



TESIS DE MAESTRÍA ACADÉMICA

Comunidad de aves y patrones de frugivoría en *Stenocereus heptagonus* (L.) Mottram en el bosque seco tropical del Parque Nacional Jaragua

Rosanna Guzmán Pérez



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO**

Título de la tesis

**Comunidad de aves y patrones de frugivoría en *Stenocereus heptagonus* (L.) Mottram
en el bosque seco tropical del Parque Nacional Jaragua**

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de
Posgrado como requisito para optar al grado de**

**MAGISTER SCIENTIAE
en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad**

Rosanna Guzmán Pérez

Turrialba, Costa Rica

Enero, 2024

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero de la estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES TROPICALES
Y BIODIVERSIDAD**

FIRMANTES:



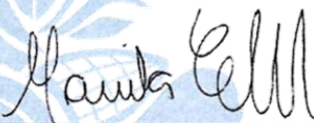
Alejandra Martínez Salinas, Ph.D.
Directora de tesis



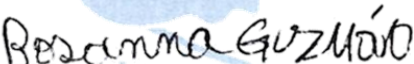
Adina Chain Guadarrama, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Luis Diego Delgado Rodríguez, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Mariela Leandro Muñoz, Ph.D.
Decana, a.i., Escuela de Posgrado



Rosanna Guzmán Pérez
Candidata

Resumen

Los bosques secos tropicales son ecosistemas únicos y frágiles que cubren alrededor del 40% de todos los ecosistemas tropicales en el mundo. A pesar de estar altamente amenazados a nivel mundial, estos bosques conservan una alta diversidad de fauna y flora, que además se caracterizan por estar adaptadas a condiciones, en muchos casos extremas, de sequía. La relación mutualista de frugivoría entre las aves y las plantas es esencial para la regeneración natural de los bosques y para mantener la dinámica de los ecosistemas. Las aves frugívoras son importantes dispersoras de semillas gracias a su capacidad de desplazarse y de ocupar diferentes ambientes. Sin embargo, los estudios sobre avifauna y frugivoría en República Dominicana son escasos. Con base en lo anterior, esta investigación caracterizó las comunidades de aves y la vegetación en el bosque seco del Parque Nacional Jaragua (PNJ), e identificó especies de aves consumidoras de frutos del cactus *Stenocereus heptagonus*, con el fin de contribuir al conocimiento sobre las relaciones de frugivoría en República Dominicana. La comunidad de aves fue evaluada por medio de 40 puntos de conteo con radio fijo de 30 m, de 10 minutos de duración, y con base en cuatro muestreos entre noviembre de 2002 y abril de 2023. Los muestreos se realizaron en la zona terrestre del parque, dejando sin evaluar las zonas costeras. La vegetación fue evaluada por medio de 40 parcelas de 15 x 15m aledañas a los puntos de conteo. Para evaluar los eventos de frugivoría se utilizaron cámaras trampa (n=34) distribuidas en 15 de los 20 sitios dónde se realizaron los conteos de aves. Las cámaras fueron previamente programadas para tomar fotografías por períodos de 24 horas. Se identificó un total de 1416 individuos pertenecientes a 46 especies y 23 familias, del total de 317 especies de aves reportadas para República Dominicana. Las especies más abundantes correspondieron a *Myiarchus stolidus* (10% del total de individuos), *Phaenicophilus palmarum* (9.5%), *Anthracothorax dominicus* (9.4%) y *Melanerpes striatus* (9.3%). Las especies migratorias estuvieron representadas por siete especies, siendo la más representativa *Setophaga palmarum* (2.8 %). La vegetación estuvo compuesta por 97 especies distribuidas en 39 familias, siendo Fabaceae (12 especies), Cactaceae (9 especies), Euphorbiaceae y Sapindaceae (6 especies cada una) las familias mejor representadas. Con respecto a los eventos de frugivoría, se registró un total de siete especies de aves consumiendo frutos o perchándose en *S. heptagonus*. Estas especies son *Anthracothorax dominicus*, *Coereba flaveola*, *Melanerpes striatus*, *Melopyrrha violacea*, *Mimus polyglottos*, *Phaenicophilus palmarum* y *Zenaida asiática*. Estos resultados muestran la importancia del PNJ para la conservación de aves terrestres y especies vegetales, principalmente cactus, debido a su alta diversidad biológica y la presencia de especies en categorías de amenaza. Además, se destaca la necesidad de realizar más investigaciones para tener una mejor comprensión de la biodiversidad aquí presente y de sus diferentes interacciones.

Palabras claves: Ecología, cactáceas, interacción planta-animal, cámaras trampa, áreas protegidas, hispaniola.

Summary

Tropical dry forests are unique and fragile ecosystems that cover around 40% of all tropical ecosystems in the world. Despite being highly threatened worldwide, these forests conserve a high diversity of fauna and flora, which are also characterized by being adapted to conditions, in many cases extreme, of drought. The mutualistic relationship of frugivory between birds and plants is essential for the natural regeneration of forests and to maintain the dynamics of ecosystems. Fruit-eating birds are important seed dispersers thanks to their ability to move and occupy different environments. However, studies on avifauna and frugivory in the Dominican Republic are scarce. Based on the above, this research characterized the bird communities and vegetation in the dry forest of the Jaragua National Park (PNJ) and identified species of birds that consume fruits of the *Stenocereus heptagonus* cactus, in order to contribute to knowledge about the Frugivory relationships in the Dominican Republic. The bird community was evaluated through 40 counting points with a fixed radius of 30 m, lasting 10 minutes, and based on four samplings between November 2002 and April 2023. The sampling was carried out in the terrestrial area of the park, leaving coastal areas unassessed. The vegetation was evaluated through 40 15 x 15m plots surrounding the counting points. To evaluate frugivory events, camera traps (n=34) distributed in 15 of the 20 sites where bird counts were carried out were used. The cameras were previously programmed to take photographs for 24-hour periods. A total of 1416 individuals belonging to 46 species and 23 families were identified, of the total of 317 bird species reported for the Dominican Republic. The most abundant species corresponded to *Myiarchus stolidus* (10% of the total individuals), *Phaenicophilus palmarum* (9.5%), *Anthracothonax dominicus* (9.4%) and *Melanerpes striatus* (9.3%). Migratory species were represented by seven species, the most representative being *Setophaga palmarum* (2.8%). The vegetation was composed of 97 species distributed in 39 families, with Fabaceae (12 species), Cactaceae (9 species), Euphorbiaceae and Sapindaceae (6 species each) being the best represented families. Regarding frugivory events, a total of seven species of birds were recorded consuming fruits or perching on *S. heptagonus*. These species are *Anthracothonax dominicus*, *Coereba flaveola*, *Melanerpes striatus*, *Melopyrrha violacea*, *Mimus polyglottos*, *Phaenicophilus palmarum* and *Zenaida asiatica*. These results show the importance of the PNJ for the conservation of land birds and plant species, mainly cacti, due to its high biological diversity and the presence of species in threat categories. Furthermore, the need to carry out more research is highlighted to have a better understanding of the biodiversity present here and its different interactions.

Keywords: Ecology, cacti, plant-animal interaction, camera traps, protected areas, Hispaniola.

Agradecimientos

Al Ministerio de Educación Superior, Ciencias y Tecnología (MESCYT), Ministerio Ambiente y Recursos Naturales y el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) por el financiamiento para la realización de este trabajo. Al Grupo Jaragua y a todo su equipo, por todo el apoyo logístico y colaboración durante los viajes de campo. Al Jardín Botánico Nacional Dr. Rafael Ma. Moscoso por permitir consultar los especímenes del herbario. A Miguel A. Landestoy y Juda I. Martínez por el apoyo y acompañamiento en campo. A Francisco García y Manuel Gonzales por todo el apoyo logístico y trabajo de oficina. A Sergio Vilchez, Eduardo Corrales y Erika García por toda la asesoría para los análisis estadísticos.

1. Introducción

Los bosques secos tropicales son ecosistemas singulares y frágiles, que abarcan aproximadamente el 40% de todos los ecosistemas tropicales en el mundo (Miles et al. 2006), además albergan una rica biodiversidad de especies de flora y fauna adaptadas a las condiciones de sequía (Aguirre et al. 2018). En América, los ecosistemas secos se distribuyen desde el norte de México hasta el norte de Argentina y el sur de Brasil, y sustentan con alimento, forraje y energía a una población de casi un billón de personas (Pizano y García 2014). Sin embargo, a pesar de su importancia, estos bosques se enfrentan a una serie de amenazas en todo el mundo (Quesada et al. 2009).

Dentro de los bosques secos se encuentra el ecosistema conocido como bosque de cactáceas. Este bosque se caracteriza por la dominancia de cactus y presencia de zonas secas y áridas (Alanís-Flores 2008). Las cactáceas son plantas de lento crecimiento que han desarrollado adaptaciones inusuales a las condiciones climáticas de las zonas áridas (Jiménez-Sierra 2011), incluyendo tejidos suculentos que almacenan agua, la ausencia de hojas en los tallos con el fin de reducir la evapotranspiración, y la ocurrencia de la fotosíntesis en la superficie de sus tallos (Jiménez-Sierra 2011), y son especies claves en los bosques secos, dado que mantienen una diversidad de interacciones ecológicas con la fauna y flora (Carrera-Martínez et al. 2018). Los tallos de los cactus son la única fuente de fibra y agua para los animales silvestres en los ecosistemas desérticos (Rivera y Rodríguez 1998), y ofrecen hábitat a una amplia diversidad de invertebrados (insectos) y vertebrados (aves, reptiles y mamíferos), que las usan para anidamiento, y consuman sus flores y frutos (Pantigoso et al. 2015). Las flores de las cactáceas son hermafroditas (una flor que posee órganos masculinos, estambres, y femeninos, gineceo), sin embargo, a pesar de la condición de hermafroditismo, no se autofecundan, por lo que requieren que los animales trasladen el polen de una flor a otra (Jiménez-Sierra 2011). Además, las semillas de los cactus no tienen adaptaciones muy eficientes para ser esparcidas más allá de lo que pueda dispersar el viento o la lluvia (Del Valle 2007).

Las aves en los bosques secos tropicales se caracterizan por la coexistencia de un reducido número de especies, con adaptadas a ambientes áridos (Gillespie y Walter 2001). Diversos estudios han sugerido que la complejidad estructural de la vegetación contribuye a la heterogeneidad del hábitat, promoviendo así la diversidad de aves (Wang et al. 2014). La selección de hábitat por parte de las aves, está influenciada por una combinación de variables, que incluyen la cobertura vegetal, la diversidad y composición florística (Wang et al. 2014). Las aves brindan un gran número de servicios ecosistémicos, que benefician a los humanos (Whelan et al. 2008). Las aves son importantes para el funcionamiento y estabilidad de los bosques tropicales (Sekercioglu 2006; Whelan et al. 2008), desempeñan muchas funciones dentro de los ecosistemas, ya sea como depredadores, polinizadores, carroñeros, dispersores de semillas o depredadores de semillas (Sekercioglu 2006). Estas interacciones planta-animal son fundamentales para mantener la salud de los ecosistemas (Jordano et al. 2009). Específicamente la frugivoría, que es el consumo de frutos por animales (Van Der Pijl 1982), que contribuye a la movilización de las semillas lejos de la planta madre, reduciendo la mortalidad por competencia y mantiene el flujo de genes (Stoner y Henry 2008), y juega un rol clave en la regeneración natural de los ecosistemas terrestres (Bascompte y Jordano 2008; Jordano y Bascompte 2009). En los ecosistemas tropicales, la zoocoria (dispersión de

semillas por animales) es un mecanismo de gran importancia, ya que se considera que más del 90% de las plantas leñosas tropicales dependen de animales para la dispersión de sus semillas (Stoner y Henry 2008). La comprensión de la relación entre las aves y su hábitat es esencial para desarrollar estrategias de conservación que mitiguen la pérdida de especies (Bregman et al. 2014).

En República Dominicana, debido al avance de la frontera agrícola los bosques secos, que conforman el 24% del territorio total del país, se encuentran amenazados (Ministerio de Medio Ambiente 2016). El territorio dominicano alberga alrededor de 45 especies de cactus (García y Castillo 1994), y de estas 21 especies se encuentran amenazadas (Lista Roja Nacional de la Flora Vascular 2016). La especie de cactus *Stenocereus heptagonus*, especie endémica del Caribe que se considera como amenazada en Puerto Rico y República Dominicana (Carrera-Martínez et al. 2018), es una de las especies más abundante en los bosques secos costeros de República Dominicana (García y Castillo 1994). *S. heptagonus* interactúa con diversos organismos en el ecosistema, sus flores, las cuales abren de noche, presentan características para atraer ciertos grupos de fauna, incluidos murciélagos y mariposas nocturnas quienes las polinizan (Carrera-Martínez et al. 2018). Además, sus frutos esféricos carnosos, de color rojo intenso, y con numerosas semillas son consumidos principalmente por aves y murciélagos (Carrera-Martínez et al. 2018). Sin embargo, estudios sobre frugivoría de este género son escasos. Dentro de los estudios existentes destacan el de Soriano et al. (1999), que documentan el consumo de *S. griseus* y *Subpilocereus repandus* (Cactaceae) por más 19 especies de aves en Venezuela. Similarmente, en Puerto Rico, Carrera-Martínez et al. (2018) reportan visitas a flores y frutos por insectos y aves a individuos de *S. heptagonus*. Sin embargo, en República Dominicana no existen estudios publicados relacionados con frugivoría o incluso, fenología de la fructificación, mecanismos de dispersión y diseminación para las especies de cactus que abundan en los ecosistemas secos y áridos de la isla.

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar las comunidades de aves y la vegetación de los bosques de cactáceas del Parque Nacional Jaragua, así como también la interacción entre aves y *S. heptagonus* en estos ecosistemas. Específicamente, se exploraron las siguientes preguntas de investigación ¿Cuál es la estructura, composición y diversidad de aves en el bosque seco del PNJ? ¿Cuáles son las características de la vegetación dentro del PNJ? y ¿Cuál es la relación entre la vegetación y la visitación de especies de aves frugívoras? y ¿Qué especies de aves visitan y/o consumen individuos de *S. heptagonus* y con qué frecuencia?

2. Materiales y métodos

2.1. Descripción del área de estudio

El Parque Nacional Jaragua (PNJ) se encuentra ubicado en la región suroeste de la República Dominicana, abarcando una extensión total de 165,400 hectáreas, de las cuales el 54 % corresponden a superficie marina, y el 46 % restante a zona terrestre (Perdomo et al. 2010) (Figura 1). El clima es de tipo semiárido, caracterizado por largos períodos de sequía (Ministerio de Medio Ambiente 2015). La precipitación media anual es de 896 mm, con una temperatura promedio de 27.9°C (Zanoni y Hager 1993). Además, el PNJ es reconocido por

BirdLife International como un Área Importante para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (IBAs, por sus siglas en inglés) y por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como un Área Clave para la Conservación de la Biodiversidad (KBA, por sus siglas en inglés) (Perdomo et al. 2010).

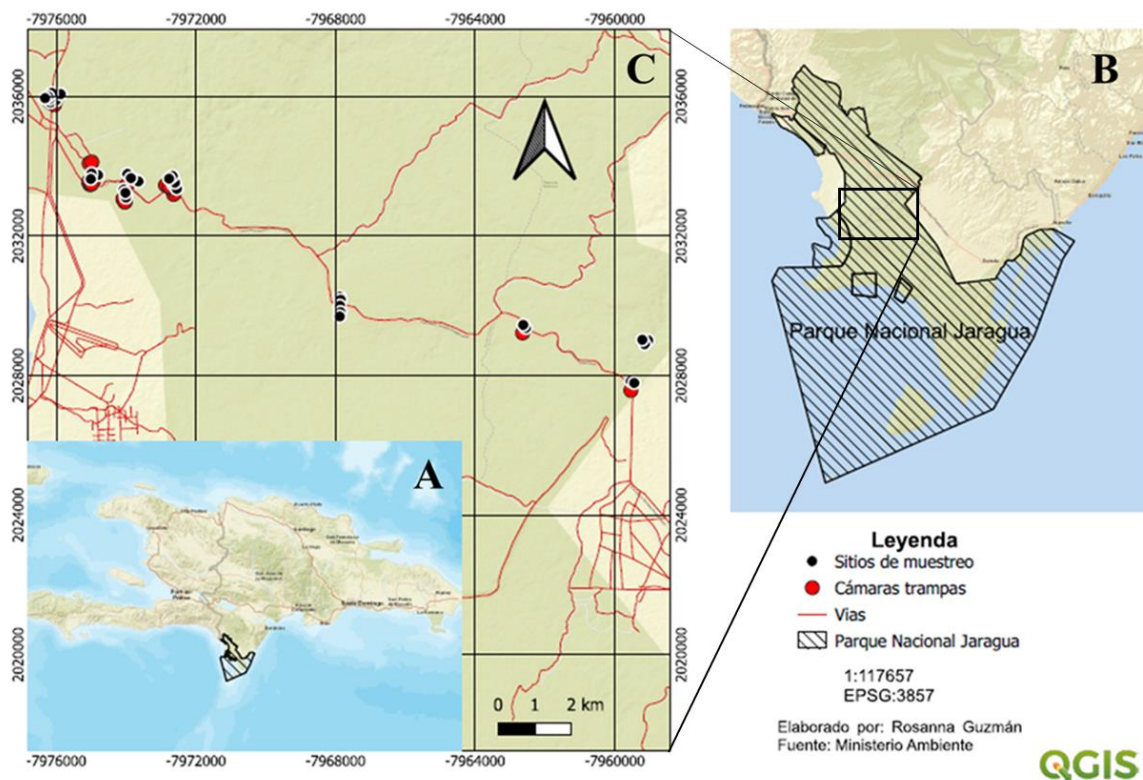


Figura 1. Mapa de ubicación del Parque Nacional Jaragua (PNJ) y de los sitios de muestreo. El recuadro A. muestra la ubicación del PNJ con respecto a la totalidad del territorio de República Dominicana; B. muestra la extensión del PNJ con respecto a su territorio marítimo y terrestre, el recuadro negro muestra las áreas donde se realizaron los muestreos; y C. muestra la ubicación de los sitios de muestreo. En C. las tonalidades verde oscuro y verde claro corresponden a zona costera y bosque seco respectivamente, y los círculos negros corresponden a la ubicación de cada uno de los sitios de muestreo (n=20) en donde se colectó datos para la caracterización de las comunidades de aves y de la vegetación; en 15 de estos sitios (círculos rojos) también se evaluaron los patrones de frugivoría de aves con *Stenocereus heptagonus*.

El PNJ se caracteriza por su variado entorno natural, que incluye bosques, cavernas, manglares, humedales, lagunas, playas rocosas, y arrecifes coralinos (Perdomo et al. 2010). En la totalidad del área terrestre del PNJ se distinguen tres zonas de vida *i.* bosque seco subtropical (95.25 %), *ii.* bosque espinoso subtropical (0.96 %) y *iii.* sistema de lagunas (3.78 %) (Ministerio de Medio Ambiente 2015). En estas zonas de vida terrestres se ha documentado la presencia de 464 especies de plantas vasculares, de las cuales 37 se encuentran amenazadas según la Lista Roja de Plantas Vasculares de la República Dominicana (2016). Además, los diferentes ecosistemas presentes en el PNJ proveen de hábitat a aproximadamente 179 especies de aves, de las cuales 67 se reconocen como residentes, 19 de estas endémicas; 64 como migratorias; tres como especies introducidas

(*Numida meleagris*, *Colinus virginianus* y *Streptopelia decaocto*) y una especie como especie colonizadora (*Cathartes aura*) (Ministerio de Medio Ambiente 2015).

2.2. Diseño de muestreo y sitios de muestreos

Fueron seleccionados 20 sitios de muestreo localizados mediante recorridos en áreas del PNJ a lo largo de la vía principal que une las comunidades de Oviedo y Pedernales (Figura 1). La selección de cada uno de los 20 sitios de muestreo se dio con base en los siguientes criterios: accesibilidad, tanto a la carretera como para desplazarse entre puntos de conteo de aves; tipo de ecosistema, que permitiera la localización de individuos de *S. heptagonus* y área con una cobertura vegetal más densa, donde se establecieron cinco puntos de conteo. Una vez seleccionados los sitios de muestreo, en cada uno de ellos se eligió un individuo de *S. heptagonus* que cumpliera con los criterios de *i.* la presencia de un mínimo de dos frutos maduros o en proceso de maduración y *ii.* que tuviese una altura máxima de 5 m, esto último para facilitar el monitoreo de la frugivoría por medio de cámaras trampa. Los individuos de *S. heptagonus* seleccionados fueron georreferenciados por medio de un GPS marca Garmin, modelo MAP 64S y marcados utilizando cinta de colores.

En áreas de bosque seco en la zona noroeste del PNJ, se identificaron 20 sitios de muestreo que permitieran integrar la caracterización de las comunidades de aves y la vegetación, y los eventos de frugivoría. En cada sitio se establecieron dos puntos de conteo para evaluar la comunidad de aves, así como dos parcelas temporales para evaluar la comunidad vegetal. En 15 de los sitios de muestreo se establecieron además cámaras trampa para evaluar los eventos de frugivoría. El establecimiento de 15 puntos de conteo, parcelas temporales y cámaras trampa estuvo determinado por la identificación inicial de un individuo de *S. heptagonus* que fue monitoreado para evaluar los eventos de frugivoría y los restantes cinco puntos estuvo determinado por áreas donde la cobertura vegetal fuera más densa, para tratar de muestrear diferentes ecosistemas dentro del PNJ (Figura 2).

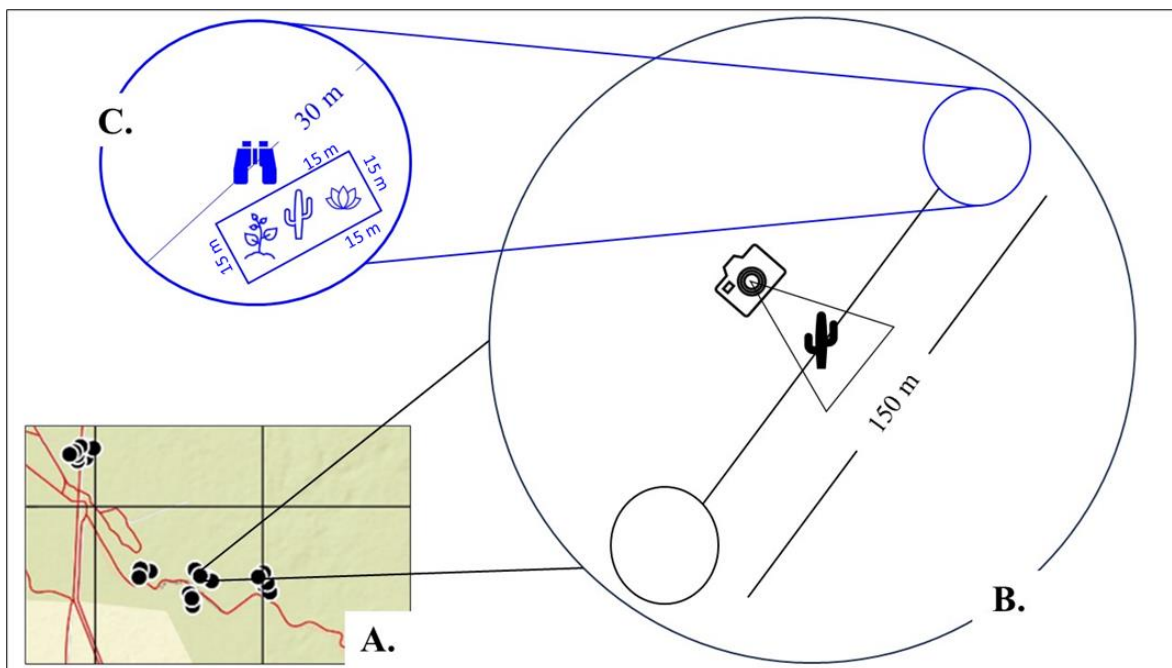


Figura 2. Diagrama que muestra el diseño para la colecta de datos en cada uno de los sitios de muestreo. A. muestra la ubicación de algunos de los sitios de muestreo dentro del PNJ; B. muestra el diseño dentro de cada sitio de muestreo, en donde el establecimiento de los puntos de conteo de aves (círculos), estuvo dado por la identificación inicial de un individuo de *Stenocereus heptagonus* (al centro) y sobre el cual se estableció una cámara para detectar los eventos de frugivoría; C. en color azul muestra el detalle dentro de una de las áreas de puntos de conteo en donde se llevó a cabo la evaluación de la comunidad en un radio de 30 m, y dentro de las cuales también se establecieron parcelas temporales (rectángulos) para la evaluación de la vegetación.

2.3. Caracterización de la comunidad de aves

La caracterización de la comunidad de aves inicialmente se llevaría a cabo en cada uno de los sitios seleccionados estableciendo dos puntos de conteo de aves alrededor del individuo de *S. heptagonus* monitoreado con cámaras trampa, y ubicados los puntos a una distancia mínima de 150 m entre ellos. Debido a las condiciones topográficas accidentadas, la presencia de pendientes pronunciadas y la vegetación densa característica del PNJ. La caracterización de la comunidad se llevó a cabo mediante la evaluación de 40 puntos de conteo (PC) ubicados a una distancia mínima de 100 m, en cuatro sitios los PC se colocaron a una distancia mínima lineal de 50 m entre sí. Cada PC fue georreferenciado y marcado con cinta de colores para facilitar su posterior ubicación.

Debido que en algunas visitas se priorizó la recopilación de datos de vegetación, y dado a que se contó con un tiempo y personal en campo limitado, 11 PC fueron visitados únicamente dos veces y siete visitados solo tres veces. El orden de las visitas a los PC fue alternado, de tal manera que cada PC fuese muestreado en dos momentos distintos del día, ya sea entre las 6:00-10:30 a.m., o entre las 3:00-6:00 p.m. Todas las visitas se realizaron en un periodo de seis meses entre octubre de 2022 y abril de 2023.

La identificación de las especies de aves se llevó a cabo con el apoyo de binoculares de la marca Pentax, una cámara fotográfica modelo Coolpix P900 y la guía de campo de Aves de República Dominicana y Haití (Latta et al. 2006). Adicionalmente, por medio de revisión de literatura se obtuvo para cada especie información relativa a su categoría de conservación (Lista Roja Nacional 2018b), *su* estatus biogeográfico (Latta et al. 2006), y *su* gremio trófico (Latta et al. 2003, Latta et al. 2006).

2.4. Caracterización de la vegetación

Dentro de cada parcela de muestro de 15 x 15 m, ubicadas en la misma área de cada punto de conteo de aves, se registraron e identificaron a nivel de especie todos los individuos presentes con diámetro a la altura del pecho (dap) mayor o igual a cinco cm. Adicionalmente, e independientemente del dap, en la parcela se registró las especies vegetales que presentaban flores y/o frutos. En el caso de las cactáceas columnares, se midió el dap solo a los individuos que tuvieron un número de ejes menor a 10 tallos, en caso contrario, si el individuo sobrepasaba los 10 ejes, para evaluar el área ocupada por cada individuo, se midieron dos diámetros en dirección norte sur, y se contó el número de tallos y la altura del individuo.

A nivel de la parcela se estimó el porcentaje de cobertura por medio de un densiómetro esférico. Se realizaron cuatro mediciones, dividiendo la parcela en cuatro cuadrantes y ubicando un punto al centro. Las cuatro mediciones fueron promediadas en un solo valor por parcela. Además, de manera subjetiva se estimó la proporción de la superficie de la parcela cubierta por la proyección horizontal de la vegetación con base en Thiollay (1992). Esta estimación se realizó en cuatro diferentes estratos verticales: *i.* 0–2 m, *ii.* 2–9 m, *iii.* 10–20 m y *iv.* >30 m, empleando una escala de valores simplificados en un rango de 0 a 3, para expresar el porcentaje de cobertura de la vegetación. En esta escala, el valor 0 correspondió a una ausencia total de cobertura vegetal (0 % de cobertura), el valor 1 abarcó un rango de 1 a 33% de cobertura, el valor 2 comprendió el intervalo de 34 a 66% de cobertura, y finalmente, el valor 3 incluyó un rango de 67 a 100% de cobertura.

La mayoría de las especies de plantas fueron identificadas en campo con el apoyo de un botánico experto en la flora del PNJ. En los casos en los que no se logró identificar a la especie se colectaron muestras botánicas para su posterior identificación en el Herbario del Jardín Botánico Nacional, Dr. Rafael M. Moscoso. Adicionalmente, por medio de revisión de literatura se obtuvo para cada especie información relativa a *su* estado de amenaza (Lista Roja de Plantas Vasculares de República Dominicana 2016), su síndrome de dispersión (Van der Pijl 1982; Spjut 1994), su forma de crecimiento (Acevedo-Rodríguez 2003, POWO 2023), y su nombre común (Lioger Tomos I, II, IV, V, VI, VII y VIII).

2.5. Evaluación de eventos de frugivoría

Con el propósito de identificar las especies de aves que visitan y/o consumen individuos de *S. heptagonus*, se instalaron 34 cámaras trampa modelos Bushnell 20MP, Reconyx PC 800, TEC.BEAN y Meidase en 15 de los 20 sitios de muestreo (Figura 2). Estas cámaras fueron programadas para tomar fotografías con base en un sensor de movimiento y calor. Este proceso de monitoreo se llevó a cabo durante un período de 8 meses entre los meses de octubre de 2022 a junio de 2023. Las cámaras realizaron un esfuerzo de muestreo similar en

términos de días/cámara, aproximadamente 15 días por cámara, lo que resultó en un total de 240 días de grabación durante el periodo de estudio.

Las cámaras se ubicaron frente a los individuos de *S. heptagonus*, a una altura inferior a 5 m y a una distancia aproximada de dos metros en dirección norte-sur. Esta ubicación permitió evitar eventos de sobreexposición del lente de las cámaras producto a los efectos de la salida y la puesta del sol, además, amplió el campo de visión y mejoró la resolución de la imagen. Se procuró ubicar las cámaras a una distancia de 100 m de la carretera para reducir el impacto de borde de la autovía.

Las cámaras trampa fueron revisadas aproximadamente cada dos semanas para cambiar las tarjetas de memoria y las baterías, o de ser necesario rotarlas para poder monitorear otros individuos de *S. heptagonus* una vez que el individuo monitoreado se encontrara estéril. Sin embargo, en campo, la rotación de las cámaras no fue muy efectivo, debido que la fructificación en una misma zona se presentaba de manera simultánea y con un período corto. Debido a esta condición, el número de individuos monitoreado por mes varió según la disponibilidad de individuos con frutos en el área de estudio.

Las fotografías que registraron la actividad de las aves fueron organizadas, de manera manual, en una base de datos en la que, para cada cámara, se identificaron todas las especies de aves, ubicación, fecha, hora y, el comportamiento observado, este último categorizado como consumo de frutos, solo percha, y conducta de agresión hacia otra ave, y el número de frutos consumidos.

2.6. Análisis de datos

2.6.1. Comunidad de aves

Para evaluar la diversidad de las comunidades de aves, se emplearon los números de Hill (Chao et al. 2014), que miden el número de especies efectivas en la comunidad (Chao et al. 2014). Los números de Hill se obtienen mediante el parámetro q , donde q_0 representa la riqueza total sin considerar las abundancias relativas, q_1 corresponde al índice de diversidad de Shannon, que toma en cuenta tanto la riqueza como las abundancias relativas de las especies más comunes, y q_2 representa el índice de diversidad de Simpson, que otorga un mayor peso a las especies más abundantes (especies dominantes). A medida que el valor de q aumenta, las especies menos comunes van perdiendo importancia en las medidas de diversidad. Adicionalmente se construyó una curva de rango-abundancia con el propósito de determinar la estructura de la comunidad de aves objeto de estudio. Ambos análisis se realizaron en el entorno de R, usando los paquetes iNEXT (Chao, 2014) y vegan (Oksanen et al. 2015).

2.6.2. Comunidad vegetal

Para evaluar la diversidad de las comunidades vegetales también se emplearon los números de Hill (Chao et al. 2014). Además, para evaluar la composición de especies, se calculó el Índice de Valor de Importancia simplificado (IVIs), para representar la importancia ecológica de las especies vegetales, considerando tanto aquellas que cuentan con múltiples individuos

como aquellas que, a pesar de su escasa abundancia, presentan una mayor cobertura en las parcelas de muestreo. El IVIs fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IVIs} = \text{Dominancia relativa (\%)} + \text{Frecuencia relativa (\%)}$$

Para clasificar a las parcelas de vegetación en función de su composición de especies, se llevó a cabo un análisis de conglomerado utilizando los valores de IVIs de las especies, empleando la distancia euclidiana y el método de Ward. Además, se realizó un análisis de MDS (Escalamiento Multidimensional Métrico) para visualizar la similitud o diferencia entre grupos de sitios tomando en cuenta las especies indicadoras, este análisis combina información sobre la concentración de la abundancia de especies en un grupo particular y la fidelidad de la ocurrencia de una especie en ese grupo. Estos análisis se realizaron utilizando el paquete *indicspecies* de R (De Caceres y Legendre 2009).

2.6.3. *Eventos de visita y/o consumo de frutos de S. heptagonus*

A partir de los registros obtenidos de las cámaras trampa, se calculó el tiempo promedio de consumo por visita para cada especie de ave. Utilizando estos promedios junto con la cantidad de frutos consumidos por cada especie de ave, se determinó el índice de consumo a nivel específico (ICe), propuesto por Pascual et al. (1999) y modificado para este trabajo. El índice de consumo específico (ICe) cuantifica la intensidad de uso que cada especie de ave ejerce sobre un fruto en un tiempo específico. Su fórmula es la siguiente:

$$ICe = \frac{NS_i T_i}{E}$$

Donde:

NS_i = número de frutos consumidos por la especie i

T_i = tiempo de consumo de la especie i (tiempo de visita promedio x número de visitas), expresado en minutos,

E = esfuerzo total de observación expresado en horas-fruto.

Para analizar si las aves visitaron los individuos de *S. heptagonus* con un patrón diario de consumo, o si visitaban en momentos dispersos a lo largo del día, se realizó una prueba de circular de Rayleigh. En esta prueba se utilizó la hora de inicio de la visita registrada por la cámara trampa, y esas horas se convirtieron a grados decimales. Esta prueba se emplea para evaluar si los registros de frugivoría estaban distribuidos uniformemente a lo largo de los ángulos. Las especies que presentan un patrón agregado a lo largo del tiempo se pueden identificar cuando sus registros caen por debajo de un umbral de significancia ($p \leq 0.05$). Luego, los valores en grados se transforman nuevamente en horas del día y se representan como la media en un diagrama circular. Este análisis se realizó en el entorno de R, utilizó el paquete *circular* (Agostinelli y Lund 2023).

Se realizó un análisis de ocupación ingenua a los datos de las cámaras trampa, para conocer la proporción de cámaras que detectaron una especie en relación con el total de cámaras instaladas y se considera ingenua ya que el hecho de que una cámara no detecte la presencia de una especie no quiere decir que esta no se encuentre allí (Mackenzie et al. 2002). Para este análisis se utilizaron los programas *SpecialRenamer*, *DataOrganize*, *DataAnalyze* y su extensión *pg.dll*.

Para evaluar la relación entre la riqueza y abundancia de aves y las variables de vegetación de área basal, cobertura vegetal, riqueza de árboles, abundancia de árboles, especies con flores, botones y/o frutos, especies de dosel, se emplearon modelos lineales generalizados y mixtos (MLGM). Para la riqueza de aves, se utilizó una distribución Poisson con función de enlace log. Sin embargo, debido a la presencia de subdispersión en la abundancia de aves, se optó por una familia binomial negativa con función de enlace Log. Además, se colocó el efecto de la parcela y los conglomerados de distancia entre las parcelas, agrupados según sus distancias como efectos aleatorios. Se explorando los modelos en el software InfoStat (Di Rienzo et al. 2000).

3. Resultados

3.1. Composición y diversidad de aves

Se registraron 1416 individuos de aves, correspondientes a 13 órdenes, 23 familias y 46 especies de las cuales, 26 son residentes permanentes, 12 endémicas, siete migratorias y una es introducida (Tabla 1). Esta cantidad de especies representa el 25 % del total de 179 especies reportadas para el PNJ, y corresponde al 15 % de la avifauna de la República Dominicana.

Las familias con el mayor número de especies observadas fueron Parulidae y Columbidae con siete especies respectivamente, seguidas de Cuculidae con cuatro especies y Tyrannidae con tres especies. La especie más abundante fue *Myiarchus stolidus* (Manuelito) con el 10 % del total de individuos observados, seguida de *Phaenicophilus palmarum* (Cuatro Ojos) (9.5 %), *Anthracothorax dominicus* (Zumbador Grande) (9.4 %) y *Melanerpes striatus* (Carpintero) (9.3 %).

En el área de estudio se registraron tres especies de aves que se encuentran en diferentes categorías de amenaza según las listas de la UICN y la Lista Roja Nacional (2018b). Dos especies, *Corvus leucognaphalus* (Cuervo) y *Amazona ventralis* (Cotorra), se encuentran en la categoría de En Peligro (EN) según la Lista Roja Nacional (2018b), mientras que en la lista roja de la UICN se encuentran en la categoría de Vulnerable (VU). La especie *Patagioenas inornata* (Paloma Ceniza) se encuentra en la categoría de Casi Amenazado (NT) según la lista roja de la UICN y en la categoría de Vulnerable (VU) según la Lista Roja Nacional (2018b).

La curva de acumulación de especies en toda el área de estudio revela que la riqueza de especies (q_0) experimenta un incremento conforme se incorporan más individuos a la muestra. Y las medidas de diversidad de orden q_1 (especies comunes) y q_2 (dominancia de especies), se observa que ambas curvas alcanzan su punto máximo con menos del 20 % de los individuos registrados. En este punto, las curvas se estabilizan, evidenciando una asíntota donde la comunidad de aves adquiere homogeneidad y equidad en cuanto a la dominancia (q_1) y presencia de especies comunes (q_2).

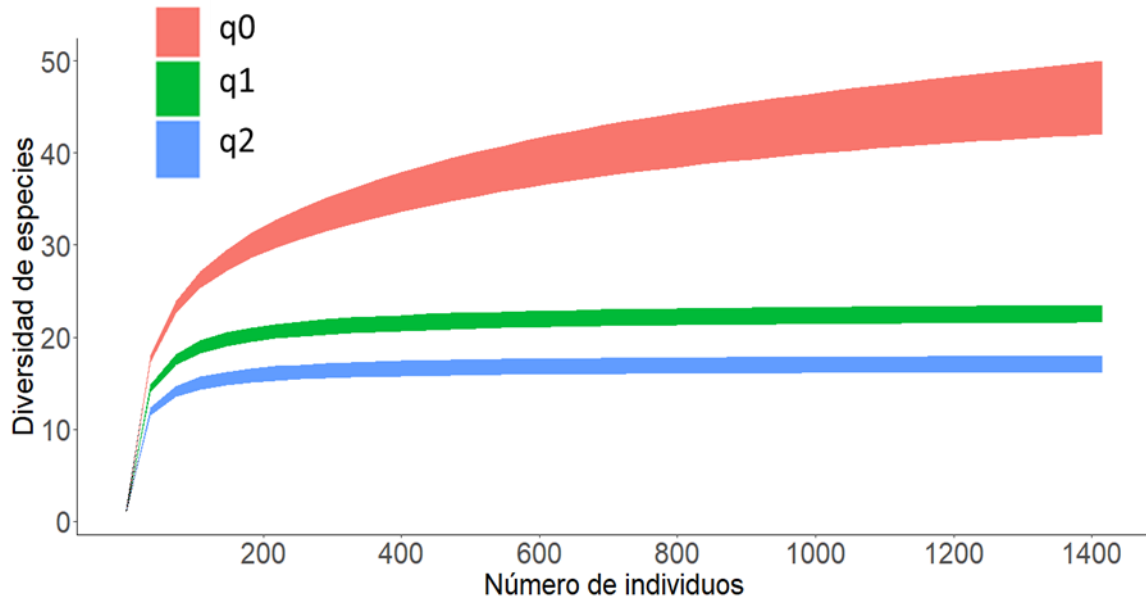


Figura 3. Curva de acumulación de especies del número de especies total (q0), comunes (q1) y dominantes (q2) de las aves registradas para el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana.

La Figura 4 muestra la curva de rango-abundancia que representa la estructura de la comunidad de aves en el PNJ, en esta curva se aprecia que un reducido número de especies (13 en total) fueron muy abundantes con más de 40 registros por especies. Entre estas especies destacan; *Tyrannus dominicensis*, *Setophaga palmarum*, *Microligea palustris*, *Zenaida asiática*, *Mimus polyglottos*, *Mellisuga minima*, *Nesocites micromegas*, *Columbina passerina*, *Melopyrrha violácea*, *Coereba flaveola*, *Melanerpes striatus*, *Phaenicophilus palmarum*, *Anthracothorax dominicus* y *Myiarchus stolidus*. Y a medida que se incorporan las especies con una detección moderada, con al menos 21 individuos la curva experimenta un descenso, entre estas especies están; *Zenaida macroura*, *Corvus leucognaphalus* y *Falco sparverius*. Por último, diecinueve especies son consideradas como especies de baja frecuencia o raras para un máximo de cuatro individuos registrados, tales como: *Amazona ventralis*, *Buteo jamaicensis*, *Coccyzus americanus*, *Setophaga discolor* y *Turdus plumbeus*.

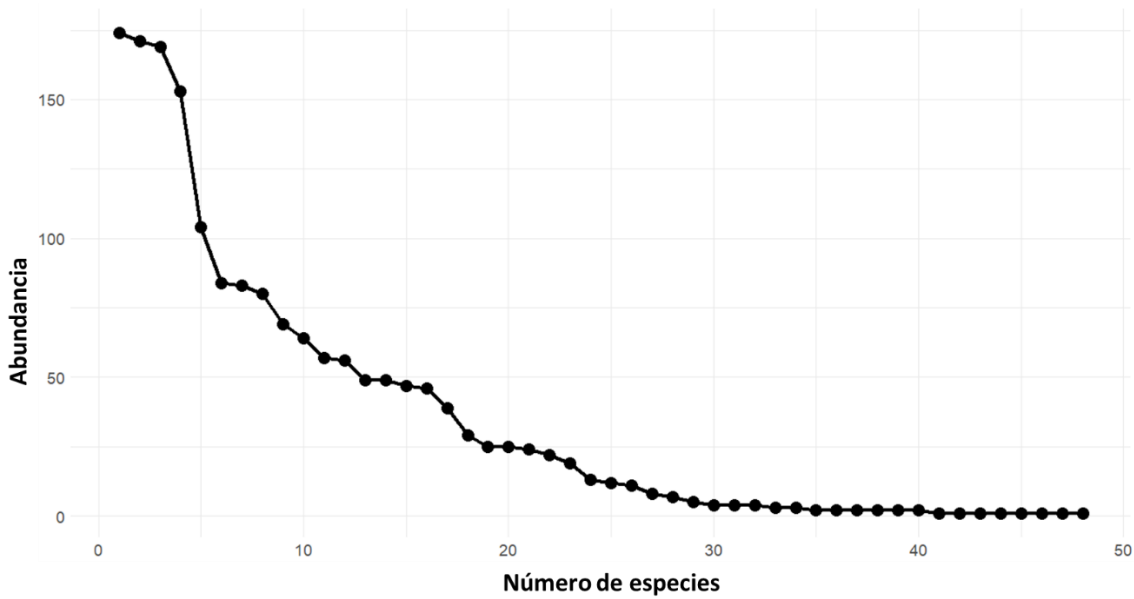


Figura 4. Curva de rango-abundancia de especies de aves observadas en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana

En cuanto a los gremios tróficos de las especies de aves registradas, las insectívoras fueron las más abundantes, con un 39.1% de las observaciones y una riqueza de 21 especies; seguidas de las aves frugívoras-granívoras, con una abundancia de un 33% y una riqueza de 13 especies, y las nectarívoras, que constituyeron un 20% para una riqueza de tres especies. Los demás gremios combinados representaron el 7.5% restante de los individuos observados (Figura 5).

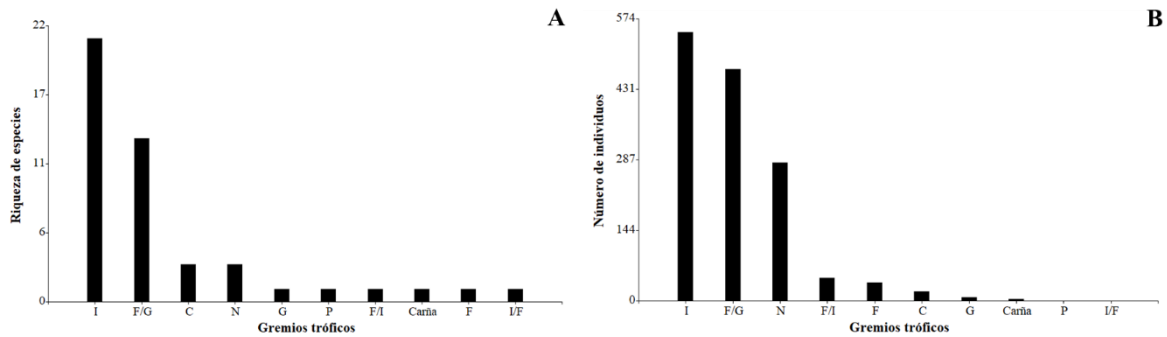


Figura 5. Gremios tróficos según Latta *et al.* (2003); Latta *et al.* (2006) de las aves registradas en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana Gremios tróficos correspondientes: A corresponde a la riqueza de especies y C a la abundancia de especies por gremio trófico. I= Insectívoras, F/G= Frugívoras/granívoras, N= Nectarívoras, C=Carnívoras, F= Frugívoras, Carña= Carroñeras, P= Piscívoras, I/F=Insectívoras/frugívoras, G= Granívoras y F/I=Frugívoras/insectívoras.

Cuadro 1. Aves observadas en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana. Los muestreos fueron realizados entre los meses de noviembre/diciembre de 2022 y enero-febrero/marzo de 2023. Los valores entre paréntesis corresponden a la abundancia relativa de individuos, para un total de n=1416 individuos

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio trófico ¹	Estatus biogeográfico ²	Estado de amenaza ³	Abundancia absoluta y abundancia relativa (paréntesis)
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Guaraguao	C	RP	-	1 (0,07)
Apodiformes	Apodidae	<i>Tachornis Phoenicobia</i>	Vencejito Palmar	I	RP	-	3 (0,21)
	Trochilidae	<i>Anthracothorax dominicus</i>	Zumbador Grande	N	E	-	141 (9,96)
		<i>Mellisuga minima</i>	Zumbadorcito	N	RP	-	56 (3,95)
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Maura	Carña	RP	-	4 (0,28)
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Rolita	F/G	RP	-	64 (4,52)
		<i>Geotrygon montana</i>	Perdiz colorado	F/G	RP		1 (0,07)
		<i>Patagioenas inornata</i>	Paloma Ceniza	F/G	RP	VU	4 (0,28)
		<i>Patagioenas squamosa</i>	Paloma Turca	F/G	RP	-	4 (0,28)
		<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola Aliblanca	F/G	RP	-	49 (3,46)
		<i>Zenaida aurita</i>	Rolón Turco	F/G	RP	-	23 (1,62)
		<i>Zenaida macroura</i>	Tórtola Rabiche	F/G	RP	-	21 (1,48)
Coraciiformes	Todidae	<i>Todus subulatus</i>	Barrancolí	I	E	-	39 (2,75)
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Pájaro Bobo Pico Amarillo	I	RP/M	-	1 (1,07)
		<i>Coccyzus longirostris</i>	Pájaro Bobo	I	E	-	32 (2,26)
		<i>Coccyzus minor</i>	Pájaro Bobo Menor	I	RP	-	2 (0,14)
		<i>Crotophaga ani</i>	Judío	I	RP	-	8 (0,56)
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cuyaya	C	RP	-	17 (1,20)
Galliformes	Numididae	<i>Numida meleagris</i>	Guinea	G	I	-	8 (0,56)
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus leucognaphalus</i>	Cuervo	F/G	E	EN	20 (1,41)
	Dulidae	<i>Dulus dominicus</i>	Cigua Palmera	F	E	-	37 (2,61)
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Cola de Tijera	I	RP	-	1 (0,07)
		<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina de Cuevas	I	RP	-	3 (0,21)
	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Ruiseñor	F/G	RP	-	50 (3,53)

		<i>Seiurus aurocapilla</i>	Cigüíta Saltarina	I	M	-	4 (0,28)
		<i>Setophaga americana</i>	Cigüíta Parula	I	M	-	5 (0,35)
		<i>Setophaga caerulescens</i>	Cigüíta Azul	I	M	-	2 (0,14)
	Parulidae	<i>Setophaga discolor</i>	Cigüíta de los Prados	I	M	-	1 (0,07)
		<i>Setophaga palmarum</i>	Cigüíta Palmar	I	M	-	40 (2,82)
		<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita/Bijirita	I	M	-	2 (0,14)
		<i>Setophaga tigrina</i>	Cigüíta Tigrina	I	M	-	11 (0,78)
	Phaenicophilidae	<i>Microligea palustris</i>	Cigüíta Coliverde	F/I	E	-	47 (3,32)
		<i>Phaenicophilus palmarum</i>	Cuatro Ojos	F/G	E	-	138 (9,75)
	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Cigüíta/Pinchita	N	RP	-	84 (5,93)
		<i>Melopyrrha violacea</i>	Gallito Prieto	F/G	RP	-	72 (5,08)
	Turdidae	<i>Turdus plumbeus</i>	Chuá-chuá	I/F	RP	-	1 (0,07)
	Tyrannidae	<i>Contopus hispaniolensis</i>	Maroíta	I	E	-	4 (0,28)
		<i>Myiarchus stolidus</i>	Manuelito	I	RP	-	143 (10,10)
		<i>Tyrannus dominicensis</i>	Petigre	I	RP	-	39 (2,75)
	Vireonidae	<i>Vireo altiloquus</i>	Julián Chiví	I	RP	-	13 (0,92)
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza Azul	P	RP	-	1 (0,07)
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes striatus</i>	Carpintero	I	E	-	136 (9,60)
		<i>Nesocittes micromegas</i>	Carpinterito de Sierra	I	E	-	58 (4,10)
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ventralis</i>	Cotorra	F/G	E	EN	23 (1,62)
		<i>Eupsittula cf. nana</i>	Perico Amargo	F/G	RP	-	2 (0,14)
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto glaucops</i>	Lechuza cara ceniza	C	E	-	1 (0,07)
13 ordenes	23 familias	46 especies	Total, de individuos observados (n)				1416

¹Gremios tróficos según Latta et al. (2003); Latta et al. (2006). Corresponden a: F= Frugívoras, N= Nectarívoras, I= Insectívoras, I/F=Insectívoras/frugívoras, F/I=Frugívoras/insectívoras, F/G= Frugívoras/granívoras, G= Granívoras, C=carnívoras, Carña= Carroñeras y P= Piscívoras.

²Estatus biogeográfico según Latta et al. (2006), corresponden a: RP= Residente Permanente, E= Endémicas y M=Migratorias.

³Categoría de amenaza Lista Roja Ministerio Ambiente y Recursos Naturales (2018b), corresponden a EN= En peligro y VU= Vulnerable.

3.2. Composición de la vegetación

Se registró un total de 97 especies vegetales pertenecientes a 39 familias y 80 géneros. Las familias con más especies fueron Fabaceae (12 especies), Cactaceae (9 especies), Euphorbiaceae y Sapindaceae (6 especies cada una), seguido de Apocynaceae (5 especies), Capparaceae y Malvaceae (4 especies cada una) (Figura 6). A su vez, cinco familias estuvieron representadas únicamente por tres especies (Bignoniaceae, Boraginaceae, Rhamnaceae, Rutaceae y Vitaceae), nueve familias por dos especies (Anacardiaceae, Bromeliaceae, Burseraceae, Malpighiaceae, Poaceae, Rubiaceae, Salicaceae, Verbenaceae y Zygophyllaceae) y 18 familias estuvieron representadas por solo una especie (Arecaceae, Aristolochiaceae, Asparagaceae, Cleomaceae, Convolvulaceae, Erythroxylaceae, Lamiaceae, Loranthaceae, Moraceae, Myrtaceae, Nyctaginaceae, Passifloraceae, Phyllanthaceae, Polygonaceae, Portulacaceae, Primulaceae, Solanaceae y Ulmaceae). Del total de especies, 63 correspondieron a especies nativas (64 %), 27 endémicas (28), tres exóticas (3 %) y de cuatro no fue posible determinar su estatus (4 %).

El tipo biológico predominante en el área de estudio fue el arbustivo, representado por 39 (40%) especies del total de las 97 especies identificadas. Entre las más representativas se encuentran *Senna atomaria* (L.) H.S.Irwin & Barneby, *Plumeria obtusa* L., *Harrisia divaricata* (Lam.) Backeb, y *Pilosocereus polygonus* (Lam.) Byles & G.D.Rowley. El tipo arborescente estuvo representado por 33 especies (34 %), siendo más comunes tales como *Stenocereus heptagonus* (L.) Mottram, *Guaiacum sanctum* L. y *Phyllostylon rhamnoides* (J.Poiss.) Taub. Las lianas, con 9 especies (9%), incluyeron *Serjania polyphylla* (L.) Radlk. y *Cissus trifoliata* (L.), siendo estas especies las más comunes de este tipo biológico. Las herbáceas estuvieron representadas por 8 especies (8%), y las trepadoras por cinco especies (5%) (Figura 6).

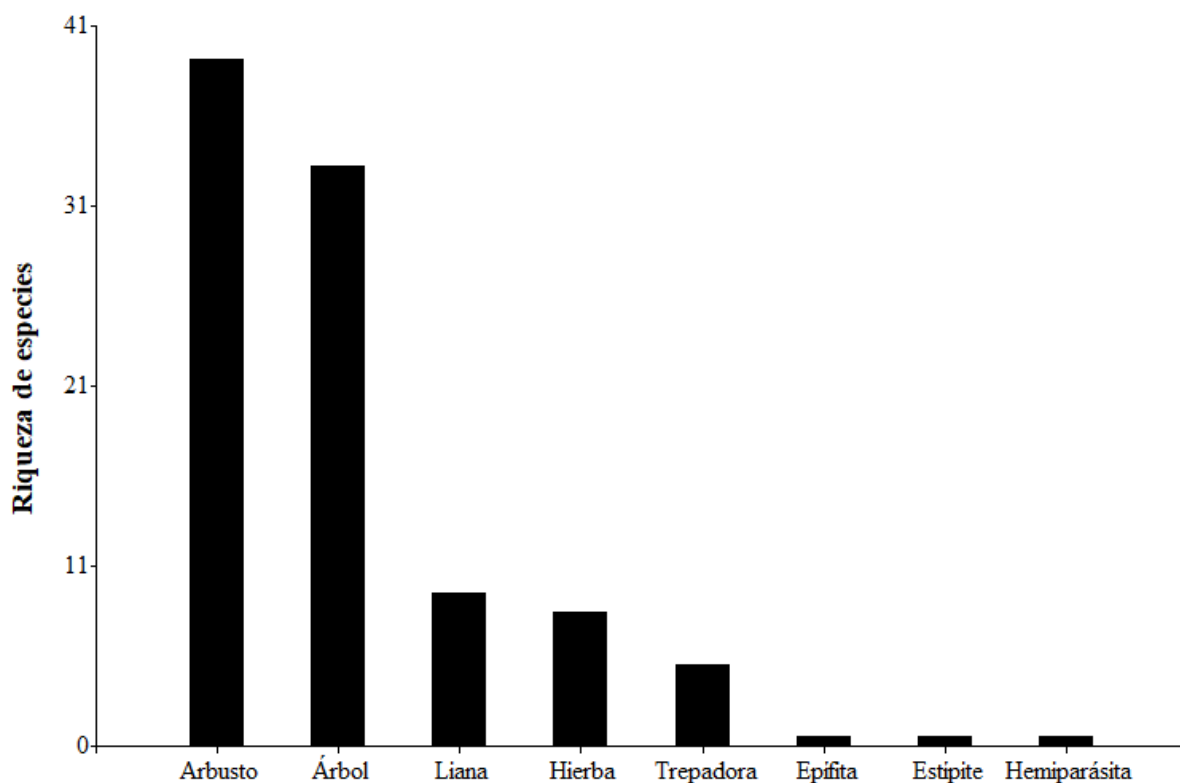


Figura 6. Forma de crecimiento de las especies vegetales identificadas en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana

Entre las especies amenazadas, se encuentran cuatro especies categorizadas en Peligro crítico: *Calliandra haematomma* (Bertero ex DC.) Benth., *Lantana alainii* Moldenke, *Melocactus pedernalensis* M.M.Mejía & R.G.García y *Pseudocarpidium domingense* (Urb. & Ekman) Moldenke. Se encuentran seis especies categorizadas como En Peligro: *Amyris diatrypa* Spreng., *Amyris elemifera* L., *Coccothrinax ekmanii* Burret, *Harrisia divaricata* (Lam.) Backeb., *Mammillaria prolifera* (Mill.) Haw. y *Pimenta haitiensis* (Urb.) Landrum. Por último, se identificaron 11 especies clasificadas como Vulnerables: *Agave antillarum* Descourt., *Anemotrochus viridivenius* (Alain), *Comocladia mollifolia* Ekman & Helwig, *Consolea moniliformis* (L.) A.Berger, *Guaiacum officinale* L., *Guaiacum sanctum* L., *Leptocereus weingartianus* (E.Hartmann) Britton & Rose, *Pilosocereus polygonus* (Lam.) Byles & G.D.Rowley, *Stenocereus heptagonus* (L.) Mottram, *Stenostomum involucreatum* (Urb. & Ekman) Borhidi y *Thouinidium inaequilaterum* Alain.

Según la IUCN, en el área, se encuentran 30 especies bajo alguna categoría de amenaza. Entre estas, están dos especies categorizadas como En Peligro: *Coccothrinax ekmanii* Burret y *Guaiacum officinale* L. Tres especies son clasificadas como Vulnerables: *Bursera spinescens* Urb. & Ekman, *Pimenta haitiensis* (Urb.) Landrum y *Pseudocarpidium domingense* (Urb. & Ekman) Moldenke. Una especie casi amenazada: *Guaiacum sanctum* L. Por último, 24 especies que están casi amenazadas, entre las que se incluyen: *Amyris elemifera* L., *Catalpa macrocarpa* (A.Rich.) Ekman ex Urb., *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E.Jarvis, *Coccoloba leoganensis* Jacq., *Colubrina elliptica* (Sw.) Brizicky & W.L.Stern, *Comocladia dodonaea* (L.) Britton, *Consolea moniliformis* (L.) A.Berger, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Croton discolor* Willd. y *Cylindropuntia caribaea* (Britton & Rose) F.M.Knuth.

Dentro del grupo de especies identificadas se encontraron 19 tipos de frutos, siendo el fruto de tipo drupa el más representativo con un 16 %, seguido de las bayas (15 %), legumbre (13 %), sámara (8 %), Ceratio, cápsula loculicida y cápsula con un 7 % respectivamente, y Cocario (6 %). En conjunto, 11 tipos de frutos representan un 20 % (Figura 7).

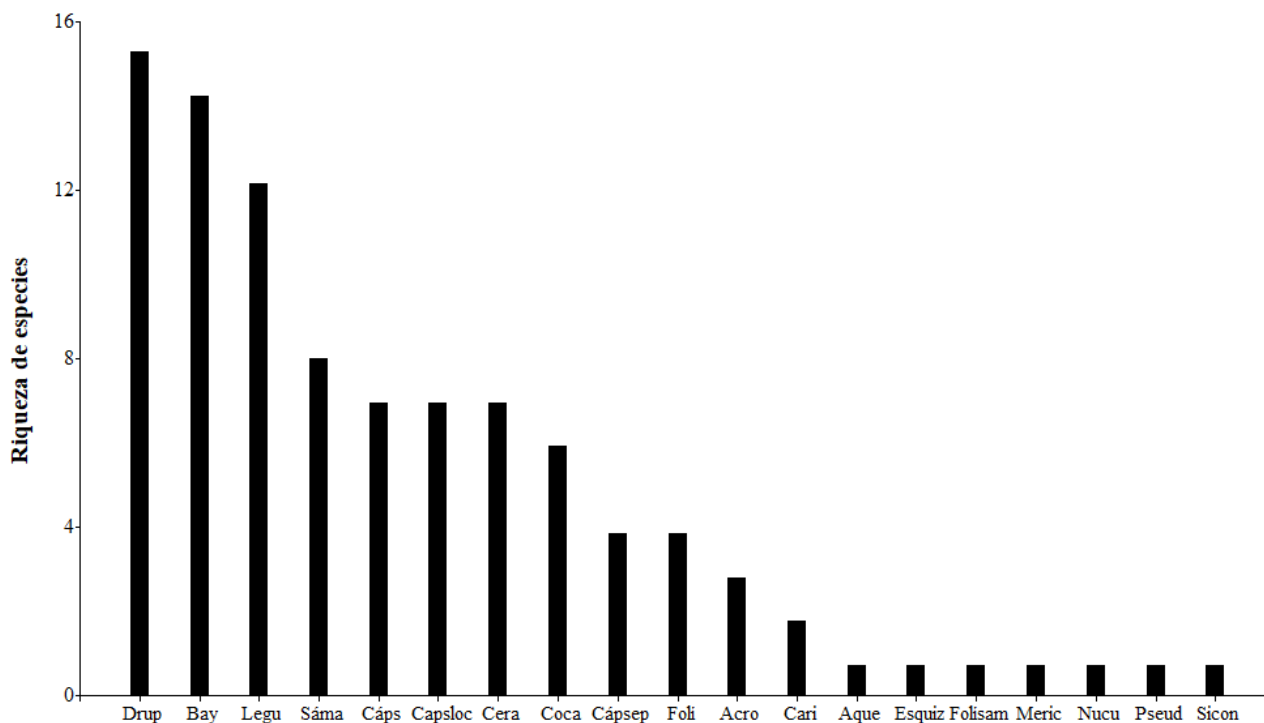


Figura 7. Tipos de frutos de las especies de plantas identificadas en las áreas de muestreo en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana. Las abreviaciones corresponden a: Drup= Drupa, Bay= Baya, Legu= Lagumbre, Sáma= Sámara, Cáps= Cápsula, Capsloc= Capsula loculicida, Cera= Ceratio, Coca= Cocario, Cápssep= Cápsula septicida, Folí= Folículo, Acro= Acrosarca, Cari= Cariopsis, Aque= Aqueño, Esquiz= Esquizocarpo, Folísam= Folículo samaróide, Meric= Mericarpo, Nucu= Nuculanio, Pseud= Pseudosámara y Sicon= Sicono

Del total de especies de plantas, se identificaron siete síndromes de dispersión. La zoocoría el síndrome dominante, constituyendo el 40 % del total de especies. Le sigue la autocoria con un 27 %, la anemocoria con un 22%, la autocoria/zoocoria con un 4 %, zoocoria/ barocoria con un 3 %, anemocoria/autocoria con un 2%, y la autocoria/anemocoria con un 1 %. No se pudo determinar el síndrome de dispersión para un 1% de las especies (Figura 8).

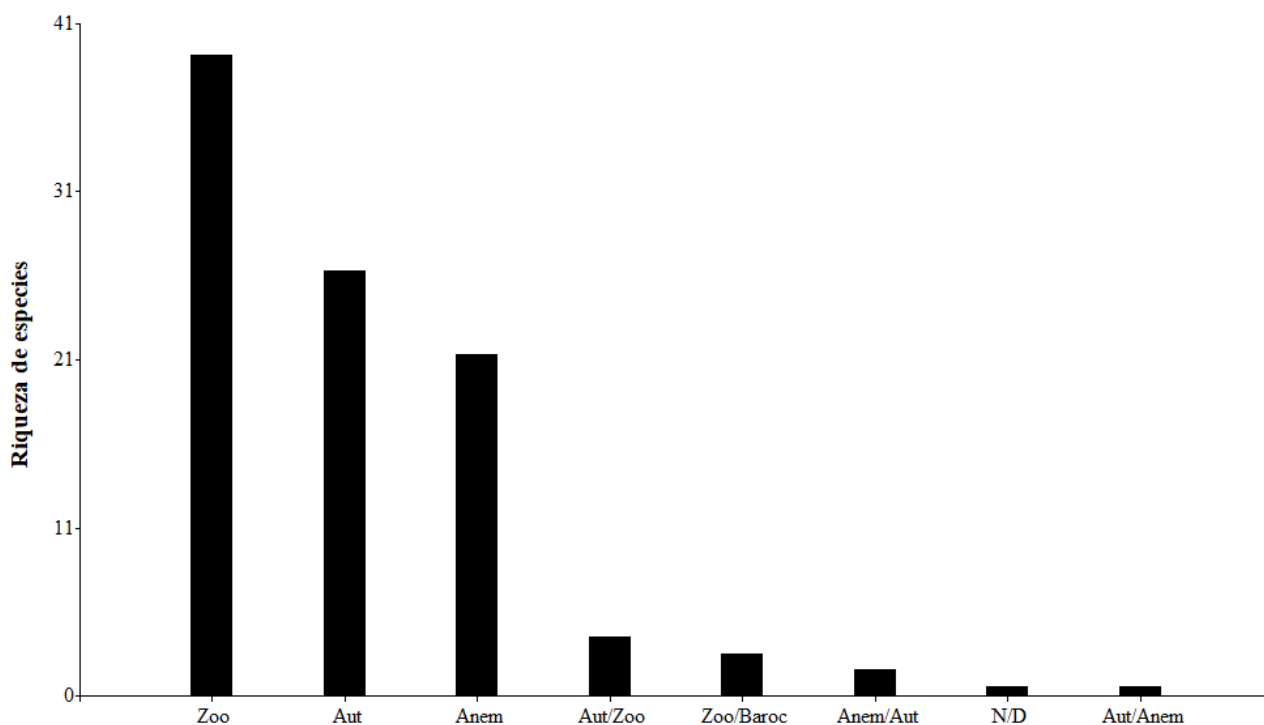


Figura 8. Síndrome de dispersión de las especies botánicas identificadas en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana Las abreviaciones corresponde a: Zoo = Zoocoria, Aut = Autocoria, Anem = Anemocoria, Aut/Zoo = Autocoria/Zoocoria, Zoo/Baroc = Zoocoria/Barocoria, Anem/Aut = Anemocoria/Autocoria, Aut/Anem = Autocoria/Anemocoria y N/a = No identificado

Se registraron un total de 1131 individuos leñosos con dap por encima de los 5 cm. Estos individuos pertenecieron a 43 de las 97 especies registradas en el área de estudio, abarcando 24 familias botánicas y 36 géneros diferentes. De esta manera, 53 de las especies restantes, son excluidas de los análisis que se presentan a continuación, pero fueron incluidas en la descripción realizada arriba y corresponde a los individuos registrados con flores y/o frutos.

La distribución diamétrica de estos individuos leñosos de ≥ 5 cm dap, presentó un patrón de distribución en forma de J invertida, esto indica que se encontró mayor número de individuos de diámetros pequeños (5-10 y 10-20 cm dap), y una mayor cantidad de individuos en las categorías de mayor tamaño diamétrico (por encima de 40 cm de dap) (Figura 9).

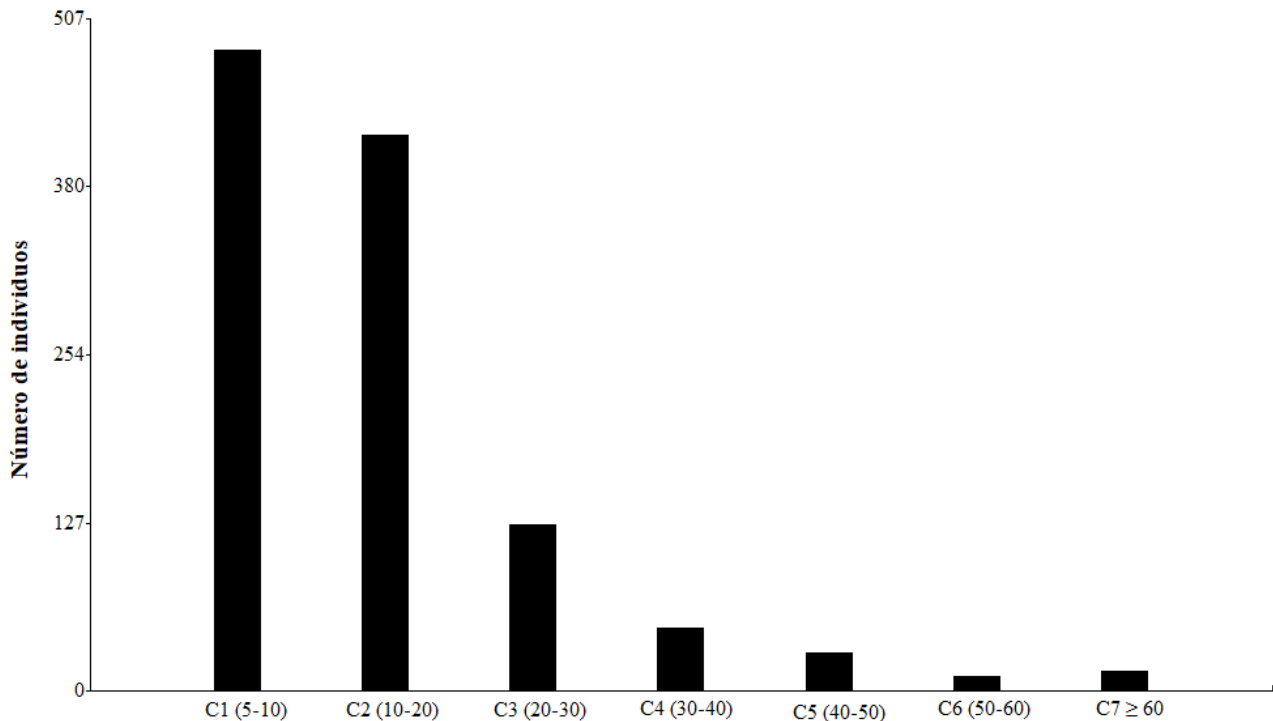


Figura 9. Distribución diamétrica de los individuos con un dap mayor o igual a 5 cm en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana

En el análisis de conglomerado aplicado a las parcelas utilizando el índice de valor de importancia de especies simplificado (IVIs) (Figura 10A), agrupa las parcelas en tres grupos de acuerdo a su similitud en la composición de especies, y el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (MDS), con un valor de stress de 15.6 y un $R^2 = 0.97$ (Figura 10B), mostró que los grupos identificados en el análisis de conglomerados se mantienen en el espacio multivariado constituido por la abundancia de las especies indicadoras. El primer grupo (color gris en la figura 10A) estuvo dominado por las especies *Pimenta haitiensis* (Urb.) Landrum, *Gymnanthes lucida* Sw., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Harrisia divaricata* (Lam.) Backeb. y *Amyris diatrypa* Spreng., y en el análisis de MDS (color gris en la figura 10B) mostró la mayor diversidad de especies indicadoras (n=7) asociadas a las áreas con una cobertura vegetal más abundante en las zonas de estudio. Este grupo presenta la mayor heterogeneidad entre las parcelas, lo que se refleja en una separación más pronunciada entre ellas.

Un segundo grupo (color azul en la figura 10A), estuvo caracterizado por la dominancia de las especies *Parasenegalia skleroxyla* (Tussac) Seigler & Ebinger y *Phyllostylon rhamnoides* (J.Poiss.) Taub., aunque presenta características comunes con el primer grupo (cuadros en color gris) y tres (cuadros negros). Además, este grupo se caracteriza por representar un ecosistema predominantemente xerófito en la zona de estudio, donde la especie *S. heptagonus* (L.) Mottram es muy dominante (Figura 10B).

Por último, un tercer grupo (color negro en la figura 10A) se caracteriza por una heterogeneidad en la distribución de especies y una variabilidad en la dominancia de especies dentro de este grupo, aquí, se encuentran especies características como *Senna atomaria* (L.) H.S.Irwin & Barneby, *Pilosocereus polygonus* (Lam.) Byles & G.D.Rowley, *Stenocereus heptagonus* (L.) Mottram, entre otras, Y contiene únicamente dos especies características o indicadoras (Figura 10B), como son los cactus *Pilosocereus polygonus* (Lam.) Byles & G.D.Rowley y *Melocactus pedernalensis* M.M.Mejía & R.G. García, a su

vez muestra una heterogeneidad más moderada comparada con el grupo uno (color gris), y sus especies representativa.

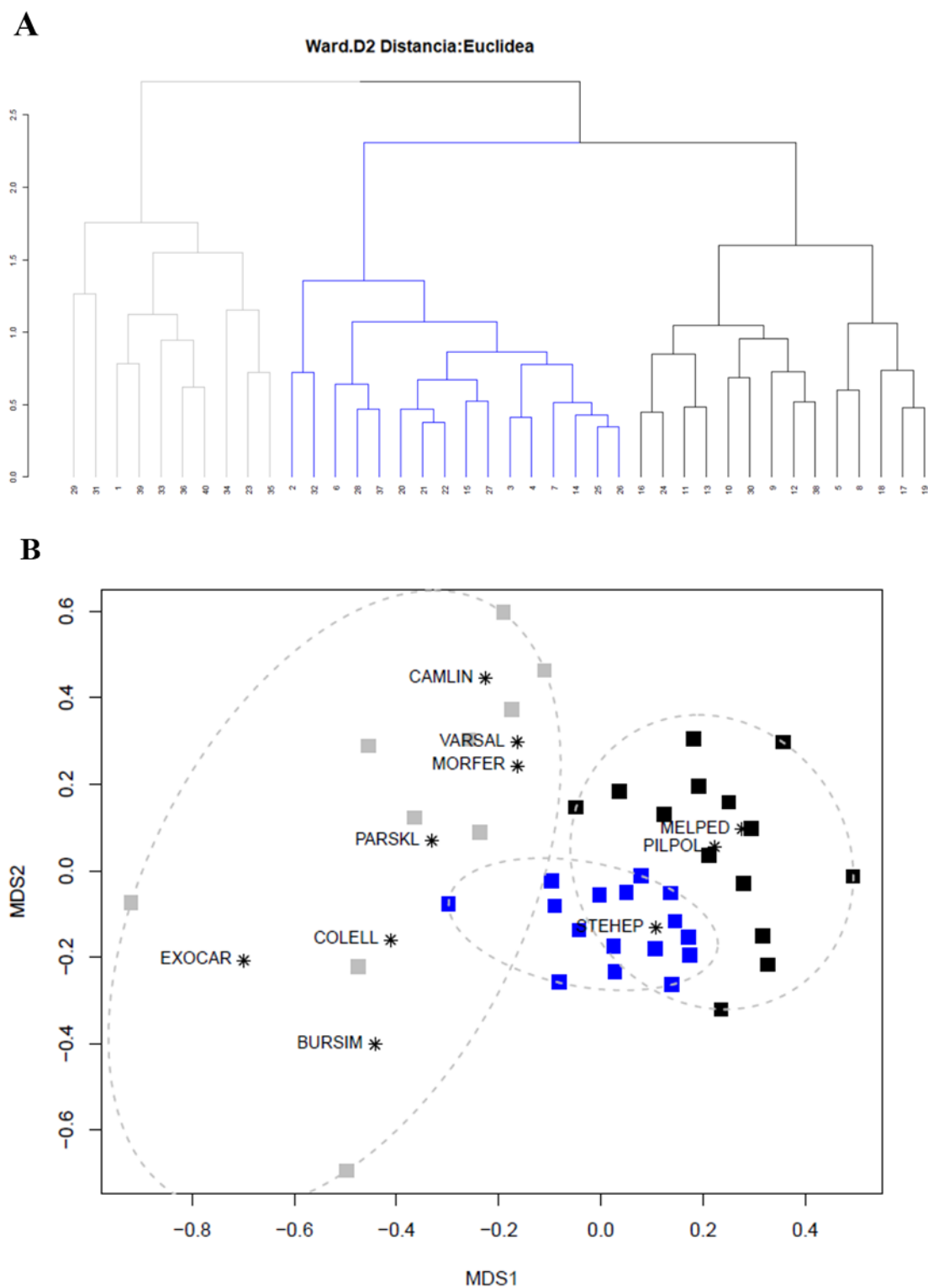


Figura 10. A) Análisis de conglomerados del Índice de Valor de Importancia simplificado (IVIs) de las especies presentes en las parcelas de vegetación del Parque Nacional Jaragua, República Dominicana. B) Análisis MDS

(escalamiento multidimensional no métrico) de la vegetación del Parque Nacional Jaragua, República Dominicana, utilizando el método de Ward y la distancia euclidiana como métrica de agrupación. Los cuadraros representan las parcelas de vegetación (n=40) y las elipses muestran las agrupaciones obtenidas. Los códigos corresponden a las especies: STEHEP= *Stenocereus heptagonus* (L.) Mottram, MELPED =*Melocactus pedernalensis* M.M.Mejía & R.G.García, PILPOL= *Pilosocereus polygonus* (Lam.) Byles & G.D.Rowley, VARSAL= *Varronia salviifolia* (Juss. ex Poir.) Borhidi, CAMLIN= *Cameraria linearifolia* Urb. & Ekman, COLELL= *Colubrina elliptica* (Sw.) Brizicky & W.L.Stern, MORFER= *Morisonia ferruginea* (L.) Christenh. & Byng, PARSKL= *Parasenegalia skleroxyla* (Tussac) Seigler & Ebinger, EXOCAR= *Exostema caribaeum* (Jacq.) Schult. y BURSIM =*Bursera simaruba* (L.) Sarg.

3.3. Relación de la comunidad de aves con las características de la vegetación

En el análisis de la riqueza de aves, se identificó una relación significativamente positiva con la cobertura de vegetación ($p < 0,0070$), indicando que a medida que la cobertura de vegetación en las parcelas aumenta, se observa un incremento en la riqueza de aves. Este patrón también se verifica en la abundancia de aves, que se correlaciona positivamente con la cobertura de vegetación ($p < 0,0004$), la abundancia de árboles ($p < 0,0045$) y el número de especies con frutos secos ($p < 0,0513$). En el caso de las especies efectivas (q_0), se encontró una relación positiva significativa con las variables especies con botones y/o flores ($p < 0,0027$) y riqueza de vegetación ($p < 0,0001$). Por otro lado, las especies comunes (q_1) exhibieron una relación positiva con la riqueza de vegetación ($p < 0,0145$) y especies con frutos inmaduros ($p < 0,0354$). En contraste, para las especies dominantes (q_2), no se observó relación significativa con las variables de vegetación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de la vegetación y su relación con la abundancia y riqueza de aves de las aves observadas en el Parque Nacional Jaragua

Variable respuesta	Variabes predictoras	F-valor	p-valor
Riqueza	Cobertura	8,12	0,007
Abundancia	Cobertura	15,39	0,0004
	Abundancia de arboles	9,23	0,0045
	Cobertura ²	11,82	0,0015
	Especies con frutos secos	4,07	0,0513
Especies efectivas (q_0)	Cobertura	9,71	0,0036
	Especies con botones y/o flores	10,34	0,0027
	Riqueza de vegetación	27,74	<0,0001
Especies comunes (q_1)	Riqueza de vegetación	6,57	0,0145
	Especies con frutos inmaduros	4,77	0,0354
Especies dominantes (q_2)	No presento relación		

3.4. Registro de frugivoría

Se obtuvo un total de 5,760 horas de observación durante 240 días de fototrampeo de 31 individuos de *S. heptagonus*. De este registro, 4 horas y 33 minutos (0.0008 % del tiempo de muestreo) correspondieron a eventos de interacción (percha y/o consumo). Se registraron un total de siete especies de aves que utilizan los frutos de *S. heptagonus* como recurso alimentario o sitio de percha. Estas especies son

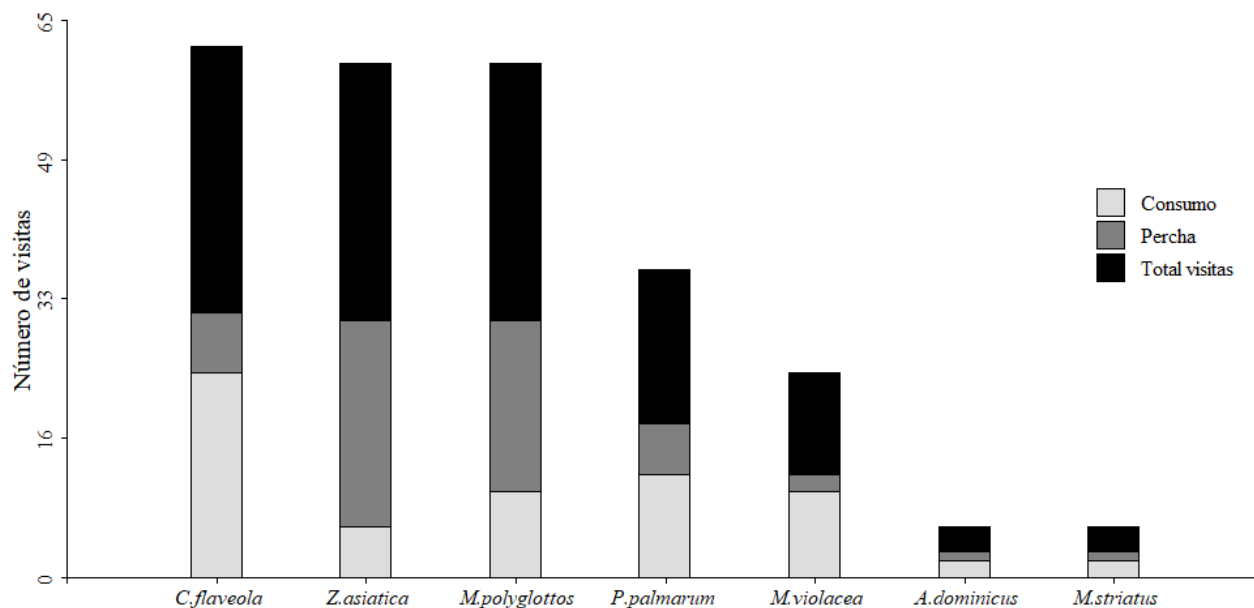
Anthracothorax dominicus, *Coereba flaveola*, *Melanerpes striatus*, *Melopyrrha violacea*, *Mimus polyglottos*, *Phaenicophilus palmarum* y *Zenaida asiática*.

El índice de consumo específico, expresado en porcentaje (Ice%), destaca a *C. flaveola* como la especie con mayor capacidad de consumir los frutos de *S. heptagonus* en el área de estudio, con un Ice% de 62.5 % hora-fruto. En orden descendente, se encuentra a *M. violacea* con un Ice% de 11 % hora-fruto, seguido de *M. polyglottos* y *P. palmarum*, ambos con un Ice% de 10.8 % hora-fruto, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Especies de aves que consumen frutos y/o visitan *Stenocereus heptagonus* (L.) Mottram en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana. El porcentaje de Ice corresponde al índice de consumo específico expresado en porcentaje. Los datos representan el promedio en minutos \pm Desviación estándar.

Especie	No. visitas	No. Frutos consumidos	Tiempo promedio visitas (min)	Tiempo promedio consumo (min)	Ice%
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, C 1758)	31	34	1,5 \pm 2,6	1,7 \pm 2,8	62,5
<i>Mimus polyglottos</i> (Linnaeus, C 1758)	30	10	1,6 \pm 2,2	2,9 \pm 1,9	10,8
<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus, C 1758)	30	7	1,8 \pm 3,4	2,5 \pm 2,9	4,3
<i>Phaenicophilus palmarum</i> (Linnaeus, 1766)	18	13	1,1 \pm 1,4	1,6 \pm 1,5	10,8
<i>Melopyrrha violácea</i> (Linnaeus, C 1758)	12	10	2,4 \pm 2,9	2,6 \pm 3,2	11,0
<i>Anthracothorax dominicus</i> (Linnaeus, C 1766)	3	2	0E+00	0E \pm 00	0E
<i>Melanerpes striatus</i> (Müller, PLS 1776)	3	2	2 \pm 2,6	3 \pm 2,8	0,5

Las visitas asociadas a eventos de consumo de frutos tendieron a ser breves, con una media de 2.4 \pm 2.5 minutos por ave (Tabla 3). En términos de frecuencia, se destacó que *C. flaveola* fue la especie que registró el mayor número de visitas a *S. heptagonus*, totalizando 31 visitas. De este conjunto, el 77.4 % estuvo vinculado a eventos de consumo de frutos. Otras especies con una cantidad significativa de visitas fueron *M. polyglottos* (n=30 visitas), destinando un 66.6% de su actividad solo a posarse y un 33.3% al consumo de frutos, mientras que *Z. asiatica* dedicó la mayor parte de su actividad (80 %) a posarse en lugar de consumir frutos (20 %). En contraste, *A. dominicus* y *M. striatus* tuvieron un número reducido de visitas (n=3 cada una), dedicando dos de estas a eventos de consumo. En cuanto a los tiempos promedio de visita, se observó que todas las especies presentaron una duración similar de permanencia en *S. heptagonus*, con una media de 1.4 \pm 2.4 minutos por especie. *A. dominicus* registró los tiempos más breves, con tan solo un segundo por visita (Gráfica 11).



Gráfica 11. Frecuencia de visitas de las especies de aves a los individuos de *Stenocereus heptagonus* (L.) Mottram monitoreados con cámaras trampa en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana

Al realizar un análisis de ocupación ingenua con el objetivo de determinar la proporción de cámaras que detectaron una especie en relación al total de cámaras instaladas, se observó que *M. polyglottos* y *C. flaveola* fueron captadas por 6 de las 34 cámaras instaladas, lo que resultó en una ocupación del 0.17 o un 17.6 % de aparición. A su vez, *P. palmarum* fue registrada en 4 de las 34 cámaras, lo que equivale a una ocupación de un 11 % del área de estudio. En contraste, *M. striatus* presentó la menor tasa de ocupación ingenua, con un 5 % (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de ocupación ingenua a lo largo de 240 días de funcionamiento con 34 cámaras trampa en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana

Especie	Ocupación ingenua	Cámaras trampa ocupadas (34)
Disparos	0,971	33
Operación	0,618	26
SinID	0,618	21
Vacas	0,324	11
<i>Mpolyglottos</i>	0,176	6
<i>Cflaveola</i>	0,176	6
<i>Ppalmarum</i>	0,118	4
<i>Adominicus</i>	0,088	3
<i>Mviolacea</i>	0,088	3
<i>Zasiatica</i>	0,088	3
<i>Mstriatus</i>	0,059	2

La prueba de estadística circular de Rayleigh arrojó un resultado no significativo ($P > 0.05$). Esto indica que las visitas de las aves a *S. heptagonus* se distribuyen de manera uniforme a lo largo del día, es decir las visitas no muestran un patrón agregado en el tiempo. Además, se observó que las especies en promedio visitaron con mayor frecuencia los individuos de *S. heptagonus* monitoreados al final de la mañana y durante la tarde (Figura 12).

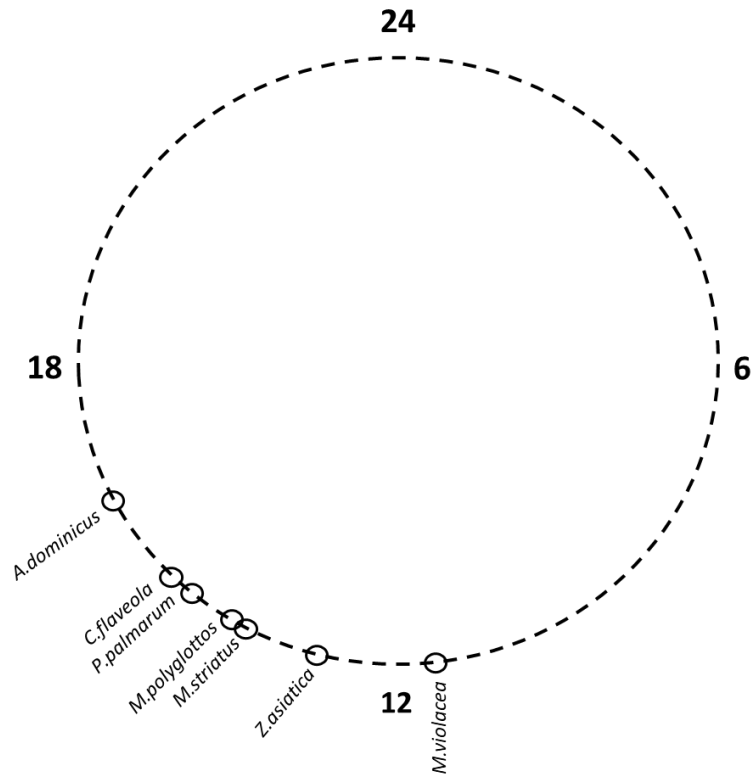


Figura 12. Temporalidad de las visitas de especies de aves a individuos de *Stenocereus heptagonus* (L.) Mottram en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana. Ninguna especie mostró significancia estadística en relación con la prueba de Rayleigh

3.5. Comportamientos agresivos

Se observó que algunas especies exhibieron comportamientos agresivos durante el consumo de frutos, desplazando a individuos de especies distintas. Esta conducta se manifestó en mayor medida de las especies más grandes hacia las más pequeñas. Por ejemplo, *M. polyglottos* mostró comportamiento agresivo al desplazar a individuos de otras especies, como *C. flaveola* y *M. violacea*, pero compartió los frutos con miembros de su propia especie, formando grupos de hasta tres individuos en una misma planta. Otra especie que mostró comportamiento agresivo fue *M. striatus*, que desplazó a individuos de *C. flaveola*. Las especies *Z. asiatica* y *C. flaveola* fueron las menos agresivas, y en el caso de esta última, se observó comiendo junto con *P. palmarum*.

4. Discusión

Comunidades vegetales

El bosque seco caracterizado por la abundancia de cactáceas en el PNJ presenta un dosel abierto, con una cobertura vegetal entre el 35% y 40%. En este tipo de bosque las especies arbóreas crecen de manera dispersa y rara vez las copas se entrelazan (Ministerio de Medio Ambiente 2015). Los árboles maduros generalmente no superan los siete metros, excepto el guanito (*Haitiella ekmanii*), que puede alcanzar hasta los 12 m. La riqueza de especies registrada en este estudio fue muy compleja (97 especies), y entre

las especies más notables que conforman la vegetación se encuentran especies suculentas como ágave (*Agave* sp.), los cactus *Pilosocereus polygonus*, alpargata (*Consolea moniliformis*) y *Stenocereus heptagonus*, además del guayacan (*Guaiacum officinale*) (Zanoni y Hager 1993; Ministerio de Medio Ambiente 2015). Las distribuciones diamétricas indican que el bosque está formado por individuos pequeños, debido a la tendencia de la curva de la "J" invertida donde se observa una alta abundancia de individuos en clases diamétricas inferiores (Lamprecht 1990).

Entre las familias más abundantes en este estudio se encuentran Fabaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, y Sapindaceae. Los resultados coinciden con Pennington *et al.* (2009), quienes mencionan a Leguminosae o Fabaceae, Capparaceae, Malvaceae, Cactaceae y Euphorbiaceae como las familias más abundantes en ecosistemas secos en América Latina y el Caribe

El análisis de conglomerado y el análisis MDS para vegetación separa tres grupos principales de parcelas que difieren en su composición. Los grupos difieren en variables dominancia de cactus, cobertura vegetal y zonas intermedias. Estos grupos están relacionados con diferencias en las condiciones ambientales, como la zona más xerófila y abierta a la más húmedas y mayor cobertura vegetal.

Comunidad de aves del PNJ

Las especies de aves detectadas representan cerca del 30% del total de especies reportadas para esta área protegida (Perdomo 2010). Las diferencias en la riqueza de especies entre esta investigación y Perdomo (2010) se debe a que este estudio únicamente abarcó las zonas terrestres, con especies asociadas al sotobosque y dependientes del bosque, dejando sin muestrear los ecosistemas costeros y de laguna evaluados por Perdomo (2010) donde se concentra una alta diversidad de aves asociadas a características específicas de estos ecosistemas.

Se obtuvo una mayor proporción de especies de aves residentes (82%) que migratorias (15%), lo cual es un indicador positivo de la biodiversidad presente en el Parque Nacional Jaragua y resalta la necesidad de su conservación. La presencia de aves migratorias invernales es un punto importante, ya que indica que el área proporciona las condiciones favorables, como alimento y refugio, para la supervivencia de estas especies durante su paso migratorio. Además, en ciertos ambientes las especies migratorias tienen la capacidad de generar cambios en la composición de las comunidades de aves (Ramírez-Albores 2010).

Los gremios predominantes fueron los insectívoros (39.1%), seguidos de los frugívoros/granívoros (33%) y los nectarívoros (20%). Este patrón de distribución de los gremios alimenticios está asociado con hábitats que presentan una estructura de vegetación más compleja, compuesta por varios estratos de cobertura (Rappole *et al.* 1993). En contraste, las especies carnívoras encuentran gran importancia en los ambientes modificados, ya que temporal o permanentemente les proveen de los recursos necesarios (Loiselle y Blake 1994).

Relación entre la comunidad de aves y la vegetación

Se sabe que las aves muestran una estrecha relación con las características estructurales y florísticas de la vegetación (Cueto *et al.* 2006), principalmente debido a su dependencia de recursos críticos como alimentos y sitios de nidificación. No obstante, los ornitólogos a menudo presentan inconsistencias en relación con la distinción entre uso del hábitat y selección del hábitat (Jones 2001). Las variables de vegetación que presentaron una relación significativa con la riqueza y abundancia de aves fueron la cobertura, número de árboles y especies con frutos secos. Diversas investigaciones han relacionado la estructura y composición de la vegetación con la abundancia de los ensambles de las aves (Sáenz *et al.* 2007). Lo mismo parece ser cierto en los bosques secos tropicales de Centroamérica, donde tres

características del hábitat: diversidad florística (riqueza de especies de árboles y arbustos), composición (riqueza de especies zoocóricas) y estructura de la vegetación (altura de los árboles) se asociaron con la riqueza de especies de aves (Gillespie y Walter 2001).

Se considera que las plantas ornitócoras presentan características para atraer grupos de aves, como frutos de tipo baya y/o drupa con semillas pequeñas y un color rojo intenso que contrasta con la vegetación circundante (Moermond y Denslow 1985; Schupp, et al. 2010). Los frutos de *S. heptagonus* cumplen con estas características, lo que indica la ornitocoria como su síndrome de dispersión. Además de representar un importante recurso alimenticio para la avifauna en particular. También se ha observado que otras especies como la mariposa *Anaea troglodyta*, la avispa *Polistes major* y varias especies de murciélagos se alimentan de estos frutos de manera común. *S. heptagonus*, junto con *C. moniliformis* y *Pilosocereus*, conforman las especies de cactus columnares más frecuentes en las zonas más xerófilas del parque. Sin embargo, su presencia disminuye significativamente en áreas con mayor cobertura vegetal, y el paisaje experimenta cambios significativos en la dominancia de especies. En particular, en las parcelas ubicadas en áreas con mayor vegetación, la frecuencia de *S. heptagonus* disminuyó de 1 a 0 individuos por parcela.

Frugivoría de *S. heptagonus*

Actualmente, se desconocen muchos aspectos relacionados a las fenofases de *S. heptagonus* (Carrera-Martínez et al. 2018). Para este estudio, los periodos de fructificación de la especie presentaron una variabilidad considerable a lo largo de los siete meses de monitoreo, que abarcó desde octubre hasta junio. Esta asincronía en la fructificación se observó tanto entre individuos como entre diferentes zonas del parque. En algunas áreas, se encontraron individuos completamente estériles, mientras que en otras se registraron individuos con flores o frutos en diversos estadios de desarrollo. Estas diferencias se asocian con los patrones de lluvia en el parque, ya que no todas las zonas reciben precipitaciones de manera simultánea. Además, esta variabilidad en la precipitación se relaciona directamente con la producción y calidad de frutos de la especie, puesto que el número de frutos varió significativamente desde ocho en algunos individuos en las áreas más lluviosas, hasta un solo fruto en áreas más secas.

Se registró un total de siete especies de aves alimentándose de *S. heptagonus* o utilizándolo como sitio de percha. La observación de ciertas especies, como *M. polyglottos* y *C. flaveola*, en una proporción significativa de cámaras, sugiere una preferencia destacada por este recurso, lo que concuerda con los resultados del índice de consumo específico (Ice%) que destaca a *C. flaveola* como la especie con la mayor capacidad de consumir los frutos de *S. heptagonus*, seguida por *M. violacea*, *M. polyglottos* y *P. palmarum*. Estas aves pueden ser unos de los principales dispersores de semillas de *S. heptagonus*, aunque se requieren estudios más detallados para llegar a conclusiones más precisas.

García-Vera (2000) en su estudio realizado en México documenta que varias especies de aves de los géneros *Mimus*, *Melanerpes* y *Zenaida* consumen frutos de cactus del género *Stenocereus*, lo cual concuerda con las especies observadas en el presente estudio. El autor señala que *Melanerpes*, debido a su comportamiento de forrajeo, no se considera un dispersor eficiente de semillas, ya que tiende a permanecer en el mismo sitio durante largos periodos de tiempo, conducta que también fue observada en este trabajo., aumento el número de individuos observado de *Melanerpes* fue muy bajo (n=3) para hacer inferencias. En contraste, las aves del género *Mimus*, consumen los frutos con tiempos de permanencia más breves en la planta, lo que sugiere que pueden actuar como dispersores de semillas más efectivos. En contraste *Z. asiática*, que se considera una depredadora de semillas, debido a la presencia de molleja, lo que le permite triturar y destruir las semillas que ingiere (García-Vera 2000).

Varios estudios respaldan los hallazgos de la presente investigación y establecen relaciones entre los géneros de aves *Mimus*, *Zenaida*, *Coereba* y *Melanerpes* y el género de cactus *Stenocereus* (Soriano et al. 1999; García-Vera 2000; Marín-Espinoza y Durán-Maita 2016). Soriano et al. (1999) documentaron un total de 19 especies de aves que consumen frutos de *S. griseus*, destacando los géneros de aves *Mimus* y *Melanerpes* como sus principales consumidores. Además, Rengifo et al. (2007) observaron que las especies *M. gilvus* y *M. rubricapillus* muestran una preferencia por los frutos de cactus con coloración roja.

De acuerdo con Gomes et al. (2014), las semillas dispersadas por las aves tienen un tiempo medio de germinación más corto. Además, el paso de las semillas por el tracto digestivo de las aves desempeña un papel fundamental en el proceso de escarificación natural, lo que favorece la germinación de las semillas de cactáceas (Leal et al. 2007). Las aves son uno de los grupos más importantes en el consumo y dispersión de frutos de cactus columnares en diversas regiones tropicales, incluyendo especies como *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb y *Cereus repandus* Mill, *Pachycereus weberi*, *Pilosocereus pachycladus* y *P. tuberculatus*, que forman parte importante de la dieta de más de 15 especies de aves, como *Coereba flaveola*, *Melanerpes rubricapillus* y *Mimus gilvus*, *Melanerpes hypopolius* e *Icterus pustulatus* *Tachyphonus rufus*, *Tangara sayaca*, *Paroaria dominicana* y *Mimus saturninus*, que han sido identificadas como consumidoras habituales de estos frutos (Gomes et al. 2014; Rengifo et al. 2007; D'ark et al. 2019; Vázquez-Castillo et al. 2019).

Actualmente, a nivel del Caribe, se dispone de muy poca información sobre la ecología y biología de *S. heptagonus* (Carrera-Martínez et al. 2018). Entre este vacío de información se desconoce los consumidores directos de sus frutos, lo que hace que este estudio represente un valioso paso hacia una mejor comprensión de las interacciones entre esta especie de cactus y las aves que la utilizan como recurso alimentario. Es importante señalar que se presentan ciertas limitaciones en este trabajo, que surgieron debido a que los muestreos se llevaron a cabo en una fracción reducida del parque nacional, específicamente a lo largo de una ruta de 17 km, y se realizaron en puntos cercanos entre sí. En relación al método de conteo utilizado, es necesario tener precaución y asegurarse de separar las estaciones de conteo lo suficiente como para evitar dobles conteos (Wunderle 1994). Además, se observó una variabilidad en el esfuerzo de conteo entre los diferentes puntos de muestreo. Esta limitación disminuye la probabilidad de detectar nuevas especies y aumenta la posibilidad de contar repetidamente individuos ya registrados.

5. Conclusión

La diversidad de aves observada representa el 30% de las especies reportadas para el parque y el 15% de la avifauna registrada en la República Dominicana. Se identificaron especies tanto de aves como de plantas en algunas categorías de amenaza, lo que destaca la importancia de conservar este ecosistema. Además, se observó una baja abundancia de individuos de aves, lo que sugiere la necesidad de realizar más muestreos para comprender mejor la diversidad de aves en el área. En cuanto a la vegetación, se registraron 97 especies vegetales, con un predominio de especies arbustivas. Se identificaron diferentes tipos de frutos y se encontró que las zoocóricas son las más comunes en términos de dispersión. Además, se realizó el primer reporte de las aves que consumen frutos de *S. heptagonus* para República Dominicana. El uso de cámaras trampa se destacó como una herramienta importante para el estudio de las interacciones ecológicas, ya que permite el monitoreo continuo y no invasivo en varias áreas simultáneamente. Este estudio resalta la importancia de conservar el Parque Nacional Jaragua, debido a su alta diversidad biológica y la presencia de especies en categorías de amenaza, y destaca la necesidad de realizar más investigaciones para tener una mejor comprensión de la biodiversidad presente y las interacciones presentes en este parque.

6. Bibliografía

- Acevedo-Rodríguez, P; Angell, B. 2003. Bejucos y plantas trepadoras de Puerto Rico e Islas Vírgenes. Washington, D.C. Smithsonian Institution. 491 p.
- Agostinelli, C. and Lund, U. (2023). R package 'circular': Circular Statistics (version 0.5-0). URL <https://CRAN.R-project.org/package=circular>
- Aguirre, NP; Alvarado, JE; Granda, JP. 2018. Bienes y servicios ecosistémicos de los bosques secos de la provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero*. 8(2): 118-130.
- Alanís-Flores, G; Velazco-Macías, C. 2008. Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noroeste de México. *Ciencia. UANL*. 1-8 p.
- Bascompte, J; Jordano, P. 2008. Redes mutualistas de especies. *Investigación y Ciencia. Investigación y Ciencia*. 1-10 p.
- Bregman, TP; Sekercioglu, CH; Tobias, JA. 2014. Global patterns and predictors of bird species responses to forest fragmentation: Implications for ecosystem function and conservation. *Biological Conservation*. 169:372-383. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.024>
- Carrera-Martínez, R; Ruiz-Arocho, J; Aponte-Ofaz, L; Jenkins, DA. 2018. Natural History Notes for the Columnar, Globular and Semi-Epiphytic Cactus Species of the Island of Puerto Rico. *Haseltonia*. 24:16-27.
- Chao, A; Gotelli, NJ; Hsieh, TC; Sander, EL; Ma, KH; Colwell, RK; Ellison, AM. 2014. Ra-refaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*. 84(1): 45-67.
- Cueto, V; Casenave, J; Sagario, MC; Damonte, J. 2006. Relación aves-vegetación: importancia de los algarrobales para la avifauna del desierto del Monte. *La Situación Ambiental Argentina 2005* Publisher: Fundación Vida Silvestre Argentina 234-236 p.
- D'ark, LN; Pereira, IM; Ribeiro, JR; Las-Casas, F. 2019. Frugivoria por aves em quatro espécies de Cactaceae na Caatinga, uma floresta seca no Brasil, *Iheringia, Sér. Zool*. 109:1-10.
- De Caceres, M; Legendre, P. 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. In *Ecology*. <http://sites.google.com/site/miqueldecaceres>.
- Del Valle, M. 2007. Relevamiento de Cactáceas en la provincia de Catamarca. *Colección Flora y Fauna de la Provincia de Catamarca. Consejo Federal de Inversiones*, 5-190.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; González. L; Tablada, M; Robledo, CW. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- García, R; Castillo, D. 1994. Ecología, status y usos de *Neoabbottia paniculata* (Cactácea) endémica de la isla Española. *Moscosa* 8:53-64.

- García-Vera, O. 2000. Dispersión biótica de semillas de la Cactaceae columnar *Stenocereus pruinosus* (Otto) F.Buxb. en el Valle de Tehuacan-Puebla, México. Tesis de grado. Univerisidad Nacional Autónoma de México. 1-49 p.
- Gillespie, TW; Walter, H. 2001. Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography*. 28(5): 651–662. doi:10.1046/j.1365-2699.2001.00575.x 10.1046/j.1365-2699.2001.00575.x
- Gomes, VG; Quirino, ZG; Araujo, HF. 2014. Frugivory and seed dispersal by birds in *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) in the Caatinga of Northeastern Brazil, *Braz. J. Biol.* 74(1):32-40.
- Jiménez-Sierra, C. 2011. Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*. Facultad de ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. 12(1): ISSN: 1067-6079. [EN LINEA] Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num1/art04/art04.pdf>.
- Jones, J. 2001. Habitat Selection Studies in Avian Ecology: A Critical Review. *The Auk* 118(2):557-562
- Jordano, P; Vásquez, D; Bascompte, J. 2009. Redes complejas de interacciones mutualistas planta-animal. 17-41 pp. En: Medel, R; Aizen, MA; Zamora, R. eds. *Ecología y Evolución de las Interacciones planta-animal: conceptos y aplicaciones*, Publisher: Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos, los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido [en línea]. Alemania: Eschborn. ISBN 3-88085-440-8. Disponible en: <https://www.iberlibro.com/Silvicultura-Tr%C3%B3picos-ecosistemas-forestales-bosques-tropicales/22864545783/bd>. [Links]
- Latta, S; Rimmer, C; Keith, A; Wiley, J; Raffaele, H; McFarland, K; Fernandez, E. 2006. *Aves de la República Dominicana y Haití*. Princeton University Press. Fondo para Conservación en la Hispaniola. 1-287 p.
- Latta, SC; Rimmer, C; McFarlan, K. 2003. Winter bird Communities in four Habitats Along an Elevational Gradient on Hispaniola. *The Condor*. 105(2):179-197.
- Leal, IR; Wirth, R; Tabarelli, M. 2007. Seed dispersal by ants in the semi-arid Caatinga of North-east Brazil. *Ann. Botany*. 99: 885-894
- Liogier, AH. 1982. *La Flora de La Española. I*. Universidad Central del Este. San Pedro de Macorís, República Dominicana. 319 pp.
- Liogier, AH. 1983. *La Flora de La Española. II*. Universidad Central del Este. San Pedro de Macorís, República Dominicana. 420 pp.
- Liogier, AH. 1985. *La Flora de La Española. III*. Universidad Central del Este. San Pedro de Macorís, República Dominicana. 431 pp.
- Liogier, AH. 1986. *La Flora de La Española. IV*. Universidad Central del Este. San Pedro de Macorís, República Dominicana. 431 pp.

- Liogier, AH. 1989. La Flora de La Española. V. Universidad Central del Este. San Pedro de Macorís, República Dominicana. 430 pp.
- Liogier, AH. 1994. La Flora de La Española. VI. Universidad Central del Este. San Pedro de Macorís, República Dominicana. 430 pp.
- Liogier, AH. 2000. Diccionario Botánico de Nombres Vulgares de La Española. 2da. Edición. Jardín Botánico Nacional Dr. Rafael Ma. Moscoso. Santo Domingo, República Dominicana. 598 pp.
- Loiselle, AB; Blake, JG. 1994. Annual variation in birds and plants of a tropical second-growth woodland. *Condor*. 96: 368-380.
- MacKenzie, DI; Nichols, JD; Lachman, GB; Droege, S; Andrew-Royle, J; Langtimm, CA. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*. 83 (8): 2248–2255.
- Marín-Espinoza, G; Durán-Maita, M. 2016. Ornithofrugivory in *Stenocereus griseus* and *Cereus repandus* (Cactaceae) During the Rainy season in a Coastal Xeric Habitat in Notheastern Venezuela. *The Biologist (Lima), The Biologist (Lima)*. 14(2): 401-414.
- Miles, L; Newton, AC; DeFries, RS; Ravilious, C; May, I; Blyth, S; Gordon, JE. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*. 33(3): 491–505. doi:10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2015. Plan de Manejo Parque Nacional Jaragua 2015-2020. Gef, PNUD República Dominicana. 90 p.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2018a. Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de la República Dominicana, Santo Domingo, República Dominicana. 214 p.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2018b. Lista de especies de Fauna en Peligro de Extinción, Amenazadas o Protegidas de la República Dominicana (Lista Roja Nacional). Santo Domingo, República Dominicana.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Jardín Botánico Nacional Dr. Rafael María Moscoso; Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología (MESCyT). 2016. Lista Roja de la Flora Vasculare en República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. 764 p.
- Moermond, TC; Denslow, JS. 1985. Neotropical Avian Frugivores: Patterns of Behavior, Morphology and Nutrition, with Consequences for Fruit Selection. *Ornithological Monographs*. 36: 865–897.
- Oksanen, J; Blanchet, FG; Kindt, R; Legendre, P; Minchin, P; O'Hara, B; Simpson, G; Solymos, P; Stevens, H; Wagner, H. 2015. *Vegan: Community Ecology Package*. R Package Version 2.2-1. 2. 1-2.
- Pascual J. Soriano, Naranjo, MA; Rengifo, C; Figuera, M; Rondón, M; Ruiz, R. 1999. Aves Consumidoras de Frutos de Cactáceas Columnares del Enclave Semiárido de Lagunillas, Mérida, Venezuela. *Ecotropicos, Sociedad Venezolana de Ecología*. 12(2):91-100.

- Pennington, RT; Lavin, M; Oliveira-Filho, A. 2009. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 40: 37-57.
- Perdomo, L; Arias, Y; Leon, Y; Wege, D. 2010. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en la República Dominicana. Grupo Jaragua y el Programa IBA-Caribe de BirdLife International, República Dominicana. Santo Domingo. 34-39 p.
- Pizano, C; García, H. 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.
- Quesada, M; Sanchez-Azofeifa G. A; Alvarez-Añorve M; Kathryn ES; Avila-Cabadilla, L; Calvo-Alvarado, J; Castillo A; Espírito-Santo M; Fagundes, M; Fernandes, GW, Gamon, J; Lopezaraiza-Mikel, M; Lawrence, D; Morellato, L; Jennifer, S; Frederico de S. Neves; Rosas-Guerrero, V; Sayago, Roberto; Sanchez-Montoya, Gumersindo. 2009. Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives. *Forest Ecology and Management*. 258(6):1014-1024.
- Ramírez-Albores, JE. 2010. Diversidad de aves de hábitats naturales y modificados en un paisaje de la Depresión Central de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 58(1): 511-528. <https://doi.org/10.15517/rbt.v58i1.5225>.
- Rappole, JH; Morton, ES; Lovejoy, TE; Ruos, JL. 1993. Aves migratorias Neárticas en los Neotrópicos. Conservation and Research Center, National Zoological Park, Smithsonian Institution, USA, 341 pp.
- Rengifo, C; Naranjo, ME; Soriano, P. 2007. Fruit consumption by birds and bats on two species of columnar cacti in a semiarid andean enclave of Venezuela. *Caribbean Journal of Science*. 43: 254–259.
- Sáenz, JC; Villatoro, F; Muhammad, I; Fajardo, D; Pérez, M. 2007. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas*. 45: 37-48.
- Schupp, EW; Jordano, P; Gomez, JM. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist*. 1-21 p.
- Sekercioglu, CH. 2006. Increasing awareness of avian ecological function. *TRENDS in Ecology and Evolution* 21(8): 464-471.
- Soriano, PJ; Naranjo, ME; Rengifo, C; Figuera, M; Rondón, M; Ruiz, L. 1999. Aves consumidoras de frutos de cactáceas columnares del enclave semiárido de Lagunilla, Mérida, Venezuela. *Ecotrópicos*. 12: 91–100.
- Spjut, RW. 1994. A Systematic Treatment of Fruit Types. *Memorirs of the New York Botanical Garden*. New Botanical Garden. 182 p.
- Stoner, KE; Henry, M. 2008. Seed dispersal and frugivory in tropical ecosystems. *Encyclopedia of Life Support Systems*. Eolss Publishers, Oxford. 5: 176-190.

- Thiollay, JM. 1992. Influence of Selective Logging on Bird Species Diversity in a Guianan Rain Forest. *Conservation Biology* 6:47-63.
- Van Der Pijl, L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. Berlin: Springer-Verlag. 215 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-87925-8>.
- Vázquez-Castillo, S; Miranda-Jácome, A; Ruelas-Inzunza, E. 2019. Patterns of frugivory in the columnar cactus *Pilosocereus leucocephalus*, *Ecology and Evolution*. 9(3):1268–1277. doi:10.1002/ece3.4833
- Wang, Y; Xu, J; Chen, J; Wu, B; Lu, Q. 2014. Influence of the habitat change for birds on community structure. *Acta Ecologica Sinica*, 34(1): 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2013.09.003>
- Whelan, CJ; Wenny, DG; Marquis, RJ. 2008. Ecosystem Services Provided by Birds. *Ann. N.Y. Acad. Sci. New York Academy of Sciences*. 1134: 25–60. doi: 10.1196/annals.1439.003.
- Wunderle, JM. 1994. Métodos para Contar Aves Terrestres del Caribe. Nueva Orleans, Estados Unidos de América: Southern Forest Experiment Station, Forest Service, US Department of Agriculture, 1-27 p.
- Zanoni, TA; Hager, J. 1993. La Vegetación Natural de la República Dominicana: Una Nueva Clasificación. Santo Domingo, República Dominicana. *Revista Moscosoa*. 7:39-81.

7. Anexos

Anexo 1. Especies de aves captadas con cámaras trampa consumiendo frutos de *Stenocereus heptagonus* (L.) Mottram en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana. A) *Mimus polyglottos*, B) *Coereba flaveola*, C) *Melopyrrha violacea*, D) *Phaenicophilus palmarum*, E) *Zenaida asiática* y F) *Melanerpes striatus*.

