



Caracterización de los visitantes florales y polinizadores de la vegetación en isla Santay

Characterization of floral visitors and pollinators of the vegetation on Santay Island

Caracterização dos visitantes florais e polinizadores da vegetação da Ilha de Santay

Anaís Rodríguez-Cevallos ^I

arcevallos@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-1989-9545>

José Hernández-Rosas ^{II}

johernandezr@ecotec.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-9582-3407>

Correspondencia: johernandezr@ecotec.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 22 de mayo de 2024 * **Aceptado:** 19 de junio de 2024 * **Publicado:** 03 de julio de 2024

- I. Escuela de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, 090104, Guayaquil, Ecuador.
- II. Escuela de Agronomía, Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza, Universidad Tecnológica ECOTEC, 092302, Samborondón, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, 1010A, Caracas, Venezuela.

Resumen

La polinización de la vegetación de isla Santay, representa una interacción provechosa entre su vegetación y visitantes, que confluye con su persistencia y potencial sostenibilidad. La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar los visitantes florales y polinizadores de la vegetación de isla Santay durante los meses de febrero-abril en el año 2021, mediante métodos cualitativos y cuantitativos para la determinación de la importancia y conservación de los más representativos. Este trabajo se realizó durante un periodo de 3 meses, por 4 horas diarias, 2 en el amanecer y 2 en el atardecer (5:30h – 7:30h y 17:00h – 19:00h). Aquí se contabilizaron los visitantes florales en intervalos de tiempo de 15 minutos. Se registraron 69 tipos de polinizadores: 45 insectos y 24 aves. En el caso de los insectos se encuentran agrupados en 7 órdenes, siendo el más representativo el orden Coleoptera, mientras que se encontraron 5 órdenes de aves sobresaliendo el orden Passeriformes. Se presentaron 2434 individuos. Para efectos de la evaluación de la diversidad registrada, el índice de biodiversidad de Margalef, mantuvo un comportamiento similar al expresado por los índices de diversidad de Simpson, Pielou y de Shannon; mostrando que en el área de estudio se presenta una alta biodiversidad de polinizadores.

Palabras clave: Aves; Biodiversidad; Insectos; Visitantes florales.

Abstract

The pollination of the vegetation on Santay Island represents a beneficial interaction between its vegetation and visitors, which converges with its persistence and potential sustainability. The objective of this research was to characterize the floral visitors and pollinators of the vegetation of Santay Island during the months of February-April in 2021, using qualitative and quantitative methods to determine the importance and conservation of the most representative ones. This work was carried out over a period of 3 months, for 4 hours a day, 2 at dawn and 2 at dusk (5:30 a.m. – 7:30 a.m. and 5:00 p.m. – 7:00 p.m.). Here floral visitors were counted in 15-minute time intervals. 69 types of pollinators were recorded: 45 insects and 24 birds. In the case of insects, they are grouped into 7 orders, the most representative being the order Coleoptera, while 5 orders of birds were found, with the order Passeriformes standing out. 2434 individuals showed up. For the purposes of evaluating the recorded diversity, the Margalef biodiversity index maintained a behavior similar to that expressed by the Simpson, Pielou and Shannon diversity indices; showing that in the study area there is a high biodiversity of pollinators.

Keywords: Birds; Biodiversity; Insects; Floral visitors.

Resumo

A polinização da vegetação da Ilha de Santay representa uma interação benéfica entre a sua vegetação e os visitantes, que converge com a sua persistência e potencial sustentabilidade. O objetivo desta investigação foi caracterizar os visitantes florais e polinizadores da vegetação da Ilha de Santay durante os meses de fevereiro a abril de 2021, utilizando métodos qualitativos e quantitativos para determinar a importância e conservação dos mais representativos. Este trabalho foi realizado durante um período de 3 meses, durante 4 horas diárias, 2 ao amanhecer e 2 ao entardecer (5h30 – 7h30 e 17h00 – 19h00). Aqui os visitantes florais foram contados em intervalos de 15 minutos. Foram registados 69 tipos de polinizadores: 45 insetos e 24 aves. No caso dos insetos, estes estão agrupados em 7 ordens, sendo a mais representativa a ordem Coleoptera, enquanto que foram encontradas 5 ordens de aves, destacando-se a ordem Passeriformes. Compareceram 2.434 pessoas. Para efeitos de avaliação da diversidade registada, o índice de biodiversidade de Margalef manteve um comportamento semelhante ao expresso pelos índices de diversidade de Simpson, Pielou e Shannon; mostrando que na área de estudo existe uma elevada biodiversidade de polinizadores.

Palavras-chave: Aves; Biodiversidade; Insetos; Visitantes florais.

Introducción

La interacción planta-polinizador se establece a partir de intereses antagónicos de las partes, convergiendo la mayor parte de las veces, en una relación mutualista que genera beneficio para las plantas y para los polinizadores. Sin embargo, este mutualismo no es cooperativo ni simétrico (Kearns, Inouye y Waser, 1998).

Como resultado de estas interacciones, los individuos pueden verse beneficiados, perjudicados o no ser afectados, dependiendo del contexto en el que ocurran. En general, la mayoría de las interacciones que mantienen las especies se originan a partir de su necesidad de obtener los recursos necesarios para sobrevivir agua, nutrientes o luz, en el caso de las plantas (Boege y del Valdel, 2011).

Las relaciones planta-polinizador son de poca duración, además dependen del periodo de la estación de floración. La densidad relativa de flores y de polinizadores puede variar por estación, al igual como sucede con la estación floral y otra. El efecto neto recíproco de plantas y polinizadores dependerá de la duración y constancia de esa interacción en el tiempo y en el espacio (Guariguata y Kattan, 2002).

Las flores ofrecen a los visitantes polen y néctar (energía), incluso algunas especies también poseen aceites florales, perfumes e incluso resinas que pueden aprovechar los insectos, especialmente las abejas, a cambio de transportar el polen de unas flores a otras, ayudando a la reproducción de las plantas. El polen debido a su abundancia y a su composición química, constituye para los insectos polinizadores una fuente alimentaria de potencial energético elevado (Aguado, Viñuela, y Fereres, 2017).

El mutuo beneficio le confiere estabilidad ecológica y evolutiva a la interacción, lo cual se evidencia en aspectos como: (i) su antigüedad, registrada al menos desde el cretácico (Crane, Friis y Pedersen, 1995); (ii) la gran mayoría de angiospermas depende de vectores bióticos para la polinización, tan solo el 2,7% de éstas utilizan el agua como vector de polen, y el 13% el viento (Buchmann y Nabhan, 1996) cifras que señalan un beneficio para la supervivencia y el éxito reproductivo de las angiospermas derivado de la interacción ecológica con los polinizadores; (iii) las interacciones mutualistas han sido consideradas uno de los factores explicativos de la mayor biodiversidad encontrada en los trópicos comparada con latitudes mayores, señalando la fuerza del proceso ecológico en los procesos de especiación (Schemske, 2009).

En las áreas protegidas de Ecuador las características de la flora han cambiado a lo largo del tiempo como resultado de interacciones con sus polinizadores para incrementar su éxito de reproducción. Se propone que estas peculiaridades de la flora son resultado de los distintos síndromes de polinización. La Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) (2015) informa que, a través de un proyecto el Ministerio del Ambiente del Ecuador, se buscó restablecer las áreas protegidas de la ciudad portuaria a través del tratamiento y saneamiento ambiental de la reserva Manglares El Salado y la promoción del uso responsable y moderado de los recursos de isla Santay e isla del Gallo.

La disminución de las poblaciones y especies en los agroecosistemas y áreas naturales se ha documentado en los últimos años y en todos los continentes (excepto la Antártida), lo que ha generado preocupación general tanto en términos ecológicos como económicos. La investigación

específica ha demostrado que, en los últimos 20 años, la abundancia relativa de algunas especies *Bombus sp.* (Himenóptera, Apidae) en América del Norte ha disminuido hasta en un 96% y en las áreas originales hasta en un 87% (Pantoja et al, 2014).

Se ha encontrado que la llamada crisis de polinizadores o crisis de polinización, se debe a la introducción de especies que compiten o son portadoras de parásitos nuevos para los polinizadores nativos, la presencia de plantas invasoras que cambian la composición florística, la deforestación y el uso intensivo e indiscriminado de agroquímicos (Pantoja et al, 2014).

En la polinización los rasgos que las flores han desarrollado como respuesta a la selección natural impuesta por los diferentes agentes (bióticos o abióticos) encargados del transporte del polen, se denomina síndrome de polinización. En principio todos los rasgos de una flor, incluyendo su forma, tamaño, color, aroma floral, mayor o menor producción de polen y néctar, incluso el momento de la floración parece que obedecen a un síndrome de polinización concreto (Aguado, Viñuela, y Fereres, 2017).

La isla Santay es un lugar de gran riqueza biológica, donde se encuentran diversas especies de plantas y animales que habitan su superficie. En ella, es importante realizar un seguimiento de las diferentes especies para conocer su dinámica y evaluar su desarrollo, con el fin de tomar medidas para preservarlas y reducir las deficiencias que alteran la interacción entre los animales y las plantas.

La escasez de estudios dedicados al análisis de sus recursos naturales de isla Santay, entre los cuales se encuentra las características de la polinización en la vegetación (visitante floral, acción realizada, hora de llegada a la flor, entre otras., en la etapa de floración durante la presencia de los polinizadores), se propone caracterizar el síndrome de polinización de la vegetación de la isla durante los meses de febrero-abril, ya que la isla Santay es uno de los tres Áreas Nacionales de Recreación protegidas en Guayaquil y su preservación es indispensable para la provincia del Guayas y en particular para las ciudades de Guayaquil y Durán.

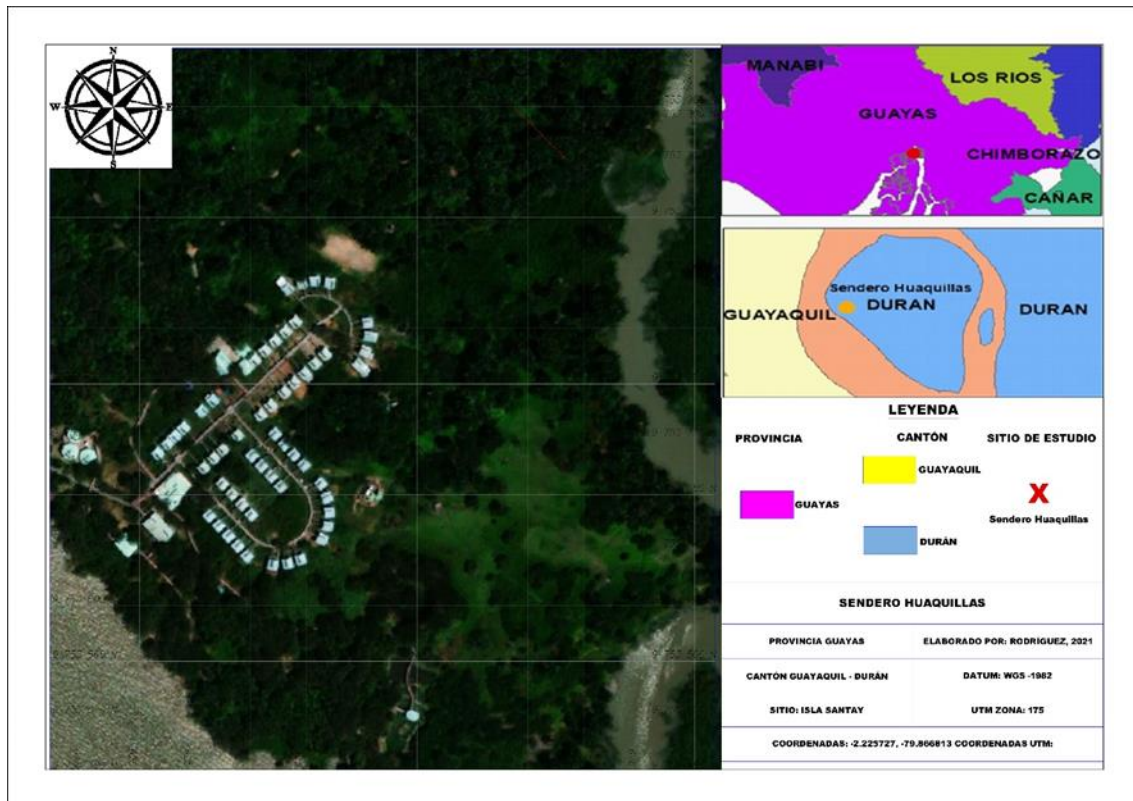
Materiales y métodos

Área de estudio

Las muestras se colectaron en un área con alta densidad de la palma imperial, con más de 120ind/ha, según Herrera et al. (2017), próxima al sendero Huaquillas del Área Nacional de Recreación isla

Santay y El Gallo (02°13'31" S 79°52'2" E), ubicada a 850 m al oeste de Guayaquil y 720 m al este de Durán, en el Delta del Río Guayas (MAE 2008) (Fig.1).

Figura 1: Área Nacional Recreacional Isla Santay y El Gallo (Rodríguez, 2022).



Trabajo de campo y análisis

A través de una investigación de campo realizado por Rodríguez (2022), se compiló información puntual y directa de los agentes de polinización, visitantes arbóreos y florales del Sendero Huaquillas en el Área Nacional de Recreación isla Santay. Se observó y analizó la presencia de diferentes grupos florísticos y faunísticos, involucrados en el proceso de polinización, con el fin de obtener datos, y realizar una descripción pertinente sobre ellos.

Existen categorías de acuerdo con la actividad que realizan los visitantes; exploratorias: cuando sobrevuelan únicamente a las flores; inspectoras, cuando las aves llegan a la flor dispuestas a libar, pero abandonan la flor inmediatamente; libadoras, cuando se ponen en posición de libar y lo hacen en un tiempo considerable (Medel, 2003).

Se realizaron observaciones en intervalos de 15 minutos, durante 2 horas a la mañana y 2 en la tarde, cada vez que transcurría ese tiempo se documentó la planta visitada y el número de visitantes efectuadas (Marquinez, Sarmiento, y Lara (2009); Pinilla y Nates, (2015). Los visitantes florales, fueron fotografiados cada vez que éstos se posaron sobre la flor de las especies seleccionadas. Además, se realizaron videos en sitios estratégicos para observar el comportamiento de visita. Todos los visitantes fueron monitoreados mediante la observación directa e incluso por medio de binoculares y cámara fotográfica; constatando la fecha, hora, especie floral, hábitat, frecuencia de monitoreo, sus respectivos visitantes, la actividad que estos realizaron, el recurso sustraído y el tiempo que persiste el visitante en la flor.

Estas observaciones permitieron establecer las siguientes variables: riqueza (Valverde, Calatayud, Gómez, y Perfectti, 2014), eficiencia (Núñez y Rojas, 2008), abundancia (Martell et al., 2012), diversidad de Shannon, uniformidad de Pielou, capacidad de transporte de polen (Pinilla y Nates, 2015), fidelidad (Pellmyr, 2002) y constancia (Faegri y Van der Pijl, 1979).

El Índice de Valor de Importancia de los Polinizadores asociados a la planta (IVIP), se calculó utilizando la modificación propuesta por Núñez y Rojas (2008).

$$IVIP = A \times CTP \times C \times F$$

A= abundancia; CTP= Capacidad de transporte de polen; C= Constancia; F= Fidelidad

Tabla 1: Atributos del Índice de importancia de los polinizadores asociados a la planta

Atributos del Índice de importancia de los polinizadores asociados a la planta	Cálculo
Abundancia	$A = \frac{n_i}{n_p}$
Constancia	$D = \sum_{i=1}^s P_i \log_2 \frac{P_i}{P_{im}}$
Capacidad de transporte de polen	Cant _{polen}
Fidelidad	$F_i = 1/n_{iv}$

A_i : abundancia de individuos del visitante floral; n_i : número de individuos de la especie; n_p : número total de parcelas que contiene la especie; D_i : Índice de fluctuación de Dubois, s : número de especies; P_i : proporción relativa de cada especie por mes (abundancias relativas de cada visitante

en cada uno de los meses); P_{im} : estado de referencia que se calcula como la media de las proporciones relativas para las especies durante el periodo de estudio; $Cant_{polen}$: cantidad de polen, F_i : Fidelidad, n_{iv} = número de especies de plantas que la especie visitó en el área de estudio.

También se obtuvieron características emergentes de la comunidad de visitantes y/o polinizadores florales (Magurran, 1988), como lo son, la riqueza de especies en función del número de especies presente por grupo. La diversidad específica mediante: el índice de Margalef (R_1), que transforma el número de especies por muestra a una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra, así mismo el índice de Menhinick (R_2) se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra, además, el índice de Shannon (H) expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, mientras que el índice de Simpson (D') manifiesta la probabilidad . de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Por su parte el índice de Pielou (J), mide la equidad de individuos entre los visitantes y/o polinizadores florales, obteniendo la proporción de la diversidad observada con relación la máxima diversidad esperada

Tabla 2: Índices de diversidad y equidad.

ÍNDICE	CÁLCULO
Riqueza	$S=N^o \text{ de especies}$
Margalef	$R_1 = \frac{S - 1}{\ln(n)}$
Menhinick	$R_2 = \frac{S}{\sqrt{n}}$
Shannon	$H = - \sum (P_i * \ln P_i)$
Simpson	$D' = \sum_{i=1}^s P_i^2$
Pielou	$J = H / \ln(S)$

R_1 : Índice de Diversidad de Margalef; R_2 : Índice de Diversidad de Menhinick; S : número de especies; n : número total de individuos; H : Índice de Diversidad de Shannon; P_i : proporción de individuos de la especie i (n_i/N); D' : Índice de Diversidad de Simpson, J : Índice de Equidad de Pielou.

Resultados

Polinizadores y/o visitantes florales

Los polinizadores en isla Santay en el período comprendido entre los meses de febrero-abril, los agrupamos con síndrome de polinización por entomofilia y ornitofilia, los cuales mostraron un nivel de frecuencia y comportamiento diferente.

Algunas de las especies de plantas donde se observaron posarse a los visitantes florales en sus flores se muestran en la Figura 2, en la que se incluyen: mata cabra (*Ipomoea carnea*), el arbusto sagrado (*Clerodendrum heterophyllum*), ambas trepadoras; mimosa (*Mimosa pigra*), wedelia (*Sphagneticola trilobata*), palma imperial (*Roystonea oleracea*), el lirio de pantano (*Crinum americanum*), consideradas como invasoras y el palo prieto (*Erythrina glauca*), árbol.

Figura 2: Especies de plantas en las que se observó a visitantes florales/polinizadores. (a) *Ipomoea carnea*, (b) *Mimosa pigra*, (c) *Sphagneticola trilobata*, (d) *Clerodendrum heterophyllum*, (e) *Roystonea oleracea*, (f) *Crinum americanum*, (g) *Erythrina glauca*.



Se contabilizaron un total de 71 especies de insectos y aves visitantes o polinizadores, las cuales se encuentran distribuidas en 7 órdenes de insectos: Coleópteros con 14 especies de escarabajos, que representan el 20% del total, el orden con mayor variedad entre los insectos, y las libélulas (Orden Odonatos) con la menor presencia con 1% del total (Tabla 3).

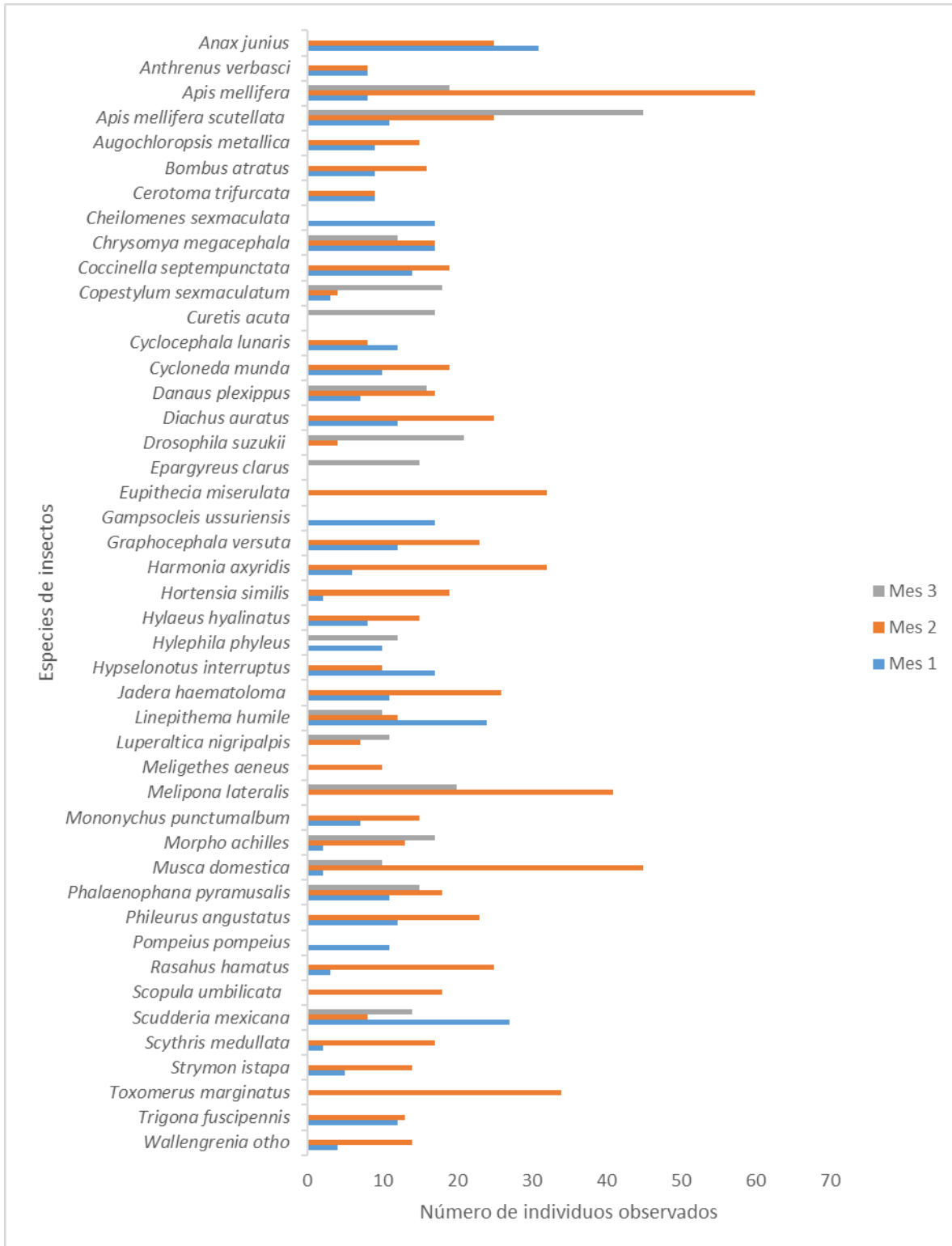
Tabla 3: Familia, porcentaje y número de especies por Orden taxonómico de los visitantes florales (Insectos y Aves) observados en isla Santay.

Grupo	Orden	Familia	Porcentaje (%)	Numero
Insectos	Coleoptera	Coccinellidae	20	14
		Chrysomelidae		
		Curculionidae		
		Dermestidae		
		Elateridae		
		Formicidae		
		Nitidulidae		
	Diptera	Scarabaeidae	7	5
		Calliphoridae		
		Drosophilidae		
	Hemiptera	Muscidae	14	10
		Syrphidae		
		Cicadellidae		
		Coreidae		
		Reduviidae		
		Rhopalidae		
		Apidae		

	Hymenoptera	Colletidae	4	3
		Halictidae		
		Formicidae		
		Erebidae		
		Geometridae		
	Lepidoptera	Hesperiidae	17	12
		Lycaenidae		
		Nymphalidae		
		Scythrididae		
	Odonata	Aeshnidae	1	1
	Orthoptera	Tettigoniidae	3	2
	Columbiformes	Columbidae	1	1
	Cuculiformes	Cuculidae	3	2
		Furnariidae		
		Hirundinidae		
		Icteridae		
		Melanopareiidae		
Aves	Passeriformes	Parulidae	25	18
		Poliotilidae		
		Thraupidae		
		Troglodytidae		
		Turdidae		
		Tyrannidae		
	Psittaciformes	Psittacidae	3	2
	Trochiliformes	Trochilidae	1	1

Rodríguez, 2022

Figura 3: Número de observaciones de individuos de las especies de insectos presentes por me de observación



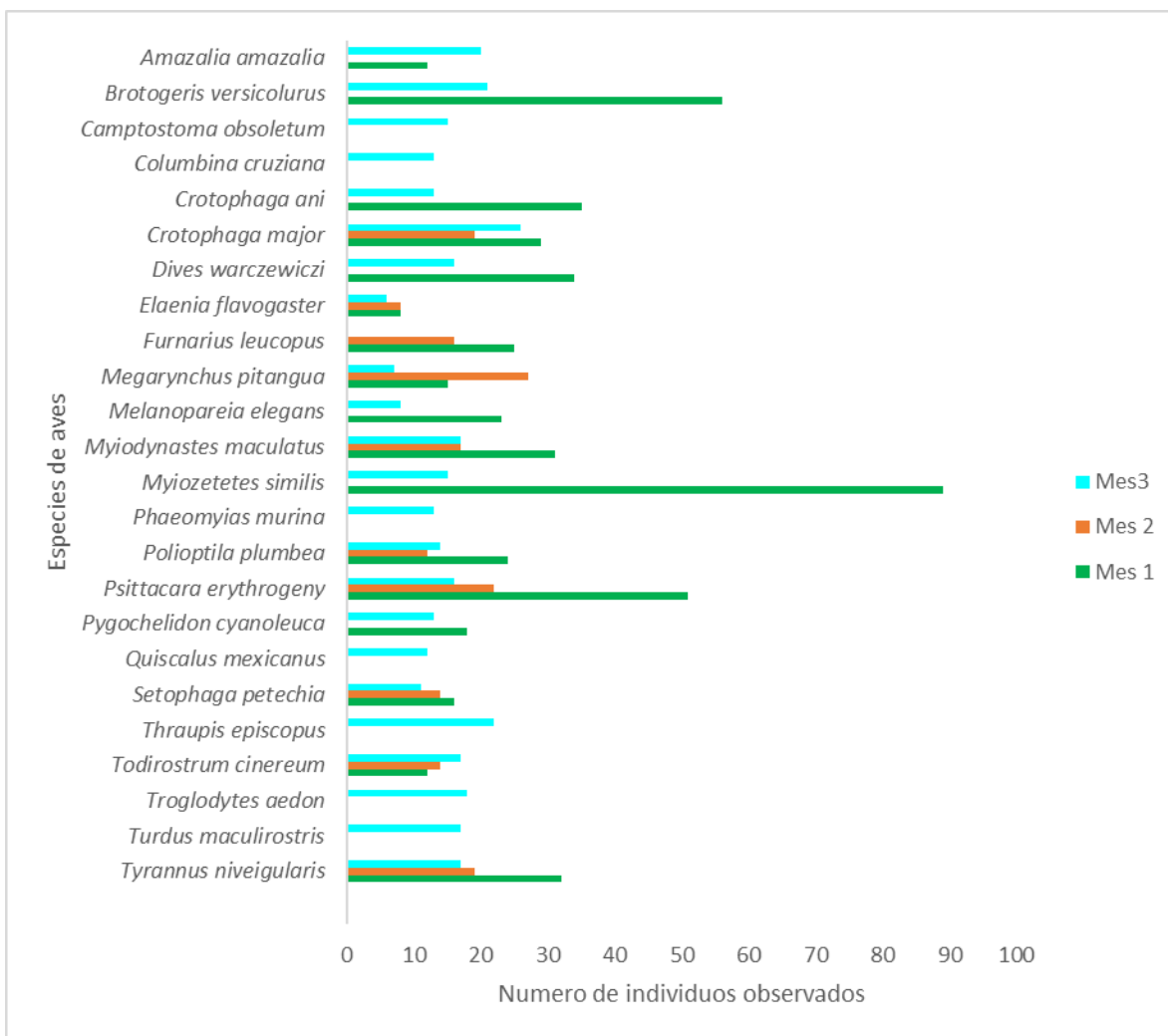
(Rodríguez, 2022)

En cuanto a las aves se avistaron 5 órdenes, en donde los Passeriformes constituyeron con 25% del total, el orden con mayor número de especies con un total de 18, mientras que los órdenes con menor presencia entre las aves fueron Columbiformes y Trochiliformes, con ejemplares de tortolita y colibríes de una sola especie respectivamente, con un 1% (Tabla 3).

Riqueza, diversidad y equidad de los polinizadores en isla Santay

De las 71 especies de polinizadores, 47 son insectos y 24 aves, con una gran variabilidad en la frecuencia de aparición. Se observaron 1409 veces a individuos de insectos y 1025 veces a aves con un total de 2434 visualizaciones de individuos durante todo el periodo de estudio.

Figura 4: Número de observaciones de individuos de las especies de aves presentes por mes de observación



(Rodríguez, 2022)

Entre los insectos se registró en promedio 31 visualizaciones de individuos, siendo los más observados: la abeja europea (*Apis mellifera*), la abeja africana (*Apis mellifera scutellata*) y la abeja negra (*Melipona lateralis*), mientras que los menos observados resultaron ser: el escarabajo del polen común (*Meligethes aeneus*), la mariposa pompeius (*Pompeius pompeius*) y la mariposa manchada de plata (*Epargyreus clarus*) (Figura 3).

Entre las especies de aves en promedio se registraron 43 observaciones de individuos. Las que mantuvieron menor presencia, solo se observaron en mes, como son: el azulejo de jardín (*Thraupis episcopus*), el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), el zorzal ecuatoriano (*Turdus maculirostris*), la ratona común (*Troglodytes aedon*), la tortolita peruana (*Columbina cruziana*), el piojito silbón (*Camptostoma obsoletum*) y el piojito pardo (*Phaeomyias murina*). Los polinizadores y/o visitantes florales más abundantes entre las aves fueron: el luisito común (*Myiozetetes similis*), el perico caretirrojo (*Psittacara erythrogeny*), el periquito de alas blancas (*Brotogeris versicolurus*) (Figura 4).

La riqueza de especies polinizadoras y/o visitantes florales del grupo de los insectos es mayor que la de las aves. Todos los índices de diversidad analizados muestran una mayor diversidad para el grupo de los polinizadores y/o visitantes florales del grupo de los insectos en comparación con las aves, mientras que la equidad obtenida con el índice de Pielou para ambos grupos de polinizadores y/o visitantes florales fue similar. En el caso del índice de diversidad de Simpson, se obtuvieron valores muy similares para ambos grupos, pero ligeramente mayor para el grupo de los insectos (Tabla 4).

Tabla 3: Índices de riqueza, diversidad y equidad de los grupos de polinizadores y/o visitantes florales evaluados en el sendero huaquillas

Visitante	Riqueza de especies	Menhinick	Margalef	Shannon	Pielou	Simpson
Insectos	47	7,15	2,08	1,60	0,42	0,97
Aves	24	3,94	1,30	1,31	0,41	0,94

Rodríguez, 2022

Importancia de los polinizadores/visitantes florales presentes en la vegetación del humedal Ramsar de isla Santay

La Importancia de cada uno de los polinizadores y/o visitante floral presente en la vegetación del humedal Ramsar de isla Santay, se presenta el Índice de Valor Importancia de los Polinizadores

asociados a la planta (IVIP) y la Importancia Relativa de cada Polinizador (IRP) para el grupo de los insectos (Tabla 5).

Tabla 4: Índice de valor importancia de los polinizadores asociados a la planta (IVIP) e importancia relativa de cada polinizador (IRP) de los insectos.

Nombre común	Especie	Importancia IVIP	IRP %
Abeja negra	<i>Melipona lateralis</i>	26.011,55	17,45
Abeja africana	<i>Apis mellifera scutellata</i>	20.723,96	13,90
Abeja europea	<i>Apis mellifera</i>	18.549,22	12,45
Libélula verde	<i>Anax junius</i>	11.084,84	7,44
Escarabajo de la hoja de bronce	<i>Diachus auratus</i>	6.759,08	4,55
Abeja hialina enmascarada	<i>Hylaeus hyalinatus</i>	6.549,54	4,39
Mariquita de siete puntos	<i>Coccinella septempunctata</i>	6.028,37	4,05
Escarabajo pulido	<i>Cycloneda munda</i>	5.297,66	3,55
/	<i>Trigona fuscipennis</i>	4.963,52	3,33
Mariquita asiática multicolor	<i>Harmonia axyridis</i>	4.627,84	3,11
/	<i>Phileurus angustatus</i>	4.262,48	2,86
Escarabajo punto blanco	<i>Mononychus punctumalbum</i>	4.018,91	2,70
Escarabajo mono	<i>Cyclocephala lunaris</i>	3.653,56	2,45
Escarabajo de las hojas	<i>Cerotoma fascialis</i>	3.288,20	2,21
Abeja metálica verde	<i>Augochloropsis metallica</i>	3.260,57	2,19
Escarabajo de alfombra	<i>Anthrenus verbasci</i>	2.922,85	1,96
Saltamontes esperanza	<i>Scudderia mexicana</i>	2.344,37	1,57
/	<i>Luperaltica nigripalpis</i>	2.192,13	1,47
Mariquita zigzag de seis puntos	<i>Cheilomenes sexmaculata</i>	2.070,35	1,39
Escarabajo del polen común	<i>Meligethes aeneus</i>	1.826,78	1,23
/	<i>Copestylum sexmaculatum</i>	1.492,47	1,00
Mosca oriental de letrinas	<i>Chrysomya megacephala</i>	1.065,11	0,72
/	<i>Graphocephala versuta</i>	558,18	0,38
Mosca doméstica	<i>Musca domestica</i>	448,44	0,30
Mariposa la raya de malva	<i>Strymon istapa</i>	439,94	0,30
Mariposa morfo azul	<i>Morpho achilles</i>	382,75	0,26
Mariposa monarca	<i>Danaus plexippus</i>	378,66	0,25
Polilla de bandas oscuras	<i>Phalaenophana pyramusalis</i>	360,24	0,24
/	<i>Hortensia similis</i>	334,91	0,22
/	<i>Gampsocleis ussuriensis</i>	271,12	0,18
Mosca calígrafa	<i>Toxomerus marginatus</i>	267,49	0,18
Hormiga argentina	<i>Linepithema humile</i>	251,08	0,17
Chinche cazadora de lunar	<i>Rasahus hamatus</i>	229,24	0,15
Mariposa tablero roto	<i>Wallengrenia otho</i>	227,20	0,15
Chinche de las calabazas	<i>Hypselonotus interruptus</i>	221,06	0,15
Abejorro negro	<i>Bombus atratus</i>	219,61	0,15
Saltarina encendida	<i>Hylephila phyleus</i>	219,52	0,15
Mosca del vinagre de alas	<i>Drosophila suzukii</i>	204,68	0,14
Chinche rojinegra	<i>Jadera haematoloma</i>	201,95	0,14
Eupitecia común	<i>Eupithecia miserulata</i>	174,66	0,12
/	<i>Scythris medullata</i>	155,56	0,10
Polilla ondulada	<i>Scopula umbilicata</i>	147,37	0,10
Rayo de sol en ángulo	<i>Curetis acuta</i>	130,48	0,09
Mariposa negra	<i>Epargyreus aspina</i>	115,13	0,08
Mariposa pompeius	<i>Pompeius pompeius</i>	112,57	0,08

Rodríguez, 2022

Según los resultados del índice de importancia relativa de cada polinizador (IRP) y del Índice de Valor de Importancia del polinizador (IVIP), de las 45 especies de insectos observadas en el área (sendero Huaquillas, isla Santay), durante el tiempo de investigación, los polinizadores que mantuvieron una mayor presencia y por lo tanto, mayor Importancia Relativa como Polinizador y mayor Indic de Valor de Importancia como polinizador, fueron tres especies de abejas: abeja melífera asiática (*Apis cerana*), abeja africana (*Apis mellifera scutellata*) y la abeja europea (*Apis mellifera*), cuyas imágenes se muestran en la Figura 5.

Mientras que, las especies de insectos que presentaron los valores más bajos de ambos índices fueron: la mariposa el tit común (*Hypolycaena erylus*), la mariposa manchada de plata (*Epargyreus clarus*) y la mariposa pompeius (*Pompeius pompeius*) (Tabla 5).

Figura 5: Imagen de las especies de insectos polinizadores y/o visitantes florales con mayor Importancia Relativa como Polizador observados en el área de estudio. (a) *Apis cerana*, (b) *Apis melifera scutellata*, (c) *Apis mellifera*. (Rodríguez, 2022)



En la Tabla 5 se presentan los valores del Índice de Valor de Importancia de los Polinizadores asociados a la planta (IVIP) y el índice de Importancia Relativa de cada Polinizador (IRP) para las especies de aves polinizadoras y/o visitantes florales.

Según los resultados del Índice de Valor de Importancia de Polinizador y del Índice de Importancia relativa de cada polinizador (IRP) de las 24 especies de aves registradas en el Sendero Huaquillas durante todo el tiempo de investigación, los que mantuvieron mayores índices fueron el garrapatero mayor (*Crotophaga major*), el garrapatero pico liso (*Crotophaga ani*) y el tordo de matorral (*Dives waczewiczi*) (Figura 6), mientras que el zorzal ecuatoriano (*Turdus maculirostris*), el zanate

mexicano (*Quiscalus mexicanus*) y el azulejo de jardín (*Thraupis episcopus*), presentan índices de menor magnitud.

Tabla 5: Índice de valor importancia de los polinizadores asociados a la planta (IVIP) e importancia relativa de cada polinizador (IRP) de las aves

Nombre común	Especie	Eficiencia IVIP	IRP %
Garrapatero mayor	<i>Crotophaga major</i>	19448,82	7,71
Garrapatero pico liso	<i>Crotophaga ani</i>	12615,45	5,00
Tordo de matorral	<i>Dives warczewiczi</i>	10512,87	4,17
Periquito de alas blancas	<i>Brotogeris versicolurus</i>	16189,83	6,42
Luisito común	<i>Myiozetetes similis</i>	18222,31	7,22
Perico caretirrojo	<i>Psittacara erythrogeny</i>	15594,10	6,18
Titirijí común	<i>Todirostrum cinereum</i>	9041,07	3,58
Perlita tropical	<i>Poliophtila plumbea</i>	8760,73	3,47
Hornero del Pacífico	<i>Furnarius leucopus</i>	10775,70	4,27
Reinita manglera	<i>Setophaga petechia</i>	7183,80	2,85
Mosquero rayado	<i>Myiodynastes maculatus</i>	17083,42	6,77
Tirano goliníveo	<i>Tyrannus niveigularis</i>	17871,89	7,08
Mosquero picudo	<i>Megarynchus pitangua</i>	17171,03	6,81
Picaflor	<i>Amazalia amazalia</i>	6728,24	2,67
Golondrina azuliblanca	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	8147,48	3,23
Pecholuna elegante	<i>Melanopareia elegans</i>	10863,30	4,31
Fiofío copetón	<i>Elaenia flavogaster</i>	7709,44	3,06
Piojito pardo	<i>Phaeomyias murina</i>	3416,68	1,35
Piojito silbón	<i>Camptostoma obsoletum</i>	3942,33	1,56
Tortolita peruana	<i>Columbina cruziana</i>	4555,58	1,81
Ratona común	<i>Troglodytes aedon</i>	4730,79	1,88
Zorzal ecuatoriano	<i>Turdus maculirostris</i>	5957,30	2,36
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	4205,15	1,67
Azulejo de jardín	<i>Thraupis episcopus</i>	11564,16	4,58

Rodríguez, 2022

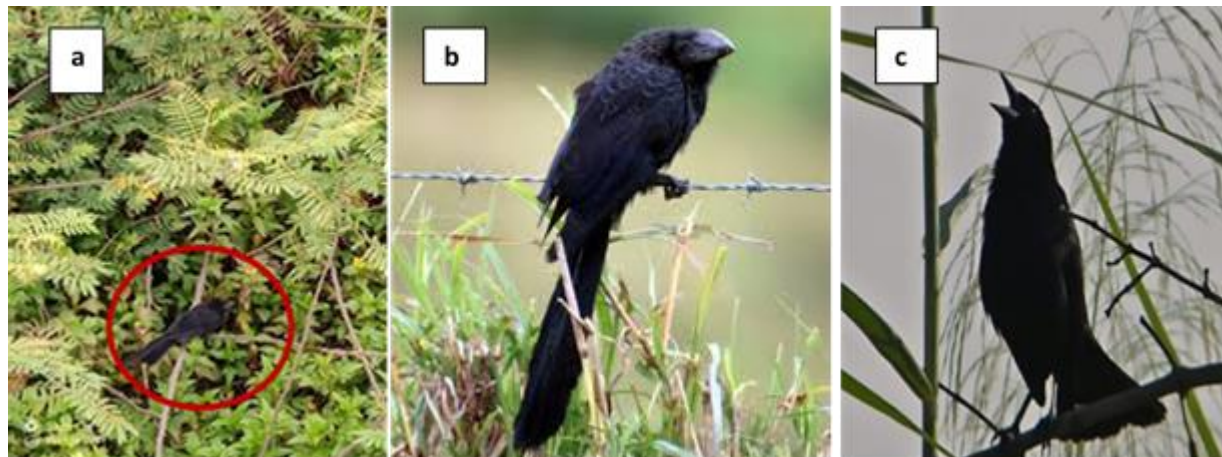
Discusión

De acuerdo con Núñez y Carreño (2017), la presencia de un síndrome de polinización determina la existencia de especialización entre las plantas y sus polinizadores, y para que la especialización se manifieste se necesita que tal asociación se conserve en el tiempo y en el espacio. En la especialización entre plantas y polinizadores, se tiene implícito el desarrollo de un adecuado mecanismo de polinización.

Según, Llaven (2018) tras el registro de los visitantes florales en la *Annona macrophyllata*, se mostraron 89 especies de insectos visitantes, la mayor riqueza de familias se localizó en los órdenes Araneae y Coleoptera, ambos ordenes con 2 familias. En tanto la mayor riqueza de géneros y especies se presentó en el orden Coleoptera, con 16 géneros y 16 especies. Asimismo, en la

investigación realizada en isla Santay se registraron 47 especies de insectos, uno de los valores de mayor riqueza de familias se encontró en el orden Coleoptera con 8 familias. Además, la mayor riqueza de géneros y especies fue también en el orden Coleoptera, en donde fueron hallados 14 géneros y 14 especies.

Figura 6: Imagen de las especies de aves polinizadores y/o visitantes florales con mayor Importancia Relativa como Polizador observados en el área de estudio. (a) *Crotophaga major*, (b) *Crotophaga ani*, (c) *Dives warczewiczi*.



(Rodríguez, 2022)

En un Pinar de Cuba, se determinó la diversidad de aves residentes permanentes asociadas a un pinar natural de *Pinus tropicalis*. En el área estudiada fueron detectadas un total de 32 especies de aves residentes permanentes, las cuales se agruparon en 11 órdenes, 18 familias y 30 géneros. El orden Passeriformes y las familias Tyrannidae e Icteridae fueron los mejores representados en cuanto al número de especies (Torrens, Hernández, y Medel, 2018). En nuestro estudio considerando solo las aves visitantes florales / polinizadoras, encontramos 24 especies de aves, correspondientes a 5 órdenes, 14 familias y 23 géneros, siendo el orden Passeriformes el de mayor número de especies.

Por su parte, Ruiz, Ruiz y Arellano (2017) señalan que en el cantón Guayaquil se estudió la diversidad de aves en distintos gradientes urbanos con un registro total de 113 especies correspondientes a 45 familias donde las más representativas fueron Tyrannidae con 14 especies y Ardeidae con 9 especies, y algunas de las menos comunes fueron Podicipedidae, Nyctibiidae, Apodidae y Aramididae con 1 especie cada una. De todas estas especies reportadas para el cantón, en isla Santay encontramos 24 especies de aves pertenecientes a 10 familias, siendo la más relevante la familia Tyrannidae en cuanto al número de especies con 18 especies.

Bello et al. (2015) caracterizaron la comunidad de visitantes florales, en el árbol *Bursera copallifera*; en el que se colectaron 337 individuos de insectos. El orden Hymenoptera fue el más numeroso con 228 individuos. En segundo lugar, se ha encontrado el orden Coleoptera, con 55 organismos. El orden menos abundante es Diptera con 5 organismos. Comparativamente, en el presente estudio se registraron 1409 individuos de insectos, el orden Coleoptera manifestó 364 individuos, seguido del Hymenoptera a diferencia del autor mencionado con 301 y el menos abundante fue el orden Odonata con 56 ejemplares.

En los sectores Bella Vista y Mapasingue en la ciudad de Guayaquil, Achundia (2017) reporta que las inflorescencias de *T. castanifolia* fueron visitadas por 785 individuos correspondientes a 89 taxones, principalmente insectos, arácnidos y aves. Los himenópteros son los visitantes más abundantes, frecuentes y los más importantes en la polinización de estos arbustos, mientras que en el presente estudio considerando la vegetación de un sector del humedal Ramsar de isla Santay, se observaron 47 taxones correspondientes a insectos, con los Coleópteros como los más abundantes, mientras que se observaron 24 especies de aves, en donde el orden Passeriformes presenta la mayor abundancia de especies.

Según los resultados de los índices de diversidad de Margalef y Menhinick, para los polinizadores / visitantes florales de la vegetación del área de estudio en isla Santay, el grupo de los insectos ($R_2=7,15$; $R_1=2,08$), presenta una mayor diversidad que el grupo de aves ($R_2=3,94$; $R_1=1,30$), así como también una mayor riqueza de especies (S , 47 vs 24). Según Margalef (1951, 1995), cuando el valor obtenido de estos índices de diversidad es superior a 5, nos encontramos en presencia de una alta diversidad del grupo de los insectos según el índice de Menhinick, e intermedia para las aves, mientras que, si consideramos el valor del índice de Margalef obtenido para ambos grupos, para Margalef (1951, 1995) representa una baja diversidad menor o igual a un valor de 2.

La diversidad estimada mediante el índice de Shannon de los polinizadores / visitantes florales del área experimental en isla Santay para el grupo de los insectos arrojó un valor de 1,60, que al compararlo con los valores reportados por Aguirre (2019) se encuentra dentro del rango 1,36 a 3,5; lo que representa una diversidad específica intermedia. En cambio, el índice de Shannon obtenido considerando al grupo de las aves fue de 1,31, representando un valor que se encuentra en el límite de los rangos de diversidad baja e intermedia.

Mientras tanto, el índice de Pielou para el grupo de los insectos y de las aves calculado nos proporcionó un valor de 0,42 y 0,41 respectivamente, los cuales, según Aguirre (2019) indica una equidad intermedia en el rango comprendido entre 0,34 a 0,66.

Por otro lado, el índice de Simpson en el Sendero Huaquillas en isla Santay reveló que los grupos de insectos y aves polinizadores / visitantes florales presentan una diversidad alta como lo sostiene Aguirre (2019) resultando 0,97 y 0,94 respectivamente. Estos valores se encuentran cercanos al número 1 y mientras más próximos estén o los valores y sean $>0,67$, la diversidad será alta.

Ahora bien, según Guerrero (2015), el índice de importancia relativa de cada polinizador (IRP) del grupo de los insectos, cambió entre tres especies de palmas en Colombia, pero indican que 2 especies del total de los visitantes en cada palma son polinizadores principales, también 2 son secundarios, 9 fueron eventuales y las restantes no manifestaron participación alguna.

De las 47 especies de insectos encontradas que transportan el polen, no se reflejaron polinizadores con alta importancia específica, ya que, ningún polinizador manifestó un $IRP \geq 60$. Sin embargo, los polinizadores secundarios con una importancia intermedia fueron 3 especies de abejas: la abeja negra (*Melipona lateralis*), la abeja africana (*Apis mellifera scutellata*) y la abeja europea (*Apis mellifera*) con un $IRP=43,80\%$ del polen total de la vegetación monitoreada. La cantidad restante de polinizadores presentaron una baja importancia, siendo este grupo eventuales. Mientras que, las 24 especies de aves que se observaron como polinizadores, presentaron una baja importancia, denominados como polinizadores terciarios arrojando un IRP que va desde 7,709% a 4,584%.

Conclusiones

Se identificaron los polinizadores del área de observación en el sendero Huaquillas en isla Santay en el período comprendido entre los meses de febrero-abril, los cuales se diferenciaron en dos síndromes de polinización floral, entomófila y ornitofilia, que mostraron comportamientos diferentes. Se registraron 7 órdenes, 28 familias, 47 especies de insectos y 5 órdenes, 14 familias, 24 especies de aves, con un gran total de 2434 observaciones.

Se estimó la riqueza, diversidad y equidad de los dos grupos de polinizadores / visitantes florales existente en el área experimental del sendero en isla Santay, resultando que el síndrome entomofilia presenta una mayor diversidad y riqueza de especies que la ornitofilia, pero además la diversidad del grupo asociado al síndrome entomofilia presenta una alta diversidad de Margalef y Menhinick, mientras que el grupo del síndrome ornitofilia estos índices son bajos. El valor del índice de

diversidad de Shannon, indica que el grupo de insectos como polinizadores presenta una diversidad intermedia y el de las aves es baja. Con el índice de Simpson se obtuvo que ambos síndromes presentan una diversidad alta y el índice de Pielou indica una equidad intermedia.

Se estableció la importancia de los polinizadores / visitantes florales presentes en la vegetación del área experimental en el sendero Huaquillas del humedal Ramsar de isla Santay, que permitió identificar al grupo que conforma el síndrome entomofilia como el más importante, sin presentar especies con alta importancia específica, solo tres especies con importancia secundaria (todas abejas) y el resto de los insectos con baja importancia, mientras que todas las aves representantes del síndrome ornitofilia, presentaron baja importancia específica como polinizadores.

Referencias

1. Aguado, O., Viñuela, E., y Fereres, A. (2017). Guía de campo de los polinizadores de España. Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa.
2. Aguirre, Z. (2019). Métodos para medir la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
3. Alonso-Torrens, Y., Hernández-Martínez, F., y Barrero-Medel, H. (2018). Diversidad de aves residentes permanentes asociadas a un pinar natural de *Pinus tropicalis* y su relación con la estructura vertical de la vegetación. *Rev. cubana ciencias forestales*, 6(1), 31-44. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2310-34692018000100031
4. Boege, K., y Del Val, E. (2012). Bichos vemos, relaciones no sabemos: diversidad e importancia de las interacciones bióticas. *Ciencias*, 102(102), 5-11. Disponible en <https://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/30115>
5. Buchmann, S., y Nabhan, G. (1996). *The Forgotten Pollinators*, Washington, D.C., Island Press/Shearwater Books.
6. Crane, P., Friis, E., y Pedersen, K. (1995). The origin and early diversification of angiosperms. *Nature*, 374(1), 27–33.
7. EcoRegistros. 2024. Chivillo (*Dives warczewiczi*) - Ficha de la especie. Accedido de <http://www.ecoregistros.org> el 02/01/2024.
8. Faegri, K., y Van der Pijl, L. (1979). *The principles of pollination ecology*. New York, Estados Unidos: Pergamon Press.

9. Guariguata , M., y Kattan, G. (2002). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional - LUR.
10. Guerrero, N. (2015). Comparación de visitantes florales y polinizadores de tres especies de palmas de género *syagrus* *Arecaceae* endémicas y alopátricas de Colombia. (Tesis de pregrado), Universidad De la Sallé, Bogotá, Colombia. Disponible en <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=biologia>
11. Herrera, I., Hernández, J., Suárez , C., Cornejo , X., Goncalvez, E., Ayala, C. 2017. Reporte y distribución potencial de una palma exótica ornamental (*Roystonea oleracea*) en Ecuador. *Rodriguésia*, 68(2), 2-13. Disponible en https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602017000200759
12. Kearns, C., Inouye, D., y Waser, N. (1998). Endangered Mutualisms: the Conservation of Plant-Pollinator Interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* , 29(1), 83-112. doi:<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.83>
13. Llaven , Y. (2018). Interacciones entre las flores y los visitantes florales de *Annona macrophyllata* Donn Sm. (Tesis de pregrado), Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Chiapas.
14. López- Ruiz, J., Ruiz-Murillo , J., y Arellano-Merino, J. (2017). Diversidad de aves en gradientes urbanos, potencial uso recreativo y aviturismo en la ciudad de Guayaquil. *Turydes*, (22), 1-14 . Disponible en <http://www.eumed.net/rev/turydes/22/aviturismo-guayaquil.html>
15. Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, New York, Princeton University Press. Disponible en
16. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>.
17. Margalef, R. (1951). Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada*, 10, 5-27 Disponible en https://digital.csic.es/bitstream/10261/165981/3/Margalef_1951.pdf
18. Margalef, R. (1995). *Ecología*. Barcelona, España. Ediciones Omega.
19. Marquinez, J., Sarmiento, R., & Lara, K. (2009). Fenología floral y visitantes florales en *Drimys granadensis* L.f. (*Winteraceae*). *Acta Biológica Colombiana*, 14(3), 47-60. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028005004.pdf>

20. Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G., & Gleiser, R. (2012). Manual de Ecología. *Reduca*, 5(1), 71-115. Disponible en <https://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/917>
21. Medel, A. (2003). Biología floral y estructura poblacional de cardón [*Pachycereus pringlei* (S. Wats.) Britton & Rose (Cactaceae)] en el Comitán, Baja California Sur. (Tesis de maestría). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C, La Paz, Baja California Sur. Disponible en http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/39/medel_a.pdf?sequence=1&isAllowed=y
22. Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp. Disponible en <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
23. Nuñez Avellaneda, L., y Carreño, J. (2017). Polinización por abejas en *Syagrus orinocensis* (Arecaceae) en la orinoquia colombiana. *Acta biológica Colombiana*, 22I(2), 221-223. Disponible en doi:<http://dx.doi.org/10.15446/abc.v22n2.58925>
24. Núñez-Avellaneda, L., y Rojas-Robles, R. (2008). Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos *Oenocarpus bataua* en los Andes Colombianos. *Caldasia*, 30(1), 101-125. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39132>
25. Pantoja, A., Smith-Pardo, A., Garcia, A., Saenz, A., & Rojas, F. (2014). Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe. Santiago de Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en <https://www.fao.org/documents/card/es?details=5f4ff131-6df9-59df-ba55-4bc9e5c29b29/>
26. Pellmyr, O. (2002). Pollination by animals. pp: 157-184 in C. M. Herrera, O. Pellmyr, editors, *Plant-Animal Interactions: An Evolutionary Approach*. Blackwell, Oxford.
27. Pinilla,-Gallegos M., y Nates-Parra, G. (2015). Visitantes florales y polinizadores en poblaciones silvestres de agraz (*Vaccinium meridionale*) del bosque andino colombiano. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), 112-119. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/279195053_Visitantes_florales_y_polinizadores

- _en_poblaciones_silvestres_de_agraz_Vaccinium_meridionale_del_bosque_andino_Colombiano
28. Rodríguez, A. 2022. Caracterización del síndrome de polinización de la vegetación en isla Santay durante los meses de febrero-abril en el año 2021. Tesis de grado. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RODRIGUEZ%20CEVALLOS%20ANAIS%20JULI%20SSA.pdf>
 29. Schemske, D. W. (2009). Biotic interactions and speciation in the tropics. En D. Schemske, R. Butlin, J. Bridle, & D. Schluter (Edits.), *Speciation and Patterns of Diversity* (págs. 219 - 239). Cambridge: Cambridge University Press.
 30. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2015). Recuperación de las áreas protegidas de la ciudad de Guayaquil - Estero Salado e Isla Santay. Guayaquil: Ministerio del Ambiente – Subsecretaría de Gestión Marina y Costera.
 31. Torices, R. (2014). La ecología reproductiva de las plantas: estrategias reproductivas, fuerzas ecológicas y evolutivas. *Ecosistemas*, 23(3), 1-5. Disponible en <https://doi.org/10.7818/ECOS.2014.23-3.01>
 32. Torrens, Y., Hernández, F., & Medel, H. (2018). Diversidad de aves residentes permanentes asociadas a un pinar natural de *Pinus tropicalis* y su relación con la estructura vertical de la vegetación. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(1), 31- 44. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692018000100031
 33. Valverde, J., Calatayud, J., Gómez, J., & Perfectti, F. (2014). Variación intraestacional en los visitantes florales de *Erysimum mediohispanicum* en Sierra Nevada *Ecosistemas*, 23(3), 83-92. Disponible en [doi:10.7818/ECOS.2014.23-3.11](https://doi.org/10.7818/ECOS.2014.23-3.11).