estimaron las variables dependientes: Abundancia, Densidad, Cobertura, Frecuencia Absoluta y Relativa y el Índice de Valor de Importancia (IVI_{300}) de especies utilizando el protocolo expuesto en el Anexo 1, señalado por Matteucci & Colma (1982):

2.3.2. Riqueza, Equidad y Diversidad de Especies

Se realizó curvas de especies área para cada área de muestreo, con las cuales se pudo estimar el número de especies vegetales máximo para una superficie de muestreo determinada. Así mismo las propiedades emergentes que definen la estructura biológica comunitaria de cada una de las áreas experimentales se obtienen aplicando los diferentes índices que se presentan en el Anexo 1.

2.4. Determinación de la Estructura Física de la Vegetación

Para la determinación y estimación de los diferentes parámetros que permiten conocer la estructura física del Bosque Abierto Disperso (Bosque Seco) y Herbazales en Santay, se implementó la metodología que se resume en el Anexo 1.

2.5. Análisis Estadístico

Una vez obtenidos los datos cuantitativos y cualitativos, se compararon entre y dentro de las áreas experimentales Bosque Abierto Disperso (Bosque Seco) y

Herbazal, mediante pruebas estadísticas que se identifican en el Anexo 1, utilizando INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2017).

3. Resultados

3.1. Estructura Biológica del Bosque Abierto Disperso (Bosque Seco) y Herbazal de Isla Santay

3.1.1. Listado de Especies Identificadas

En la Tabla 43 se presenta el listado y taxonomía de las especies halladas en las áreas de muestreo. En las áreas de Bosque Abierto Disperso (Bosque seco) y Herbazal en isla Santay se muestreó un total de 500 m^2 por cada zona.

Se registraron evidencias fotográficas de las diferentes especies halladas. La identificación taxonómica se realizó a partir de referencias bibliográficas como Trópicos, The International Plants Name Index (The International Plants Name Index Collaborators [IPNI], (2019) e iNaturalistEc (iNaturalist [2019]); así como de trabajos de investigación que estudiaron la flora de isla Santay.

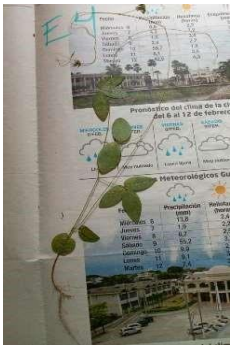
Tabla 43

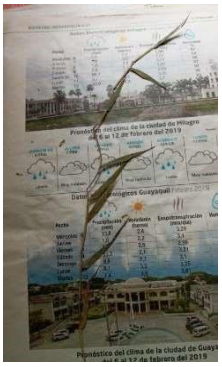
Listado y Taxonomía de las especies halladas en las áreas muestreadas

Taxonomía	Género, especie y nombre común	Imagen
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Subclase: Commelinidae Orden: Cyperales Familia: Poaceae	Género: Rottboellia Especie: *Rottboellia cochinchinensis* L.	

Taxonomía	Género, especie y nombre común	Imagen
Reino: Plantae Familia: Euphorbiaceae	Género: Croton Especie: *Croton wagneri Mull. Arg.* Nombre común: Chala	
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Subclase: Asteridae Orden: Solanales Familia: Convolvulaceae	Género Ipomoea Especie: *Ipomoea batatas* (L.) Lam.	
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Subclase: Asteridae Orden: Solanales Familia: Convolvulaceae	Género Ipomoea Especie: *Ipomoea chondrosepala* Hallier fil.	
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Subclase: Asteridae Orden: Solanales Familia: Convolvulaceae	Género: Ipomoea Especie: *Ipomoea philomega* (Vell.) House	

Taxonomía	Género, especie y nombre común	Imagen
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Subclase: Asteridae Orden: Solanales Familia: Convolvulaceae	Género: Ipomoea. Especie: *Ipomoea trífida* (Kunth) G. Don	
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Malvales Familia: Malvaceae	Género: Gossypium Especie: *Gossypium herbaceum* L.	
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Caryophyllales Familia: Capparaceae	Género: Cynophalla Especie: *Cynophalla mollis* (Kunth) J. Presi	
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Myrtales Familia: Combretaceae	Género: Terminalia Especie: *Terminalia catappa* L. Nombre común: Almendro	

Taxonomía	Género, especie y nombre común	Imagen
Reino: Plantae Filo: Tracheophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Malpighiales Familia: Erythroxylaceae	Género: Erythroxylum P. Browne Especie: *Erythroxylum glaucum* O.E. Schulz. Nombre común: Coquito	
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Malvales Familia: Malvaceae	Género: Malachra Especie: *Malachra alceifolia* Jacq	
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Fabales Familia: Fabaceae	Género: Desmodium Especie: *Desmodium incanum* DC.	
Reino: Plantae Filo: Tracheophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Myrtales Familia: Onagraceae	Género: Ludwigia L. Especie: *Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H. Raven	

Taxonomía	Género, especie y nombre común	Imagen
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Subclase: Asteridae Orden: Solanales Familia: Convolvulaceae	Género: Ipomoea Especie: *Ipomoea lacunosa* L.	
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Subclase: Commelinidae Orden: Poales Familia: Poaceae	Género: Hymenachne Especie: *Hymenachne donacifolia* (Raddi) Chase	
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Fabales Familia: Fabaceae	Género: Mimosa Especie: *Mimosa púdica* L. Nombre común: Sensitiva	
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Fabales Familia: Fabaceae	Género: Prosopis Especie: *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.	
Reino: Plantae Subreino: Tracheobionta División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Subclase: Commelinidae Orden: Poales	Género: Cyperus Especie: *Cyperus rotundus* L.	

Taxonomía	Género, especie y nombre común	Imagen
Familia: Cyperaceae		
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Liliopsida Orden: Poales Familia: Poaceae	Género: Echinochloa Especie: *Echinochloa colonum* (L.) Link	
Reino: Plantae Filo: Tracheophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Caryophyllales Familia: Amaranthaceae	Género: Salicornia Especie: *Salicornia fructicosa* (L.) L. Nombre común: Vidrio	
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Fabales Familia: Fabaceae	Género: Stylosanthes Especie: *Stylosanthes scabra* Vogel	
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Fabales Familia: Fabaceae	Género: Piptadenia Especie: *Piptadnia flava* (Spreng. Ex Dc.) Bend Nombre común: Sierrilla	
Reino: Plantae Filo: Tracheophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Solanales Familia: Convolvulaceae	Género: Ipomoea Especie: *Ipomoea carnea* Jacq. Nombre común: Mata cabra	

Taxonomía	Género, especie y nombre común	Imagen
Reino: Plantae División: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Fabales Familia: Fabaceae	Género: Geoffroea Especie: *Geoffroea striata* (Jacq.) Morong	
Reino: Plantae Filo: Magnoliophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Fabales Familia: Mimosaceae	Género: Leucaena Especie: *Leucaena trichodes* (Jacq) Benth	
Reino: Plantae Filo: Tracheophyta Clase: Magnoliopsida Orden: Lamiales Familia: Bignoniaceae	Género: Tabebuia Especie: *Tabebuia billbergii* (Bureau & Schum.) Standl.	

Nota. Fuente: Morán (2020).

Los resultados de la investigación arrojaros un total de 3769 individuos monitoreados en ambas áreas de estudio comprendidos en 27 especies, de las cuales 26 se identificaron a nivel de género y especie, divididas en 12 familias diferentes. La familia que presentó el mayor número de especies fue Fabaceae con ocho.

3.1.2. Abundancia, Frecuencia, Densidad, Cobertura e Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)

3.1.2.1. Abundancia de Individuos por Especie.

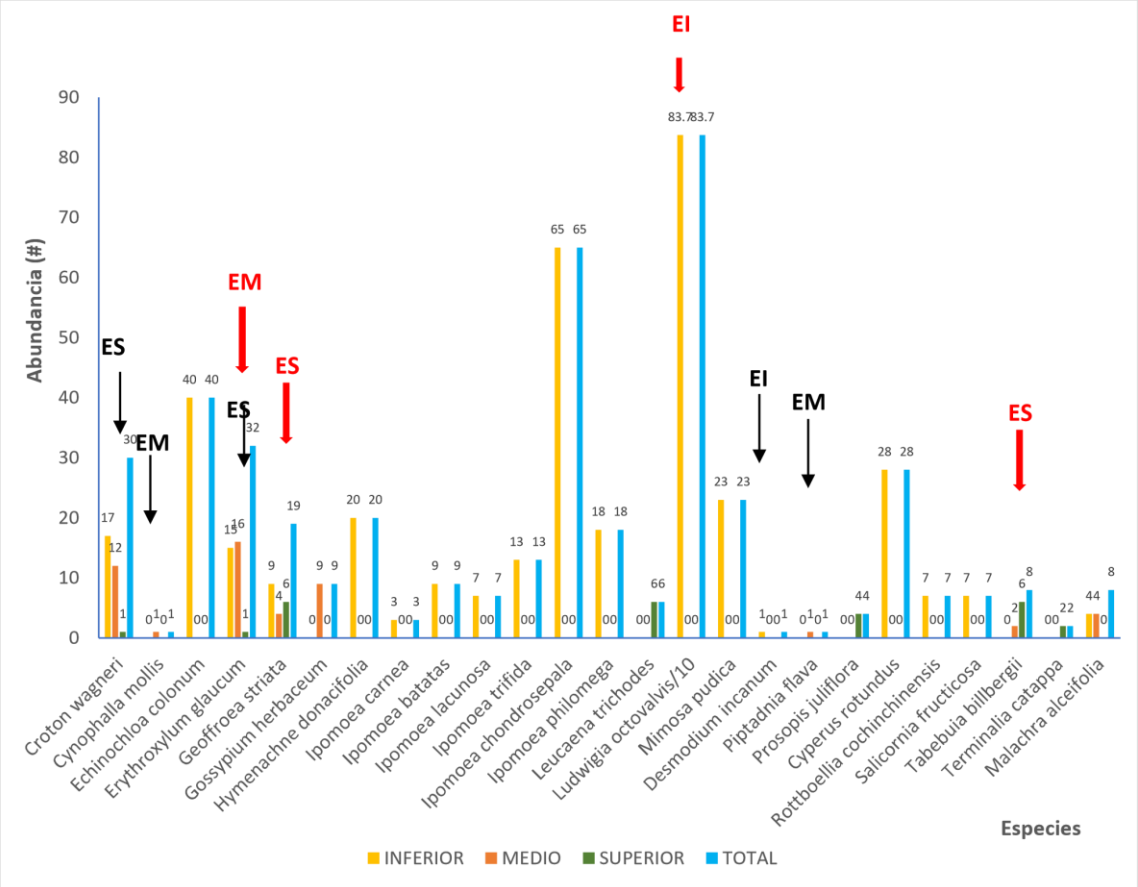
La abundancia se basó en el conteo de individuos presentados por especie, estrato y área. Se determinó que en el área de Herbazal se presentó mayor

cantidad de individuos, pero menor cantidad de especies que en el Bosque Abierto Disperso.

En la Figura 58, se muestra la abundancia de las especies identificadas en el área de Bosque Abierto Disperso (Bosque Seco) en isla Santay. En esta área se registraron un total de 1198 individuos, divididos entre los estratos: 1123 individuos en el E.I. (mayor abundancia), 48 individuos en el E.M. y 26 individuos en el E.S. Las especies más abundantes fueron *L. octovalvis* con 837 individuos seguida por *I. chondrosepala* con 65 individuos.

Figura 58

Abundancia de individuos de las especies en el Bosque Abierto Disperso



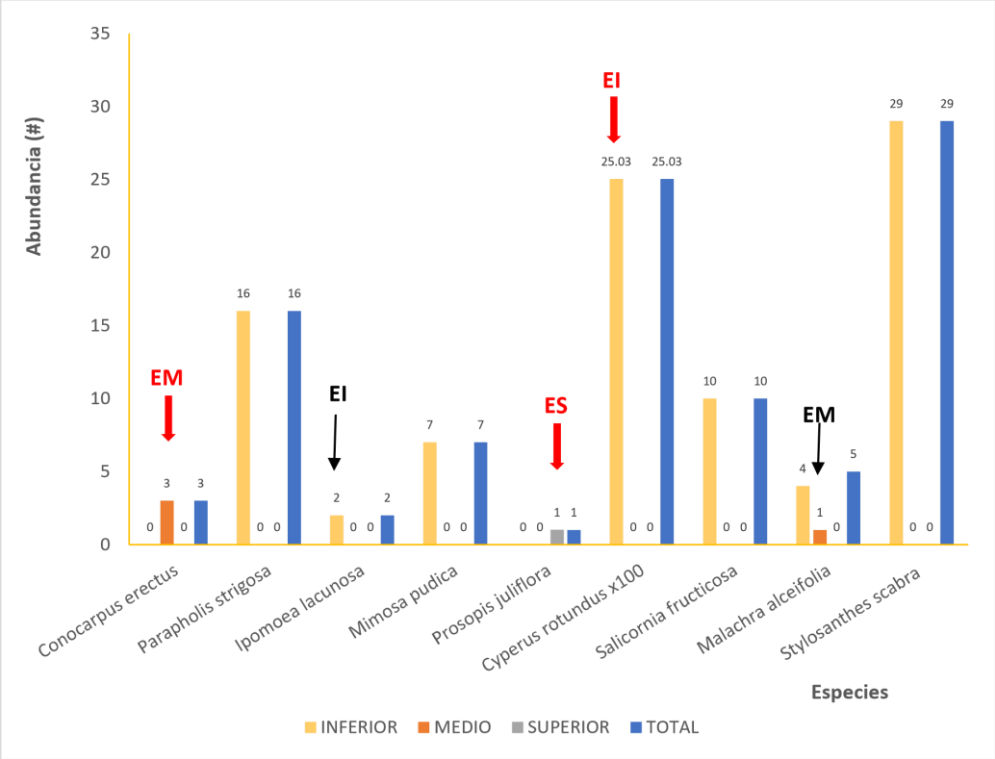
Nota. (EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior. Las especies con mayor abundancia se distinguen con flechas rojas y las menos abundantes con flechas negras). Fuente: Morán (2020).

En el E.I., la especie más abundante fue *L. octovalvis* con 837 individuos, y la menos abundante fue *D. incanum* con un sólo individuo. En el E.M., la especie *E. glaucum* presentó la mayor abundancia con 16 individuos y las especies *P. flava* y *C. mollis* presentaron la menor abundancia con sólo un individuo. En el E.S., las especies más abundantes fueron *G. striata* y *T. billbergii* con seis individuos, y las especies menos abundantes fueron *C. wagneri* y *E. glaucum* con un sólo individuo.

En la ¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.3, se presenta la abundancia de las especies identificadas en el área de Herbazal en isla Santay. En esta área se registraron un total de 2576 individuos, divididos entre los estratos: 2571 individuos en el E.I. (mayor abundancia), cuatro individuos en el E.M. y un individuo en el E.S. A nivel de área la especie más abundante fue C. rotundus con 2503 individuos.

Figura 59

Abundancia de individuos de las especies en el Herbazal



Nota. EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior. Las especies con mayor abundancia a nivel de área se distinguen con flechas rojas y las menos abundantes con flechas negras). Fuente: Morán (2020).

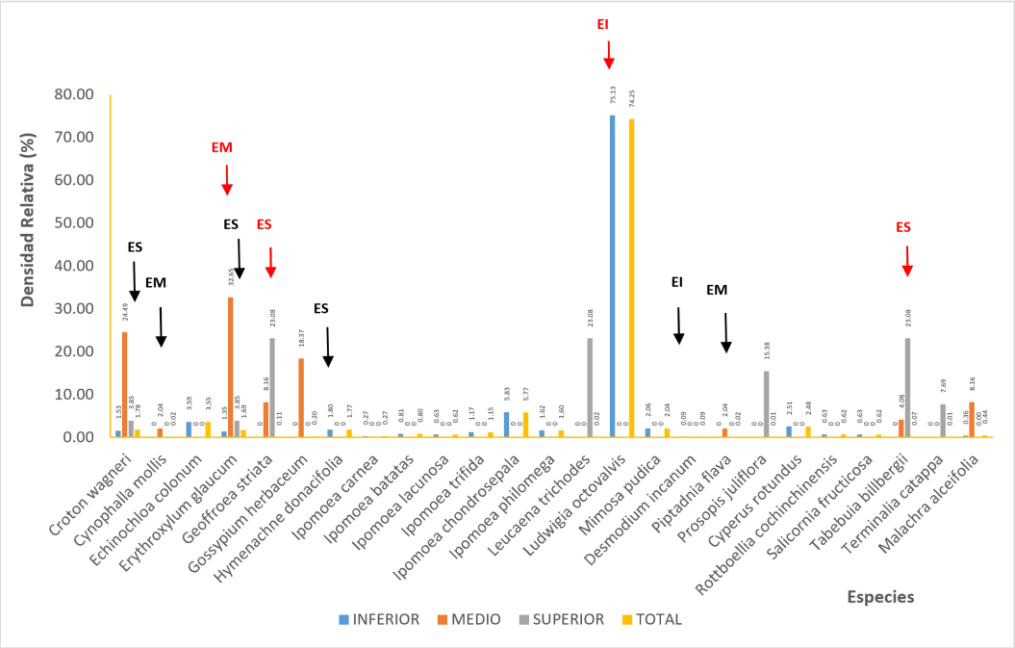
En el E.I., la especie más abundante fue Cyperus rotundus con 2503 individuos, y la menos abundante fue I. lacunosa con dos individuos. En el E.M., la especie *C. erectus* presentó la mayor abundancia con tres individuos y la especie *M. alceifolia* fue la de menor abundancia con sólo un individuo. En el E.S., se presentó sólo la especie *P. juliflora* con un solo individuo.

3.1.2.2. Densidad Relativa de Individuos por Especie.

La densidad relativa de las especies por área se obtuvo mediante el cálculo de la densidad absoluta por especie dividida para la sumatoria de las densidades absolutas de todas las especies. La densidad absoluta se calculó mediante la abundancia de especies dividida para el área de muestreo (m^2) correspondiente por estrato.

Figura 60

Densidad relativa de las especies en el Bosque Abierto Disperso



Nota. EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior. Las especies con mayor abundancia a nivel de área se distinguen con flechas rojas y las menos abundantes con flechas negras). Fuente: Morán (2020).

En la Figura 60, se presenta la densidad relativa de las especies identificadas en el área de Bosque Abierto Disperso en isla Santay. La densidad relativa calculada arrojó que la especie más densa fue *L. octovalvis* con 74.25% seguida

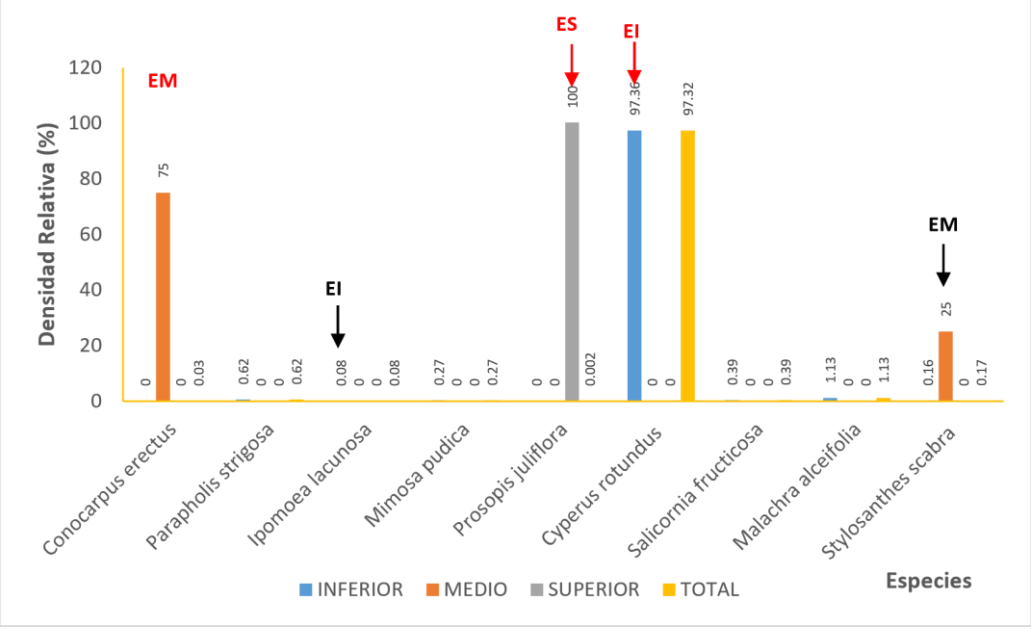
por *I. chondrosepala* con 5.77%. Las especies menos densas fueron *C. mollis* y *P. flava* con 0.02% cada una y *D. incanum* con 0.09%.

En el E.I., de las especies presentes, la más densa fue *L. octovalvis* con 75.13%, y la menos densa fue *D. incanum* con 0.05%. En el E.M., la especie *E. glaucum* presentó la mayor densidad con 32.65% y las especies *P. flava* y *C. mollli* presentaron la menor densidad con 2.04%. En el E.S., las especies más densas fueron *G. striata* y *T. billbergii* con 23.08%, y las especies menos densas fueron *C. wagneri* y *E. glaucum* con 3.85%.

En la Figura 61, se observa la densidad relativa de las especies identificadas en el área de Herbazal en isla Santay. La densidad relativa calculada arrojó que la especie más densa en el Herbazal fue *C. rotundus* con 97.32% seguida por *M. alceifolia* con 1.13%. La especie menos densa fue *P. juliflora* con 0.022%.

Figura 61

Densidad relativa de las especies en el Herbazal



Nota. EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior. Las especies con mayor abundancia a nivel de área se distinguen con flechas rojas y las menos abundantes con flechas negras). Fuente: Morán (2020).

En el E.I., la especie más densa fue *C. rotundus* con 97.36%, y la menos densa fue *I. lacunosa* con 0.08%. En el E.M., la especie C. erectus presentó la mayor

densidad con 75% y la especie *S. scabra* fue la de menor densidad con 25%. En el E.S., se presentó sólo la especie *P. juliflora*, por tanto, representa una densidad del 100% (Figura 61).

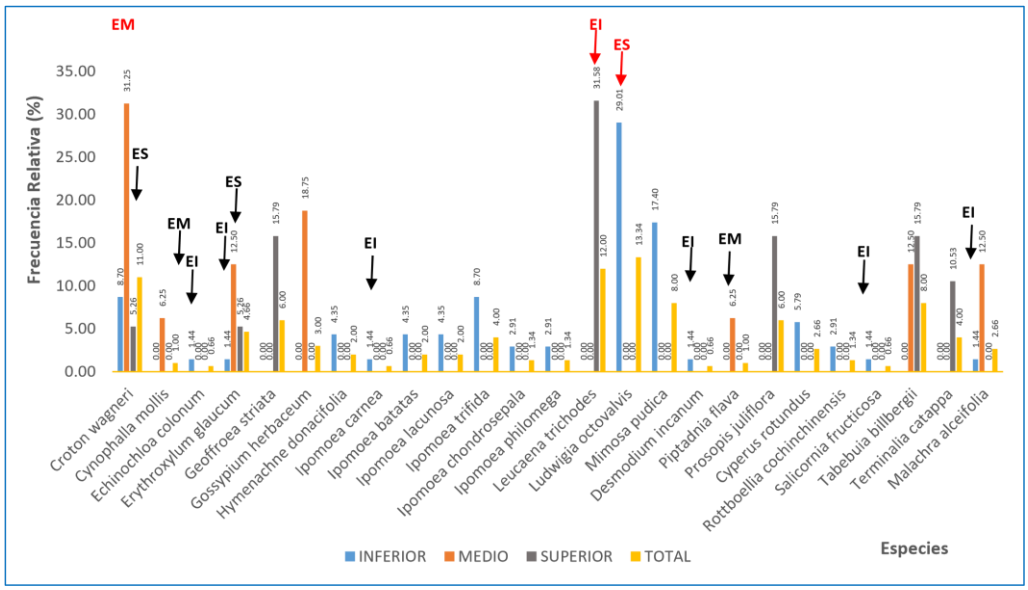
3.1.2.3. Frecuencia de Aparición Relativa de las Especies.

La frecuencia relativa de las especies por área se estimó mediante el cálculo de la frecuencia absoluta por especie dividida para la sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies. La frecuencia absoluta se calculó mediante la aparición de una especie por subparcela en el caso de los estratos, y por las diez parcelas en el caso del total del área.

En la Figura 62, se presenta la frecuencia relativa de las especies identificadas en el área de Bosque Abierto Disperso (Bosque Seco) en isla Santay. La frecuencia relativa calculada arrojó que la especie más densa en el Bosque Abierto Disperso fue *L. octovalvis* con 13.34% seguida por *L. trichodes* con 12.00%.

Figura 62

Frecuencia relativa de las especies en el área de Bosque Abierto Disperso



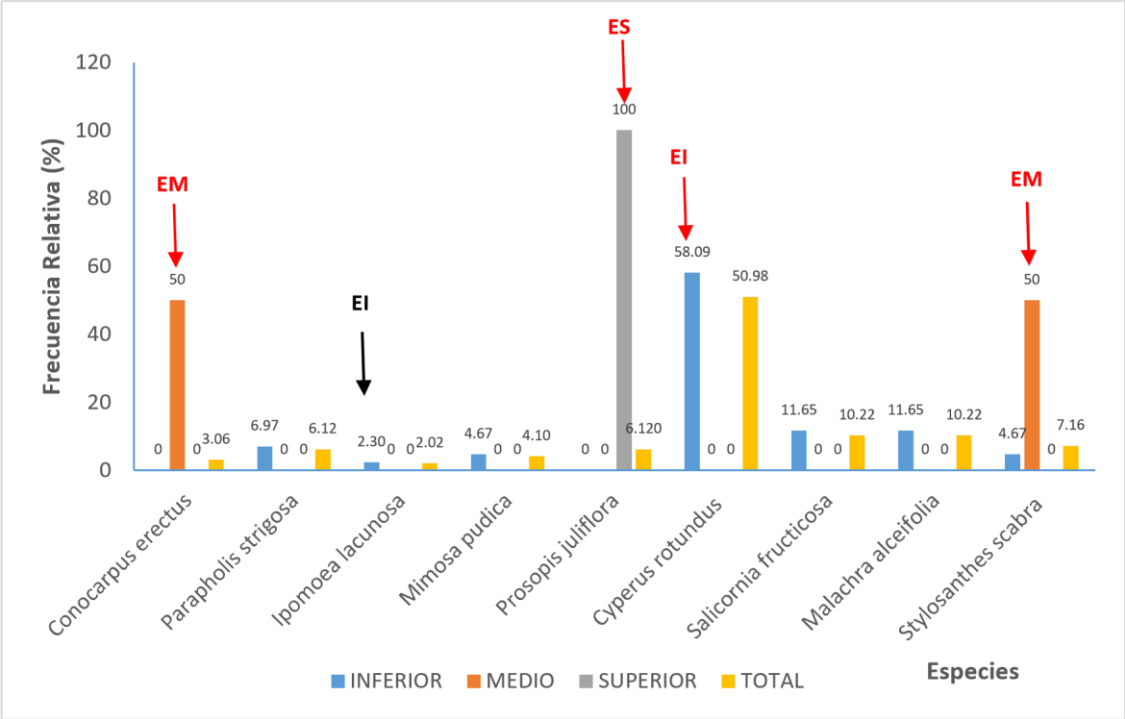
Nota. EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior. Las especies con mayor abundancia a nivel de área se distinguen con flechas rojas y las menos abundantes con flechas negras). Fuente: Morán (2020).

En el E.I., la especie más frecuente fue L. octovalvis con 29.01%, y seis especies (*E. colonum, E. glaucum, I. carnea, D. incanum., S. fructicosa* y *M. alceifolia*) fueron menos observadas en ambas con 1.44%. En el E.M., la especie *C. wagneri* presentó la mayor frecuente con 31.25% y las especies *P. flava* y *C. mollis* presentaron la menor frecuencia con 6.25%. En el E.S., la especie más frecuente fue *L. trichodes* con 31.58%, y las especies menos frecuentes fueron *C. wagneri* y *E. glaucum* con 5.26% (Figura 62).

En la Figura 63, se presenta la frecuencia relativa de las especies identificadas en el área de Herbazal en isla Santay. La frecuencia relativa calculada arrojó que la especie más frecuente en el Herbazal fue *C. rotundus* con 50.98% seguida por *S. fructicosa* y *M. alceifolia* con 10.22% cada una. La especie menos frecuente fue *I. lacunosa* con 2.02%.

Figura 63

Frecuencia relativa de las especies en el Herbazal



Nota. EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior. Las especies con mayor abundancia a nivel de área se distinguen con flechas rojas y las menos abundantes con flechas negras). Fuente: Morán (2020).

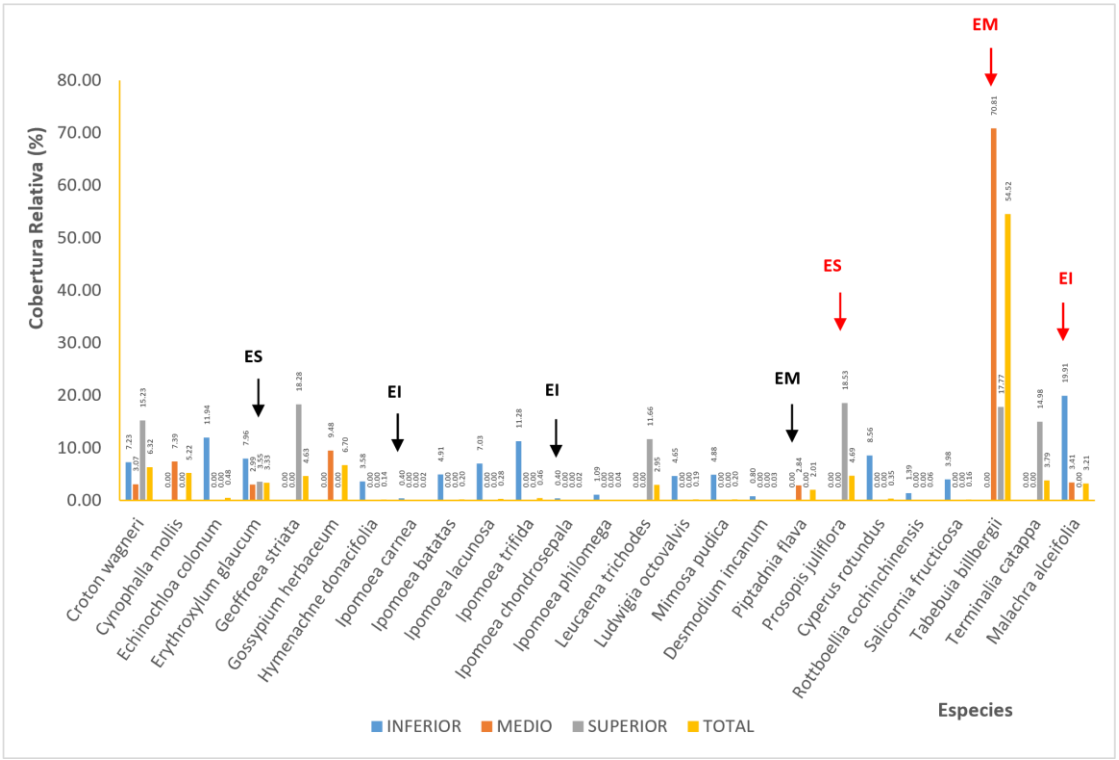
En el E.I., la especie más frecuente fue *C. rotundus* con 58.09%, y la menos frecuente fue *I. lacunosa* con 2.30%. En el E.M., las especies *C. erectus* y *P. flava* al ser las dos especies encontradas en el área presentaron una frecuencia del 50% cada una. En el E.S., se presentó sólo la especie *P. juliflora*, por tanto, representa una frecuencia del 100%.

3.1.2.4. Cobertura Relativa de las Especies.

La cobertura relativa de las especies por área se obtuvo mediante el cálculo de la cobertura absoluta por especie dividida para la sumatoria de las coberturas absolutas de todas las especies. La cobertura absoluta se estimó mediante la división del área basal (m^2) por especie dividido para el área de muestreo (m^2).

Figura 64

Cobertura relativa de las especies en el Bosque Abierto Disperso



Nota. EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior. Las especies con mayor abundancia a nivel de área se distinguen con flechas rojas y las menos abundantes con flechas negras). Fuente: Morán (2020).

En la Figura 64, se presenta la cobertura relativa de las especies identificadas en el área de Bosque Abierto Disperso (Bosque Seco) en isla Santay. En el E.I.,

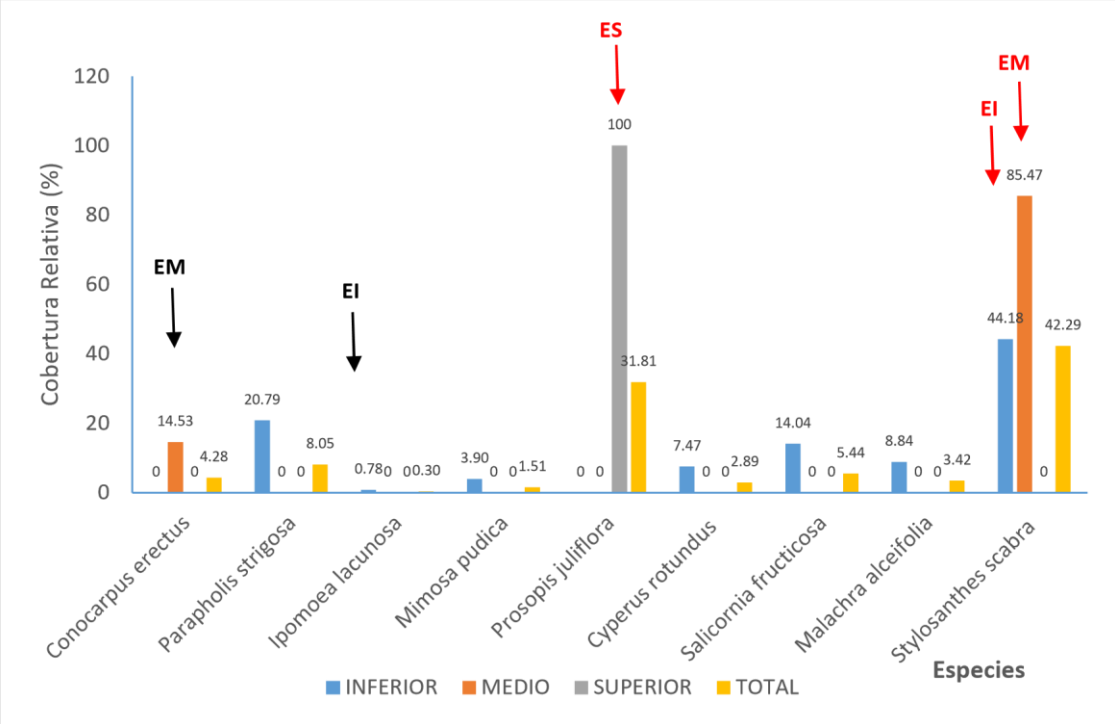
la especie de mayor cobertura fue *M. alceifolia* con 19.91%, y las especies *I. carnea* e *I. chondrosepala* presentaron la menor cobertura con 0.04%.

En el E.M., la especie *T. billbergii* presentó la mayor cobertura relativa con 70.81% y la especie *P. flava* presentó la menor cobertura con 2.84%. En el E.S., la especie de mayor cobertura fue *P. juliflora* con 18.53%, y la especie de menor cobertura fue *E. glaucum* con 3.55%.

En la Figura 65, se observa la cobertura relativa de las especies identificadas en el área de Herbazal por estratos en isla Santay. Para esta variable los valores de áreas basales marcaban diferencias notables por cada estrato afectando a la estimación de la cobertura relativa total.

Figura 65

Cobertura relativa de las especies en el área de Herbazal



Nota. EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior. Las especies con mayor abundancia a nivel de área se distinguen con flechas rojas y las menos abundantes con flechas negras). Fuente: Morán (2020).

En el E.I., la especie de mayor cobertura fue *S. scabra* con 44.18%, y la especie *I. lacunosa* presentó la menor cobertura con 0.78%. En el E.M., la especie *S.*

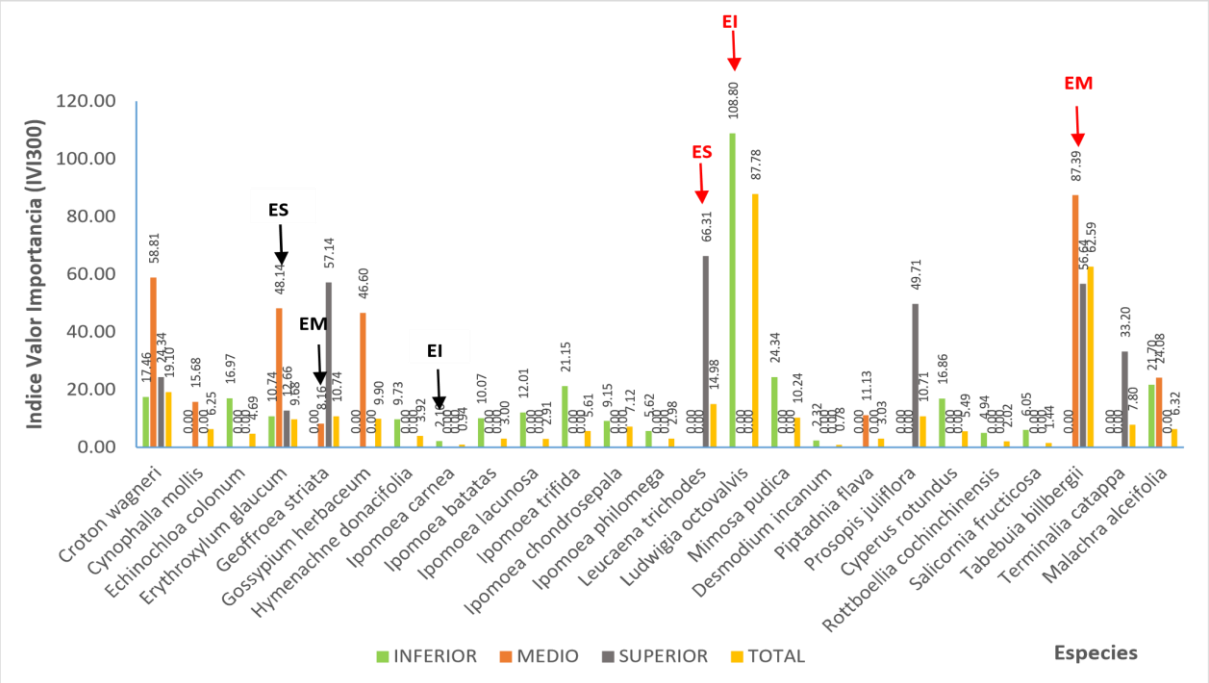
scabra presentó la mayor cobertura relativa con 85.47% y la especie *C. erectus* presentó la menor cobertura con 14.53%. En el E.S., se presentó sólo la especie *P. juliflora*, por tanto, representa una cobertura del 100%.

3.1.2.5. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.$_{300}$) por Especie.

El I.V.I. de cada especie dentro de las áreas de estudio se calculó mediante la sumatoria de la densidad relativa, frecuencia y cobertura relativas por especie. La sumatoria de los valores de las especies es 300 por estratos y en el caso del área total es 200, ya que no se consideró la cobertura relativa en este grupo, debido a las diferencias de áreas basales que se presentan por especie en cada estrato.

Figura 66

Índice de Valor de Importancia (I.V.I.300) de las especies en el Bosque Abierto Disperso



Nota. EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior. Las especies con mayor abundancia a nivel de área se distinguen con flechas rojas y las menos abundantes con flechas negras). Fuente: Morán (2020).

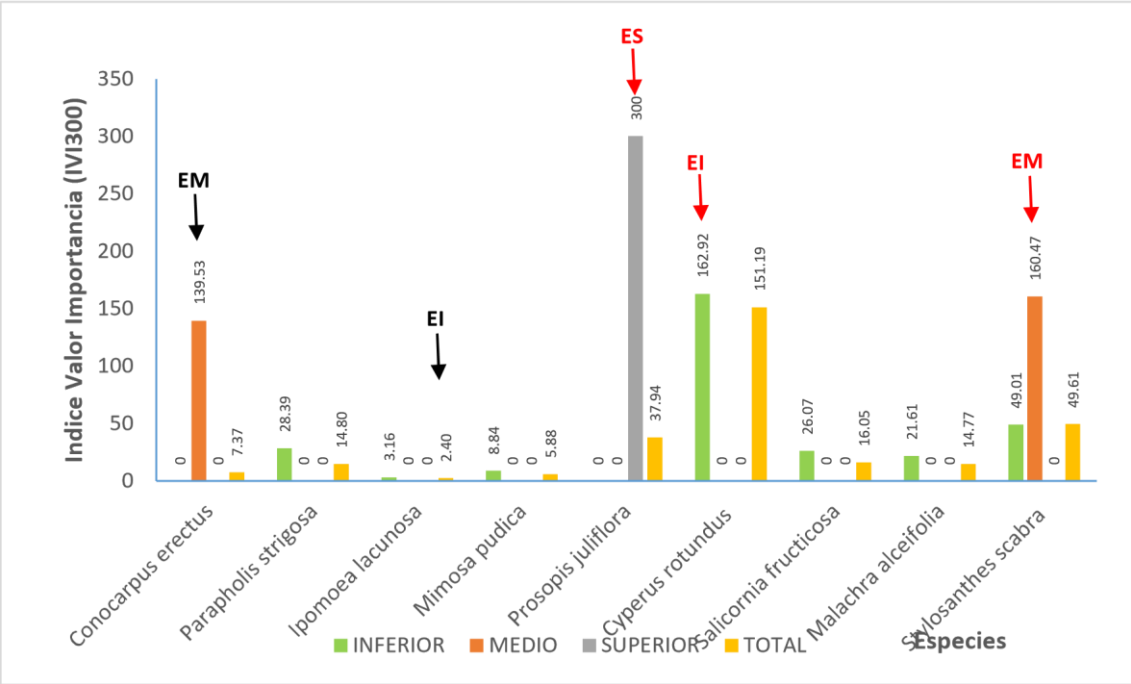
En la Figura 66, se presenta el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) de las especies identificadas en el área de Bosque Abierto Disperso (Bosque seco) en isla Santay. El I.V.I. calculado a través de la sumatoria de las variables arrojó

que la especie de mayor I.V.I. fue *L. octovalvis* con 87.78% seguida por *T. billbergii* con 62.59%; y las especies de menor importancia fueron *D. incanum* e *I. carnea* con 0.78% y 0.94% respectivamente.

En el E.I., de las especies presentes en el estrato, la especie con mayor valor de importancia fue *L. octovalvis* con 108.8%, y la que presento menor índice de valor de importancia fue *I. carnea* con 2.10%. En el E.M., la especie *T. billbergii* presentó el mayor I.V.I. con 87.39% y la especie *P. flava* presentó el menor I.V.I. con 11.13%. En el E.S., la especie más importante fue *L. trichodes* con 66.31%, y la especie menos importante fue *E. glaucum* con 12.66% (Figura 66).

Figura 67

Índice Valor Importancia (I.V.I.300). de las especies en el Herbazal



Nota. EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior. Las especies con mayor abundancia a nivel de área se distinguen con flechas rojas y las menos abundantes con flechas negras). Fuente: Morán (2020).

En la Figura 67, se presenta el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) de las especies identificadas en el área de Herbazal en isla Santay. El I.V.I. calculado a través de la sumatoria de las variables arrojó que la especie de mayor I.V.I. en

el Herbazal fue *C. rotundus* con 134.20% seguida por *S. scabra* con 49.611%; y la especie de menor importancia fue *I. lacunosa* con 2.40%.

De las especies presentes en el E.I., la especie con mayor índice de valor de importancia fue *C. rotundus* con 162.92% y la que presenta menor índice de valor de importancia fue *I. lacunosa* con 3.16%. En el E.M., la especie *S. scabra* presentó el mayor I.V.I. con 160.47% y la especie *C. erectus* presentó el menor I.V.I. con 139.53%. En el E.S., se presentó sólo la especie *P. juliflora*, por tanto, representa I.V.I. del 300% (Figura 11).

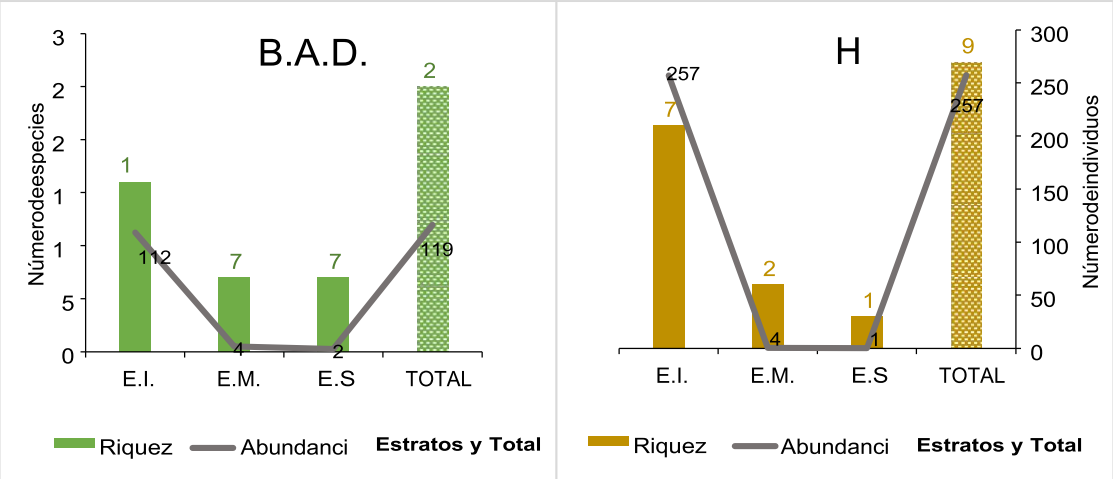
3.1.3. Abundancia, Equidad, Diversidad y Riqueza del Bosque Abierto Disperso (Bosque Seco) y Herbazal de Isla Santay

3.1.3.1. Abundancia de Individuos y Riqueza de Especies en el Bosque Abierto Disperso y Herbazal.

En la Figura 68, se presenta la abundancia de individuos y riqueza de especies en las áreas de Bosque Abierto Disperso (B.S.) y Herbazal (H) por estrato. En el eje horizontal se representan los estratos, en el eje vertical izquierdo se representa el número de especies en función de la riqueza, y en el eje vertical derecho se presenta el número de individuos en función de la abundancia de individuos.

Figura 68

Abundancia de individuos y riqueza de especies en las áreas de estudio



Nota. B.A.D.: Bosque Abierto Disperso, H: Herbazal) por estrato. (EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior). Fuente: Morán (2020).

Se observa que en el área de Bosque Abierto Disperso se identificaron 25 especies con una abundancia total de 1198 individuos, y en el área de Herbazal se identificaron nueve especies con una abundancia total de 2576 individuos. Se determinó que en el Bosque Abierto Disperso se presentó mayor variedad de especies y cantidad de individuos en todos los estratos que en el Herbazal.

En el estrato inferior de ambas áreas se halló la mayor riqueza de especies y abundancia de individuos. Mientras que en el estrato superior de ambas áreas se halló la menor riqueza de especies y abundancia de individuos.

3.1.3.2. Diversidad y Equidad de las Especies en el Bosque Abierto Disperso y Herbazal.

En la Figura 69, se presenta la diversidad y equidad de la vegetación en las áreas experimentales de Bosque Abierto Disperso (Bosque Seco, B.A.D.) y Herbazal (H) por estrato. En el eje horizontal se presentaron los estratos, en el eje vertical izquierdo se representaron los valores del Índice de los índices de diversidad (I. Margalef, Shannon (H') y Simpson), y en el eje vertical derecho se representaron los valores de los índices de equidad (I. Shannon-W y Simpson) abundancia de individuos.

Los valores de los índices de diversidad difieren en las áreas de estudio, observándose que los índices de Margalef y Shannon-W. (H') indican claramente mayor diversidad en el área de Bosque Abierto Disperso en comparación con el área de Herbazal en todos los estratos, y en el área total triplica la diversidad.

Según Smith y Smith (2012) el I. de Simpson (D), oscila entre 0 y 1, en ausencia de diversidad, dónde solo hay una especie el valor de D es 1, por tanto, cuanto mayor sea el valor de D, menor es la diversidad. Esto indica que se presentó mayor diversidad en el área de Bosque Abierto Disperso dentro de cada estrato y en el área total ya que sus valores se aproximan más a cero.

El valor máximo de los índices de equidad es uno, el área de Bosque Abierto Disperso presentó mayores valores de equidad que el Herbazal. El índice de equidad de Shannon-W. (Esw) reflejó valores semejantes en el estrato medio de ambas áreas y superior en los demás estratos y área total. Mientras que el I.

Simpson (E) indicó mayor equidad para el Bosque Abierto Disperso en todos los estratos y área total.

Figura 69

Diversidad y equidad en las áreas de estudio

Nota. B.A.D.: Bosque Abierto Disperso y H: Herbazal) por estratos (EI: Estrato inferior, EM: Estrato medio, ES: Estrato superior). Fuente: Morán (2020).

3.2. Estructura Física del Bosque Abierto Disperso y del Herbazal de Isla Santay

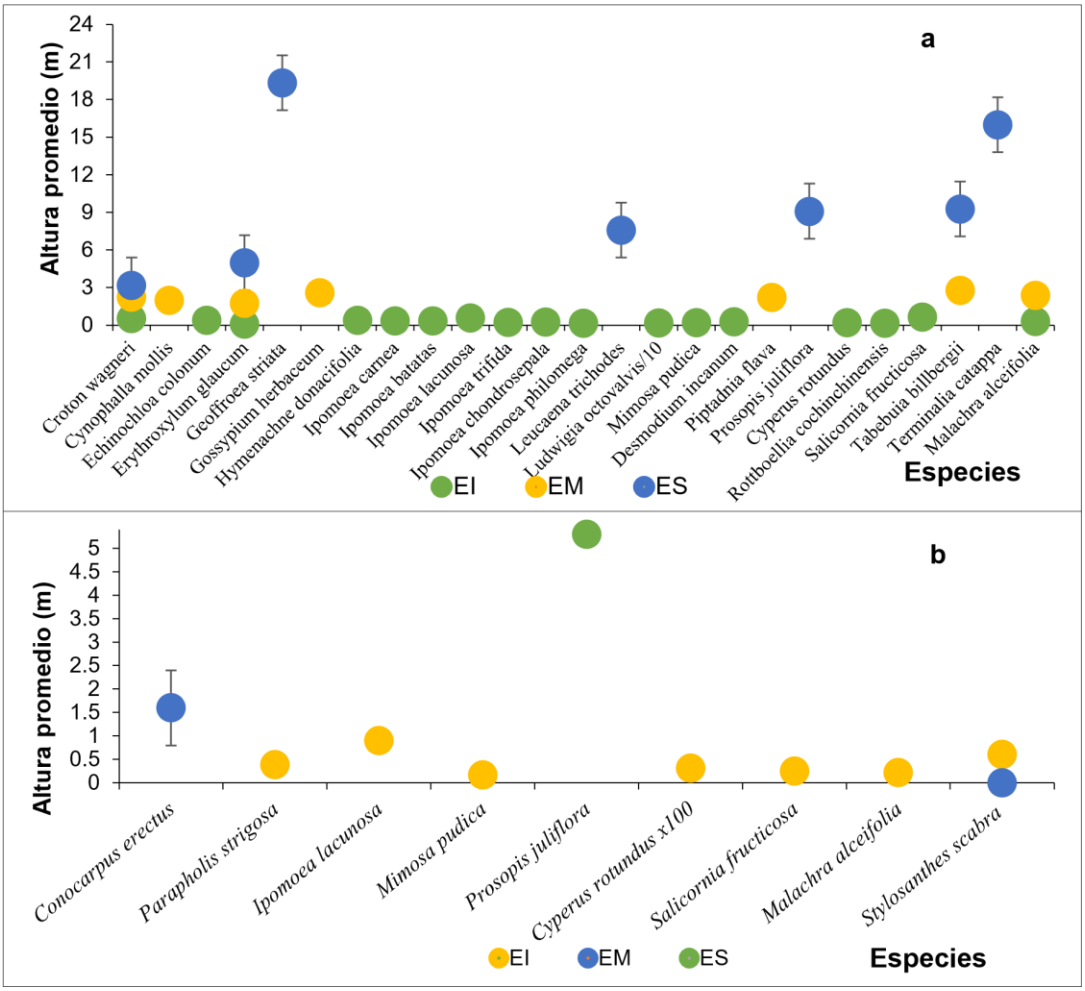
La estructura física de las áreas Bosque Abierto Disperso y Herbazal en isla Santay, se analizó a través de los espectros (histogramas) de altura promedio, clases de altura, área basal promedio, clases de área basal, hábito de crecimiento, tipo de hojas, tipo de ápice y base de la hoja. Cada histograma se elaboró conforme a los estratos muestreados por área (inferior, medio y superior). También, se evaluó la estructura física representando un perfil de la vegetación por cada área de estudio en función de los estratos.

3.2.1. Altura Promedio y Clases de Altura de las Especies en las Áreas Experimentales

En la Figura 70, se representan las alturas promedio de las especies identificadas en las áreas experimentales.

Figura 70

Alturas promedio de las especies en las áreas experimentales



Nota. Bosque Abierto Disperso (a), Herbazal (b). Estrato inferior (EI), Estrato medio (EM), Estrato superior (ES). Fuente: Morán (2020).

Se clasificaron las alturas promedio de las especies por estrato, y en el Bosque Abierto Disperso se observa en el E.I. que las especies poseen un promedio de altura inferior a un metro, su rango varió entre 0.11 – 0.55 m; en el E.M., las especies presentan un rango de altura promedio entre 2 – 2.80 m; y en el E.S. se presentan especies con altura promedio entre 3 – 19 m (Figura 14a).

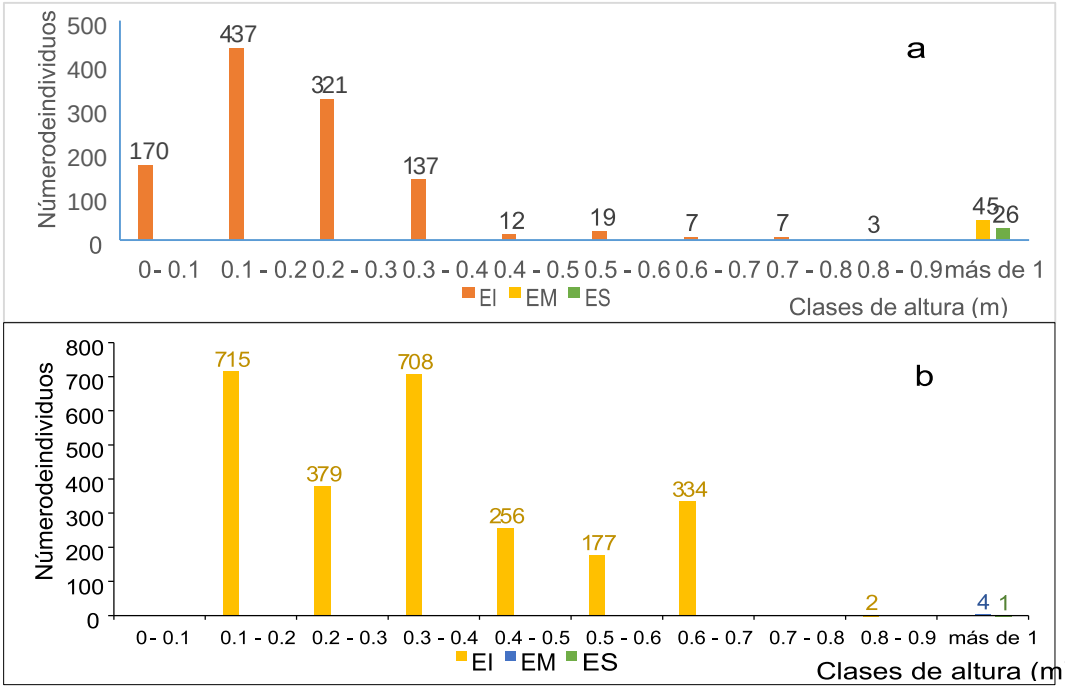
En la Figura 70b se observa que, en el Herbazal, las especies del E.I. poseen un promedio de altura inferior a un metro, su rango varió entre 0.17 – 0.90 m; en el E.M., las especies presentan un rango de altura promedio entre 1.51 – 1.60 m; y en el E.S. se presentó una especie con altura promedio de 5.3 m.

En la Figura 71, se representaron las clases de altura para la vegetación de las áreas experimentales por estratos (representados por diferentes colores), en función del número de individuos determinados en cada intervalo.

En la Figura 71a se observa que, en el Bosque Abierto Disperso, se obtuvo en el E.I. clases de altura de 0 a 0.1 m con 170 individuos, de 0.1 a 0.2 m con 437 individuos, de 0.2 a 0.3 m con 321 individuos, de 0.3 a 0.4 m con 137 individuos, de 0.4 a 0.5 m con 12 individuos, de 0.5 a 0.6 m con 19 individuos, de 0.6 a 0.7 m con 7 individuos, de 0.7 a 0.8 m con 7 individuos y de 0.8 a 0.9 m con 3 individuos. En el estrato medio y superior se presentaron individuos en la clase superior a un metro de altura con 45 y 26 individuos respectivamente.

Figura 71

Clases de altura para la vegetación de las áreas experimentales



Nota. Bosque Abierto Disperso (a), Herbazal (b). Estrato inferior (EI), Estrato medio (EM), Estrato superior (ES). Fuente: Morán (2020).

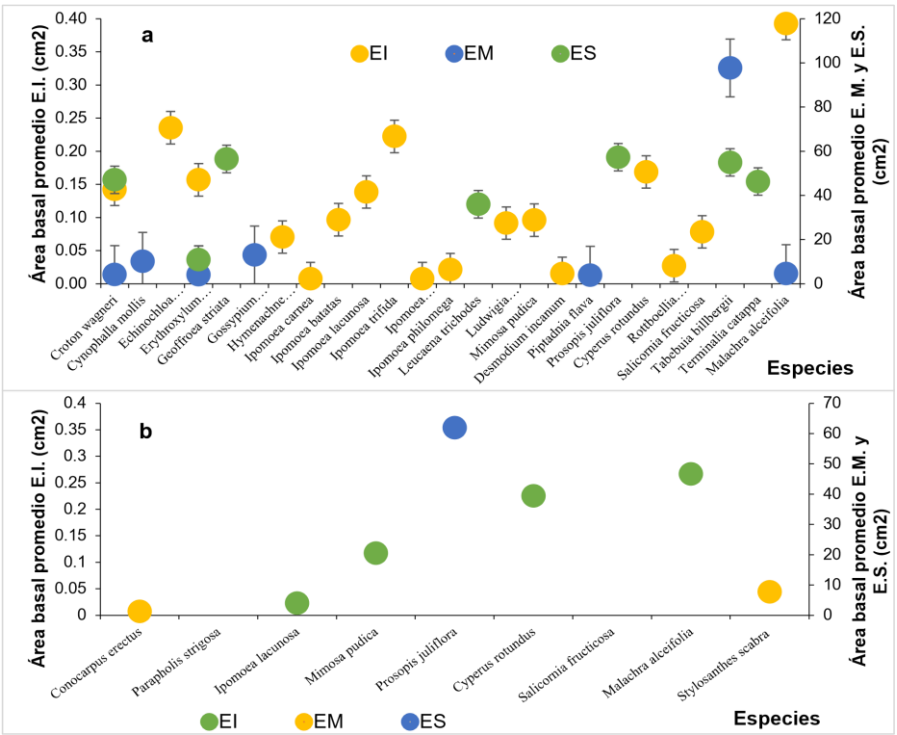
En la Figura 71b, se muestran las clases de altura para la vegetación del Herbazal por estratos, en la que se observa que el E.I. obtuvo clases de altura de 0.1 a 0.2 m con 715 individuos, de 0.2 a 0.3 m con 379 individuos, de 0.3 a 0.4 m con 708 individuos, de 0.4 a 0.5 m con 256 individuos, de 0.5 a 0.6 m con 177 individuos, de 0.6 a 0.7 m con 334 individuos y de 0.8 a 0.9 m con 2 individuos. En el estrato medio y superior se presentaron individuos en la clase superior a un metro de altura con cuatro y un individuo respectivamente.

3.2.2. Clases de Área Basal y Área Basal Promedio de las Especies por Área Experimental

En la Figura 72, se representaron las áreas basales promedio de la vegetación en el Bosque Abierto Disperso y Herbazal.

Figura 72

Áreas basales promedio de las especies en las áreas experimentales



Nota. Bosque Abierto Disperso (a), Herbazal (b). Estrato inferior (EI), Estrato medio (EM), Estrato superior (ES). Fuente: Morán (2020).

En el Bosque Abierto Disperso (Figura 72a), se observa que en el E.I. las especies poseen un promedio de área basal inferior a un cm^2, su rango varió

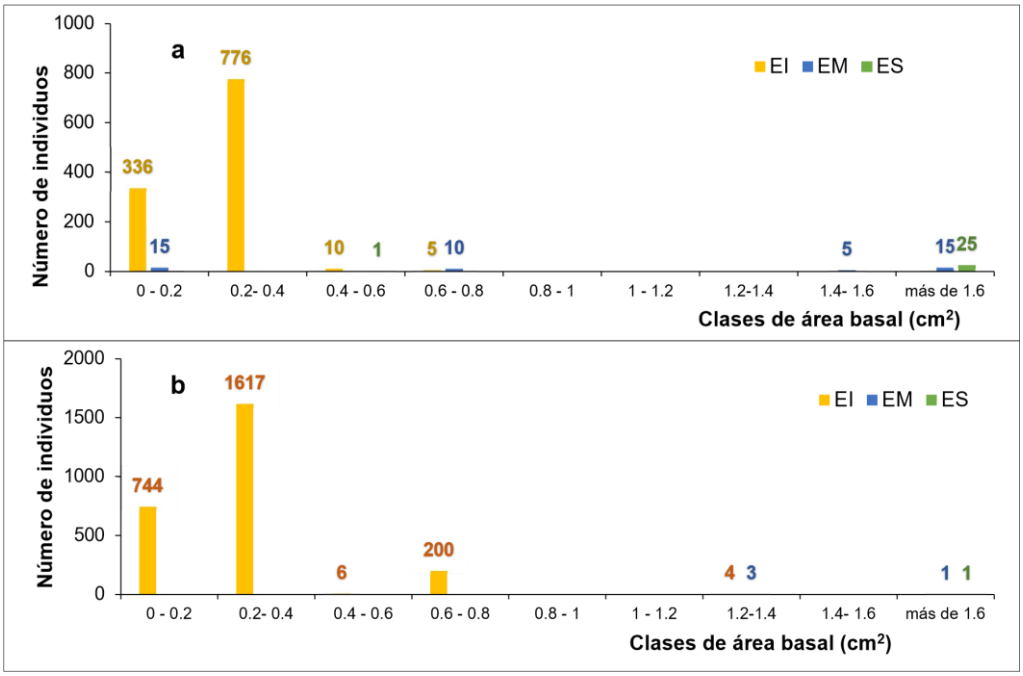
entre 0.01 – 0.39 cm^2; en el E.M., las especies presentan un rango de área basal promedio entre 4.24 – 13.09 cm^2 E.M y S. y una especie presentó un valor extremo de área basal promedio con 97.78 cm^2; en el E.S. las especies presentan un rango de área basal promedio entre 11.00 – 57.98 cm^2.

En el área de Herbazal (Figura 72b), la mayoría de las especies del estrato inferior presentaron un promedio de área basal inferior a un cm^2, su rango varió entre 0.02 – 1.33 cm^2; en el E.M., el rango de área basal promedio de las especies se encontró entre 1 – 7.85 cm^2; y en el E.S. se presentó una especie con área basal promedio de 62 cm^2.

En la Figura 73, se representan las clases de área basal para la vegetación del Bosque Abierto Disperso y del Herbazal por estratos en función del número de individuos determinados en cada intervalo.

Figura 73

Clases de área basal para la vegetación de las áreas experimentales



Nota. Bosque Abierto Disperso (a), Herbazal (b). Estrato inferior (EI), Estrato medio (EM), Estrato superior (ES). Fuente: Morán (2020).

Se observa en la Figura 73a, que en el Bosque Abierto Disperso el E.I. se obtuvieron clases de área basal de 0 a 0.2 cm^2 con 336 individuos, de 0.2 a 0.4

cm^2 con 776 individuos, de 0.4 a 0.6 cm^2 con 10 individuos, y de 0.6 a 0.8 cm^2 con 5 individuos. En el estrato medio se presentaron clases de 0 a 0.2 a con 15 individuos, de 0.6 a 0.8 con 10 individuos, de 1.4 a 1.6 con 5 individuos y en la clase de más de 1.6 cm^2 se presentaron 15 individuos. En el estrato superior se obtuvo un individuo en la clase de 0.4 a 0.6 y en la clase de más de 1.6 cm^2 se presentaron 25 individuos.

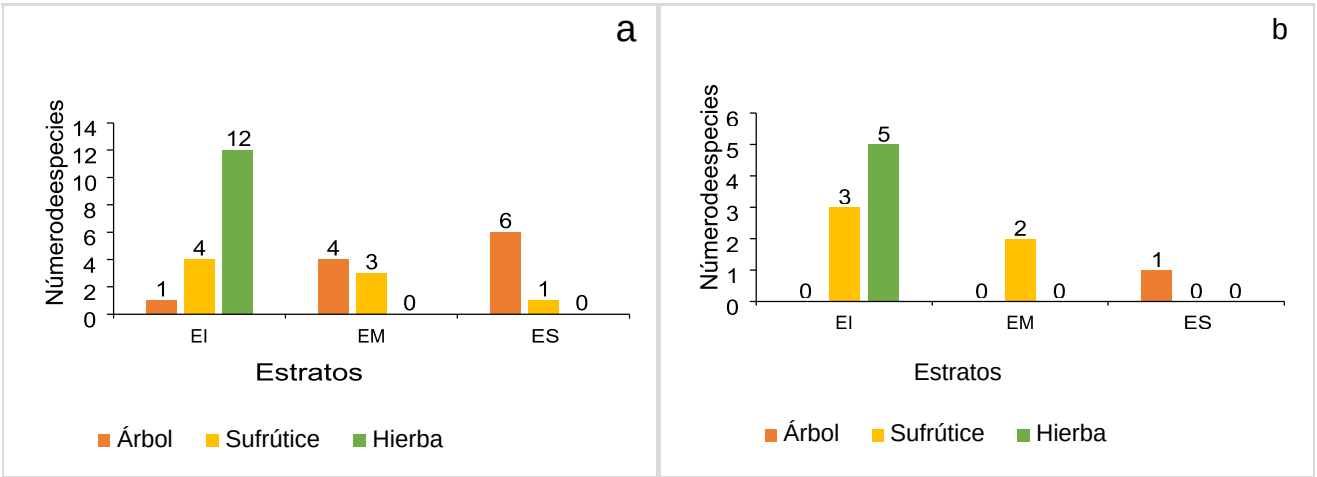
En el Herbazal se obtuvieron en el E.I., 744 individuos en la clase de área basal de 0 a 0.2 cm^2, 1617 individuos en la clase de 0.2 a 0.4 cm^2, 6 individuos en la clase de 0.4 a 0.6 cm^2, 200 individuos en la clase de 0.6 a 0.8 cm^2 y 4 individuos en la clase de 1.2 a 1.4 cm^2. En el estrato medio se presentaron clases de 1.2 a 1.4 a con 3 individuos, y en la clase de más de 1.6 cm^2 se presentó un solo individuo. En el estrato superior se presentó un sólo individuo en la clase de más de 1.6 cm^2 (Figura 73b).

3.2.3. Hábito de Crecimiento de la Vegetación por Área Experimental

En la Figura 74, se presenta el espectro de hábito de crecimiento en función del número de especies por estratos en cada una de las áreas de estudio (Bosque Abierto Disperso y Herbazal).

Figura *74*

Espectro de hábito de crecimiento por estratos en las áreas experimentales



Nota. Bosque Abierto Disperso (a), Herbazal (b). Estrato inferior (EI), Estrato medio (EM), Estrato superior (ES). Fuente: Morán (2020).

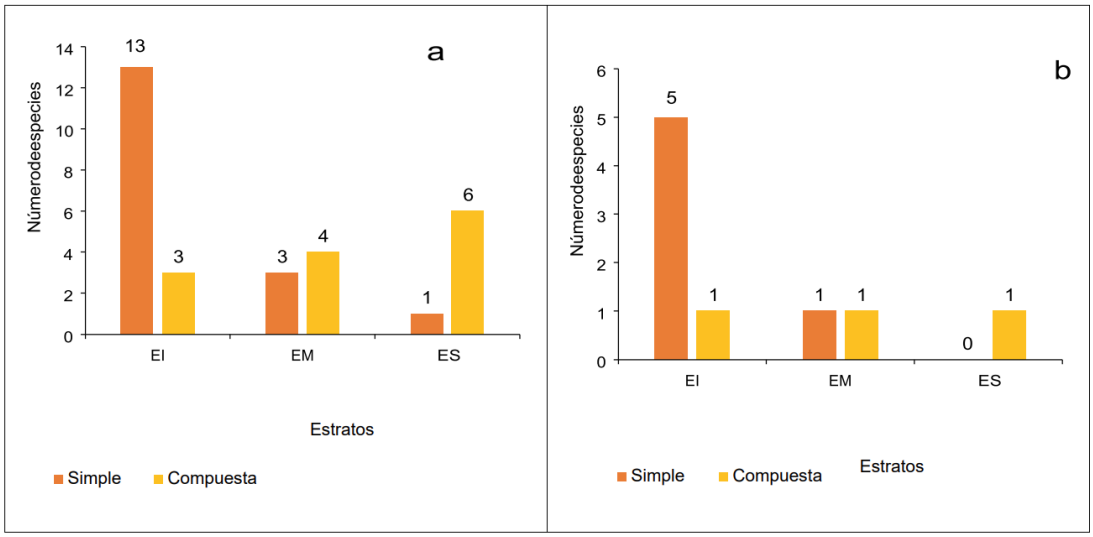
Se observa que en ambas áreas de estudio las especies de hierba predominan dentro del estrato inferior, con doce especies en Bosque Abierto Disperso y cinco en Herbazal. El hábito de crecimiento sufrútice y árbol se presentan en cada estrato del área Bosque Abierto Disperso, mientras que, en Herbazal, se presentan especies sufrútice en los estratos inferior y medio, y el estrato superior se presentó una especie de árbol.

3.2.4. Tipo de Hojas de las Especies

En la Figura 75, se presenta el espectro del tipo de hojas en función del número de especies por estratos en cada una de las áreas de estudio (Bosque Abierto Disperso y Herbazal).

Figura *75*

Espectro del tipo de hojas de las especies por estratos en las áreas experimentales



Nota. Bosque Abierto Disperso (a), Herbazal (b). Estrato inferior (EI), Estrato medio (EM), Estrato superior (ES). Fuente: Morán (2020).

Se observa que en ambas áreas de estudio predomina el tipo de hoja simple dentro del estrato inferior, con trece especies en Bosque Abierto Disperso y cinco en el Herbazal. La mayor cantidad de especies con hoja de tipo compuesta se presentó en el estrato superior del Herbazal.

En la Figura 76, se presenta el espectro de tipo de ápice y base de la hoja en función del número de especies por estratos en cada una de las áreas de estudio

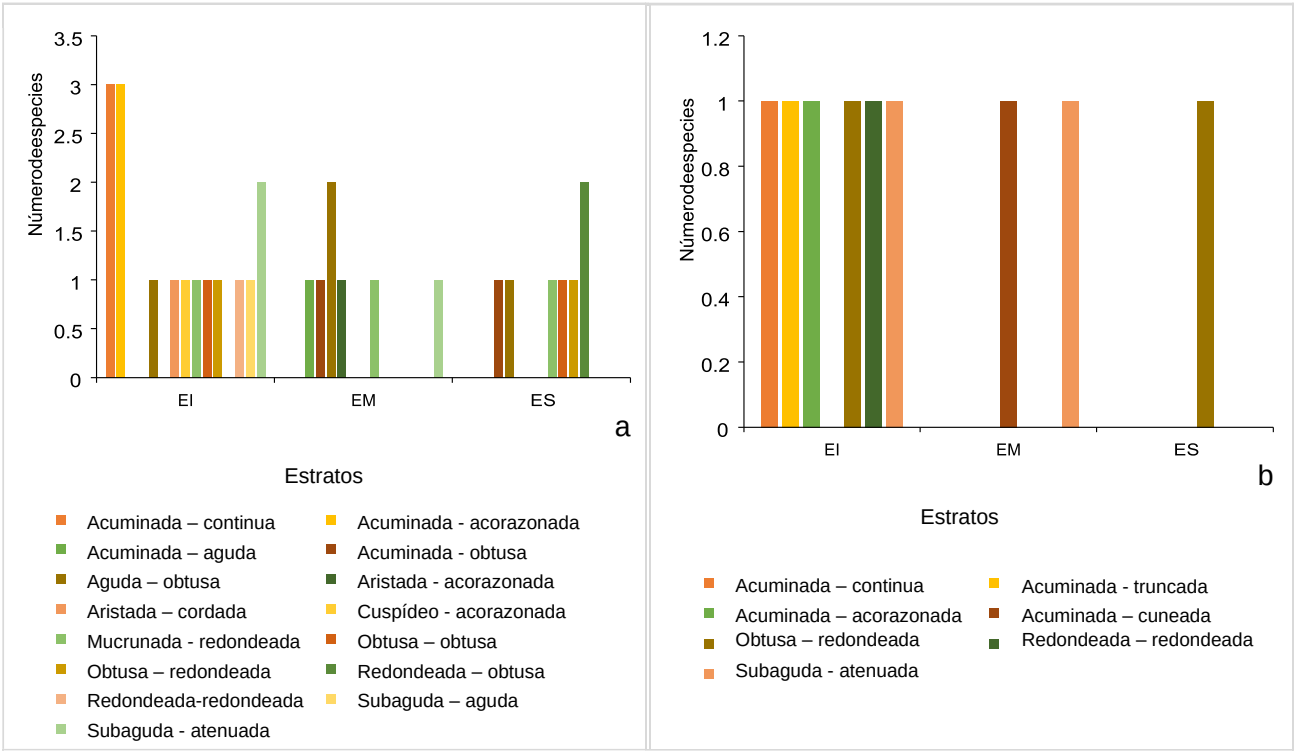
(Bosque Abierto Disperso y Herbazal). En el Bosque Abierto Disperso se identificaron quince tipos de hojas según su ápice-base mientras que en el Herbazal se identificaron nueve tipos de hojas.

En el Bosque Abierto Disperso dentro del estrato inferior se presentó la mayor variedad de tipos de hojas según su ápice-base y predominan los tipos de hoja acuminada-continua y acuminada-acorazonada presentando tres especies cada una. Los tipos subaguda – atenuada (E.I.), aguda –obtusa (E.M.) y redondeada – obtusa (E.S.) presentaron dos especies respectivamente dentro de cada estrato. El resto de tipo de tipos de hojas presentó una sola especie por tipo en todos los estratos.

En Herbazal se determinaron nueve tipos de hojas según su ápice-base, al igual que se hallaron nueve especies en esta área, por cada tipo de hoja se halló una especie.

Figura 76

Espectro de tipo de ápice y base de la hoja de las especies por estratos en las áreas experimentales



Nota. Bosque Abierto Disperso (a), Herbazal (b). Estrato inferior (EI), Estrato medio (EM), Estrato superior (ES). Fuente: Morán (2020).

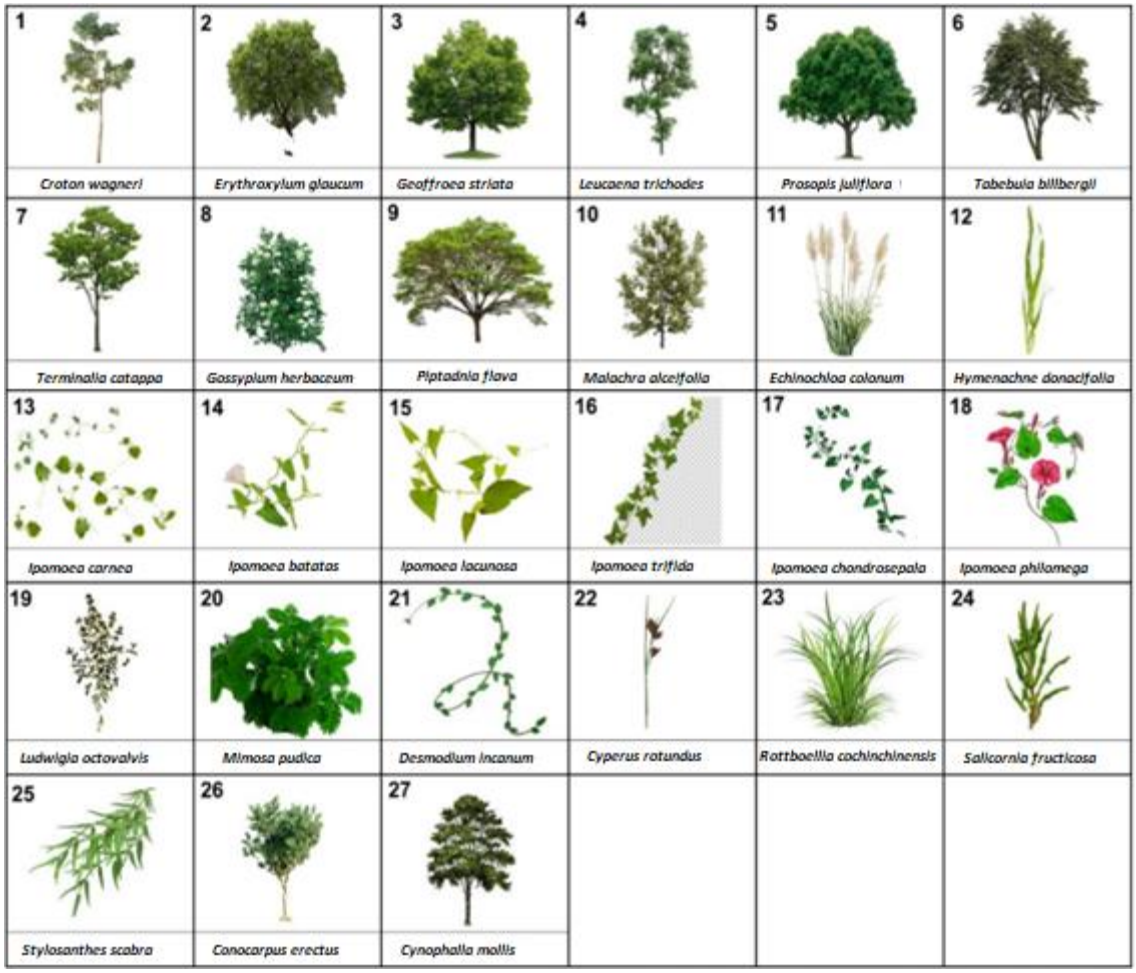
3.2.5. Perfiles de Vegetación

El perfil de la vegetación representa el arreglo espacial de las especies, mediante bocetos representativos de cada una en las áreas de estudio (Figuras 78 y 79). Para la comprensión del perfil, en la Figura 77 se muestra la representación simbólica de las especies en el área de Bosque Abierto Disperso y Herbazal.

En ambas áreas se representaron las especies conforme a su altura y se consideró la representación más fiel de cada una de las áreas experimentales para la elaboración del perfil de vegetación según lo observado en campo.

Figura 77

Simbología de las especies representadas en los perfiles de vegetación



Nota. Fuente: Morán (2020)

En la Figura 78, se presenta el perfil de vegetación del Bosque Abierto Disperso, en el E.I. se hallaron especies con una altura de hasta 0,90 m. Se hallaron

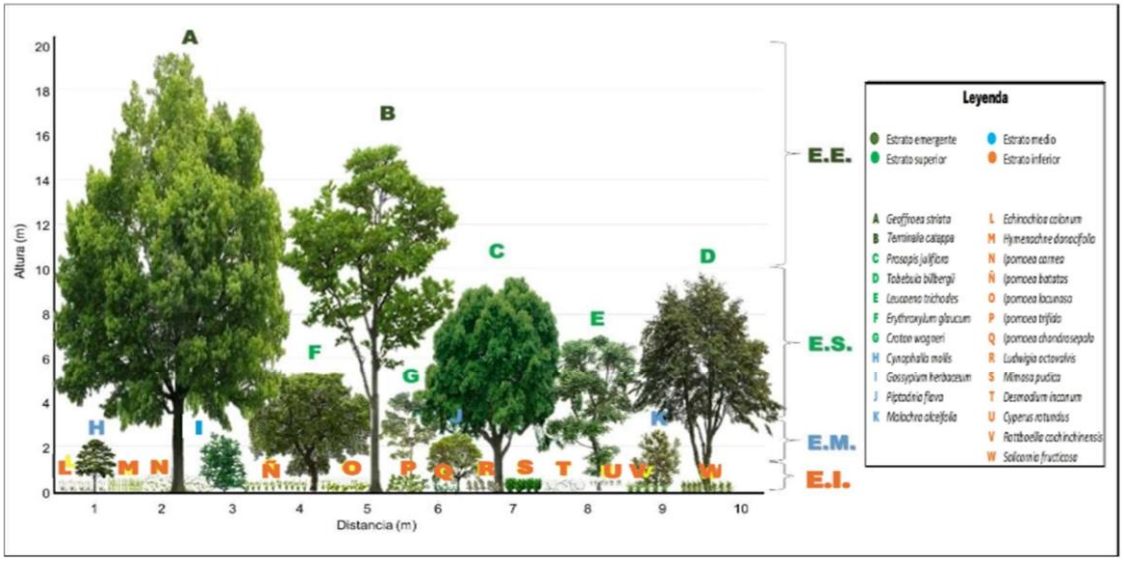
especies como *H. donacifolia, I. lacunosa, M. pudica, S. fructicosa, R. cochinchinensis* y *C. rotundus*, siendo esta última la más abundante en la parcela. Las especies se distribuyen a lo largo de la parcela en forma agrupada y en parches.

En el E.M. se representan las especies halladas en la totalidad del área de Bosque Abierto Disperso. Se identificó como la especie más abundante a *E. glaucum.* También se identificaron especies como *C. wagneri, G. herbaceum, M. alceifolia*, entre otras. Las especies en este estrato alcanzaron hasta 2.8 m de altura, los individuos se agrupaban evidenciándose uniformidad en la asociación de varias especies.

En el E.S. también se representan las especies halladas en la totalidad del área de Bosque Abierto Disperso. Se observaron especies de hasta diez metros de altura como la especie *P. juliflora*, y *T. billbergii*, siendo esta última especie, la más abundante y distribuida de forma agrupada en la parcela.

Figura 78

Perfil de la vegetación del Bosque Abierto Disperso



Nota. (EI): Estrato inferior, (EM): Estrato medio, (ES): Estrato superior; (E.E): estrato emergente. Fuente: Morán (2020).

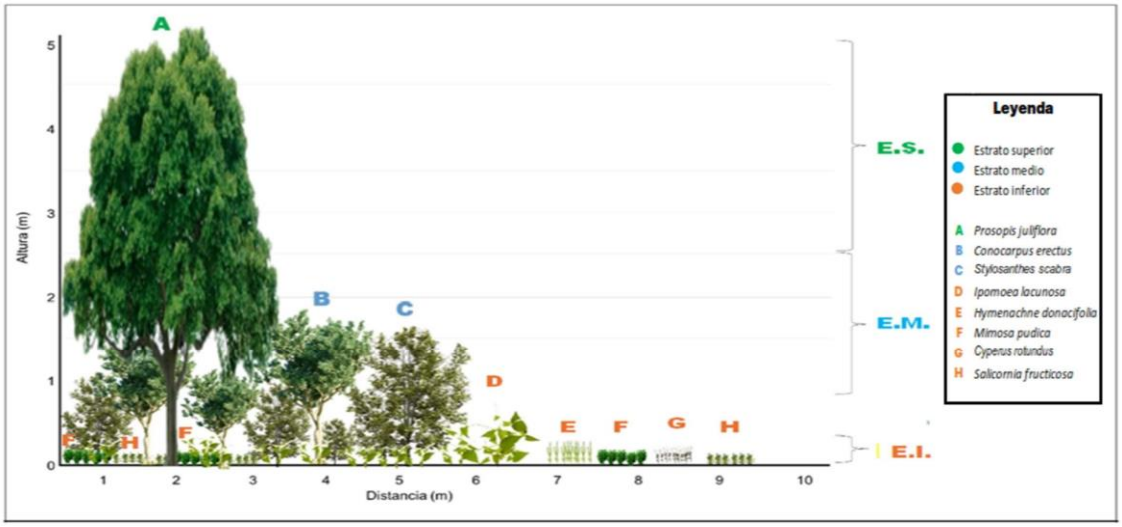
Por último, se determinó un estrato emergente que alcanzó hasta los 20 m de altura, en este estrato y en el total del área, *G. striata* obtuvo la mayor altura y

abundancia. En todas las parcelas se halló la presencia de las especies *C. wagneri* y *E. glaucum*, aunque no fueron las más abundantes. En el estrato inferior se presenta mayor abundancia en ciertas especies, siendo *L. octovalvis* la más abundante. Ninguna especie se identificó como soporte de otras.

En la Figura 79, se presenta el perfil de vegetación del Herbazal, en el E.I. se hallaron especies con una altura de hasta 0,90 m. En su mayoría, especies de tipo hierba como *H. donacifolia, I. lacunosa, S. fructicosa, I. lacunosa y C. rotundus*, siendo esta última la más abundante en la parcela, estrato y en el área total. Las especies de hierbas y sufrútice halladas se distribuyen a lo largo de la parcela en forma agrupada y en parches.

Figura 79

Perfil de vegetación del Herbazal



Nota. (EI): Estrato inferior, (EM): Estrato medio, (ES): Estrato superior. Fuente: Morán (2020).

En el E.M. se presentó menor diversidad de especies que en el E.I., se hallaron dos especies dentro del perfil, *S. scabra* se registró con una altura máxima de 1.51 m y *C. erectus* con 1.60 m, esta última especie fue la más abundante. En el E.S. se halló un solo individuo, la especie *P. juliflora* con la mayor altura (5.3 m) y área basal (0.62 cm^2) dentro de la parcela y área de estudio. Ninguna especie se identificó como soporte de otras.

3.2.6. Patrón de Dispersión de las Especies

En la Tabla 44, se presentan los valores obtenidos según el Índice de Morisita (Iδ), lo cual determinó el patrón de dispersión de las especies vegetativas identificadas en el área de Bosque Abierto Disperso en isla Santay. Según el Ip (Iδ) calculado para cada especie predominó el patrón de dispersión agrupada en el estrato inferior, mientras en el estrato medio y superior predominó el patrón regular.

Tabla 44

Patrón de dispersión de las especies en el Bosque Abierto Disperso

Especies	Estrato Inferior		Estrato Medio		Estrato Superior	
	Iδ	Patrón	Iδ	Patrón	Iδ	Patrón
Croton wagneri Mull. Arg.	2.87	Agrupada	2.58	Agrupada	0.00	Regular
Cynophalla mollis (Kunth) J.Presi	-	-	0.00	Regular	-	-
Echinochloa colonum (L.) Link	10.00	Agrupada	-	-	-	-
Erythroxylum glaucum O E. Schulz.	10.00	Agrupada	8.75	Agrupada	0.00	Regular
Geoffroea striata (Jacq.) Morong	-	-	-	-	4.00	Agrupada
Gossypium herbaceum L.	-	-	3.61	Agrupada	-	-
Hymenachne donacifolia (Raddi) Chase	4.32	Agrupada	-	-	-	-
Ipomoea carnea Jacq.	10.00	Agrupada	-	-	-	-
Ipomea batatas (L.) Lam.	3.93	Agrupada	-	-	-	-
Ipomea lacunosa L.	2.38	Agrupada	-	-	-	-
Ipomea trífida (Kunth) G.Don	1.41	Agrupada	-	-	-	-
Ipomoea chondrosepala Hallier fil.	8.56	Agrupada	-	-	-	-
Ipomoea philomega (Vell.) House	4.77	Agrupada	-	-	-	-
Leucaena trichodes (Jacq.) Benth.	-	-	-	-	0.00	Regular
Ludwigia octovalvis (Jacq.) P.H.Raven	0.90	Agrupada	-	-	-	-
Mimosa pudica L.	0.91	Agrupada	-	-	-	-
Desmodium incanum DC.	0.00	Regular	-	-	-	-
Piptadnia flava (Spreng. Ex Dc.) Bend	-	-	0.00	Regular	-	-
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	-	-	-	-	1.67	Agrupada
Cyperus rotundus L.	2.33	Agrupada	-	-	-	-
Rottboellia cochinchinensis L.	7.14	Agrupada	-	-	-	-
Saliconia fructicosa L.	10.00	Agrupada	-	-	-	-
Tabebuia billbergii (Bureau & Schum.) Standl.	-	-	0.00	Regular	4.00	Agrupada
Terminalia catappa L.	-	-	-	-	0.00	Regular
Malachra alceifolia Jacq.	10.00	Agrupada	0.00	Regular	0.00	Regular

Nota. (Iδ): Índice de Morisita. Fuente: Morán (2020).

Cuando una especie presenta un Ip de 0.00 no es posible identificar su patrón de dispersión, esto se fundamenta en que la abundancia de la especie es baja, llegando a presentar incluso un individuo, por ello, aunque se aplique el cálculo su valor de Ip será cero. Esto ocurrió en todos los estratos, en el E.I., ocurrió con la especie *Mucuna sp.* que presentó un solo individuo.

En el E.M. ocurrió con cuatro especies de siete identificadas, *C. mollis, P. flava, T. billbergii* y *M. alceifolia*, que presentaron una abundancia entre uno a cuatro individuos. En el estrato superior ocurrió en cuatro de siete individuos, fueron las especies *C. wagneri, E. glaucum, L. trichodes* y *C. auriculatum*, que presentaron una abundancia entre uno a cuatro individuos.

En la Tabla 45, se presentan los valores obtenidos según el Índice de Morisita (Iδ), lo cual determinó el patrón de dispersión de las especies identificadas en el área de Herbazal en isla Santay. Según el Ip (Iδ) calculado para cada especie predominó el patrón de dispersión agrupada en el estrato inferior.

Tabla 45

Patrón de dispersión de las especies en el Herbazal

Especies	Estrato Inferior		Estrato Medio		Estrato Superior	
	Iδ	Patrón	Iδ	Patrón	Iδ	Patrón
Conocarpus erectus L.	-	-	10	Agrupada	-	-
Hymenachne donacifolia (Raddi) Chase	17.65	Agrupada	-	-	-	-
Ipomea lacunosa L.	10	Agrupada	-	-	-	-
Mimosa pudica L.	14	Agrupada	-	-	-	-
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	-	-	-	-	0	Regular
Cyperus rotundus L.	202.1	Agrupada	-	-	-	-
Saliconia fructicosa (L.) L.	40.91	Agrupada	-	-	-	-
Stylosanthes scabra Vogel	30.07	Agrupada	-	-	-	-
Malachra alceifolia Jacq.	20	Agrupada	0	Regular	-	-

Nota. (Iδ): Índice de Morisita. Fuente: Morán (2020).

Mientras en el estrato medio, dónde solo se identificaron dos especies, la especie *C. erectus* presenta un patrón de dispersión agrupada y la especie *M. alceifolia* presentó un patrón regular o un patrón no identificado ya que obtuvo un Ip, de 0, debido a que se halló un solo ejemplar de esta especie. En el estrato superior ocurre algo similar dónde solo se halló un individuo de la especie *P. juliflora*, por tanto, su Ip fue 0 y no se determina un patrón de dispersión claro.

3.3. Análisis Estadístico Inferencial

Este análisis se aplicó a las variables independientes o características de las especies de plantas presentes en cada área experimental: abundancia, densidad, frecuencia, cobertura, I.V.I., y a las propiedades comunitarias riqueza, equidad, diversidad, clases de altura y de área basal de las comunidades de las áreas experimentales de Bosque Abierto Disperso (Bosque Seco) y Herbazal.

Se compararon las características por estratos similares entre las dos áreas de estudio mediante la prueba U de Mann-Whitney, esto sirvió para determinar las diferencias entre las áreas experimentales.

Posterior se compararon los estratos pertenecientes a cada área mediante la prueba Kruskal Wallis, esto sirvió para determinar las diferencias por estrato.

Para ambas pruebas se plantearon las siguientes hipótesis donde:

H = La abundancia, frecuencia, densidad, riqueza, equidad y diversidad de especies son diferentes en ambos tipos de vegetación.

H = La abundancia, frecuencia, densidad, riqueza, equidad y diversidad de especies son las mismas en ambos tipos de vegetación.

3.3.1. Prueba U de Mann-Whitney

En la Tabla 46, se presentan los resultados del análisis estadístico U de MannWhitney, se detallan los valores del estadístico de Wilcoxon (W) y del valor crítico o nivel de probabilidad que sirvieron para comparar las características de la vegetación entre áreas por estratos y total.

Tabla 46

Comparación de los atributos de la vegetación entre áreas por estratos y total

Variables	EI		EM		ES		Total	
	W	p	W	p	W	p	W	p
Abundancia	164	0.7970	148	0.6327	136	0.2586	143.00	0.5707
Densidad	141.5	0.5268	150.5	0.8975	142	0.4156	114.5	0.0928
Frecuencia	199	0.0996	158	0.9799	142	0.4156	226.00	0.0068
Cobertura	193	0.1604	157	0.9799	142	0.4159	-	-
Clases de altura	98.5	0.6217	105.5	0.9422	105.5	0.9422	-	-
Clases de área basal	81	0.7149	98.5	0.1638	90.5	0.7353	-	-
Riqueza	-	-	-	-	-	-	14.00	0.3

Nota. (EI): Estrato inferior, (EM): Estrato medio, (ES): Estrato superior, (W): estadístico de Wilcoxon; (p): valor crítico. Fuente: Morán (2020).

Según los resultados obtenidos, no existen diferencias significativas entre las áreas experimentales al comparar las variables obtenidas en cada uno de los estratos, ya que el valor de probabilidad es superior al nivel de significancia (0.05). Por tanto, se acepta la H_0 la cual indica que la abundancia, frecuencia, densidad, cobertura, clases de altura y área basal y riqueza, son las mismas en ambos tipos de vegetación comparando sus estratos.

En cuanto a la comparación de las áreas en función de sus valores totales, los resultados arrojaron en las variables abundancia y densidad, un valor crítico inferior al nivel de significancia (0.05) por tanto se rechaza H_o la cual indica que la abundancia y densidad de especies no son las mismas en ambos tipos de vegetación.

En la Tabla 47, se presentan los resultados del análisis estadístico U de MannWhitney, se detallan los valores del estadístico de Wilcoxon (W) y del valor crítico o nivel de probabilidad que sirvieron para comparar los índices de diversidad entre áreas experimentales.

Tabla 47

Comparación de los valores de los índices de diversidad entre áreas

Variable	Área	N	Media	W	p-valor
Diversidad de Simpson	BS	3	0.33	6	0.10
	H	3	0.86		
Diversidad de Shannon-Weaver.	BS	3	1.54	15	0.10
	H	3	0.24		
Diversidad de Margalef	BS	3	0.49	15	0.10
	H	3	0.30		

Nota. (BS): Bosque Abierto Disperso, (H): Herbazal, (W): estadístico de Wilcoxon; (p): valor crítico. Fuente: Morán (2020).

Se determinó que los índices de diversidad no presentan diferencias significativas entre áreas debido a que se obtuvo un valor crítico (p-valor) de 0.10 superior al nivel de significancia 0.05. Por tanto, se acepta Ho, la cual indicaría que la diversidad de especies es igual en ambas áreas.

3.3.2. Prueba Kruskal Wallis

En la Tabla 48, se presentan los resultados del análisis estadístico Kruskal Wallis, se detallan los valores obtenidos del estadístico H y del valor crítico o nivel de probabilidad que sirvieron para comparar las características de la vegetación entre cada estrato.

Tabla 48

Comparación de las características de la vegetación entre estratos por área

Variables	Bosque Abierto Disperso		Herbazal	
	H	p	H	p
Abundancia	13.65	0.0002	9.34	0.0020
Densidad	3	0.1528	4.6	0.0469
Frecuencia	3.4	0.1187	4.6	0.0467
Cobertura	5.56	0.0308	4.6	0.0469
Clases de altura	12.08	0.0003	8.43	0.0016
Clases de área basal	1.09	0.4835	4.15	0.0414

Nota. (H): estadístico de prueba; (p): valor crítico. Fuente: Morán (2020).

Se determinó que, en el área de Bosque Abierto Disperso, las características de vegetación densidad, frecuencia y clases de área basal no presentan diferencias

significativas entre los estratos, con un valor probabilístico (p) para estas variables mayor al nivel de significancia p de 0.05, por tanto, se acepta Ho, la cual indica que las características densidad, frecuencia y clases de área basal son iguales entre los estratos en el área de Bosque Abierto Disperso.

Mientras que las características abundancia, cobertura y clases de altura del Bosque Abierto Disperso presentan diferencias significativas entre estratos, debido a que su valor crítico es menor al nivel de significancia p de 0.05, por tanto, se rechaza H_o y se acepta H_a, la cual indica que las características abundancia, cobertura y clases de altura no son iguales entre los estratos en el área de Bosque Abierto Disperso.

En cuanto al área de Herbazal, según los resultados obtenidos, para todas las variables, se presentan diferencias significativas entre sus estratos, ya que el valor de probabilidad es inferior al nivel de significancia p de 0.05. Por tanto, por tanto, se rechaza H_o y se acepta H_a, la cual indica que la abundancia, frecuencia, densidad, cobertura, clases de altura y área basal no son las mismas entre los estratos en el área experimental Herbazal.

4. Discusión

Las especies vegetales identificadas en las áreas de estudio en isla Santay son una muestra representativa de las especies presentes en el Bosque Abierto Disperso y Herbazal. Por ambas áreas se halló un total 27 especies, dónde el Bosque Abierto Disperso obtuvo la mayor riqueza de especies (25). Varias especies presentes en el Bosque Abierto Disperso también se hallaron en el Herbazal, solo la especie *C. erectus* de hábito sufrútice y la especie herbácea *S. scabra*, se hallaron únicamente en el Herbazal, así como varias especies se hallaron únicamente en el Bosque Abierto Disperso.

Herrera et al. (2018) realizaron inventario de malezas y de especies vegetales exóticas a lo largo de la ciclo-vía en isla Santay, encontrando especies que se hallaron en esta investigación como *I. carnea* (hierba), *I. lacunosa* (hierba), *P. juliflora* (árbol), *E. glaucum* (árbol), *G. striata* (árbol), *C. erectus* (árbol o arbusto), las cuales las reportan como nativas en isla Santay. De las demás especies

reportadas en este estudio no se ha hallado registro de su estatus en la zona de estudio.

Es probable que las especies *C. mollis, L. trichodes, P. flava, T. billbergi, S. fructicosa* y *M. pudica* sean nativas en isla Santay, debido a que se desarrollan en bosques secos pluvio-estacionales y se distribuyen en la provincia del Guayas. Por otra parte, las especies *C. wagneri* y *M. alceifolia* es posible que hayan sido introducidas en isla Santay, sin embargo, pueden estar ya naturalizadas.

La mayoría de especies identificadas se reconocen como nativas, esto concuerda con Herrera et al. (2018) quienes en su estudio determinaron que el 77% de las especies identificadas a lo largo de la ciclovía de isla Santay son nativas. En este estudio se identificó a las especies *L. octovalvis* (B.A.D.) y *C. rotundus*. (H y B.A.D.) reportadas como malezas, siendo además las más abundantes, frecuentes, densas y con mayor índice de valor de importancia (I.V.I.) por cada área de estudio establecida en isla Santay.

Las especies de malezas frecuentes en este estudio también difieren con las encontradas por Matamoros (2018), en áreas inundables de isla Santay sometidas a alta y baja perturbación, en las cuales reporta a *S. trilobata* como la especie de mayor I.V.I. en las dos áreas de estudio.

La cantidad de especies obtenidas e identificadas es menor a las determinadas por Sánchez-Rodríguez et al. (2003) quienes realizaron un análisis de la estructura, composición florística en un bosque mesófilo de Manantlán, México, registrando 2.086 individuos de 101 especies pertenecientes a 76 géneros y 44 familias en dos hectáreas. La riqueza de especies muestra diferencia significativa entre las áreas de estudio según el análisis inferencial

La diferencia de la abundancia de individuos obtenida entre el Bosque Abierto Disperso y el Herbazal, que, aunque estadísticamente no es significativa, sigue siendo evidente la diferencia de más de 1000 individuos entre un área y otra, siendo el área de Herbazal la que posee mayor abundancia. Sin embargo, la abundancia de individuos en los estratos pertenecientes a cada área

experimental si presentaron diferencias significativas entre sí, siendo el Herbazal dónde se presentan mayores diferencias entre estratos. Resultados similares fueron obtenidos por Matamoros (2018), evaluando la synusia de plantas exóticas en isla Santay, quien tampoco encontró diferencias significativas entre las abundancias de individuos de las dos áreas evaluadas en isla Santay, con una diferencia de 1000 individuos entre ambas, pero sí observó diferencias entre los estratos en cada área experimental.

En relación con las clases de altura registradas, la mayoría de los individuos presentan alturas inferiores a 1 m, tratándose en su mayoría de especies herbáceas del estrato inferior. Resultados similares obtuvo Matamoros (2018) y Cárdenas-Torres (2014), en áreas experimentales contrastantes, evidenciando diferencias significativas en la estructura física entre las áreas analizadas mediante el análisis de las clases de altura de las especies de plantas y el perfil de vegetación.

Raunkier (1934) sostiene que la forma de vida y de crecimiento de las especies está muy relacionado al estrato en el que se encuentran, como en las áreas de Bosque Abierto Disperso y Herbazal dónde el hábito hierba predomina en el estrato inferior, mientras que los hábitos sufrútice y árbol predominan en los estratos medio y superior.

Los índices de diversidad de Margalef, Simpson (D) y Shannon-Weaver (H') indican que el Bosque Abierto Disperso presenta mayor diversidad que el Herbazal, similares a los reportados por Espinosa et al. (2012), y el Bosque Abierto Disperso presenta mayores valores de equidad en comparación al Herbazal. En ambos casos, los valores de los índices reflejan una baja diversidad, según los criterios establecidos por Washington (1984).

Aye et al. (2014) estudio la estructura vegetal de un bosque tropical en el Parque de la Montaña Popa, Myanmar, encontrando valores del índice de diversidad de Margalef de 3.61 y del índice de diversidad de Shannon Weaver de 0.96, el primero mayor y el segundo menor a los obtenidos en Bosque Abierto Disperso. Valores de diversidad ligeramente inferiores presentó Méndez (2018), quien estudio la diversidad y abundancia de la synusia de plantas trepadoras en la isla

Santay, obteniendo un valor del índice de diversidad de Margalef 3.5 y un valor del índice de diversidad de Shannon Weaver de 0.99. Por otro lado, Vásquez et al. (2001), reportan valores de Biodiversidad en los bosques secos del suroccidente de la provincia de Loja, superiores a los encontrados en el presente estudio.

En este estudio no se presentaron diferencias significativas entre las áreas en cuanto a los índices de diversidad según el análisis inferencial, a diferencia de lo obtenido por Mendoza y Jiménez (2011), en un bosque secundario en la comuna Limoncito, Santa Elena, donde los índices de diversidad y equidad mostraron una diferencia significativa entre bosques sometidos a diferentes niveles de perturbación.

Según el índice de Morisita (Iδ), predominó el patrón de dispersión agrupada para las especies de las dos áreas, principalmente en el estrato inferior. Esto concuerda con lo reportado por Matamoros (2018) y Méndez (2018), quienes evidencian que en sus áreas de estudio (alta y baja perturbación en isla Santay) las especies presentaban principalmente un patrón de dispersión agrupado.

5. Conclusiones

Se determinó que existen diferencias estructurales importantes entre las áreas de estudio respecto al arreglo espacial considerando promedio de altura de las especies presentado en el perfil de vegetación, siendo el Bosque Abierto Disperso dónde se presentan especies de mayor altura y en mayor cantidad. El hábito de crecimiento, tipo y tamaño de las hojas de las especies estudiadas, principalmente en el Bosque Abierto Disperso, son diversos y están muy relacionados con el estrato en que se desarrollan.

La especie *L. octovalvis*, reportada como maleza, es la más frecuente, densa e importante en el área de Bosque Abierto Disperso seguida por la especie *T. billbergii*. Mientras que la especie de hierba *C. rotundus* es la más frecuente, densa e importante en el área de Herbazal seguida por la especie *S. scabra*.

La riqueza, diversidad y equidad de ambas comunidades analizadas son bajas. La abundancia de individuos fue alta en ambas áreas, pero concentrada

alrededor del 70% en la especie *L. octovalvis* en el Bosque Abierto Disperso, y en el Herbazal la abundancia se concentró alrededor del 97% en la especie *C. rotundus*.

El patrón de dispersión de las especies en las comunidades vegetales Bosque Abierto Disperso y Herbazal de acuerdo con el Índice de Morisita es agrupado, ciertas especies forman parches con densidad moderada y alta, principalmente en el Bosque Abierto Disperso.