CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS DEL BOSQUE MANGLAR Y BOSQUE PALMAR EN EL HUMEDAL RAMSAR DE ISLA SANTAY, GUAYAS- ECUADOR

Resumen

En esta investigación se planteó caracterizar el banco de semillas en áreas de vegetación natural y de alta densidad de palma imperial (*Roystonea oleracea*) en el humedal RAMSAR de isla Santay. Esto se evaluó mediante la identificación taxonómica de especies de semillas, monitoreo de la densidad, frecuencia, I.V.I (Índice de Valor de Importancia) y la dispersión de semillas por especie, y determinación de la riqueza, equidad, diversidad y distribución de los bancos de semillas por áreas. La metodología empleada para la recolección de datos en campo se basó en ubicar dos áreas de 5000 m^2 en isla Santay con características contrastantes de su vegetación delimitando diez parcelas al azar (10 x 5 m^2), de manera aleatoria, por cada parcela se tomaron diez muestras a dos profundidades de suelo (0 – 5 cm y 5 – 10 cm). Mediante análisis inferencial con pruebas no paramétricas (Test de Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney) se concluye que la abundancia y densidad es similar en ambas áreas, mientras que en la frecuencia y el I.V.I. es mayor en el área de alta densidad de palmas. El índice de Morisita indicó que en ninguna área se presentó distribución aleatoria, ni uniforme, solo presento dispersión agrupada y que la riqueza de especies es mayor en el área de vegetación nativa.

Palabras clave: *densidad, dispersión, diversidad, riqueza*

1. Introducción

La formación, dispersión y germinación de semillas, son eventos fundamentales en el ciclo de vida de las plantas gimnospermas y angiospermas. La propagación sexual de las plantas se da por medio de las semillas, las cuales tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie (Arroyo, 2018). La variabilidad genética puede resultar beneficiosa para proveer características que mejoren ambientes (Pellegrini & Balatti, 2017).

La población de semillas en el suelo es generalmente llamado banco de semillas o “pool” de semillas; se puede pasar del banco a plántula si se recupera el tamiz que provoca el ambiente, otras semillas mueren o siguen en latencia (Gámez & White, 2009).

Se llama banco de semillas a la recolección de una variedad de semillas que son acumuladas en ambientes especiales para certificar su mantenimiento por un largo periodo de tiempo. Se pueden encontrar muchísimos bancos de semillas en el mundo entero, y que son de gran importancia para la conservación de especies y para mantener la salud de los distintos ecosistemas que habitamos. Unos científicos consideran que nos encontramos ante una era de extinción masiva, pues se estima que más de 30 mil especies desaparecen anualmente (Campo & Duval, 2014).

Además de ser muy eficiente en términos de tiempo y espacio (gran número de especies y poblaciones conservadas en espacio reducido y por largo tiempo), los bancos de semillas conservan muestras de germoplasma en forma conveniente y accesible y generan información (p.ej. protocolos de germinación y propagación) que facilita la utilización posterior del material conservado (Di Sacco et al., 2018).

Patton y Judd (1988) a través de su estudio determinaron que la mayor riqueza total en el período sequía-lluvia, está correlacionado con eventos fenológicos de las especies que componen a la vegetación; ya que en ese lapso se incrementa la producción de semillas de las especies emergentes perennes.

Gordon (2000) describió que en los humedales estudiados en un humedal de Venezuela el tamaño del banco de semillas se pudo estimar una densidad media

de plántulas/m^2. Los valores mayores se determinaron en los humedales situados en Manteco, pero debido a la gran variabilidad de los datos, la densidad media no difiere significativamente entre sitios, aunque la densidad media dio mayor en el período de sequía (febrero), difiere poco en el tiempo. En cuanto a los sitios y el tiempo, la densidad total dio mayor en el período de sequía. La riqueza total de especies en el banco de semillas fue máxima en el período sequía-lluvia (1991, 1992) y menor en el de mayor inundación (agosto).

Maciel (2001) indicó que las palmas son principalmente propagadas mediante semillas, las cuales por sus características y aspectos intrínsecos difieren notoriamente entre especies. La germinación en muchas especies es lenta, errática y con bajo porcentaje; el estado de madurez del fruto y el proceso empleado para la obtención de la semilla pueden influir en la germinación.

Moscoso y Diez (2005) concluyeron que la composición de especies del banco de semillas del fragmento de robledal no reflejó la composición actual de la vegetación del bosque. El banco de semillas está constituido principalmente por especies herbáceas y en menor proporción por arbustos, pero para tener una mejor representatividad de su composición es indispensable adelantar muestreos en diferentes épocas del año. También es posible que, en las muestras de suelo, hayan quedado semillas remanentes sin germinar y permanecieran en estado latente hasta el final del ensayo.

Conocer los factores que determinan el surgimiento en forma natural de la vegetación, permite planear y dirigir mejor los esfuerzos de restauración. En este sentido, estudiar el banco de semillas del suelo brinda información acerca del estado de la sucesión vegetal, de las especies potencialmente capaces de reemplazar a las existentes y del tipo de especies que componen la vegetación presente y circundante, así como su relación con la fauna silvestre (Bedoya-Patiño et al., 2010).

Las especies invasoras constituyen una amenaza creciente para la existencia de los humedales. La destrucción causada por invasores se produce por depredación, introducción de enfermedades, competición por los alimentos y otros recursos, hibridación y degradación del hábitat (Howard, Especies

invasoras y humedales: Esbozo de una presentación a la 7ma Conferencia de las partes contratantes en la Convención sobre Humedales, 2015).

La palma *Roystonea oleracea*, nativa del Caribe, considerada como una especie exótica invasora, ha sido introducida en varios países tropicales como planta ornamental e invade en humedales de Brasil, Guyana y Panamá. En Ecuador continental, la palma imperial o chaguaramo (*Roystonea oleracea*, Arecaceae) ha sido introducida deliberadamente como planta ornamental a lo largo de toda la región de la costa. Además de ser cultivada, *R. oleracea* mantiene poblaciones autosustentables en el humedal Ramsar “Isla Santay” (Herrera et al., 2017).

Roystonea oleracea es una especie dominante en algunos humedales tropicales, específicamente en aquellos caracterizados por presentar una lámina de agua poco profunda (20–50 cm), bajo nivel de salinidad (2–3%) y un hidro-periodo que genere fluctuaciones en la profundidad de la lámina de agua (Herrera et al., 2017). Debido a que la isla Santay posee condiciones ambientales favorables para el desarrollo de esta especie, se ha evidenciado elevada densidad de palma imperial, lo que interfiere en el desarrollo biológico natural de estos organismos (Hernández et al., 2018).

El establecimiento de la palma y los posibles riesgos asociados a la introducción de esta especie en las áreas susceptibles en Isla Santay, después de los procesos de perturbación en la zona de cobertura vegetal, ha generado cambios en la vegetación nativa, siendo la fuente de nuevos organismos a desarrollar y establecer bajo las condiciones del humedal, ya que, la variación en la cobertura vegetal presente en Isla Santay puede estar ocasionada por la dinámica de las especies presentes (Hernández Rosas et al., 2025).

Las especies vegetales del bosque tropical exhiben en general uno o más mecanismos para su sobrevivencia. Entre ellos están: la dispersión continua o estacional de semillas (lluvia de semillas), la acumulación de semillas en el suelo (banco de semillas), la acumulación de plántulas (banco de plántulas), así como la producción de renuevos, el rebrote de estructuras dañadas y el crecimiento lateral o secundario de los árboles (Bedoya-Patiño et al., 2010).

El desarrollo de proyectos que propicien el mantenimiento y sustentabilidad de zonas naturales de conservación, como es la caracterización del banco de semilla, son de vital importancia para promover la conservación in situ de especies de alto valor ecosistémico, que contribuyan a mantener la estructura del sistema natural y la preservación de los recursos filogenéticos de la reserva, de manera que garanticen la permanencia de unas condiciones ambientales óptimas para las generaciones futuras (Sandoval, 2016).

La existencia de un banco persistente de semillas enterradas en el suelo puede permitir la recuperación de especies amenazadas (Marañón, 1995). Para que una semilla persista enterrada largo tiempo, debe ser resistente a la multitud de patógenos edáficos, que constituyen una de las causas principales de mortalidad pre-germinativa (Harper, 1977).

Estudiar el banco de semillas del suelo es importante ya que brinda información acerca del estado de la sucesión vegetal, de las especies potencialmente capaces de reemplazar a las existentes y del tipo de especies que componen la vegetación presente y circundante. La importancia del banco de semillas y sus características son factores determinantes para la existencia de especies forestales y su aporte a la restauración y conservación (Bedoya-Patiño et al., 2010).

Zepeda et al. (2015) compararon cuantitativamente el banco de semillas de la Ciénega de Chignahuapan en humedales, México. En las zonas estacionalmente inundadas de la Ciénega se recolectaron muestras de los 10 cm más superficiales de sedimento. Concluyeron que el banco de semillas de Chignahuapan alberga 60 especies y se caracteriza por la presencia de plantas con alta tolerancia ecológica.

Cárdenas et al. (2002) estudiaron el banco de semillas germinable de una comunidad típica de *Espeletia killipii-Chusquea tessellata,* en el parque Nacional Natural Chingaza en Colombia. Escogieron cuatro zonas: a. sin disturbio por fuego y pastoreo, b. y c. áreas con disturbio intermedio con quemas y pastoreo y d. área totalmente transformada por pastoreo. La abundancia de semillas,

riqueza de especies y la diversidad disminuyeron en las áreas con perturbación intermedia y aumentaron en la zona de pastoreo intensivo.

López (2018) comparó las características del banco de semillas del humedal isla Santay, bajo dos condiciones: alta (AP) y baja (BP) perturbación, determinadas por mayor y menor densidad de palma imperial. Para ello recolectó al azar diez muestras superficiales de aproximadamente 250 gr de suelo, dentro de parcelas de 10 × 5 cm^2 (10 réplicas), ubicadas aleatoriamente dentro de un área de 0,5 h del humedal. Los resultados reportaron la presencia en el banco de semillas de 13 especies, distribuidas en 8 familias.

El poder generar información a partir de áreas donde existan diferentes niveles de perturbación en el ecosistema y sea por la elevada o escasa presencia de la palma imperial, que es una de las principales especies invasoras dentro del ecosistema de la isla, comparando diferentes propiedades del banco de semillas existente en suelos de alta perturbación contra suelos en áreas de baja perturbación, para determinar qué especies prevalecen en estas zonas (López, 2018).

La finalidad de este trabajo fue determinar la composición del banco de semillas, identificando la especie de las semillas presentes y la importancia de cada una de las especies presentes en los Bosques Manglar y Palmar.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

Las áreas de estudio se encuentran en Isla Santay (Guayas, 02º13'S y 79º50'E), con una superficie de 2.179 h, con una altura sobre el nivel del mar de 4 metros en promedio, en la cual encontramos diferentes comunidades vegetales, entre las cuales seleccionamos al Bosque manglar y el bosque palmar (máxima densidad de *R. oleracea*), cuyos centroides presentan las coordenadas geográficas que se detallan en la Tabla 9.

Tabla 9

Coordenadas geográficas e imágenes de las áreas de estudio

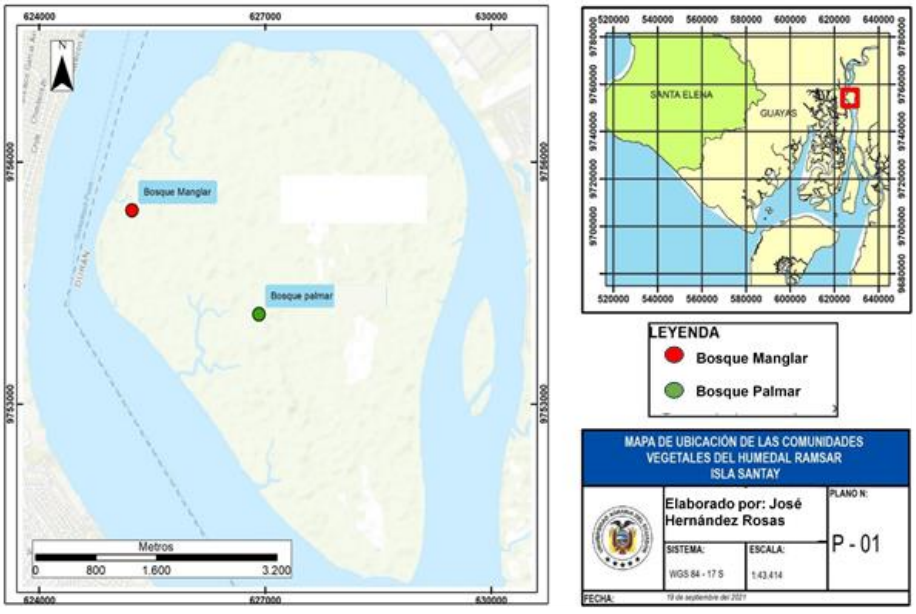
Área	Latitud (S)	Longitud (W)	Imagen
Bosque Manglar	2°12'51.75"S	79°52'31.25"O	
Bosque Palmar	2°13'35.55"S	79°51'24.88"O	

Nota. Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 1, se representa cartográficamente la ubicación de la isla Santay, así como la ubicación de los puntos de muestreo referidos en la Tabla 9.

Figura 22

Ubicación geográfica de las áreas experimentales



Nota. Fuente: Hernández-Rosas (2025).

2.2. Métodos y técnicas

Mediante una investigación de campo no experimental, sin manipulación, se realizó la recolección de la información a nivel exploratorio – descriptivo, referente al banco de semillas presente en el suelo bajo un bosque de mangle y un bosque de palmas en el humedal RAMSAR de Isla Santay.

2.2.1. Muestreo de campo

Se ubicaron dos áreas de 5000 m^2 en isla Santay con características contrastantes de su vegetación. Una primera área con un bosque de manglar (vegetación nativa del humedal del manglar) y una segunda área con un bosque de palmas (determinada por la presencia de la máxima densidad de la palma *Roystonea oleracea*) (Tabla 9).

En cada una de estas áreas, se establecieron diez parcelas de 50 m^2 (10 x 5 m^2) al azar. Luego, en cada una se recolectaron 3 muestras a dos profundidades de suelo (0 – 10 cm y 10 – 20 cm), mediante muestreadores diseñados para este fin de 5 cm de profundidad y 10 cm de diámetro. Con las tres muestras colectadas para cada profundidad en cada parcela, se obtuvo una muestra compuesta dando como resultado diez muestras compuestas por profundidad del suelo en el área de bosque de manglar y 10 muestras compuestas por profundidad de suelo en el área de bosque de palmas.

Además, tanto en las cercanías de cada área experimental como en la propia área experimental, se colectaron muestras de frutos con la finalidad de construir una carpoteca para utilizarla posteriormente en la identificación de las especies presentes en el banco de semillas por comparación directa con la colección.

2.2.2. Tratamiento de las muestras

Las muestras transportadas al laboratorio en bolsas de plástico herméticas se sometieron a análisis con métodos directos de separación física por extracción, donde las semillas fueron separadas, mediante el lavado de las muestras de suelo, las cuales pasaron a través de tamices con apertura de malla de 4 y 0,25 mm^2, hasta lograr disgregar la masa del sustrato. El material restante fue

separado para un posterior secado en una estufa a 60 °C, hasta obtener peso constante, para luego extraer las semillas restantes utilizando una lupa binocular.

Se realizó la descripción morfométrica y morfológica de las semillas de las diferentes especies encontradas en estado de fructificación del área muestral, las cuales fueron colectadas como muestras para conformar la carpoteca de nuestro estudio, identificando las semillas encontradas en el banco de semillas, mediante la comparación de varias de sus características, como el color de la testa, su forma, relieve, dimensiones características, etc. (Toro et al., 2010).

Las características morfométricas que se evaluaron fueron:

- Longitud, ancho y grosor de las semillas. El producto de la longitud y el ancho de las semillas proporciona las dimensiones características de las mismas (Calderón et al., 2000).
- Peso de las semillas encontradas en balanza analítica.
- Forma de la semilla y rugosidad de la testa según Radford et al. (1974).
- Color de la superficie mediante la aplicación de una aplicación basada en el modelo cromático RGB (Sánchez, 2018)

2.2.3. Características del banco de semillas

Una vez identificadas las especies a las cuales pertenece cada semilla según el área de muestreo, se obtuvieron las siguientes características:

2.2.3.1. Abundancia, densidad, frecuencia e índice de valor e importancia

- Abundancia

Abundancia Absoluta: La abundancia absoluta o número de individuos de cada especie. se representa mediante el número de individuos por especie encontrados en el área de estudio (ni) (de la Maza & Bonacic, 2013).

$$A_{ai} = n_i$$

- Densidad

La densidad absoluta: Se realizó para cada especie, refleja la abundancia de cada especie en el área de muestra:

$$Densidad\ Absoluta = \frac{N\ de\ individuos\ SpA(ia)}{\text{área muestral}}$$

La densidad relativa: Muestra la abundancia de especies en un área muestral según las censadas en el área.

$$Densidad\ Relativa = \frac{Densidad\ Absoluta\ por\ especie}{\sum\ Densidades\ Absolutas\ de\ todas\ las\ especies} x\ 100$$

- Frecuencia

La frecuencia absoluta: Es la probabilidad de que, dentro de un área determinada o total, se pueda encontrar una especie cualquiera.

$$Frecuencia\ Absoluta = \frac{N\ de\ parcelas\ en\ las\ cuales\ aparecen\ la\ SpA}{\text{N total de parcelas}}$$

La frecuencia relativa: Representa la probabilidad de la aparición una especie entre todas las presentes en el área de muestreo

$$Frecuencia\ Relativa = \frac{Frecuencia\ Absoluta\ por\ cada\ SpA}{\sum\ Frecuencia\ Absoluta\ de\ todas\ las\ especies}$$

- Índice de valor de importancia

Para la obtención del I.V.I se utilizaron los valores relativos de la frecuencia y densidad, cuya suma total será 200 (Campo & Duval, 2014), mediante la siguiente ecuación:

IVI $_{(200)}$ = Densidad Relativa + Frecuencia Relativa

2.2.3.2. Riqueza, Diversidad y Equidad

- Índice de Margalef

El índice de riqueza de Margalef representa el número de especies presentes en una comunidad, es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Margalef, 1969). Su fórmula es:

$$R_1 = \frac{S - 1}{\text{In(n)}}$$

Dónde: S= Número de especies.

n=Número total de individuos observados.

- El índice de dominancia de Simpson

Según Campo y Duval (2014) este índice considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie. Su expresión es:

$$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} P_i^2$$

Dónde: p_i: Proporción entre ni y N

n_i: Número de individuos de la especie i.

- Índice de Shannon Wiener

Este índice se aplicó para obtener la diversidad de las parcelas y se lleva a cabo cuando la totalidad de las especies se hallen representadas en la muestra y cuando estas sean obtenidas mediante muestreo probabilístico (Pla, 2006).

Según Campo y Duval (2014), este índice tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presentes en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Su fórmula es:

$$H = -\sum (\mathrm{pi})(\mathrm{In\ pi})$$

Dónde: (P_i) es la abundancia de cada especie en la población.

La sumatoria, es de la especie en la población.

(n) es la población total de la recolección de datos, “I” número de individuos de la especie.

El tamaño de la población se calculará con la sumatoria de todas las especies muestreadas (Pla, 2006).

$$N = \sum n_i$$

- Índice de Pielou

Según Campo y Duval (2014) este índice se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies, se puede medir la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

$$J' = \frac{H'}{H'\max}$$

Dónde: $H'_{max} = \ln S$

2.2.3.3. Patrón de dispersión

- Índice de Morisita

Este índice está fuertemente influido por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, y tiene la desventaja de que es altamente sensible a la abundancia de la especie más abundante.

$$I\delta = n \left| \frac{\sum_x 2 - \sum x}{(\Sigma x)^2 - \sum x} \right|$$

Dónde: n representa el número de parcelas, x es el número de individuos de la especie “i” y X_2 es el número de individuos de la especie “i”, en la parcela “i”, elevado al cuadrado (Moreno, 2001).

2.3. Análisis estadístico inferencial

Una vez obtenida las variables se compara entre los resultados de las variables obtenidas en las áreas de muestreo con vegetación nativa y de alta densidad de palmas, mediante modelos estadísticos de análisis de varianza no paramétricos.

- Mann-Whitney U

La prueba U de Mann-Whitney es una prueba no paramétrica que se puede usar en lugar de una prueba t no pareada. Se utiliza para probar la hipótesis nula de que dos muestras provienen de la misma población (es decir, tienen la misma mediana) o, alternativamente, si las observaciones en una muestra tienden a ser

más grandes que las observaciones en la otra. Aunque es una prueba no paramétrica, asume que las dos distribuciones son similares en forma (Shier, 2004).

- Kruskal-Wallis:

Las variables cuantitativas serán: densidad total de semillas en el banco (semillas/m2), número de especies (riqueza), índice de diversidad y para cada especie reconocible presente en el banco de semillas las variables a calcular son la abundancia y densidad de semillas, en cada una de las áreas a muestrear.

Se realizó un análisis comparativo con la finalidad de encontrar diferencias significativas entre las 10 parcelas de cada zona (vegetación nativa y alta densidad de palmas), mediante la utilización de la prueba no paramétrica de diferencia de medianas de Kruskal Wallis.

El análisis de Kruskal Wallis es una prueba no paramétrica que se emplea cuando los datos no tienen homogeneidad de varianza o no siguen una distribución normal, así mismo las muestras deben de ser al azar e independientes (Ccopa Camus, 2005).

Este método plantea la siguiente hipótesis:

Hecol: las medianas no son todas iguales → Hipótesis ecológica

H_0: $M1 = M2 = M3 \ldots \ldots MX$ → Hipótesis nula

Dónde: la hipótesis ecológica establece que entre las medianas de los grupos existe diferencia y la hipótesis nula establece que entre las medianas no existe diferencia.

3. Resultados

3.1. Identificación taxonómica y caracterización morfológica de las semillas de las especies encontrada en los bosques manglar y palmar

En el banco de semillas del Bosque Palmar y del Bosque Manglar en isla Santay, se registraron un total de 19 especies, de las cuales se identificaron taxonómicamente 16 especie, en 12 familias diferentes (Tabla 10). La familia que

presentó el mayor número de especies en el banco de semillas fue Fabaceae, con cuatro especies.

Tabla 10

Clasificación taxonómica de las especies del banco de semillas en áreas de vegetación natural y de alta densidad de palmas del humedal isla Santay

Nombre común	Especie	Familia
Arrocillo	*Pennisetum purpureum* Schumach	Poaceae
Wedelia	*Sphagneticola trilobata* Linneo.	Asteroideae
Cariño de suegra	*Mimosa pigra* L.	Fabaceae
Bejuco de agua	*Entada polystachya* L.	Fabaceae
Uva silvestre	*Solanum sp.*L.	Solanaceae
Majagua	*Hibiscus tiliaceus* L.	Malvaceae
Guanábano de pozo	*Annona glabra* L.	Annonaceae
Palma de botella	*Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook	Arecaceae
Tomate silvestre	*Solanum appendiculatum* L.	Solanaceae
Palma imperial	*Roystonea oleracea (*Jacq.) O.F. Cook	Arecaceae
Mangle negro	*Avicennia germinans* L.	Acanthaceae
Samán	*Samanea saman* (Jacq.) Merr	Fabaceae
Mangle rojo	*Rhizophora mangle* L	Rhizophoraceae
Palo prieto	*Erythrina fusca* Lour.	Fabaceae
Maracuyá silvestre	*Passiflora foetida* L.	Passifloraceae
Guasmo	*Guazuma ulmifolia* Lam.	Malvaceae
Sp.1	-	-
Sp.2	-	-
Sp.3	-	-

Nota. Fuente: Quiroz (2020).

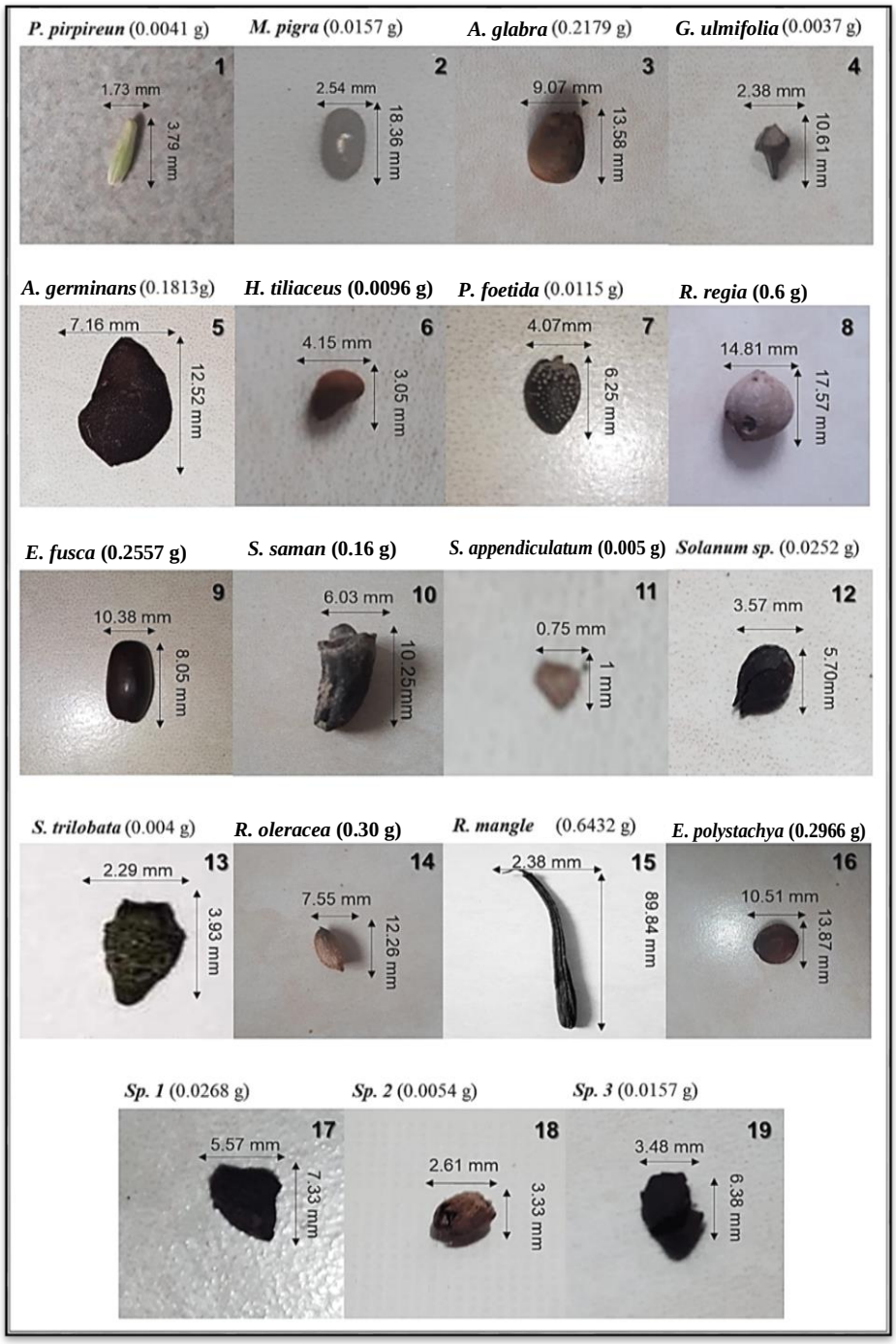
La imagen de las semillas encontradas en el banco de semillas de los bosques de palmas y de manglar en humedal isla Santay se observan en la Figura 23. La caracterización morfológica y morfométrica de las semillas se basó en el peso, largo, color, forma, tamaño y características de la cubierta o testa de cada una de las especies (Tabla 11)

La semilla de la especie *Pennisetum purpureum* (arrocillo) es de color taupe pálido, con forma lineal, alta dureza y de testa lisa (Figura 23.1). Las semillas de *M. pigra* (cariño de suegra) son de color marrón oscuro, con forma oblonga, dureza alta y de testa lisa (Figura 23.2). En el caso de las semillas de *A. glabra* (guanábano de pozo) son de color marrón oscuro desteñido, con forma abombada, dureza alta y de testa lisa (Figura 23.3). En el caso de las semillas

de *G. ulmifolia* (guasmo), su color es gris, con forma orbicular, dureza alta y testa rugosa (Figura 23.4).

Figura 23

Imagen, peso y dimensiones características de las semillas



Nota. Fuente: Quiroz (2020).

Tabla 11

Características morfométricas y morfológicas de las especies del banco de semillas de los Bosques Manglar y Palmar del humedal isla Santay

N°	Especie	Características morfométricas				Características morfológicas					
							Color				
		Peso (gr)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Forma	Rugosidad	R	G	B	Clase	Dureza
1	*Pennisetum purpureum S.*	0,0041	3,79	1,74	lineal	lisa	189	154	122	Taupe pálido	alta
2	*Mimosa pigra* L.	0,0157	18,36	2,54	oblonga	lisa	147	132	121	Marrón oscuro	alta
3	*Annona glabra* L.	0,2179	13,58	9,07	abombada	lisa	117	85	60	Marrón oscuro desteñido	alta
4	*Guazuma ulmifolia* Lam.	0,0037	10,61	2,38	orbicular	rugosa	57	52	52	Gris	alta
5	*Avicennia germinans* L.	0,1813	12,52	7,16	ovada	lisa	131	97	85	Gris oscuro	media
6	*Hibiscus tiliaceus L.*	0,0096	3,05	4,15	arriñonada	lisa	58	56	57	Marrón oscuro	alta
7	*Passiflora foetida* L	0,0115	6,25	4,07	ovada	lisa	138	127	122	Gris oscuro	media
8	*Roystonea regia* Kunth.	0,6000	17,57	14,81	orbicular	estriada	49	41	43	Gris	alta
9	*Erythrina fusca* Lour.	0,2557	8,05	10,38	ovalada	lisa	77	61	55	Gris oscuro	alta
10	*Samanea saman* Merr.	0,1606	10,25	6,03	ovalada	media lisa	77	52	50	Gris oscuro	baja
11	*Solanum appendiculatum* L.	0,0050	1	0,75	orbicular	lisa	75	65	65	Gris marrón	baja
12	*Solanum sp.*L.	0,0252	5,70	3,57	ovada	lisa	76	51	44	Gris oscuro	media
13	*Sphagneticola trilobata* L.	0,004	3,93	2,29	lineal	rugosa	62	54	53	Gris oscuro	alta
14	*Roystonea oleracea* Jacq.	0,3033	12,26	7,55	ovada	lisa	100	86	78	Marrón descolorido	media
15	*Rhizophora mangle L*	0,6432	89,84	2,38	alargada	lisa	63	59	60	Marrón gris oscuro	media
16	*Entada polystachya* L.	0,2966	13,87	10,51	orbicular	lisa	79	69	67	Marrón oscuro desteñido	media
17	*sp.1*	0,0268	7,33	5,57	oblonga	estriada	115	96	82	Gris oscuro	media
18	*sp.2*	0,0054	3,335	2,61	ovada	lisa	40	35	36	Marrón descolorido	baja
19	*sp.3*	0,0157	6,38	3,48	ovada	lisa	189	154	122	Negro	media

Nota. Fuente: Quiroz (2020).

Las semillas de *A. germinans* (mangle negro) son de color gris oscuro, con forma ovada, dureza media y de testa lisa (Figura 23.5). Asi mismo *H. tiliaceus* (majagua) es de color marrón oscuro, con forma arriñonada, dureza alta y de testa lisa (Figura 23.6). La semilla *P. foetida* (maracuyá silvestre) es de color gris oscuro, con forma ovada, dureza media y de testa lisa (Figura 23.7). *R. regia* (palma de botella) es de color gris, con forma orbicular, dureza alta y de testa estriada (Figura 23.8).

E. fusca (palo prieto) es de color gris oscuro, con forma ovalada, dureza alta y de testa lisa (Figura 23.9). *S. saman* (saman) es de color gris oscuro, con forma ovalada, dureza baja y de testa media lisa (Figura 23.10). *S. appendiculatum* (tomate silvestre) es de color gris marrón, con forma orbicular, dureza baja y de testa lisa (Figura 23.11). *Solanum sp*. (uva silvestre) es de color gris oscuro, con forma ovada, dureza media y de testa lisa (Figura 23.12).

S. trilobata (wedelia) es de color gris oscuro, con forma lineal, dureza alta y de testa rugosa (Figura 23.13). *R. oleracea* (palma imperial) es de color marrón descolorido, con forma ovada, dureza media y de testa lisa (Figura 23.14). *R. mangle* (mangle rojo) es de color marrón gris oscuro, con forma alargada, dureza media y de testa lisa (Figura 23.15).

La semilla de E. polystachya (bejuco) es de color marrón oscuro desteñido, con forma orbicular, dureza media y de testa lisa (Figura 23.16). Así mismo las de Especie 1 (*sp.1*) es de color gris oscuro, con forma oblonga, dureza media y de testa estriada (Figura 23.17). Especie 2 (*sp.2*) es de color marrón descolorido, con forma ovada, dureza baja y de testa lisa (Figura 23.18). Especie 3 (*sp.3*) es de color negro, con forma ovada, dureza media y de testa lisa (Figura 23.19).

3.2. Características del banco de semillas: abundancia, densidad, frecuencia, índice de valor de importancia (I.V.I.)

3.2.1. Abundancia de semillas por especie

- Bosque Manglar

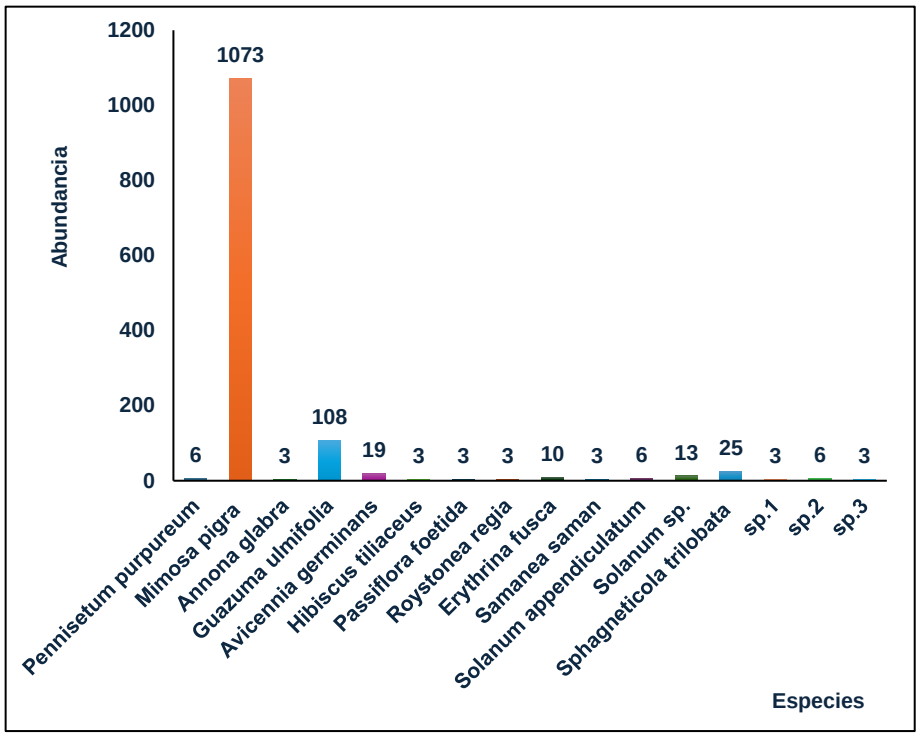
En el área de Bosque Manglar se determinó que el número total de semillas de las especies identificada fue 1289 semillas entre 16 especies. En la Figura 24 se detalla la abundancia de semillas por especie, siendo las más abundantes:

Mimosa pigra (cariño de suegra) con 1073 semillas, *Guazuma ulmifolia* (guasmo) con 108 semillas, *Sphagneticola trilobata* (wedalia) con 26 semillas y *Avicennia germinans* (mangle negro) con 19 semillas.

Siete especies presentaron solo tres ejemplares de cada una, siendo las de menor abundancia: *Annona glabra* (guanabano), *Hibiscus tiliaceus* (majahua), *Passiflora foetida* (maracuyá silvestre), *Roystonea regia* (palma de botella), *Samanea saman* (saman), *sp.1* y *sp.3*. Estas especies poseen gran variabilidad respecto a la cantidad de semillas encontradas de las demás especies.

Figura 24

Abundancia de semillas por especie en el área de Bosque de Manglar



Nota. Fuente: Quiroz (2020).

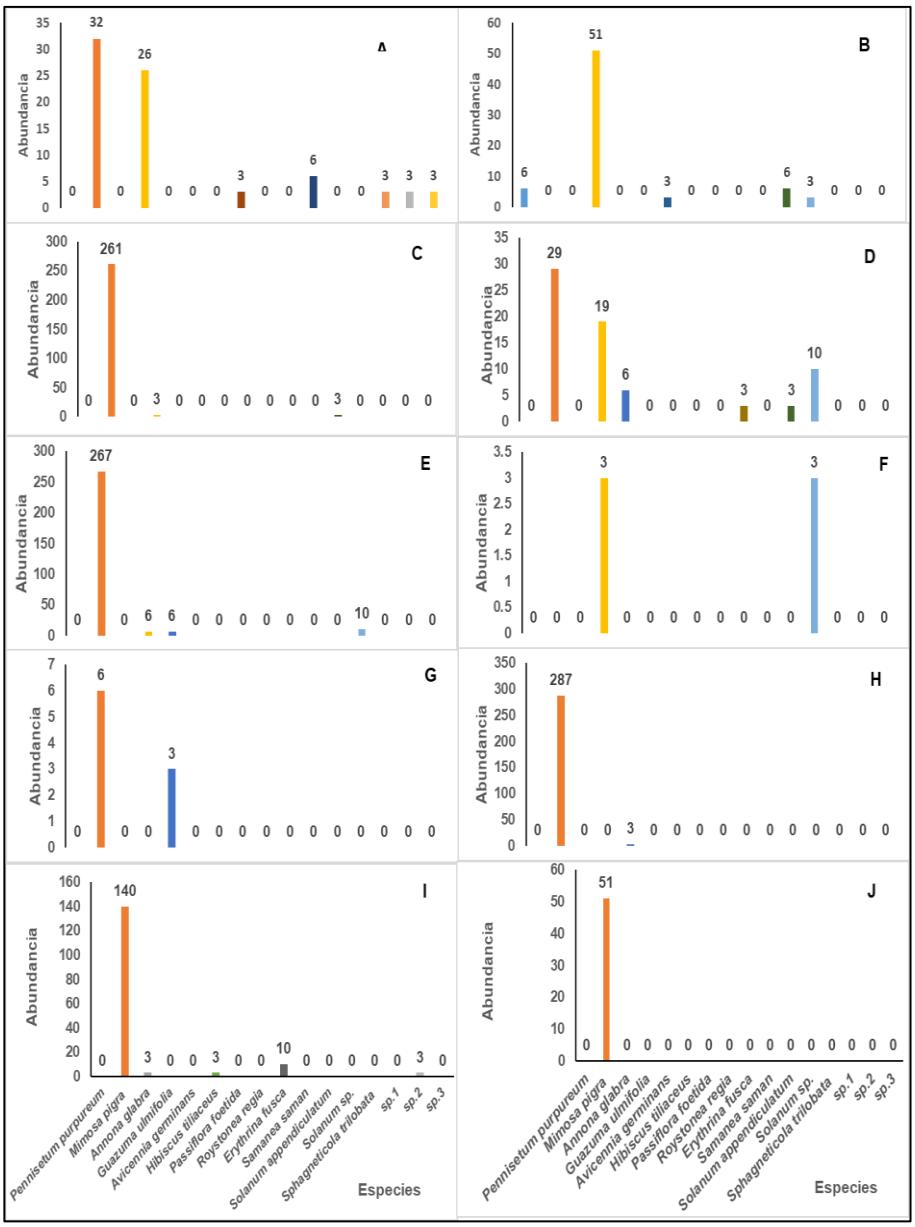
En la Figura 25 se presenta la abundancia de especies en el área de vegetación nativa obtenida en cada una de las diez parcelas muestreadas aleatoriamente.

En la parcela I (Figura 25.A) se hallaron siete especies siendo la más abundante *M. pigra* con 32 semillas, seguida por *G. ulmifolia* con 26 semillas; sólo en esta parcela aparecieron las especies *R. regia*, *sp.1* y *sp.3* presentando solo tres ejemplares cada una. En la parcela II (Figura 25.B) se hallaron cuatro especies

siendo la más abundante *G. ulmifolia* con 51 semillas, sólo en esta parcela apareció la especie *P. foetida* presentando tres ejemplares.

Figura 25

Abundancia de semillas por especies en las parcelas del Bosque Manglar



Nota. parcela I (A); parcela II (B); parcela III (C); parcela IV (D); parcela V (E); parcela VI (F); parcela VII (G); parcela VIII (H); parcela IX (I); parcela X (J). Fuente: Quiroz (2020).

En la parcela III (Figura 25.C) se hallaron tres especies siendo la más abundante *M. pigra* con 261 semillas, mientras que las especies *G. ulmifolia* y *Solanum sp.* presentaron tres ejemplares cada una. En la parcela IV (Figura 25.D) se hallaron

seis especies siendo la más abundante *M. pigra* con 29 semillas, sólo en esta parcela apareció la especie *S. saman* presentando solo tres ejemplares.

En la parcela V (Figura 25.E) se hallaron cuatro especies siendo la más abundante *M. pigra* con 267 semillas. En la parcela VI (Figura 25.F) se hallaron dos especies, *G. ulmifolia* y *S. trilobata* presentando tres ejemplares cada una. En la parcela VII (Figura 25.G) se hallaron dos especies, *M. pigra* con seis semillas y *A. germinans* que presentó tres ejemplares.

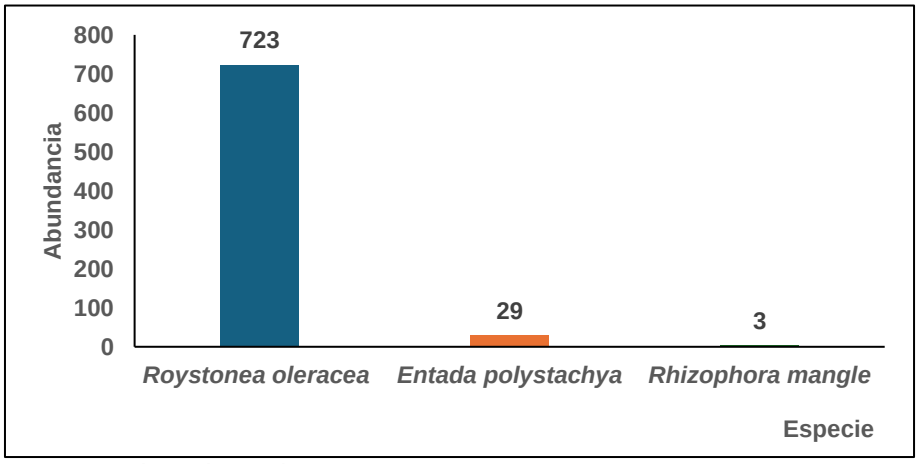
En la parcela VIII (Figura 25.H) se hallaron dos especies, *M. pigra* con 287 semillas y *A. germinans* que presentó solo tres ejemplares. En la parcela IX (Figura 25.I) se hallaron cinco especies siendo la más abundante *M. pigra* con 140 semillas, sólo en esta parcela aparecieron las especies *A. glabra* y *H. tiliaceus* presentando tres ejemplares cada una. En la parcela X (Figura 25.J) se halló una sola especie que fue *M. pigra* presentando 51 semillas.

- Bosque Palmar

En el Bosque Palmar el total de semillas de las especies identificadas del banco de semillas fue de 755 semillas entre tres especies. En la Figura 26 se detalla la abundancia de semillas por especie, siendo la más abundante *R. oleracea* (palma imperial) con 723 semillas. Dos especies menos abundantes y de gran variabilidad respecto a la anterior: *E. polystachya* con 29 semillas y *R. mangle* presentó solo tres semillas.

Figura 26

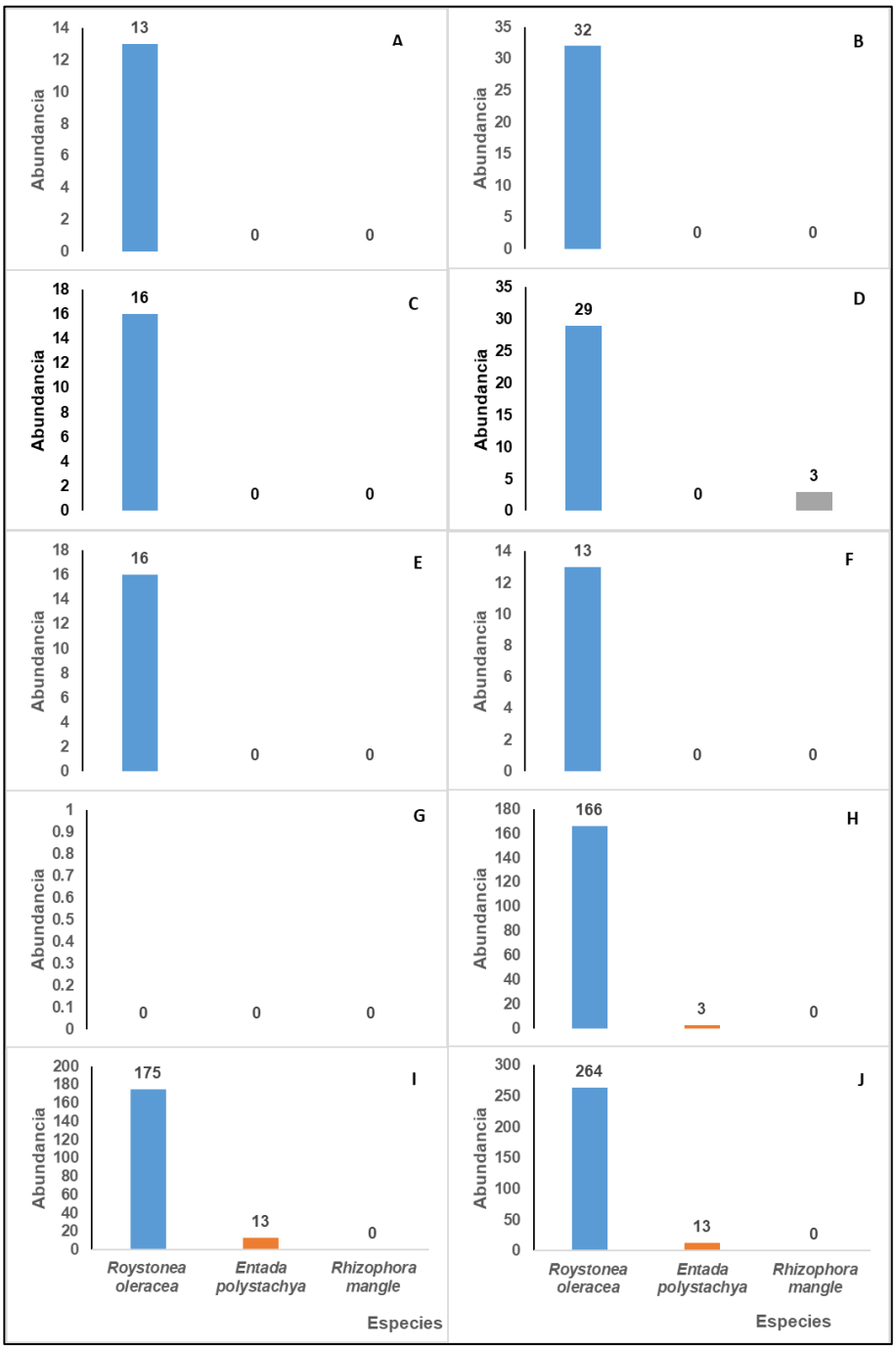
Abundancia de semillas por especie en el Bosque Palmar



Nota. Fuente: Quiroz (2020).

Figura 27

Abundancia de semillas por especies en las parcelas del Bosque Palmar



Nota. parcela I (A); parcela II (B); parcela III (C); parcela IV (D); parcela V (E); parcela VI (F); parcela VII (G); parcela VIII (H); parcela IX (I); parcela X (J). Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 27 se presenta la abundancia de especies en el área de bosque de palmas de las diez parcelas muestreadas aleatoriamente. En las parcelas I, II,

III, V, VI se halló las semillas de una sola especie, *R. oleracea,* con 3, 32, 16, 16 y 13 semillas respectivamente. En la parcela VII (Figura 27.G) no se hallaron semillas.

En la parcela IV (Figura 27.D) se hallaron dos especies, *R. oleracea,* con 29 semillas, y *R. mangle,* con tres ejemplares. En las parcelas VIII, IX y X (Figura 27.H, 27.I y 27.J) se hallaron dos especies, la más abundante, *R. oleracea,* con 166, 175 y 264 semillas respectivamente, y *E. polystachya* con 3, 13 y 13 semillas respectivamente.

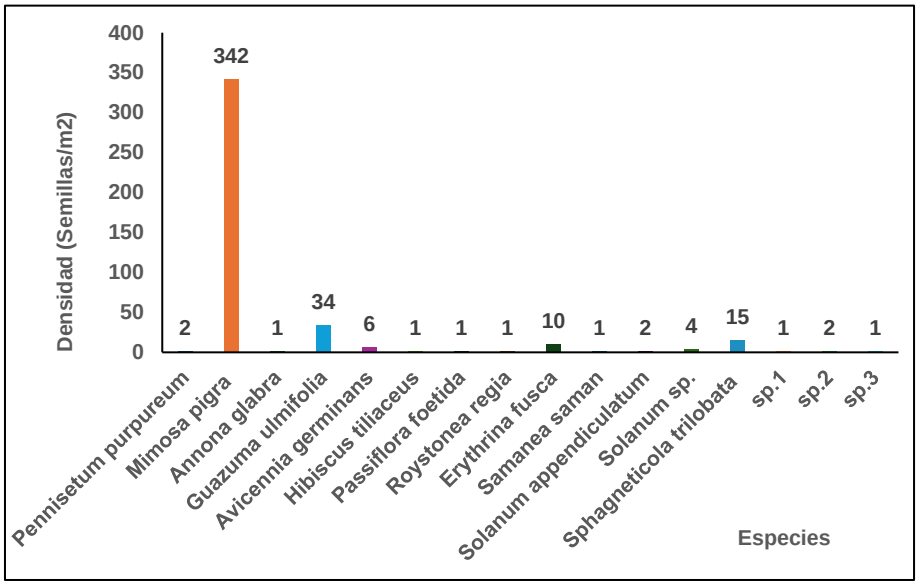
3.2.2. Densidad de semillas por especie.

- Bosque Manglar

En la Figura 28 se presenta la densidad relativa de semillas por especie en el banco de semillas del área Bosque Manglar, siendo *M. pigra* la especie de mayor densidad con 83,2 %, seguido por *G. ulmifolia* con 8,4 %. El resto de especies presentaron menor densidad, de gran variabilidad con respecto a las dos especies ya mencionadas, obteniendo valores entre el intervalo de 0,1-1,5.

Figura 28

Densidad relativa de semillas por especie en el Bosque Manglar

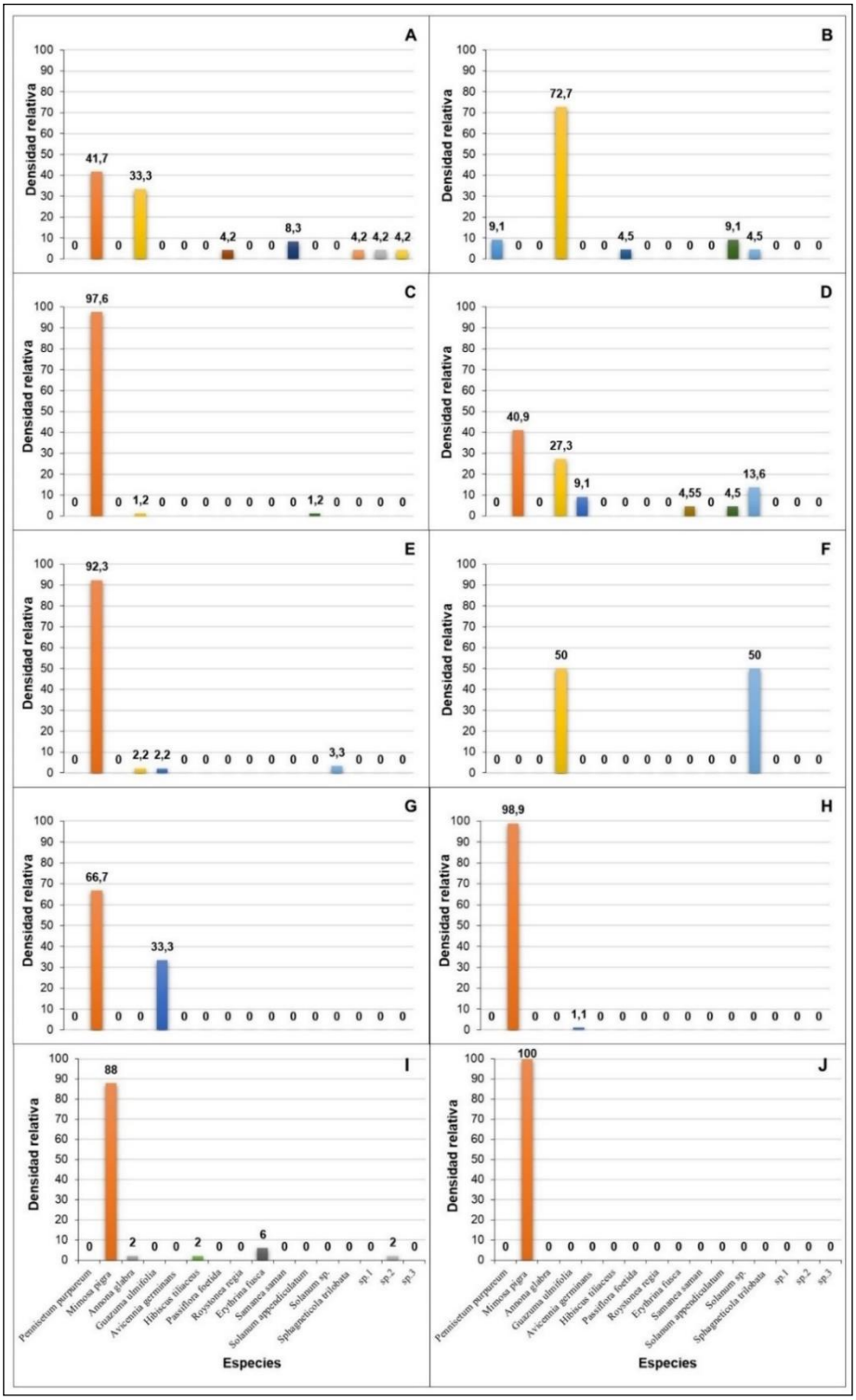


Nota. Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 29 se presenta la densidad relativa de especies obtenida en cada una de las diez parcelas muestreadas aleatoriamente.

Figura 29

Densidad relativa por especies en las parcelas del Bosque Manglar



Nota. Parcela I (A); parcela II (B); parcela III (C); parcela IV (D); parcela V (E); parcela VI (F); parcela VII (G); parcela VIII (H); parcela IX (I); parcela X (J). Fuente: Quiroz (2020)

La especie *M. pigra* se identificó como la especie de mayor densidad en varias parcelas. *M. pigra* obtuvo en la parcela I (Figura 29.A) el 41,7 %, en la parcela III (Figura 29.C) el 97,6 %, en la parcela IV (Figura 29.D) el 40,9 %, en la parcela V (Figura 29.E) el 92.3 %, en la parcela VII (Figura 29.G) el 66,7 %, en la parcela VIII (Figura 29.H) el 98,9 %, en la parcela IX (Figura 29.I) el 88 % y en la parcela X (Figura 29.J) el 100%, al ser la única especie encontrada en esta parcela.

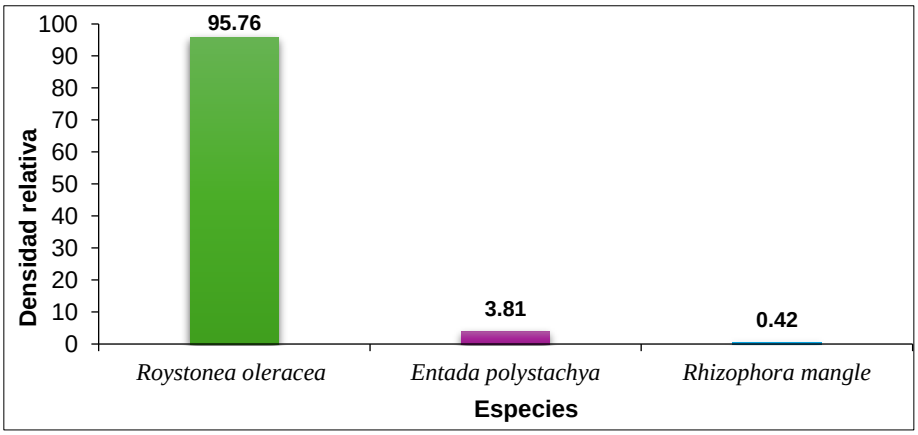
En la parcela II (Figura 29.B) la especie *G. ulmifolia* resultó la más densa con 72,7 %. Además, esta especie resultó la segunda más densa en varias parcelas como la parcela I con 33,3 % y la parcela IV con 27,3 %. En la parcela VI (Figura 29.F) tanto la especie *G. ulmifolia* como *S. trilobata* presentaron un 50% del valor de densidad.

- Bosque Palmar

En la Figura 30 se presenta la densidad relativa de semillas por especie en el área, siendo *R. oleracea* la especie de mayor densidad, con 95,76 %, seguida por *E. polystachya* con 3,81 % y *R. mangle*, la especie de menor densidad, con 0,42 %.

Figura 30

Densidad relativa de semillas por especie en el Bosque Palmar



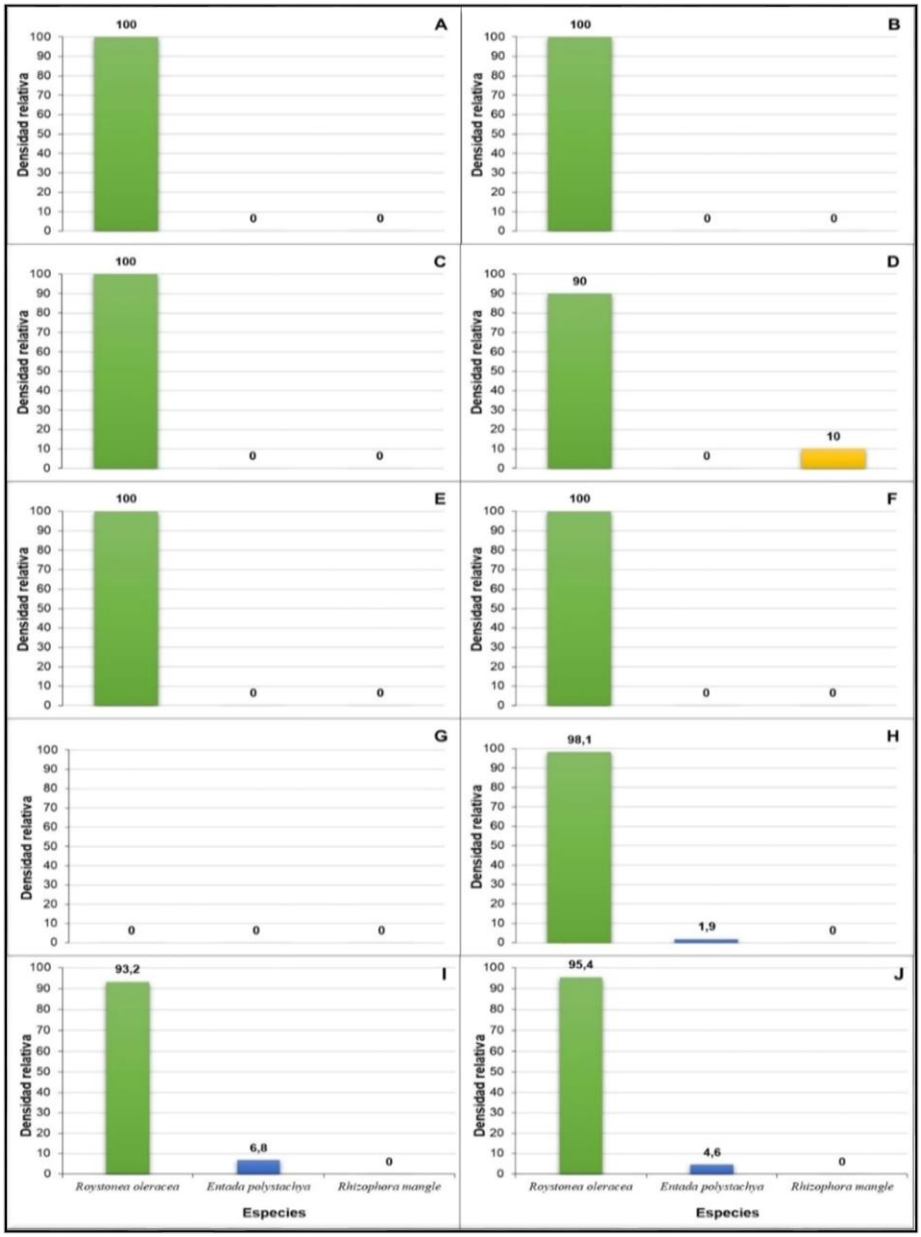
Nota. Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 31 se presenta la densidad relativa de especies presentes en el banco de semillas de las diez parcelas muestreadas aleatoriamente del Bosque Palmar. En las parcelas I, II, III, V, VI, la especie *R. oleracea* representa el 100 % de la densidad al ser la única especie encontrada. En la parcela IV (Figura 31.D)

la especie *R. oleracea* obtuvo la mayor densidad con 90 % y *R. mangle* obtuvo el 10 %. En las parcelas VIII, IX y X (Figuras 31.H, 31.I, 31.J) la especie de mayor densidad fue *R. oleracea* con 98,1, 93,2 y 95,4 % respectivamente y *E. polystachya* obtuvo 1,9, 6,8 y 4,6 % respectivamente.

Figura 31

Densidad relativa de semillas por especie en las parcelas del Bosque Palmar



Nota. Parcela I (A); parcela II (B); parcela III (C); parcela IV (D); parcela V (E); parcela VI (F); parcela VII (G); parcela VIII (H); parcela IX (I); parcela X (J). Fuente: Quiroz (2020).

3.2.3. Frecuencia de Semillas por Especie

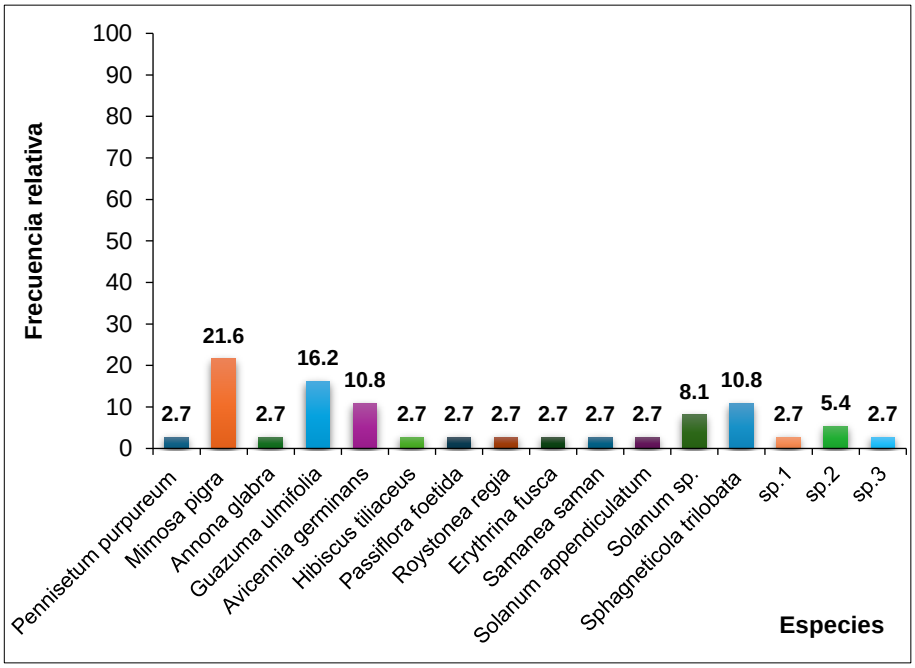
- Bosque Manglar

En la Figura 32 se presenta la frecuencia relativa de las especies presentes en el banco de semillas del Bosque Manglar, siendo *M. pigra* la especie de mayor frecuencia con 21,6 %, seguida por *G. ulmifolia* con 16,2 %.

Las especies *A. germinans* y *S. appendiculatum* presentaron valores más bajos de frecuencia con 10,8%, seguidas por *Solanum sp.* con 8,1 % y *sp.2* con 5,4 %. El resto de especies obtuvo la menor frecuencia con 2,7 % ya que se halló un solo ejemplar por especie dentro del área muestreada.

Figura 32

Frecuencia relativa de semillas por especie en el Bosque Manglar



Nota. Fuente: Quiroz (2020).

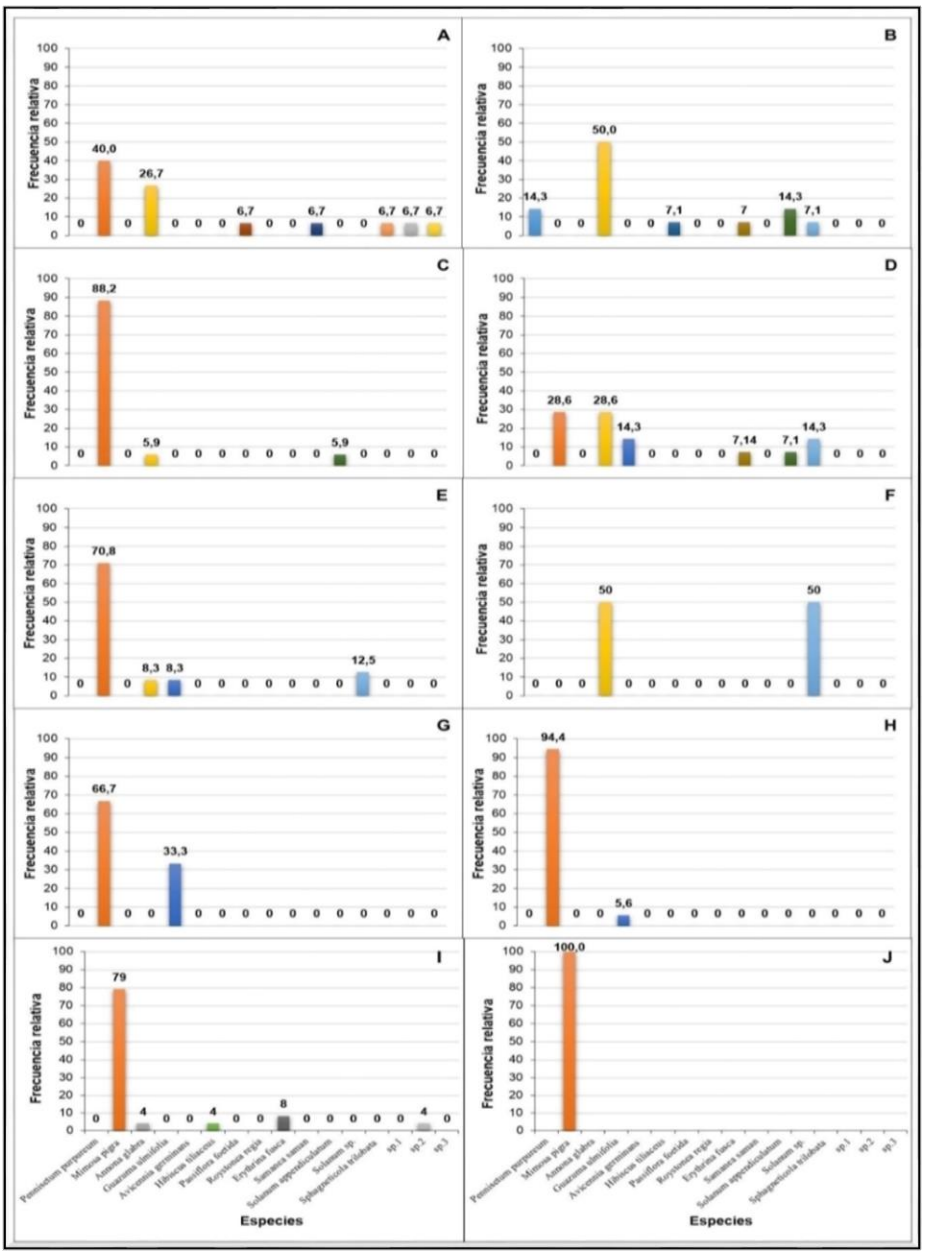
En la Figura 33, se presenta frecuencia relativa de especies en el banco de semillas del Bosque Manglar, obtenida en las diez parcelas muestreadas aleatoriamente. Se determinó que la especie *M. pigra* es la que se presenta con mayor frecuencia en la mayoría de parcelas.

En la parcela I (Figura 33.A) se determinó que la especie *M. pigra* presenta la mayor frecuencia con 40 %, seguido por *G. ulmifolia* con 26,7 %. En la parcela II

(Figura 33.B) la especie más frecuente fue *G. ulmifolia* con 50 % seguido por *P. purpureum* y *Solanum sp.* con 14,3 %. En la parcela III (Figura 33.C), la especie *M. pigra* fue la más frecuente con 88,2 %.

Figura 33

Frecuencia relativa por especies en las parcelas del Bosque Manglar



Nota. Parcela I (A); parcela II (B); parcela III (C); parcela IV (D); parcela V (E); parcela VI (F); parcela VII (G); parcela VIII (H); parcela IX (I); parcela X (J). Fuente: Quiroz (2020).

En la parcela IV (Figura 33.D) las especies más frecuentes fueron *M. pigra* y *G. ulmifolia* con 28,6 %, seguidas por las especies *A. germinans* y *S. trilobata* con 14,3 %. En la parcela V (Figura 33.E) la especie de mayor frecuencia fue *M. pigra* con 70,8 %, seguido por la especie *S. trilobata* con 12,5 %. En la parcela VI (Figura 33.F) las especies *G. ulmifolia* y *S. trilobata* obtuvieron una frecuencia del 50 % cada una.

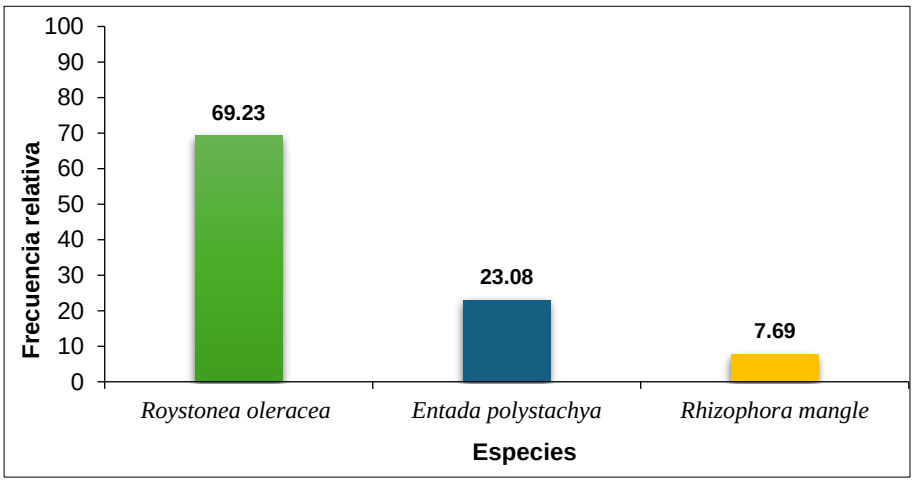
En la parcela VII y VIII (Figuras 33.G y 33.H) la especie más frecuente fue *M. pigra* con 66,7 % y 94,4 % respectivamente, seguidas por *A. germinans* con 33,3 % y 5,6 % respectivamente. En la parcela IX (Figura 33.I) la especie *M. pigra* presentó la mayor frecuencia con 79 %, seguida por *E. fusca* con 8 %. En la parcela X (Figura 33.J) la especie *M. pigra* obtuvo una frecuencia del 100 % al ser la única especie hallada en esta parcela

- Bosque Palmar

En la Figura 34 se presenta la frecuencia relativa de semillas por especie en el área, siendo *R. oleracea* la especie de mayor frecuencia con 69,23 %, seguida por *E. polystachya* con 23,08 % y *R. mangle*, resultó la especie menos frecuente, con 7,69 %.

Figura 34

Frecuencia relativa de semillas por especie en el Bosque Palmar



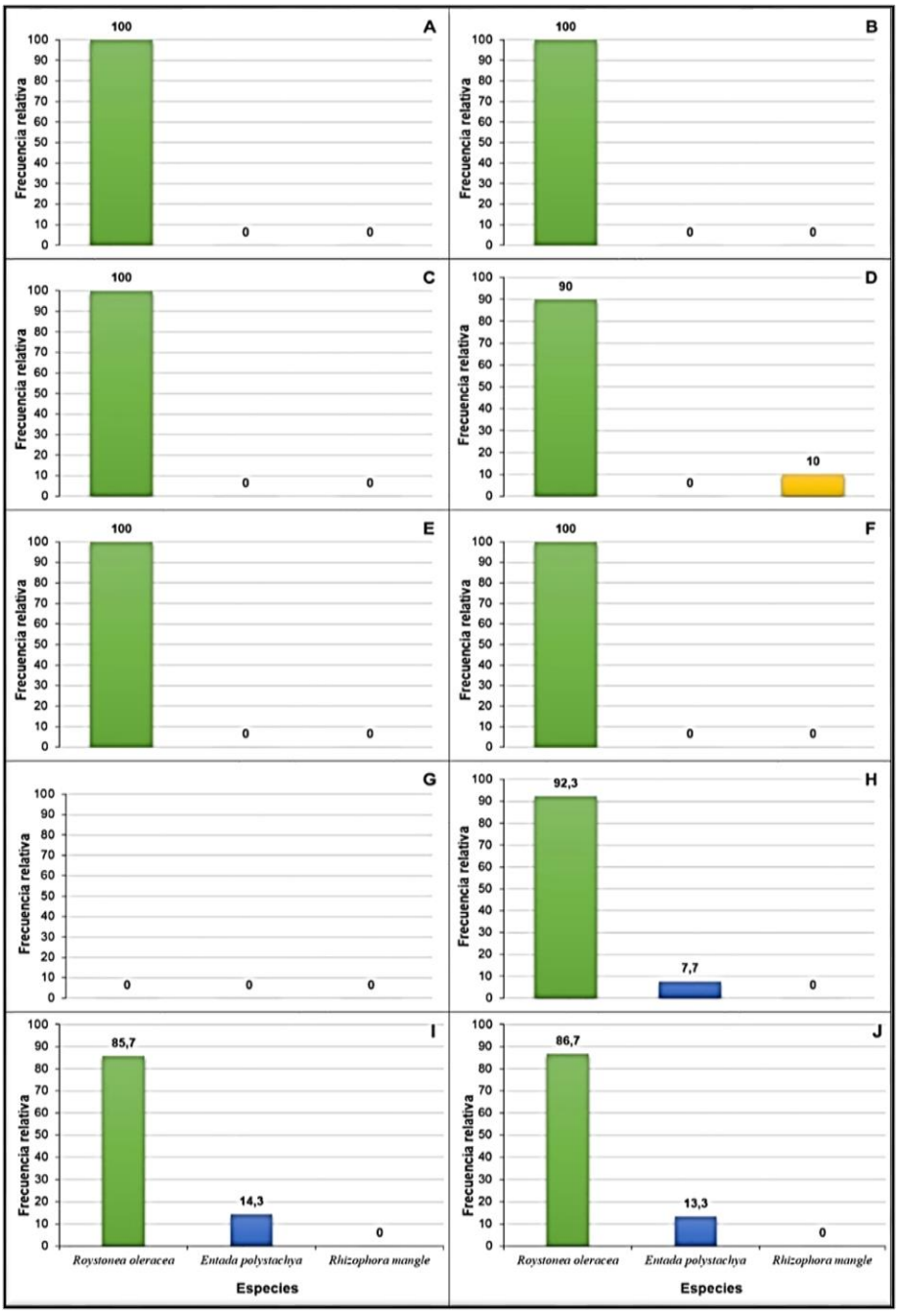
Nota. Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 35 se presenta la frecuencia relativa de especies en el área de alta densidad de palma en las diez parcelas muestreadas aleatoriamente. La especie

R. oleracea es la que se presenta con mayor frecuencia en la mayoría de parcelas.

Figura 35

Frecuencia relativa de semillas por especie en las parcelas del Bosque Palmar



Nota. Parcela I (A); parcela II (B); parcela III (C); parcela IV (D); parcela V (E); parcela VI (F); parcela VII (G); parcela VIII (H); parcela IX (I); parcela X (J). Fuente: Quiroz (2020).

En las parcelas I, II, III, V, VI, la especie *R. oleracea* representa el 100 % de la frecuencia al ser la única especie encontrada. En la parcela IV (Figura 35.D) la especie *R. oleracea* obtuvo la mayor frecuencia con 90 % y *R. mangle* obtuvo el 10 %. En las parcelas VIII, IX y X (Figura 35.H, 35.I, 35.J) la especie más frecuente fue *R. oleracea* con 92,3, 85,7 y 86,7 % respectivamente y *E. Polystachya* obtuvo 7,7, 14,3 y 13,3 % respectivamente.

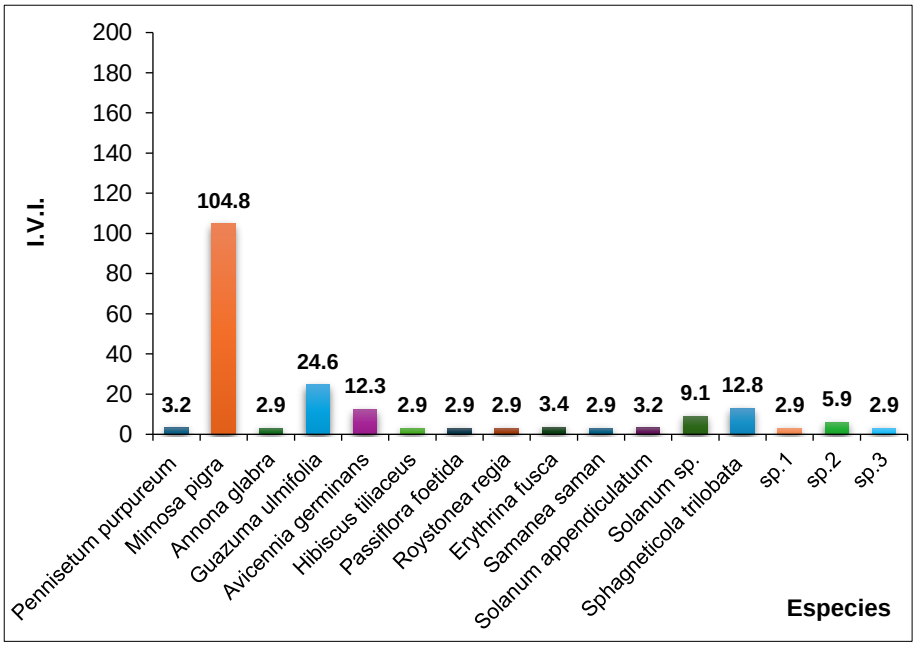
3.2.1. Índice de valor de importancia (I.V.I.$_{200}$).

- Bosque Manglar

El I.V.I. de las especies presentes en el banco de semillas del área del Bosque Manglar indico que la especie de mayor importancia es *M. pigra* con I.V.I. de 104,8, seguido por *G. ulmifolia* con I.V.I. 24,6. Siete especies obtuvieron 2,9 como valor de importancia, siendo este el valor más bajo, las especies fueron: *A. glabra, H. tiliaceus, P. foetida, R. regia, S. saman, sp.1* y *sp.3* (Figura 36).

Figura 36

Índice de valor de importancia por especie en el Bosque Manglar



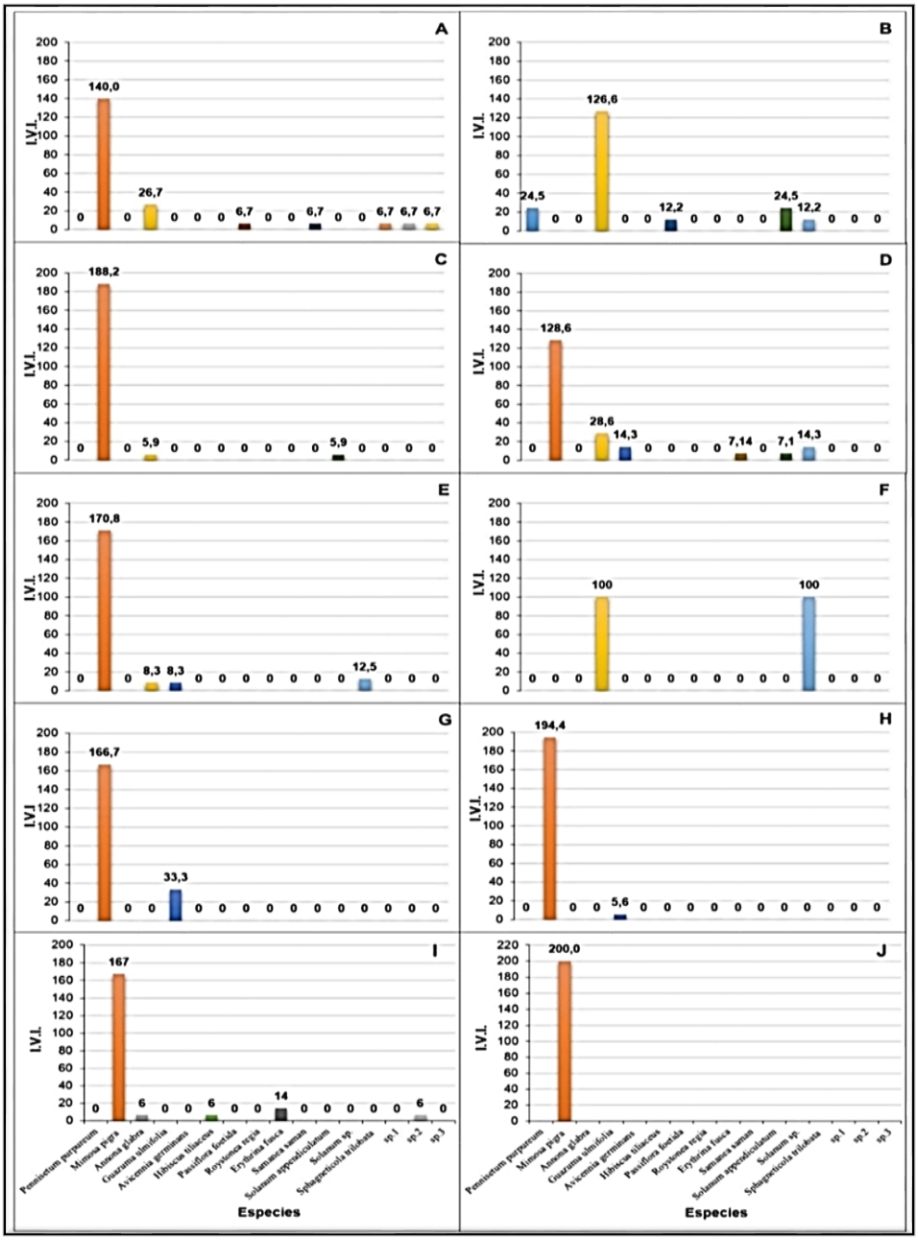
Nota. Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 37 se presenta el I.V.I. de las especies presentes en el banco de semillas en cada una de las parcelas del Bosque Manglar. La especie de mayor importancia dentro de cada parcela muestreada es *M. pigra*, en la parcela I

(Figura 37.A) con I.V.I. 140, en la parcela II (Figura 37.B) con I.V.I. 126,6, en la parcela III (Figura 37.C) con I.V.I. 188,2.

Figura 37

Índice de valor de importancia por especie en las parcelas del Bosque Manglar



Nota. Parcela I (A); parcela II (B); parcela III (C); parcela IV (D); parcela V (E); parcela VI (F); parcela VII (G); parcela VIII (H); parcela IX (I); parcela X (J). Fuente: Quiroz (2020).

En la parcela IV (Figura 37.D) *M. pigra* sigue siendo la especie de mayor importancia con 128,6, en la parcela V (Figura 37.E) con I.V.I. 170,8, en la

parcela VI (Figura 37.F) las especies *G. ulmifolia* y *S. trilobata* obtuvieron una importancia del 100 % cada una. En la parcela VII (Figura 37.G) *M. pigra* sigue siendo la especie de mayor importancia con 166,7, en la parcela VIII (Figura 37.H) con IVI 194,4, en la parcela IX (Figura 37.I) con I.V.I. 110, en la parcela X (Figura 37.J) con I.V.I. 176.

Las especies con los valores más bajos de importancia fueron: en la parcela I (Figura 37.A), *R. regia*, *S. appendiculatum*, *sp.1*, *sp.2* y *sp.3*, con I.V.I. 6,7 cada una; en la parcela II (Figura 37.B) *P. foetida* y *S. trilobata* con I.V.I. 7, en la parcela III (Figura 37.C) *G. ulmifolia* y *Solanum sp*. con I.V.I. 5,9 cada una; en la parcela IV (Figura 37.D) *Solanum sp*. con 7.1.

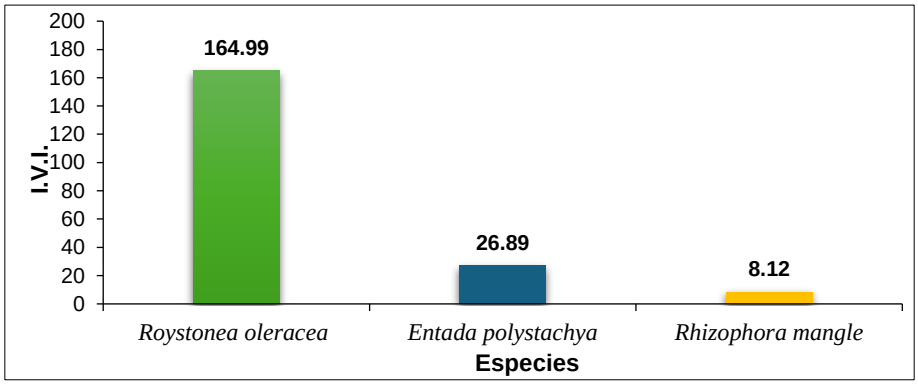
En la parcela V (Figura 37.E) *G. ulmifolia* y *A. germinans* son las especies de menor valor de importancia con 8,3; en la parcela VII (Figura 37.G) y *A. germinans* con 33,3; en la parcela VIII (Figura 37.H) y varias especies con IVI 6; en la parcela IX (Figura 37.I). Varias especies resultaron de menor importancia con 3, entre ellas *P. purpureum, P. foetida, R. regia, S. saman, S. appendiculatum, sp.1 y sp.2*; en la parcela X (Figura 37.J).

- Bosque Palmar

El I.V.I. de las especies presentes en el banco de semillas del Bosque Palmar mostró que la especie de mayor importancia es *R. oleracea* con 164,99, seguida por *E. polystachya* con I.V.I. 26,89 y la especie de menor importancia fue *R. mangle* con I.V.I. 8,12 (Figura 38).

Figura 38

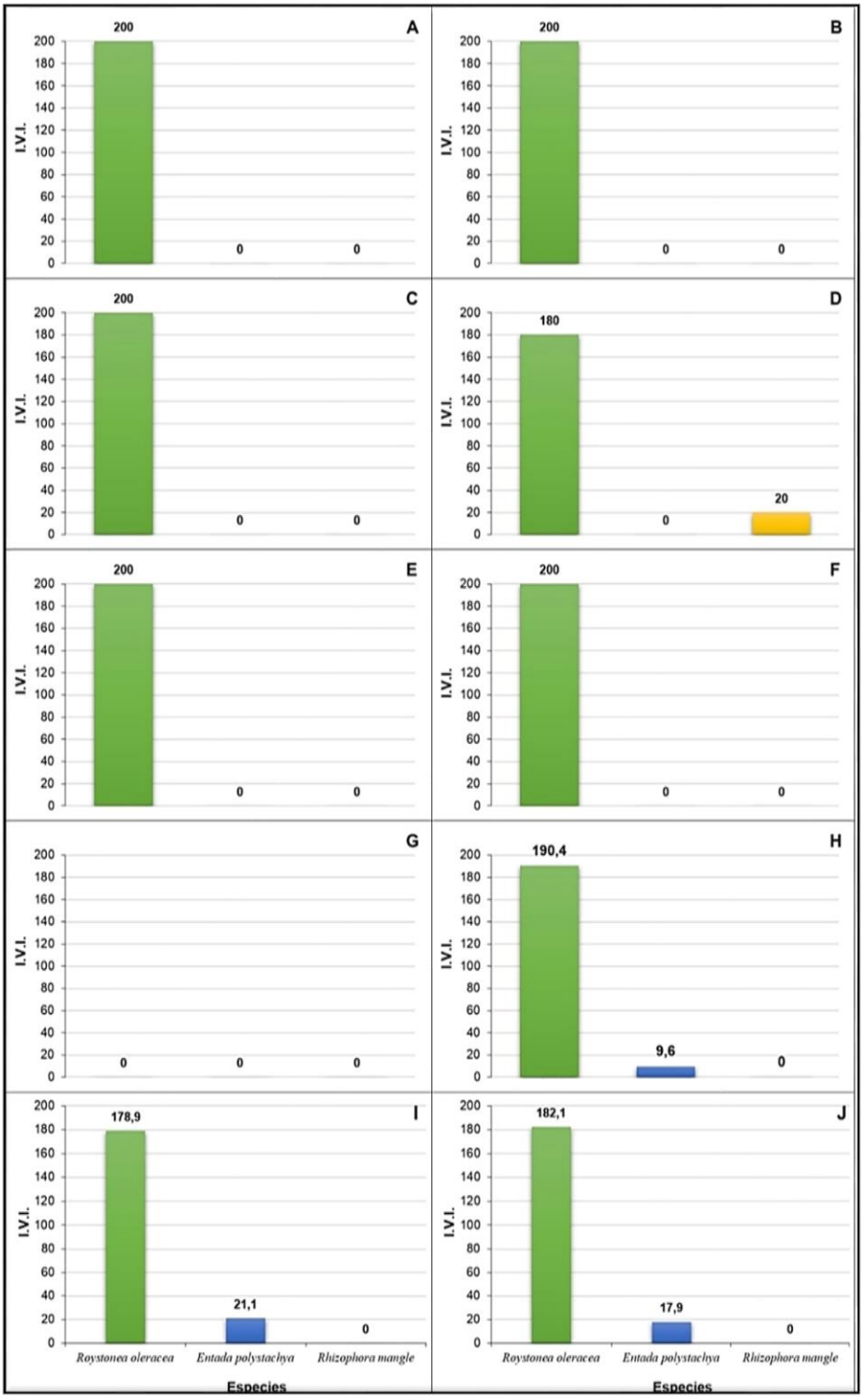
Índice de valor de importancia por especie en el Bosque Palmar



Nota. Fuente: Quiroz (2020).

Figura 39

Índice de valor de importancia por especie en las parcelas del Bosque Palmar



Nota. parcela I (A); parcela II (B); parcela III (C); parcela IV (D); parcela V (E); parcela VI (F); parcela VII (G); parcela VIII (H); parcela IX (I); parcela X (J). Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 39 se presenta el I.V.I. obtenido por especie en cada una de las parcelas dentro del área de alta densidad. La especie de mayor importancia dentro de cada parcela muestreada es *R. oleracea*, en las parcelas I, II, III, V Y VI (Figuras 39.A, 39.B, 39.C, 39.E, 39.F) con I.V.I. 200 en cada una.

En la parcela IV (Figura 39.D) *R. oleracea* sigue siendo la especie de mayor importancia con 180; en la parcela VIII (Figura 39.H), con I.V.I. 190,4; en la parcela IX (Figura 39.I), con I.V.I. 178,9; en la parcela X (Figura 39.J) con IVI 182,1.

3.3. Riqueza, equidad y diversidad del banco de semillas en los bosques manglar y palmar

En la Tabla 12 se presentan los valores de riqueza (número de especies), de diversidad (Margalef y Shannon-Wiener) y de equidad (Simpson y Pielou) del banco de semillas por cada área de estudio. La mayor riqueza de especies se registró en el área de Bosque Manglar, donde se identificaron 13 especies (no se consideraron las tres especies que no fueron identificadas), mientras que en el Bosque Palmar se registró una riqueza de tres especies, todas identificadas.

La diversidad de Margalef fue 2,49 en el Bosque Manglar y en el Bosque Palmar fue mayor con 2,81. La diversidad de Shannon-Wiener fue mayor en el Bosque Manglar con 0.765 en comparación con el obtenido para el Bosque Palmar de 0.189. La equidad de Simpson fue 0,7 en el Bosque Manglar y 0,919 en el Bosque Palmar, mientras que la equidad de Pielou fue mayor en el área de Bosque Manglar con 0,276 en relación con 0,172 obtenido en el Bosque Palmar.

Tabla 12

Riqueza, equidad y diversidad del banco de semillas

Índice	Variable	Bosque Manglar	Bosque Palmar
Riqueza de especies	N° de especies	13	3
Margalef	Diversidad	2.49	2.81
Shannon W. (H')	Diversidad	0.765	0.189
Simpson (E)	Equidad	0.700	0.919
Pielou (J')	Equidad	0.276	0.172

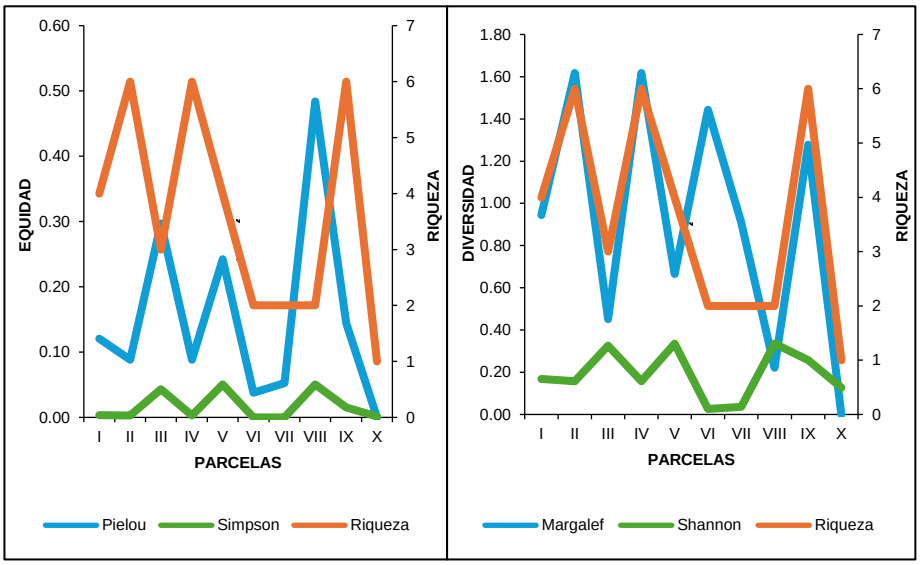
Nota. Fuente: Quiroz (2020).

Los valores de riqueza, equidad y diversidad de las especies encontradas en el banco de semillas del Bosque Manglar se observan en la Figura 40. Las parcelas II, IV y IX presentaron el mayor y mismo valor de riqueza de especies (seis), y los valores más bajos de riqueza se presentaron en la parcela X en la que se halló un solo ejemplar (Figura 40a).

Así mismo se observa que la parcela VIII presentó el mayor valor del índice de equidad de Pielou de 0,484 y un índice de equidad de Simpson 0,05. La parcela VI presentó el menor valor del índice de equidad de Pielou de 0,03 y un índice de equidad de Simpson 2.43865E-05.

Figura 40

Riqueza, diversidad y equidad de especies en el banco de semillas de las parcelas del Bosque Manglar



Nota. Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 40b se observa que la parcela II presentó el mayor valor del índice de diversidad de Margalef de 1,62 y el menor valor lo obtuvo la parcela X con cero. La parcela V presentó el mayor valor del índice de diversidad de Shannon-Wiener para el banco de semillas con 0,335 y el menor valor lo obtuvo la parcela VI con 0,026.

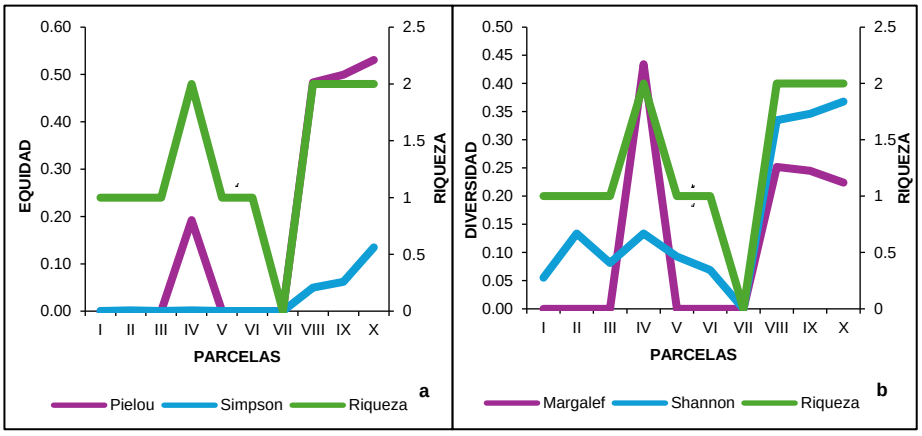
Los valores de riqueza, equidad y diversidad de especies encontradas en el banco de semillas del Bosque Palmar se observan en la Figura 41. Las parcelas IV, VIII, IX y X presentaron el mayor y mismo valor de riqueza de especies con

solo dos, mientras que los valores más bajos de riqueza se presentaron en el resto de parcelas en las que se halló un solo ejemplar, a excepción de la parcela VII dónde no se hallaron semillas en las muestras (Figura 41a).

La parcela X presentó el mayor valor de equidad, con un índice de equidad de Pielou 0,53 y un índice de equidad de Simpson 0,13. Las parcelas I, II, III, V, VI y VII presentaron el menor valor de equidad, con un índice de equidad de Pielou y de Simpson igual a 0.

Figura 41

Riqueza, diversidad y equidad de especies en el banco de semillas de las parcelas del Bosque Palmar



Nota. Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 41b se observa que la parcela IV presentó el mayor valor de diversidad, con un índice de diversidad de Margalef de 0,4; las parcelas I, II, III, V, VI y VII presentaron el menor valor de diversidad de Margalef, con cero. La parcela X presentó el mayor valor del índice de diversidad de Shannon-Wiener con 0,368 y el menor valor lo obtuvo la parcela I con 0,055.

3.4. Patrón de dispersión del banco de semillas en los Bosques Manglar y Palmar

En la Tabla 13, se presenta el patrón de dispersión de las semillas de las especies identificadas en las áreas experimentales del Bosque Manglar y Bosque Palmar en la isla Santay según el Índice de Morisita (Iδ). Según los resultados de este índice obtenido por especie (Iδ), predominó el patrón de dispersión agrupada en ambas áreas de estudio, y ninguna de las especies

presentes en el banco de semillas mostró un patrón de dispersión uniforme o aleatoria.

En el área de Bosque Manglar las especies *A. glabra, H. tiliaceus, P. foetida, R. regia, S. saman, Sp.1, Sp.2 y Sp.3* presentaron un índice de 0 por tanto, no fue posible identificar su patrón de dispersión, esto se debe a que la abundancia de estas especies fue baja, varió en el rango de 1-3 semillas. De igual forma, en el área de Bosque Palmar, la especie *R. mangle* presentó un índice de 0; por tanto, no fue posible identificar su patrón de dispersión.

Tabla 13

Patrón de dispersión de las semillas de las especies en las áreas de estudio

Área	Especies	(Iδ)	Patrón		
			Uniforme	Aleatoria	Agrupada
Bosque Manglar	*Pennisetum purpureum*	10,00			x
	Mimosa pigra	2,11			x
	Annona glabra	0,00			
	Guazuma ulmifolia	2,92			x
	Avicennia germinans	1,33			x
	Hibiscus tiliaceus	0,00			
	Passiflora foetida	0,00			
	Roystonea regia	0,00			
	Erythrina fusca	10,00			x
	Samanea saman	0,00			
	Solanum appendiculatum	10,00			x
	Solanum sp.	1,67			x
	Sphagneticola trilobata	2,14			x
	Sp.1	0,00			
	Sp.2	0,00			
	Sp.3	0,00			
Bosque Palmar	*Roystonea oleracea*	2,47			x
	Entada polystachya	3,33			x
	Rhizophora mangle	0,00			

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

3.5. Análisis estadístico

3.5.1. Test U de Mann-Whitney

En la Tabla 14 se presenta la comparación estadística entre el Bosque Manglar y Palmar de los valores promedio de las características abundancia, densidad,

frecuencia e índice de valor de importancia de los bancos de semillas mediante el test no paramétrico de U de Mann-Whitney.

En la variable abundancia se obtuvo un valor crítico de 0.3571, debido a que el valor p es mayor al nivel de significancia (0.05) se concluye que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, debido a que las medianas de las abundancias de semillas de las especies presentes en el banco de semillas de las áreas de estudio son iguales.

Tabla 14

Comparación estadística de áreas por variable

Variable	Mediana (BP)	DE (BP)	Mediana (BM)	DE (BM)	W	p(2 colas)
Abundancia	79	128,23	25,31	83,51	38,5	0,3571
Densidad	33,33	54,1	6,25	20,62	43,0	0,1651
Frecuencia	33,33	32,0	6,25	5,81	49,0	0,0310
I.VI.	66,67	85,67	12,50	25,33	48,00	0,0475

Nota. Bosque Palmar (BP), Bosque Manglar (BM). Fuente: Quiroz (2020).

Igualmente, con la variable densidad relativa se obtuvo un valor crítico de 0,1651 (Tabla 14), mayor al valor p crítico de significancia (0,05), por lo que se concluye que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula debido a que las medianas de las densidades de especies presentes en los bancos de semillas de las áreas de estudio son iguales.

En cuanto a la variable frecuencia relativa se obtuvo un valor crítico de 0,0310, el cual es menor que el valor p crítico de significancia (0,05), indicando que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula ya que las medianas de las frecuencias relativas de aparición de las especies presentes en el banco de semillas de las áreas de estudio son diferentes.

En la variable Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) se obtuvo un valor crítico de 0,0475, debido a que el valor p es menor al nivel de significancia (0,05) se concluye que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, debido a que las medianas de los I.V.I. de las especies presentes en el banco de semillas de las áreas experimentales son diferentes.

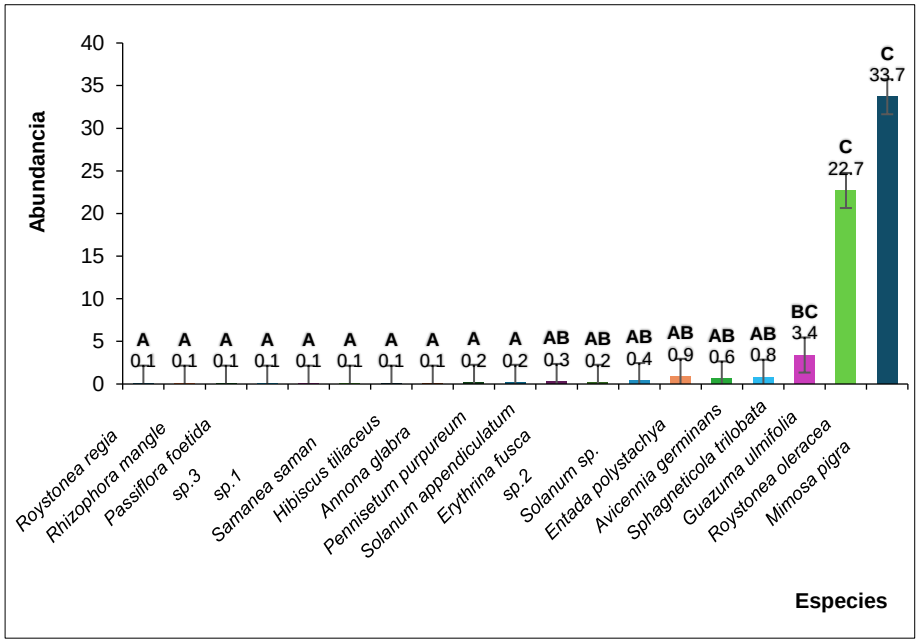
3.5.2. Test de Kruskal-Wallis

En la Figura 42 se presenta los resultados del test Kruskal-Wallis bajo un valor de significancia de 0,05, aplicado para comparar la abundancia de las semillas por especies. En esta variable se obtuvo un valor p de 0.0001, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

La especie *M. pigra* es significativamente más abundante que las demás especies con un número promedio de 33.7. Las especies *R. regia, R. mangle, P. foetida, S. saman, H. tiliaceus, A. glabra, P. purpureum, S. appendiculatum, sp.3* y *sp.1* son significativamente menos abundante que las demás especies con un número promedio de 0.1.

Figura 42

Comparación de la abundancia de semillas por especies presentes en el banco de semillas de ambas áreas de estudio



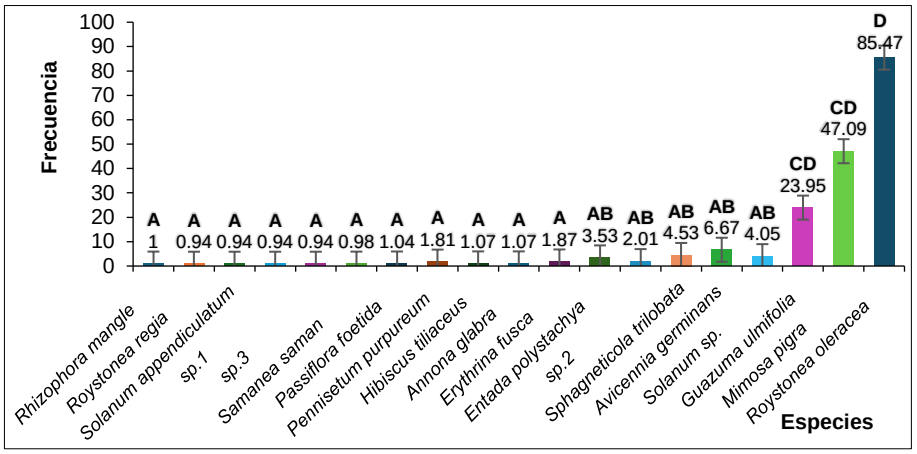
Nota. Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 43 se presentan los resultados de la prueba Kruskal-Wallis bajo un valor de significancia de 0,05, aplicada para comparar la densidad relativa de las semillas por especies. En esta variable se obtuvo un valor p de 0,0001, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.La especie *R. oleracea* es significativamente más densa que las demás especies con un

promedio de 87,67. Las especies *A. glabra* y *H. tiliaceus* son significativamente menores que las demás especies con un promedio de 0,2.

Figura 43

Comparación de la densidad de semillas por especies presentes en el banco de semillas de ambas áreas de estudio

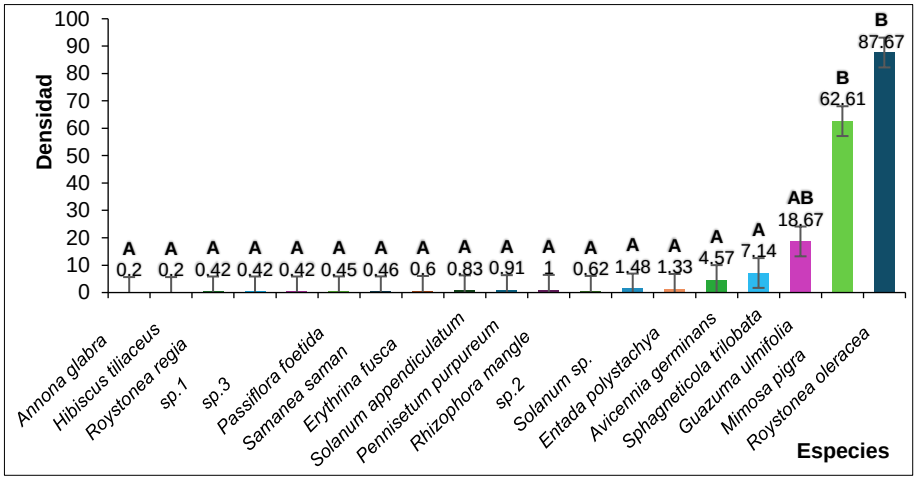


Nota. Fuente: Quiroz (2020).

En la Figura 44 se presenta los resultados de la prueba Kruskal-Wallis bajo un valor de significancia de 0,05, aplicado para comparar la frecuencia relativa de las semillas por especies. En esta variable se obtuvo un valor p de 0,0001, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Figura 44

Comparación de la frecuencia de aparición de semillas por especies presentes en ambas áreas de estudio



Nota. Fuente: Quiroz (2020).

La especie *R. oleracea* es significativamente más frecuente que las demás especies con un promedio de 85,47. Las especies *R. regia, S. appendiculatum, sp.1* y *sp.3* son significativamente menos frecuente que las demás especies con un promedio de 0,94.

4. Discusión

En las áreas de Bosque Manglar y Bosque Palmar evaluadas en la isla Santay se obtuvo un total de 2044 semillas de 16 especies identificadas y tres no identificadas, siendo el área de Bosque Manglar la que presentó mayor cantidad de especies. Muñoz et al. (2017) señalan una abundancia total de semillas presentes en el banco de semillas de humedales urbanos de Bogotá similares.

La abundancia de semillas en el área de Bosque Manglar totalizó 1289 semillas, de las cuales, la especie más abundante fue: *M. pigra* con 1073 semillas, que además fue la especie más densa y frecuente con una densidad de 83,2 % y frecuencia de 21,6 %. En el área de Bosque Palmar se obtuvo un total de 754 semillas, siendo *R. oleracea* con 723 semillas la especie más abundante, asimismo la especie más densa y frecuente con una densidad de 95,76 % y frecuencia de 69,23 %.

En la composición florística de humedales costeros de Veracruz, México, Moreno Casasola et al. (2010), reportan la presencia de varias de las especies presentes en el banco de semillas de nuestras áreas experimentales, como *Mimosa pigra*, *Sphagneticola trilobata*, las cuales también forman parte de las especies mencionadas en el listado florístico presentado por Santander (2020) y Hernández Rosas et al. (2025) en el Bosque Manglar y/o Bosque palmar en isla Santay.

López (2018), encontró mayor cantidad de semillas en cada una de las áreas evaluadas en su estudio, con 681 y 961 semillas en total en los Bosques Denso (alta perturbación) y Poco Denso (baja perturbación) de Palma respectivamente. La especie de mayor abundancia, densidad y frecuencia en el Bosque Poco Denso de Palmas fue *S. trilobata* con 588 semillas, una densidad de 61,18 % y frecuencia de 22,22 %, mientras que la especie de mayor abundancia, densidad

y frecuencia en el Bosque Denso de Palmas fue *S. trilobata* con 452 semillas, 66,4 % y 23,26 % de densidad y frecuencia respectivamente.

La abundancia y densidad de semillas presentes en nuestras áreas experimentales no mostraron diferencias significativas entre sí, mientras que la frecuencia de aparición de semillas en el banco de semillas sí presentó diferencias significativas.

En el área de Bosque Manglar la especie que presentó el mayor número de semillas fue *M. pigra* con 1073, y en el área de Bosque Palmar la especie con el mayor número de semillas fue *R. oleracea* con 723 en un área de 0,5 ha. Sin embargo, López (2018) indica en su estudio, que solo registró cuatro semillas de *R. oleracea* en el banco de semillas de 0,5 ha del Bosque con alta densidad de palmas, lo cual posiblemente este determinado por la acción de la dinámica de las mareas que en nuestro caso están ausentes. Ya Herrera et al. (2017) determinaron que la abundancia y cobertura de *R. oleracea* en la isla Santay es elevada.

Si consideramos las especies que encontramos en el banco de semillas de los Bosques Manglar y Palmar, y lo comparamos con el listado de especies reportado por López (2018) en el Palmar de Baja Densidad y el Palmar de Alta Densidad, encontramos que comparten un total de seis especies (*S. trilobata*, *M. pigra, E. polystachya, R. oleracea, E. fusca* y *G. ulmifolia*), aproximadamente el 50% de las especies presentes en los bancos e semillas de las cuatro áreas experimentales son comunes y solo una de ellas es considerada como invasora (*R. oleracea*) que es dominante en el Bosque Palmar.

Así mismo, conociendo la composición florística de la vegetación presente tanto en nuestras áreas experimentales (Santander, 2020; Hernandez Rosas et al., 2025) como en las áreas donde López (2018) analiza en banco de semillas (Matamoros, 2018; Méndez, 2018; Hernandez Rosas et al., 2025), tenemos en todos los casos que coincide bastante bien, indicando que posiblemente las intensas actividades antrópicas desarrolladas en el pasado en la superficie de la isla, que redujeron totalmente la cobertura vegetal y la acción de las frecuentes mareas (Lara, 2018; Valdivieso, 2018; Hernandez Rosas et al., 2025) han

generado un pobre desarrollo del banco de semillas, limitado a las especies de plantas presentes en la actualidad (Velosa Caicedo et al., 2018) y que reflejan poca recuperación de la vegetación nativa (Mall et al., 2017).

El número de especies halladas fue menor a las identificadas por Zepeda et al. (2015) quien evaluó el banco de semillas en Ciénega de Chignahupan en humedales del centro de México, en esta zona hallaron 60 especies, con diversidad de plantas de alta tolerancia ecológica. Sin embargo, Muñoz et al. (2017) registraron un total de 22 especies en el banco de semillas de dos humedales urbanos en Bogotá, Colombia, un número de especies bastante similar al reportado en este estudio, que además muestra una dominancia muy marcada, relacionada con la cobertura vegetal presente en la actualidad.

Los valores de equidad, diversidad y riqueza obtenidos en esta investigación difieren con los reportados por López (2018). La equidad de especies obtenida en los bancos de semillas de los Bosques Manglar y Palmar fue mayor a los obtenidos por López, mientras que los valores de la diversidad y riqueza de especies son menores.

Además, la riqueza de especies, diversidad de Shannon Wiener y la equidad de Pielou fueron mayores en el área de Bosque Manglar en comparación al Bosque Palmar, lo cual concuerda con Cárdenas et al. (2002), quienes indican que en áreas con perturbación la abundancia, diversidad y riqueza especies es baja, como es el caso del Bosque Palmar.

Sin embargo, la diversidad de especies presentes en los bancos de semillas de las áreas experimentales del presente estudio, representan valores bajos, al igual que la diversidad de especies presentes en el banco de semillas de dos áreas de isla Santay bajo dos intensidades de perturbación por la presencia de diferentes densidades de *R. oleracea*, reportadas por López (2018), que en todos los casos son inferiores al valor mínimo del índice de Shannon-Wiener de 2 (Smith & Smith, 2007). Esta baja diversidad general, se ve acompañada de una baja riqueza de especies en todas las áreas, que posiblemente estén indicando, que, en toda la isla, se está produciendo un proceso de recuperación de la

vegetación que es susceptible a la expansión de varias plantas exóticas en diferentes sectores de la isla, como lo reporta Hernández Rosas et al. (2025).

En cuanto a la distribución espacial del banco de semillas evaluado mediante el Índice de Morisita se determinó que en ninguna área se presentó distribución aleatoria. En el área de alta densidad de palmas predominó el patrón de distribución agrupada. En el área de vegetación nativa, se presentó tanto distribución agrupada como uniforme. Resultados similares se presentaron en la investigación de López (2018), quien solo obtuvo patrones de distribución agrupada y uniforme.

Bajo la hipótesis de investigación planteada, los resultados obtenidos indican que el banco de semillas del área bajo el Bosque Manglar es diferente al banco de semillas en áreas del Bosque Palmar en el humedal Ramsar de isla Santay.

5. Conclusiones

En el banco de semillas del área del Bosque Manglar y Bosque Palmar ubicadas en el humedal RAMSAR de isla Santay se hallaron 19 especies de semillas, de las cuales 16 fueron identificadas taxonómicamente. En la mayoría de semillas predominaron morfológicamente la forma ovada, superficie lisa, color marrón y alta dureza.

La abundancia y densidad fue similar en ambas áreas de estudio, mientras que la frecuencia es mayor en el área Bosque Palmar. En la evaluación resultó que, la especie *R. oleracea* es la que presentó el mayor Índice de Valor de Importancia (I.V.I), particularmente en el área de Bosque Palmar.

El índice de Morisita indicó que en ninguna área se presentó dispersión aleatoria ni uniforme. En ambas áreas, las especies presentaron un patrón de dispersión agrupada.

La riqueza de especies en el banco de semillas es mayor en el área de Bosque Manglar, la diversidad evaluada mediante el índice de Margalef es mayor en el Bosque Palmar, mientras que el índice de Shannon-Weaver indica que la diversidad es mayor en el Bosque Manglar, siendo baja en ambos bancos de semillas. La equidad en el banco de semillas evaluada mediante el índice de

Simpson es mayor en el Bosque Palmar, mientras que el índice de Pielou indica que es mayor en el Bosque Manglar.