

Universidad de los Andes
Facultad de Ciencias
Departamento de Biología
Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE)

**VISITANTES FLORALES DE LAS BROMELIAS DEL JARDÍN BOTÁNICO
DE MÉRIDA**

www.bdigital.ula.ve

Tesista: Yoan Valcarcel

Tutor: Roxibell Pelayo

Cotutor: Pascual Soriano

Mérida, agosto de 2019

INDICE

Resumen	1
Introducción	2
Metodología	9
Resultados	11
Discusión	21
Conclusiones	27
Bibliografía	29
Anexos	34

www.bdigital.ula.ve

Resumen

Entre marzo de 2018 y febrero de 2019 llevamos a cabo un estudio en el bromeliario del Jardín Botánico de Mérida (JBM) con el objetivo de caracterizar las interacciones entre sus flores y los visitantes florales. Para ello, se registró semanalmente la oferta floral y sus visitantes florales, caracterizamos su recompensa floral (volumen y concentración del néctar) y finalmente determinamos las características de la red de interacción a través del paquete bipartite, del programa R. Determinamos que está compuesto por 41 especies de bromelias pertenecientes a los géneros *Aechmea*, *Billbergia*, *Nidularium*, *Pitcairnia*, *Tillandsia*, *Vriesea* y *Guzmania*. En el bromeliario existe una subred de interacción planta-animal, donde participan 43 especies o morfoespecies de visitantes florales. Registramos un total de 2733 interacciones. Las bromeliáceas que ofrecieron mayor cantidad de recursos florales y recibieron mayor número de visitas fueron: *Aechmea cylindrata*, *A. kerteszia*, *A. caudata* y *A. fendleri*; cabe destacar que el Género *Aechmea* representó más del 50% del número de individuos en el sistema, y en cuanto a las interacciones el 94% de las visitas que registramos pertenecen a este mismo género. Entre los visitantes florales tenemos que la especie más generalista del sistema fue el colibrí *Amazilia tzacalt*, así como también lo fueron la especies de *Bombus* (abejorros), seguidos por los morfotipos Apidae M1 y Formicidae M1. Por otra parte, la subred de interacción mostró un patrón anidado, en donde pocas especies tuvieron fuertes interacciones entre ellas y se observó muy pocas interacciones entre especies raras (especialistas) en el sistema. Finalmente, del total de interacciones posibles en el JBM sólo registramos el 14% de las mismas.

Palabras clave: Bromeliáceas, visitantes florales, *Aechmea*, interacciones, fenología.

INTRODUCCIÓN

La morfología floral es una característica relevante para las plantas que dependen de animales como polinizadores, este tipo de relación es considerada de tipo mutualista donde por una parte, las plantas ofrecen a los polinizadores como insectos, colibríes o murciélagos néctar rico en azúcares, aceites y a veces fragancias y, por otra parte, estos animales aseguran la polinización de estas plantas (Forest 2013). Se entiende como polinización al proceso propio de plantas con flores, en el cual el polen que está presente en los estambres es transferido al estigma (preferiblemente de una flor de otro individuo), donde germinará y posteriormente fecundará los óvulos, haciendo posible la producción de frutos y semillas (Valiente-Banuet 2002).

Tanto las plantas como los polinizadores, pueden ser catalogados de acuerdo al grado de interacciones que presentan; así, en el caso de los colibríes, se clasifican como generalistas si visitan una alta variedad de plantas; por el contrario, se clasifican como especialistas si sus recursos son más específicos (Feinsinger 1976, Linhart y Feinsinger 1980; Ornelas 1996). El papel de los visitantes florales dependerá tanto de la naturaleza del visitante y su comportamiento, como de las características de las flores que visitan (Eguiarte y Búrquez 1987, Fenster *et al.* 2004, Gómez 2002). Por ejemplo, las flores exhiben una serie de estímulos visuales, olfativos y/o táctiles, que determinarán la atracción del visitante y su comportamiento, de acuerdo con su percepción sensorial, habilidad de aprender y experiencia (Dafni 1992). Así mismo, los visitantes florales pueden ser considerados “legítimos” si visitan frontalmente la flor y contactan las estructuras reproductivas (anteras y estigmas) y como “ilegítimos” si no lo hacen, como es el caso de los ladrones de néctar (abejas, aves u otros animales), que acceden a este recurso a través de agujeros hechos en las estructuras florales, en algunos casos debido a la existencia de un desacoplamiento morfológico entre su aparato bucal y la estructura de la flor o debido a un comportamiento aprendido (Maloof e Inouye 1980).

El néctar aparte de azúcares aporta a sus visitantes pequeñas cantidades de fenoles, aminoácidos, ácidos reductores, lípidos, proteínas y/o alcaloides (Baker y Baker 1983); a pesar de que estas características representan un costo para las plantas, se propone que el

beneficio que obtienen en términos del éxito reproductivo es mayor (Thomson 1988). Por lo tanto, la polinización por animales es una interacción ecológica presente en prácticamente todos los ecosistemas terrestres e involucra a más del 90% de las especies de plantas con flores según algunas estimaciones (Nabhan y Buchmann 1997) y, en virtud de la alta diversidad de plantas con flores e insectos polinizadores, una gran fracción (aproximadamente un tercio) de las especies descritas en la tierra (Kearns *et al.* 1998). Así mismo, aunque la polinización es uno de los mutualismos mejor conocidos, la mayor parte de los estudios se han centrado en especies de plantas y sus visitantes florales (Waser *et al.* 1996) ó en los animales y sus patrones de utilización de las plantas, lo que representa un análisis de subcomunidades o subredes (Forup y Memmott 2005, Jordano 1987).

Redes de interacción planta-animal

La polinización es un ejemplo de interacción ecológica que en una comunidad se puede representar como una red o redes de interacciones mutuamente beneficiosa (mutualista) entre dos niveles tróficos. En este contexto, las plantas son los productores primarios y los animales son un subconjunto especial de consumidores primarios que se alimentan de néctar y polen. Los sistemas de polinización pueden examinarse a la luz de la teoría de las redes complejas (Medel y Zamora 2009). Al momento de analizar interacciones mutualistas entre plantas y animales se procede de forma similar a cuando se muestrean especies para determinar la diversidad (Magurran 1988). Las redes de interacción pueden representarse mediante una matriz, donde las filas pueden significar especies de animales (polinizadores o dispersores de semillas según sea el caso) y las columnas por su parte las especies de plantas que se encuentren en floración o fructificación. Existen dos tipos de matrices, las cualitativas que sólo representan si hay interacción o no entre las especies, mientras que las cuantitativas incluyen la frecuencia de cada interacción, además de la presencia-ausencia, por lo tanto esta última contiene información más precisa (Medel y Zamora 2009). En los análisis de redes, un generalista, es aquel que interactúa con múltiples grupos de especies; por lo tanto, son consideradas especies clave debido a que actúan como conectores importantes de subconjuntos de especies que, de otro modo, estarían aisladas (Olesen y Jordano 2002). Por otro lado, las especies relativamente raras interactúan con pocas especies y funcionan como especialistas (Dupont *et al.* 2009). Puesto que las redes

cuantitativas contienen más información que las cualitativas, al permitir conocer la intensidad de dependencia recíproca entre las especies, la podemos estimar a partir de las tasas de visitas derivadas de observaciones directas en los casos de polinizadores (Medel y Zamora 2009). Por lo tanto, para tener una idea más representativa de las interacciones que ocurren en un sistema en particular, se requiere registrar el mayor número de interacciones posibles, así como también el número de plantas y animales involucrados.

Otra de las propiedades de las redes de interacción es la conectancia, la cual representa la fracción de interacciones registradas entre el total de interacciones esperadas dentro de una comunidad (Cohen y Stephens 1978, Dunne *et al.* 2002a, Jordano 1987, Pimm 2002). Así mismo, un patrón observado repetidamente en las redes de interacción es el anidamiento o encajamiento, el cual ocurre cuando las especialistas interactúan con las generalistas, pero estas últimas también interactúan entre sí (Bascompte *et al.* 2003, Blüthgen *et al.* 2006, Dupont *et al.* 2009).

Un estudio basado en un modelo mutualista de extinciones sobre la estabilidad de redes de polinización mediante la eliminación de polinizadores especialistas en el sistema mostró que, en el peor de los casos, hay un declive de las plantas presentes en el lugar (Kaiser *et al.* 2010). Por otra parte, el reciente aumento en la cantidad de datos en estudios cuantitativos sobre redes ecológicas han demostrado que si estos se centran simplemente en la diversidad y métricas basadas en la riqueza, pueden ocultar cambios importantes en la estructura de la comunidad, tales como la asimetría de la red y el número de observaciones por especie (Kaiser *et al.* 2010).

Las redes se consideran en muchos casos estáticas; no obstante, se ha demostrado que la composición de especies cambia tanto a nivel local como regional, así como también a lo largo de una temporada y de un año a otro (Alarcón *et al.* 2008, Dupont *et al.* 2009, Ollerton *et al.* 2003), por lo tanto resulta de vital importancia tener en cuenta estas variaciones a la hora de sacar conclusiones sobre una situación particular. Por otra parte, muchos estudios adolecen de baja resolución taxonómica, por lo que las especies son agrupadas en morfotipos o en niveles superiores. Muchos estudios carecen de replicación con el paso de los años; sin

embargo, la mayoría utilizan el mismo protocolo, por lo que se pueden comparar con trabajos realizados en otras localidades (Dupont *et al.* 2009).

Si bien muchos estudios se han realizado para entender cómo son las redes de interacción planta-animal, poco se ha considerado la perturbación del hábitat sobre las interacciones bióticas, estas últimas cada vez están más en riesgo debido a la extinción local por la influencia antrópica (Benítez *et al.* 2014). Existe un riesgo de que algunos índices sean utilizados como significativos basándonos solamente en el muestreo de la subred, es decir, en el número determinado de especies observadas, cuáles son las más abundantes y porqué lo son, más no en la forma en la que interactúan, ya que se consideraría que ocurre al azar; por lo tanto, los modelos nulos deberían ser empleados para considerar algunas propiedades de la red y tener una mejor comprensión de cómo funciona dicho sistema (Dormann *et al.* 2008).

Recientemente, otras áreas como la economía y las ciencias sociales se han utilizado para comprender mejor las redes de interacción planta-animal (Dicks *et al.* 2002), encontrando evidencia de compartimentalización en dos redes de pastizales en las islas británicas, especies dentro de compartimiento, es decir, subsecciones de la red más conectadas por las interacciones que las especies fuera del compartimiento (Dicks *et al.* 2002).

Algunos factores importantes como la presencia de especies invasoras, cambios climáticos y alteración del hábitat afectan la estructura de una red, en el caso de las especies invasoras, en muchos casos pueden presentar un efecto perturbador, modificando las especies nativas así como la intensidad de interacciones, afectando la interacción entre las especies en dicho sistema (Giannini *et al.* 2015). Variaciones en el cambio climático, principalmente afectado por la precipitación y la temperatura, puede en algunos casos homogenizar las redes, es decir, aumentando el número de generalistas, o en algunos casos, puede modificar el sistema, debido a que muchas especies pueden dispersarse en busca de nuevos hábitats (Giannini *et al.* 2015). Los hábitats perturbados en muchos casos, toleran mejor las especies generalistas que las especialistas, siendo más propensos a la presencia de especies invasoras,

cambiando la estructura de la red, debido a la pérdida de especies y a la reorganización del hábitat (Giannini *et al.* 2015)

En otro orden de ideas, algunos estudios recientes han incorporado métricas que anteriormente no se habían utilizado, considerando que efectivamente no es lo mismo un visitante floral que un polinizador; de esta manera, algunos consideran como polinizadores los visitantes florales más frecuentes en un sistema, algunos incluso intentan mejorar la precisión al registrar sólo aquellos visitantes que hacen contacto con los órganos reproductores, intentando así excluir a los visitantes ilegítimos e incorporan la efectividad del polinizador en la deposición de polen de visitas por estigma, la importancia del polinizador, así como la frecuencia de visita (Ballantyne *et al.* 2005).

Bromeliaceae y la polinización

La familia Bromeliaceae Juss resalta por su dependencia de polinizadores, tiene una distribución geográfica prácticamente Neotropical, la cual está conformada por aproximadamente 3086 especies de 56 géneros con sólo una especie en el oeste de África, *Pitcairnia feliciniana* (Luther 2006). Actualmente las subfamilias de las bromeliáceas se dividen de la siguiente manera: Brocchinioideae, Lindmanioideae, Tillandsioideae, Hechtioideae, Navioideae, Pitcairnioideae, Puyoideae y Bromelioideae (Givnish 2011). Se ha registrado que algunas especies de bromeliáceas son polinizadas por colibríes (Sazima *et al.* 1989); sin embargo, existe un amplio espectro de modos de polinización, que incluye desde pequeños insectos como abejas y mariposas, hasta murciélagos y algunas aves paseriformes (Sazima *et al.* 1989, 1999, Varassin y Sazima 2000).

Las Bromeliáceas del género *Puya* y *Canistrum* presentan una morfología floral ornitófila como síndrome de polinización (Buzato 1995). Por otra parte, en el género *Dickya* sus estructuras reproductivas y pigmentación floral sugieren una polinización por insectos (Benzing y Bennett 2000); sin embargo, estudios previos han demostrado que para este género los colibríes son los principales polinizadores (Bernardello *et al.* 1991, Vosgueritchian y Buzato 2006). En especies del género *Thillandsia* el murciélago *Anoura geoffroyi* es el polinizador más frecuente, aunque también pueden ocurrir visitas de colibríes

(Aguilar 2013). De acuerdo con Sick (1984) al ser los colibríes los principales polinizadores de las bromeliáceas, sugiere una evolución paralela entre ambos grupos (Roughgarden 1983).

En otro orden de ideas, las bromeliáceas por sus llamativas formas arrosetadas y coloridas inflorescencias, junto con sus colibríes visitantes, representan un sistema que podría resultar muy atractivo con fines turísticos y educativos en jardines urbanos. Actualmente, se han centrado algunos esfuerzos de conservación de la biodiversidad en la creación de jardines urbanos y áreas silvestres protegidas por el estado, destinadas a conservar, tanto los organismos en sus ambientes naturales, como las funciones y procesos que los organismos realizan (Díaz *et al.* 2002). Sin embargo, muchas veces los parques y reservas no se ubican en las zonas de mayor biodiversidad y endemismos, ya sea por razones políticas o por escasez de tierras disponibles para estos fines (Armesto *et al.* 1998, Ormazábal 1993). Cabe destacar que la vegetación en los jardines urbanos está fuertemente interferida por decisiones humanas que afectan el tamaño de la zona verde, así como también su estructura, biomasa y composición vegetal (Batllori y Uribe 1988). Por otro lado, la fauna urbana no está controlada por el hombre, sino por otros factores como la inmigración o las sucesiones ecológicas (Andrzejewski 1982). Además, se ha observado que la avifauna de los jardines urbanos muestra dependencia respecto al tamaño y perímetro de la zona verde, la importancia y composición del estrato arbóreo, el estado de la vegetación arbustiva y herbácea, la existencia de espacios para cría y las posibilidades de acceso al agua (Batllori y Uribe 1988). En este sentido, las ciudades pueden constituir ambientes donde es posible conservar la biodiversidad, particularmente la de las aves (Babbitt 1999).

El presente trabajo se llevó a cabo en el bromeliario ubicado en las instalaciones del Jardín Botánico de la ciudad de Mérida (JBM), el mismo está conformado por especies andinas y de distribución más amplia, las cuales en conjunto constituyen un sistema potencialmente atractivo para los colibríes, otras aves nectarívoras e insectos de la selva semicaducifolia andina. El objetivo principal consiste en determinar la identidad de los visitantes florales asociados al bromeliario del Jardín Botánico de Mérida y esperamos poder responder las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la frecuencia con la que los visitantes florales visitan las bromeliáceas?, ¿Cuáles son los recursos que las bromeliáceas

ofrecen a dichos visitantes florales? ¿Se puede asociar la producción de néctar con las tasas de visitas? Y finalmente, entre bromelias y visitantes florales ¿existe una red de interacción?

Hipótesis

Las bromeliáceas del JBM serán visitadas por un amplio grupo de visitantes florales, los cuales en su mayoría serán especies generalistas capaces de utilizar los recursos propios y exóticos ofrecidos por el sistema. La subred de interacción entre las bromeliáceas y los visitantes forales, podría ser aleatoria, por estar conformada por especies nativas y exóticas, que serían aprovechadas según la oferta que brinden por la fauna nectarívora de la localidad.

Objetivo General:

Identificar las relaciones ecológicas establecidas entre las bromeliáceas y los visitantes florales del bromeliario en el Jardín botánico de Mérida.

Objetivos específicos:

Determinar la oferta floral que brinda el bromeliario del JBM a la fauna nectarívora.

Determinar cuáles son los visitantes florales (legítimos e ilegítimos) que frecuentan el bromeliario.

Establecer la tasa de producción de néctar de las especies de bromeliáceas.

Evaluar si existe una subred entre bromeliáceas y visitantes florales, así como su estructura y propiedades.

Justificación del proyecto

En el bromeliario del JBM coexisten bromeliáceas de diferentes géneros y familias, recurso atractivo para los visitantes debido al potencial ornamental de este grupo de plantas. Enriquecer este recurso, con la identidad y patrón de visita de los animales (colibríes, otras

aves e insectos) asociados a las flores de las bromeliáceas, aparte de brindar información útil para la evaluación de la contribución de este sistema artificial al mantenimiento de la fauna nectarívora local, podría ofrecer un alto atractivo turístico y ser una herramienta más, en la labor de educación ambiental que desarrolla el Jardín Botánico.

METODOLOGÍA

Área de Estudio

El trabajo se realizó en el JBM, el cual ocupa un área aproximada de 44 hectáreas y se encuentra dividido en zonas dependiendo del tipo de flora, se encuentra a una altitud de aproximadamente 1850 msnm y exhibe temperaturas medias anuales entre 12 y 20 °C; humedad relativa mensual entre 74 y 81% y un promedio anual de lluvias de 1400 mm. El tipo de suelo es de color gris, de carácter ácido con bajos contenidos de materia orgánica, pero altos en aluminio intercambiable, influencias por aportes aluviales de la quebrada (Albarregas) que atraviesa el parque y las deposiciones que provienen de las partes más altas del parque (Instituto Jardín Botánico de Mérida, 2017). Dentro del jardín botánico se encuentra el bromeliario, el cual fue inaugurado en el año 2000 en un programa educativo dictado por el Instituto Nacional de Cooperación educativa (INCE). Actualmente está compuesto por una colección de bromeliáceas, con cerca de 20 géneros, unas 120 especies y más de 500 individuos, siendo la más importante colección científica viva de este grupo a nivel nacional.

Oferta floral de las especies presentes en el bromeliario del JBM

De marzo 2018 a febrero de 2019, se realizó un inventario semanal de todas las especies de bromeliáceas que se encontraban en floración dentro del bromeliario. En cada muestreo se registraron todas las especies que se encontraban en floración, el número de inflorescencias, así como el número de flores en cada una. Solo se consideraron las especies que se encontraron a nivel de sotobosque, especies a nivel de dosel y por encima de los 2m del nivel de suelo no fueron consideradas.

Recompensas florales de las bromeliáceas del JBM

A primeras horas de la mañana en 11 especies de bromeliáceas, en una época del año en que presentaron floración simultánea, se seleccionaron 107 inflorescencias en desarrollo (flores abiertas) que fueron excluidas con mallas de tul para evitar que fueran visitadas por animales que extrajeran el néctar. Luego de 24 h de exclusión, en el laboratorio se midió el volumen de néctar contenido en las flores con capilares de 1 μ L, así como la concentración de azúcares con un refractómetro portátil (Eclipse, Bellingham & Stanley). Adicionalmente, se registró la longitud de las flores de todas las especies de bromeliáceas a las cuales se les determinó el volumen de néctar y la concentración de azúcares (mm), las mismas se midieron con ayuda de una regla para poder registrar la longitud de las flores.

Identificación de los visitantes florales

Con el fin de determinar los visitantes florales de las bromeliáceas, se dividió el bromeliario en 11 sectores o parches, los cuales a su vez no tenían la misma área e igual composición de especies, esta separación permitió una mejor observación del interior de cada sector. En cada uno de estos parches se realizaron observaciones directas entre los meses marzo y septiembre de 2018, empleando binoculares (10x40). Esta actividad sólo se realizó los días sin lluvia, en el lapso comprendido entre las 0700 y 1500 horas. Efectuamos un total de 1063 períodos de observación y cada uno tuvo una duración de 10 minutos, durante los cuales observamos las inflorescencias de aquellas especies de bromeliáceas que se encontraban en floración, registrando sólo los visitantes florales que accedían a la flor, no consideramos los animales que se encontraban en otras partes de la planta que no fuese la flor. Para cada visitante floral registramos la especie de bromeliácea visitada, hora de llegada, el número de flores visitadas, si contacta las estructuras reproductivas de las flores y el tipo de visita (legítima o ilegítima). Identificamos las aves y lepidópteros por comparación con la guía de Aves de Venezuela (Hilty, 2002) y la colección de referencia de Rodríguez y colaboradores (datos no publicados) para esta localidad. Para el resto de insectos, realizamos una colección de referencia, que será depositada en la Colección de Invertebrados de la Universidad de Los Andes. Los mismos fueron capturados con redes entomológicas para su posterior clasificación a nivel de familia utilizando claves. Finalmente obtuvimos el valor de riqueza de visitantes y la frecuencia de visitas de las diversas especies. Las especies fueron clasificadas a nivel de orden, familia, género y especie según fuese el caso. Mediante el

empleo del programa EstimateS 9.1.0. (Colwell, 2014) obtuvimos las curvas de acumulación de especies o morfoespecies y de rarefacción de Cole, así como el índice de riqueza Chao 2. Finalmente se calcularon correlaciones de Pearson entre los esfuerzos y las tasas de visitas, así como entre las flores producidas y las tasas de visitas.

Análisis de redes mutualistas de interacción

En el presente estudio realizamos una sub red de interacción ya que la misma contempla sólo las bromeliáceas y sus visitantes. Por lo tanto se puede decir que se trata de un estudio de tipo fitocéntrico. El análisis de la red lo realizamos a través del paquete Bipartite del software R, para describir la estructura de red determinamos las siguientes métricas: conectancia, asimetría de la red, anidamiento, conectancia ponderada, índice de especialización, solapamiento de nicho entre plantas y animales y el índice de complementariedad funcional, tanto en plantas como en animales; las definiciones de estas métricas se pueden observar en el anexo 1. Posteriormente, la significancia de algunas de estas métricas (anidamiento e índice de especialización), se determinó mediante la comparación con modelos nulos (10000 aleatorizaciones) mediante la función “swap.web” del paquete Bipartite de R (Dormant *et al.* 2008, 2009). El algoritmo empleado para generar las matrices artificiales mantuvo la conectancia, el número de enlaces por especie y la estructura bipartita.

RESULTADOS

Oferta floral de las especies presentes en el bromeliario del JBM

Durante el período de estudio florecieron 41 especies de bromeliáceas (tabla 1) repartidas en los géneros *Aechmea* (26), *Billbergia* (4), *Guzmania* (2), *Nidularium* (5), *Pitcairnia* (1), *Tillandsia* (2) y *Vriesea* (1). En conjunto los componentes del ensamble de bromeliáceas presentaron una floración secuencial y continua (tabla 1); sin embargo; desde el punto de vista de las especies, la mayoría tuvo períodos cortos. El pico con mayor número de

individuos con inflorescencias ocurrió entre abril y junio cuando florecieron las 4 especies más abundantes: *A. caudata* (mayo y junio), *A. cylindrata* (abril, mayo), *A. fendleri* (mayo y junio) y *A. kerteszia* (abril y mayo); aunque *A. caudata* y *A. kerteszia* presentaron inflorescencias en 11 de los 12 meses de estudio. En cuanto a la estacionalidad tenemos que entre mayo y octubre fue época seca y entre noviembre y abril la época era lluviosa.

Se encontraron diferentes patrones de floración por parte de las bromeliáceas del JBM, especies como *A. kerteszia*, *A. cylindrata* y *A. caudata* producen durante la mayor parte del año una cantidad importante de inflorescencias. Así mismo, otras presentaron un número bajo de inflorescencias y su fenología fue muy puntual, como es el caso de *Nidularium procerum* y *Vriesea platynema*. Es importante resaltar que en la mayoría de las especies que se encontraron en floración, no se registraon inflorescencias en forma secuencial y continua, por ejemplo *Nidularium meendorffli* (tabla 1), presentó inflorescencias entre marzo-junio y entre agosto-noviembre, para esta especie en particular el número total de inflorescencias fue bajo (65; anexo 4), tal como ocurre en otras especies del sistema como *Aechmea miniata*, *Billbergia nutans*, *N. procerum*, *Aechmea paniculata*, *Aechmea weilbachi* entre otras.

Recompensas florales de las bromeliáceas del JBM

El volumen de néctar de las flores de las bromeliáceas varió entre 4,06 y 0,22 μ l (tabla 2), siendo *A. spectabilis* la especie que exhibió mayor volumen de néctar (4,06 μ l; e.e.=2,64), seguida de *A. chantinii* (2,89 μ l; e.e.=1,19), *A. gamosepala* (2,03 μ l; e.e.=1,02), *P. maidifiola* (1,88 μ l; e.e.=1,47), *A. fulgens* (1,67 μ l; e.e.=1,54), *A. fendleri* (1,4 5 μ l; e.e.=1,16), *A. gracilis* (0,86 μ l; e.e.=0,54), *A. caudata* (0,68 μ l; e.e.=0,25), *A. cylindrata* (0,43 μ l; e.e.=0,2), *A. kerteszia* (0,35 μ l; e.e.=0,26) y *A. fasciata* (0,22 μ l; e.e.=0,19). Por otro lado, la concentración de néctar varió entre 16 y 30 % (tabla 2), siendo *A. fendleri* la especie que exhibió mayor concentración de néctar (30,42 %; e.e.= 5,45), seguida por *A. gamosepala* (30,08 %; e.e.=4,04), *A. fulgens* (25,29%; e.e.: 8,02), *A. kerteszia* (22,92%;e.e.=5,12), *A. caudata* (22,50%;e.e=9,68), *A. gracilis* (20,83;e.e=3,54), *A. cylindrata* (20,75;e.e=4,71), *A. spectabilis* (20,63%;e.e=2,29), *A. chantinii* (16,83;e.e=1,26), *A. fasciata* (16,33%;e.e=1,33) y *Pitcairnia maidifiola* (16,2%;e.e=3,9).

La longitud promedio de las corolas varió entre 12,3 y 67,8 mm (tabla 2), siendo *P. maidifiola* la especie con mayor longitud (67,8 mm; e.e=1,9), seguida por *A.gracilis* (39,6 mm;e.e=0,11), *A. chantinii* (38,8 mm; e.e=1,31), *A. spectabilis* (32,9 mm; e.e=0,17), *A. fendleri* (30,9mm;e.e=11,9), *A. kerteszia* (22,3mm; e.e=2,2), *A. caudata* (21,6mm; e.e=1,9), *A. cylindrata* (19,8 mm; e.e=1,8), *A. gamosepala* (18,8 mm; e.e=1,4), *A. fulgens* (18,2 mm; e.e=2,3) y *A. fasciata* (12,3 mm; e.e=1,2).

En cuanto a la oferta de flores (figura 1) encontramos que destacan *A. cylindrata* (2028 flores), *A. fendleri* (1182 flores) y *A. kerteszia* con (1160 flores), hecho que sumado a sus recompensas florales, convierte a estas especies en las que aportan mayor recompensa en el sistema.

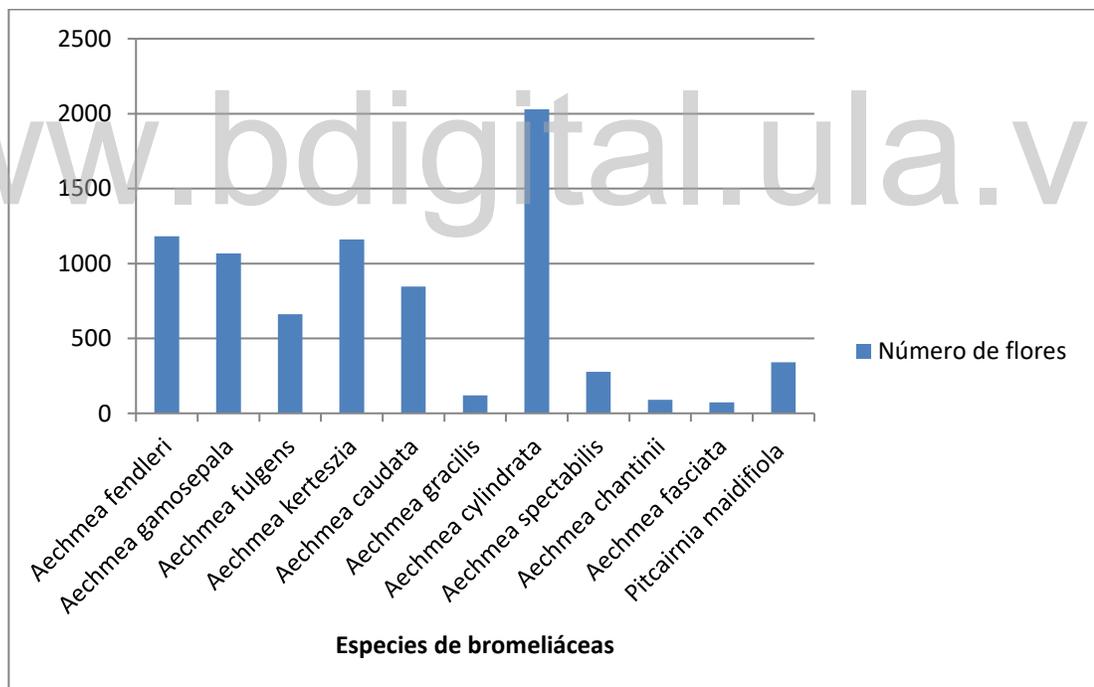


Figura 1. Número de flores de 11 especies de bromeliáceas en el JBM durante un año de registro.

Visitantes florales de las bromeliáceas en el JBM

Entre los vertebrados tenemos 2 órdenes de la Clase Aves (tabla 3): Passeriformes con 1 especie (*Coereba flaveola*) perteneciente a la Familia Coerebidae y Apodiformes, Familia Trochilidae (colibríes) con 3 especies (*Amazilia tzacatl*, *Colibri cyanotus* y *Chaetocercus* sp.). Entre los invertebrados figuran los siguientes taxa: Orden Lepidoptera con 17 morfotipos (3 pertenecientes a la Familia Hesperidae, 5 a la Familia Nymphalidae, 3 a la Familia Satyridae, 6 morfotipos pertenecientes a los géneros *Anthanassa*, *Actinote*, *Heliconius*, *Danaus*, *Pedaloides*, *Euptychia*; Orden Hymenoptera (6 pertenecientes a la Familia Apidae, 5 de la Familia Vespidae, 4 de la Familia Formicidae), Orden Coleoptera con 4 morfotipos y 1 morfotipo del Orden Díptera.

www.bdigital.ula.ve

Tabla 1. Oferta floral anual de 41 especies de bromeliáceas del JBM. Epoca seca en azul.

Especie de bromeliácea	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
<i>Aechmea aquilega</i>			X	X				X	X			
<i>Aechmea bracteata</i>								X	X	X	X	
<i>Aechmea bromeliofolia</i>											X	X
<i>Aechmea calyculata</i>						X	X					
<i>Aechmea caudata</i>	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Aechmea chantinii</i>		X	X	X	X	X		X	X			
<i>Aechmea cylindrata</i>	X	X	X	X	X		X	X			X	
<i>Aechmea distichantha</i>	X	X	X	X			X	X	X	X		
<i>Aechmea fasciata</i>	X	X	X	X	X	X						
<i>Aechmea fendleri</i>	X	X	X	X	X	X			X		X	X
<i>Aechmea fulgens</i>	X	X	X	X	X	X		X				
<i>Aechmea gamosepala</i>	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
<i>Aechmea gracilis</i>	X		X	X	X	X		X	X			
<i>Aechmea kerteszia</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Aechmea lamarchei</i>					X							
<i>Aechmea miniata</i>	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
<i>Aechmea nudicaulis</i>	X	X	X	X		X		X	X			
<i>Aechmea paniculata</i>	X	X	X					X	X	X	X	X
<i>Aechmea patricia</i>	X	X	X		X							
<i>Aechmea pineliana</i>	X											
<i>Aechmea racinae</i>	X	X	X				X	X				
<i>Aechmea recurvata</i>									X	X		X
<i>Aechmea rubens</i>	X	X				X	X	X	X			X
<i>Aechmea spectabilis</i>	X				X	X	X					X
<i>Aechmea weilbachii</i>	X	X	X				X	X	X			
<i>Aechmea woronowii</i>						X						
<i>Billbergia nutans</i>	X	X	X	X	X		X	X		X	X	
<i>Billbergia pyramidalis</i>	X		X				X		X			
<i>Billbergia sanderiana</i>			X	X	X				X	X	X	
<i>Billbergia windii</i>	X	X	X									
<i>Guzmania mitis</i>	X	X	X	X	X							
<i>Guzmania musaica</i>					X	X						
<i>Nidularium amazonicum</i>					X	X	X	X				
<i>Nidularium billbergioides</i>	X			X	X	X						
<i>Nidularium innocentii</i>			X	X	X	X		X				
<i>Nidularium meyendorffii</i>	X	X	X	X		X	X	X	X			
<i>Nidularium procerum</i>			X	X	X			X				X
<i>Pitcairnia maidifiola</i>			X	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Tillandsia fendleri</i>			X	X								
<i>Tillandsia stricta</i>			X	X								X
<i>Vriesea platynema</i>			X	X	X	X	X	X	X			

Tabla 2. Número de flores, porcentaje de azúcares promedio, volumen de néctar promedio (μl) y longitud de corola (mm) de 11 especies de bromeliáceas en el área de estudio.

Especie bromeliácea	de Número de flores	Promedio % de azúcares \pm e.e. (n)	del Media del Vol. de néctar (μl) \pm e.e.	de Longitud de la flor (mm) \pm e.e.
<i>Aechmea fendleri</i>	1182	30,42 \pm 5,45 (14)	1,45 \pm 1,16	30,9 \pm 11,9
<i>Aechmea gamosepala</i>	1067	30,08 \pm 4,04 (8)	2,03 \pm 1,52	18,8 \pm 1,4
<i>Aechmea fulgens</i>	661	25,29 \pm 8,02 (9)	1,67 \pm 1,54	18,2 \pm 2,3
<i>Aechmea kerteszia</i>	1160	22,92 \pm 5,12 (18)	0,35 \pm 0,26	22,3 \pm 2,2
<i>Aechmea caudata</i>	846	22,50 \pm 9,68 (10)	0,68 \pm 0,25	21,6 \pm 1,9
<i>Aechmea gracilis</i>	119	20,83 \pm 3,54 (6)	0,86 \pm 0,34	39,6 \pm 0,11
<i>Aechmea cylindrata</i>	2028	20,75 \pm 4,71 (17)	0,43 \pm 0,2	19,8 \pm 1,8
<i>Aechmea spectabilis</i>	278	20,63 \pm 2,29 (9)	4,06 \pm 2,64	32,9 \pm 0,17
<i>Aechmea chantinii</i>	89	16,83 \pm 1,26 (6)	2,89 \pm 1,19	38,0 \pm 1,31
<i>Aechmea fasciata</i>	74	16,33 \pm 1,33 (6)	0,22 \pm 0,19	12,3 \pm 1,2
<i>Pitcairnia maidiifolia</i>	340	16,2 \pm 3,9 (7)	1,88 \pm 1,47	67,8 \pm 1,9

e.e : Error estándar

Tabla 3. Listado de especies de animales que registraron interacciones con las bromeliáceas del JBM.

Especie animal	Número de interacciones	Frecuencia % relativa	%	Especie animal	Número de interacciones	Frecuencia % Relativa	%
<i>Amazilia tzacatl</i>	1232	0,45	45,1	ColeopteroM1	2	0,01	0,07
<i>Bombus</i> sp.	317	0,12	11,6	NymphalidaeM1	2	0,01	0,07
ApidaeM1	225	0,08	8,23	VespidaeM5	2	0,01	0,07
FormicidaeM1	140	0,05	5,12	<i>Bombus</i> sp4	1	0,01	0,04
HesperidaeM2	132	0,05	4,83	ColeopteroM2	1	0,01	0,04
<i>Euptychia</i> sp.	125	0,05	4,57	ColeopteroM4	1	0,01	0,04
<i>Colibri cyanotus</i>	96	0,04	3,51	DipteraM1	1	0,01	0,04
HesperidaeM1	94	0,03	3,44	FormicidaeM4	1	0,01	0,04
<i>Danaus</i> sp.	53	0,02	1,94	NymphalidaeM2	1	0,01	0,04
<i>Bombus</i> sp2	40	0,01	1,46	NymphalidaeM3	1	0,01	0,04
<i>Actinote</i> sp.	38	0,01	1,39	NymphalidaeM4	1	0,01	0,04
ApidaeM2	29	0,01	1,06	SatyridaeM3	1	0,01	0,04
<i>Pedalooides</i> sp.	29	0,01	1,06	VespidaeM4	1	0,01	0,04
VespidaeM1	28	0,01	1,02	Total	2733	1	100
FormicidaeM2	22	0,01	0,8				
<i>Bombus</i> sp3	20	0,01	0,73				
<i>Aphissa</i> sp.	17	0,01	0,62				
VespidaeM3	14	0,01	0,51				
<i>Anthanassa</i> sp.	10	0,01	0,37				
HesperidaeM3	8	0,01	0,29				
NymphalidaeM5	8	0,01	0,29				
<i>Chaetocercus</i> sp.	5	0,01	0,18				
FormicidaeM3	5	0,01	0,18				
<i>Heliconius</i> sp.	5	0,01	0,18				
SatyridaeM1	5	0,01	0,18				
VespidaeM2	5	0,01	0,18				
<i>Coereba flaveola</i>	4	0,01	0,15				
ColeopteroM3	4	0,01	0,15				
<i>Oressinoma</i> sp.	4	0,01	0,15				

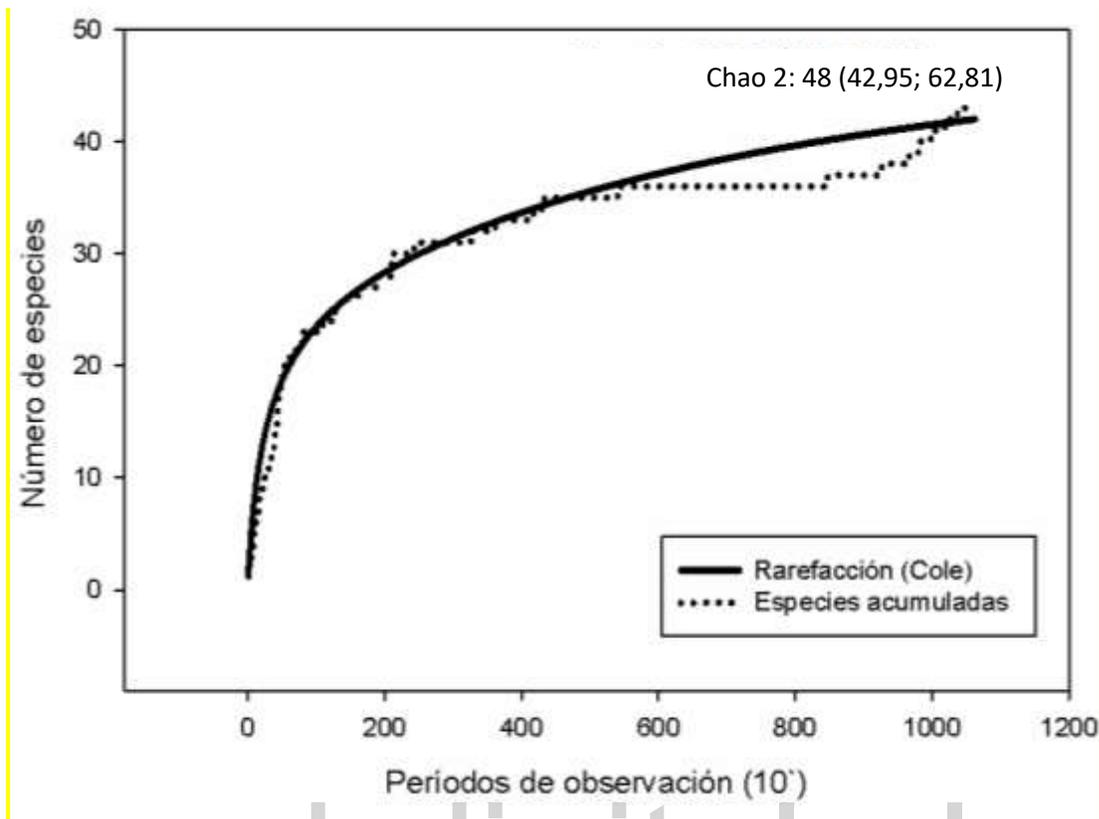


Figura 2. Curvas de acumulación y rarefacción de especies animales que visitaron las bromeliáceas del JBM entre los meses de marzo y agosto de 2018. También se indica el valor del índice de riqueza Chao 2 (LI: límite de confianza inferior; LS: límite de confianza superior).

La riqueza de especies registradas para la zona de estudio fue de 43 (figura 2), en 1063 períodos de observación (10 minutos), basándonos en el estimador de incidencia Chao 2 se esperarían obtener 48 especies, con un límite inferior de confianza de 42,95 especies y un límite superior de 64,81 especies; aunque en la figura vemos que aún no se alcanza la saturación, el valor alcanzado se encuentra dentro de los límites de confianza del índice de riqueza de Chao2; por lo tanto, consideramos satisfactoria nuestra estimación. Cabe resaltar que el número de registros de visitas fue mayor a las primeras horas del día, así como en la época lluviosa (Anexo 2 y 3). También que encontramos una correlación positiva entre los esfuerzos de muestreo y el número de registros, considerando las horas del día y los meses (0,96 y 0,65 respectivamente).

Sub red de interacción planta animal

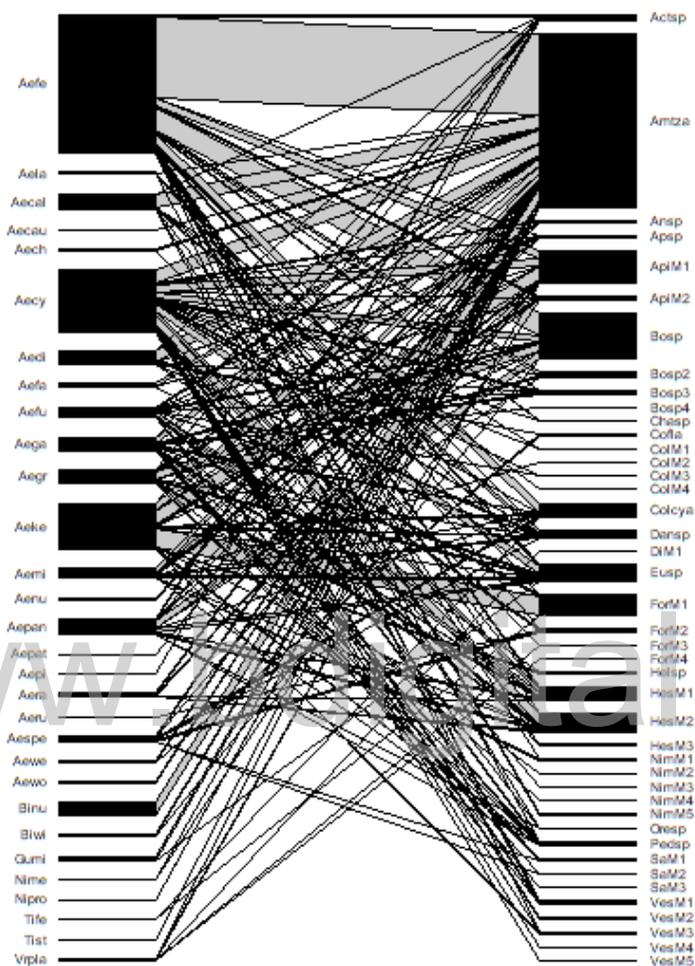


Figura 3. Gráfica bipartita que muestra la intensidad de interacción entre las bromeliáceas (izquierda y los visitantes florales (derecha) del bromeliario del JBM entre los meses de marzo y agosto de 2018.

Tabla 4. Métricas de la subred de interacción planta-visitantes florales en el bromeliario del JBM entre los meses de Marzo y Agosto de 2018. (* Significativo $\leq 0,05$, **altamente significativo $< 0,005$)

Métricas Subred Planta-animal	Bromeliario JBM
Conectancia (C)	0,14
Asimetría de la red	0,18
*Anidamiento ponderado	0,71
Conectancia ponderada	0,08
**Índice de especialización (H_2)	0,31
Solapamiento de nicho (plantas)	0,24
Solapamiento de nicho (visitantes florales)	0,46

*los valores de p son significativos en relación a 10000 redes aleatorias basadas en modelos nulos.

Durante el lapso de estudio en la subred de interacción del bromeliario del JBM, registramos 176 tipo de interacciones de las 1290 (30*43) interacciones posibles, que representan un valor de conectancia de 0,14 (tabla 4). En cuanto a las bromeliáceas tenemos que las especies más visitadas del sistema fueron *A. fendleri* con 982 visitas (35,93 %; anexo 5), *A. cylindrata* con 455 visitas (16,65 %), *A. kerteszia* con 196 (11,96%), *A. caudata* con 116 (4,24%); así como también otras especies pertenecientes a los géneros: *Aechmea* (18), *Billbergia* (2), *Guzmania* (1), *Nidularium* (2), *Tillandsia* (1) y *Vriesea* (1).

Por su parte, los visitantes florales que exhibieron los valores más altos de visitas fueron el colibrí *A. tzacalt* con 1232 visitas (45,08%), dos especies de Apidae: *Bombus* sp. con 317 visitas (11,6%) y ApidaeM1 con 225 visitas (8,23%). La subred de interacción está compuesta por 30 especies de bromeliáceas y 43 especies de visitantes florales (figura 2), de

esta manera, tanto las tres especies de bromeliáceas como las tres de visitantes más representativas en el sistema concentran las dos terceras partes (64,54 % y 64,91%, respectivamente) de las visitas registradas (figura 3 y tabla 3).

El número de interacciones registradas a lo largo de meses de estudio (anexo 3) fue variable, con 912 visitas en marzo (33,37%), abril con 507 interacciones (18,55%), mayo con 610 interacciones (22,32%), junio con 376 interacciones (13,76%), julio con 175 interacciones (6,40%) y agosto con 176 interacciones (5,6%).

En principio los taxa más especialistas de la subred tendieron a interactuar más con los taxa generalistas, lo que se refleja en el valor de anidamiento de 0,71, así como también un NODF de 33,36, por lo que se reflejaría en el sistema que sea más especialista que el esperado al azar (tabla 4). Por otro lado, el índice de especialización $H_2 = 0,31$ sugiere que la subred de interacción es principalmente generalista. La conectancia en el sistema fue de 0,14; así como también se determinaron otras métricas: índice de solapamiento de nicho en los visitantes florales (0,24) y en las bromeliáceas (0,46); la conectancia ponderada (0,08) y la asimetría de la subred (-0,18).

DISCUSIÓN

Oferta floral de las bromeliáceas en el JBM.

Con relación a la composición de especies de bromeliáceas del área de estudio, consideramos pertinente llamar la atención sobre algunos aspectos importantes: i) salvo contadas excepciones, la mayoría de las especies del inventario son de origen exógeno a la Cordillera de Mérida; es decir, fueron introducidas en el JBM (Hokche *et al.* 2008), por lo cual es de esperar que carezcan de su polinizador natural o este rol lo esté desempeñando alguna otra especie del lugar perteneciente al grupo zoológico que concuerde con el síndrome de polinización de la bromeliácea en particular; además, ii) más del 50% de estas especies pertenecen al género *Aechmea*, cuyos representantes, además de ser mayoritariamente

foráneos, en condiciones naturales raramente se encuentran en ambientes por encima de los 1500 m de elevación (Hokche *et al.* 2008).

Aunque las bromeliáceas estudiadas en su conjunto presentaron un patrón de floración continuo a lo largo del año, lo cual posibilita la permanencia de visitantes florales y polinizadores, debido a la disponibilidad permanente de recursos, contribuye al mantenimiento de la fauna nectarívora presente en el JBM, incluyendo aves, abejas, mariposas y hormigas. Consideramos necesario destacar que algunas especies tales como *A. fendleri*, *A. cylindrata*, *A. gamosepala*, *A. spectabilis*, *A. distichanta* exhibieron estacionalidad en la floración (tabla 1), las cuales florecieron principalmente en la época seca. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Machado y Semir (2006) el cual presentó una composición de 14 especies de bromeliáceas correspondientes a los géneros *Tillandsia* L. (3 sp.), *Vriesea* Lindl. (5 sp.), *Aechmea* Ruiz y Pav (3 sp.) y *Billbergia* Thunb (1 sp.), compartiendo 3 de las 41 especies registradas en el JBM(7,31%), las cuales fueron *Aechmea nudicaulis*, *Nidularium innocentii* y *Tillandsia stricta*; en donde observaron que las bromeliáceas florecieron principalmente en época lluviosa, el cual fue el periodo donde registraron mayor número de visitantes florales y que a la vez coincide con la reproducción de la mayoría de las especies de colibríes, lo que podría explicar la íntima relación entre las bromeliáceas y los colibríes en muchas localidades (Sick *et al.* 1984).

Por otra parte, de las 11 especies de bromeliáceas que les hicimos seguimiento de floración, registramos que *A. spectabilis* fue la que la que ofreció un mayor volumen de néctar promedio por flor (tabla 2), siguiendo un patrón marcadamente estacional la cual presentó floración en época seca (tabla 1); así mismo, registramos 278 flores, representando el 2,2 % del total (anexo 4); e igualmente, el número de interacciones registradas fue de 41 (figura 2) lo que significó el 1,5 % del total de visitas recibidas. Estos resultados contrastan con otras especies más generalistas en el sistema, tales como *A. fendleri* (19 visitantes florales), *A. cylindrata* (25 visitantes florales), y *A. kerteszia* (13 visitantes florales), que sibien ofrecieron un menor volumen promedio de néctar por flor (tabla 2) produjeron tanto un mayor número de flores en el bromeliario del JBM, como un mayor número de visitas, lo cual podría indicar para esta especie que una menor floración en pocos individuos puede garantizarle el éxito reproductivo a un menor costo energético.

Podemos considerar a *A. fendleri* como una especie clave dentro del sistema pues posee importantes características, tales como: i) produce un alto número de flores en el JBM (anexo 4), ii) su floración ocurre durante casi todo el año (tabla 1), todo esto se traduce en que es una especie con una abundante producción de flores con alta concentración de azúcares; atributos que podrían garantizarle un mayor éxito reproductivo, así como también una mayor propagación en cuanto al número de individuos en el JBM.

La especie *A. gamosepala* es una de las pocas bromeliáceas que presentan olor en sus flores, lo cual puede favorecer que sean visitadas principalmente por abejas (melitofilia) (Siquiera Filho *et al.* 2010), aunque en el presente estudio registramos también visitas de colibríes (ornitofilia). Nos llama la atención que *A. gamosepala*, pese a ofrecer una alta producción de flores de néctar concentrado, siguiendo un patrón estacional (tabla 1) registramos pocas interacciones (94) representando el 3,44% del total (anexo 4), esto puede suceder debido al tamaño promedio de sus flores (tabla 2) recibiendo pocas visitas durante el período de estudio.

Visitantes florales de las bromeliáceas en el JBM

Los componentes de la familia Bromeliaceae son polinizados principalmente por animales, por lo que presentan diversas estructuras florales especializadas que probablemente indiquen procesos de coevolución principalmente con aves, murciélagos e insectos (Lunau 2004). En este estudio se puede apreciar que las bromeliáceas recibieron visitas con más de 45% del total de interacciones de parte del colibrí *A. tzacalt*; dos especies pertenecientes al género Hymenoptera (*Bombus* sp. y ApidaeM1) fueron de las más frecuentes en el sistema, con 11,3 y 8,23%, respectivamente (tabla 3). Una de las especies más frecuentes del JBM fue el morfotipo Formicidae M1, el cual consideramos como visitante ilegítimo por acceder a las flores por medio de agujeros hechos en sus corolas. Así mismo, observamos que la mayor afluencia de visitantes florales ocurrió en horas de alta insolación; de igual manera, a medida que avanzamos en la estación de lluvias, observamos una disminución en la frecuencia del registro de visitantes (anexo 2 y 3). Otra correlación importante (0,86) consiste en que las especies de bromeliáceas que tienen el mayor número de flores son las que reciben el mayor número de visitas (anexo 6).

Las especies *A. cylindrata* y *A. caudata* son las que exhiben mayor oferta floral en el sistema y presentan el 16,02% y 6,73% del total de interacciones de las bromeliáceas del JBM, respectivamente; lo cual puede explicar el alto número de visitas que recibieron ambas especies (figura 2, anexo 6). En el caso de *A. cylindrata*, al ser una especie generalista en el sistema, tiene interacciones con muchos de los visitantes florales presentes en el JBM (25 especies) tales como algunos colibríes, mariposas, abejas y avispas (figura 2), situación que contrasta con las observaciones de Kaehler *et al.* (2005) quienes refieren visitas de *Bombus brasiliensis* y *Plebea saiqui*, en pocos individuos, los cuales al estar en sistemas naturales y no estar aglomerados aunado a un esfuerzo de muestreo menor, podría explicar el hecho de que observaran una mayor variedad de visitantes florales en el JBM. En cuanto a *A. caudata*, nuestro estudio como en el realizado por Kamke (2009) concuerdan en que registramos visitas de colibríes, mariposas y otros insectos; pero difieren en que las especies no fueron las mismas; no obstante, nosotros consideramos que, por pertenecer a los mismos grupos taxonómicos, tales especies constituyen equivalentes ecológicos y reemplazan en funciones en el JBM a las de su lugar de origen.

En nuestro estudio *V. platynema* recibió 13 visitas por parte de colibríes, hormigas, abejas y moscas, mientras que Kaehler *et al.* (2005) refieren 3 especies de murciélagos como polinizadores, así como también 3 especies de colibríes, es importante resaltar que en el estudio realizado en Paraná, Brasil; registraron anthesis nocturna para esta especie, que presenta una bráctea floral alargada, favoreciendo que recibiera visitas de murciélagos.. Esta diferencia de visitantes entre ambas localidades puede ser explicada por el hecho de que en el JBM sólo realizamos visitas entre la mañana y las primeras horas de la tarde, mientras que las observaciones de estos autores se extendieron desde el mediodía hasta altas horas de la noche, intervalo que comprende buena parte de la actividad de los murciélagos, los cuales han sido referidos como los polinizadores en el Género *Vriesea* (Vogel 1969).

Subred de interacción planta-animal

Nuestro sistema consta de 30 especies de bromeliáceas y 43 especies o morfoespecies de visitantes florales por lo que esperaríamos 1290 enlaces posibles en el área de estudio (30*43); sin embargo, registramos 178 tipo de interacciones en el lugar las cuales representan

el 14 % del total esperado; este valor corresponde a la conectancia (anexo 1), el cual nos dice que a medida que avanzamos con el registro de interacciones disponibles en un sistema, la conectancia disminuye así como también el número de interacciones nuevas en el sitio, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por otros autores (Cohen y Stephens 1978, Dumne *et al.* 2002, Pimm 2002). Hay que tomar en cuenta que algunas de las interacciones son prohibidas en el sistema, debido a ciertas características tales como el desacoplamiento morfológico de los polinizadores, que les impide acceder a todas las bromeliáceas disponibles en el sitio, así como también la fenología de las bromeliáceas; es decir, si precisamente en esa época los visitantes florales ocupan otros lugares en el sistema o se encuentran en sus etapas juveniles (hormigas, abejas y mariposas); este tipo de limitaciones, tanto fenotípicas como fenológicas, puede determinar que dos especies raras en el sistema tengan una probabilidad de interactuar entre si sea nula o muy baja (Medel y Zamora 2009).

Otro patrón que es común en estudios realizados sobre las redes de interacción es el anidamiento Medel *et al.* (2009) el cual refleja que se intensifican las interacciones en pocas especies en el sistema (generalistas), las cuales tienden a interactuar entre ellas, así como también con especies el cual registran pocas interacciones en el sistema (especialistas) dando lugar a una marcada asimetría en la intensidad de interacciones a nivel de especies (Medel y Zamora 2009). En nuestro estudio el anidamiento fue de 0,71 (tabla 4), lo cual corresponde con trabajos obtenidos en otras comunidades y en donde pocas especies de bromeliáceas y visitantes florales tienen fuertes interacciones entre ellas (Medel y Zamora 2009); así mismo, se puede apreciar que muchas de las visitas registradas tienen una baja intensidad de interacción en el sistema, por lo que ante un evento de cambio en el lugar producto de variaciones en cuanto a humedad o temperatura; estas interacciones pueden ser desplazadas o eliminadas en el JBM como lo han registrado Giannini *et al.* (2005) en San Pablo, Brasil.

Particularmente la subred de interacción planta-animal en el JBM, presenta una oferta continua durante el año, que pueden favorecer la estabilidad y dinámica del sistema, al tratarse de un espacio modificado por el hombre, las bromeliáceas presentes en el mismo, deben ofrecer a los visitantes florales un atractivo (néctar) promoviendo que los animales permanezcan en el sitio, disponiendo del recurso, así como también puede promover interacciones agresivas por los recursos disponibles en el lugar, por lo que los visitantes

florales visitan otras bromeliáceas presentes en el JBM, afectando la estructura de la red en el sistema. La estructura de la subred es heterogénea, en donde muchas especies tienen pocos enlaces entre ellas, y las especialistas interactúan con pocas especies, por lo que la red es anidada como muestran algunos trabajos realizados por otros autores Medel *et al.* (2009). Trabajos previos en otras localidades han demostrado que en redes anidadas se intensifica la competencia entre las especies, permitiendo una mayor biodiversidad (Burbano 2013). Tanto los visitantes florales como las bromeliáceas muestran una dependencia y fuerza asimétrica entre sus interacciones, esto promueve el mantenimiento de las interacciones en el sistema, facilitando la conservación de la biodiversidad en el mismo (Burbano 2013).

Al ser un gran generalista, *A. tzacalt* (Figura 2) contribuye considerablemente a la robustez de la red y es la especie menos propensa a ser desplazada de la localidad, ya que si algunas especies de plantas son eliminadas o extintas, es más versátil ya que visita la mayoría de las bromeliáceas presentes en lugar, desplazando *algunas* especies y promoviendo interacciones agresivas entre ellas, es decir, el desplazamiento de esta especie es poco probable, y puede ser afectada por causas naturales debido a un cambio climático drástico o la intervención humana. Así mismo, como se ha mencionado anteriormente, trabajos previos han demostrado que abejas, mariposas, murciélagos, abejorros, hormigas y colibríes visitan bromeliáceas, siendo estos últimos los principales polinizadores de las bromeliáceas.

En cuanto a las métricas obtenidas para este estudio tenemos una conectancia (0,14; tabla 4); esto puede darse debido a limitación espacial de algunos visitantes florales, impidiendo que puedan acceder en igual proporción a las bromeliáceas presentes en el sistema, visitando solo unas pocas y promoviendo la competencia por los recursos disponibles. La subred de interacción en el JBM muestra un patrón anidado (0,71) en su estructura, por lo que las especies especialistas tienden a interactuar con las generalistas en cuanto al índice de especialización global ($H_2:0,31$) tenemos que el sistema las mayorías de las especies presentes en el lugar son más generalistas. En cuanto a la asimetría de la red tenemos (0,18; tabla 4), lo que indica hay más especies de visitantes florales que de bromeliáceas.

Otras métricas como el solapamiento de nicho entre las plantas (0,46; tabla 4); de acuerdo con Dormann *et al.* (2008); valores cercanos a 1 muestran superposición de nichos; es decir, que en el caso de las plantas cerca de la mitad de las bromeliáceas en el sistema comparten el nicho, al encontrarse en un sistema artificial las plantas presentan diferentes estrategias que les permitan recibir visitantes florales y polinizadores durante el período de antesis, algunas de esas estrategias como la floración en distintas épocas del año. En cuanto a los visitantes tenemos un solapamiento (0,24); esto nos dice que los animales que visitan las bromeliáceas en el sistema han desarrollado estrategias que les permiten visitar distintas plantas en el sistema, ocupando diferentes territorios, que le permitan en la mayoría de los casos evitar interacciones agresivas en las especies que visitan las bromeliáceas en dicho sistema; no obstante, en algunos casos las especies son muy territoriales e impiden que algunos animales visiten las flores que se encuentran en su territorio.

CONCLUSIONES

En el bromeliario del JBM pudimos definir una subred de interacción compuesta por 30 especies de bromeliáceas y 43 especies de visitantes florales tanto legítimos como ilegítimos que frecuentaron el área de estudio dentro del lapso comprendido entre marzo y agosto de 2018 cuyas características principales mencionamos a continuación:

- La subred de interacción mostró ser anidada; por lo tanto, rechazamos la hipótesis de que la misma era aleatoria que planteamos inicialmente.
- Hay una estrecha relación en cuanto a la oferta floral y el número de visitas recibidas donde *A. cylindrata*, *A. kerteszia*, *A. caudata* y *A. fendleri* se perfilaron las especies más abundancia de flores y a su vez las que recibieron un mayor número de interacciones en el sistema.
- De 2733 visitas registradas sobre las 30 especies de bromeliáceas que registramos visitas, el 94% se realizaron en especies *Aechmea*, Género al que pertenece el 63% de las especies estudiadas y que presentó mayor número de individuos en el área de estudio.

- Las 43 especies o morfoespecies de visitantes florales están repartidas en los siguientes taxa: de Clase Aves, Orden Apodiformes (Familia Trochilidae y Coerebidae), Clase Insecta, Orden Hymenoptera (Familia Apidae, Vespidae y Formicidae), Orden Diptera y Orden Lepidoptera (Familia Satyridae, Nymphalidae, Hesperidae)
- El ensamblaje de bromeliáceas ofreció recursos florales todo el año, lo cual contribuye a la permanencia de los visitantes en el lugar; sin embargo, algunas bromeliáceas exhibieron un patrón de floración estacional, concentrado en la época seca.
- Observamos diferentes estrategias fenológicas por parte de las bromeliáceas en el JBM: i) Algunas especies como *A. kerteszia* y *A. caudata* producen durante la mayor parte del año una cantidad importante de inflorescencias, lo cual les permite recibir como contraparte un alto número de visitantes florales, ii) otras especies como *A. fendleri* y *A. cylindrata* ofrecen una cantidad importante de flores concentrada estacionalmente, cuando las especies de producción continua muestran declinación en su oferta, beneficiándose de los servicios de polinización iii) Así mismo, otras presentaron un número bajo de inflorescencias y su fenología es muy puntual, por lo que el número de interacciones fue bajo y actúan como especialistas en el sistema como es el caso de *N. procerum* y *V. platynema*.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, R., Waser, N. M., y Ollerton, J. (2008). Year-to-year variation in the topology of a plant–pollinator interaction network. *Oikos*, 117(12):1796-1807.

Andrzejewski, R. (1982). Problems and prospects of faunistical investigations in towns. En *Animals in the urban environment. Proceedings of Symposium, Warszawa*. pp. 9-15.

Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2000). *Fundamentos de fisiología vegetal* (No. 581.1). McGraw-Hill Interamericana.

Babbitt, B. (1999). Noah's mandate and the birth of urban bioplanning. *Conservation Biology*, 13(3):677-678.

Ballantyne, G., Baldock, K. C., & Willmer, P. G. (2015). Constructing more informative plant–pollinator networks: visitation and pollen deposition networks in a heathland plant community. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1814):20151130.

Bascompte, J., Jordano, P., Melián, C. J., y Olesen, J. M. (2003). The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(16):9383-9387.

Batllori, X. y Uribe, F. (1988). Aves nidificantes de los jardines de Barcelona. *Miscellània Zoològica*, 12:283-293.

Benítez-Malvido, J., Martínez-Falcón, A. P., Dáttilo, W., y Del Val, E. (2014). Diversity and network structure of invertebrate communities associated to *Heliconia* species in natural and human disturbed tropical rain forests. *Global ecology and conservation*, 2:107-117.

Benzing, D. H., & Bennett, B. (2000). *Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation*. Cambridge University Press.

Bernardello, M., Galetto, L., & Juliani, H. R. (1991). Floral nectar, nectary structure and pollinators in some Argentinean Bromeliaceae. *Annals of Botany*, 67(5):401-411.

Blüthgen, N., Menzel, F., & Blüthgen, N. (2006). Measuring specialization in species interaction networks. *BMC ecology*, 6(1):9.

Cohen, J. E., & Stephens, D. W. (1978). *Food webs and niche space* (No. 11). Princeton University Press.

Colwell, R. K. (2014). EstimateS turns 20: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography*, 37(6):609-613.

Dafni, A. (1992). *Pollination ecology: a practical approach*. Oxford University Press.

Díaz, I. A., Sarmiento, C., Ulloa, L., Moreira, R., Navia, R., Véliz, E., & Peña, C. (2002). Vertebrados terrestres de la Reserva Nacional Río Clarillo, Chile central: representatividad y conservación. *Revista chilena de historia natural*, 75(2):433-448.

Dicks, L. V., Corbet, S. A., y Pywell, R. F. (2002). Compartmentalization in plant–insect flower visitor webs. *Journal of Animal Ecology*, 71(1):32-43.

Dormann, C. F., Gruber, B., & Fründ, J. (2008). Introducing the bipartite package: analysing ecological networks *interaction*, 1(0.2413793).

Dormann, C. F., Fruend, J., Gruber, B., Dormann, M. C. F., LazyData, T. R. U. E., & ByteCompile, T. R. U. E. (2019). Package ‘bipartite’, 41-72.

Dupont, Y. L., Padrón, B., Olesen, J. M., & Petanidou, T. (2009). Spatio-temporal variation in the structure of pollination networks. *Oikos*, 118(8):1261-1269.

Feinsinger, P. (1976). Organization of a tropical guild of nectarivorous birds. *Ecological monographs*, 46(3):257-291.

Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R., & Thomson, J. D. (2004). Pollination syndromes and floral specialization. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35:375-403.

Forest, I. A. A. C. (2013). Biología floral de *Pitcairnia nubigena* (Bromeliaceae) en una selva nublada andina: I. Morfología, fenofases y autocompatibilidad. *ECOTRÓPICOS*, 26(1-2):28-39.

Forup, M. L., & Memmott, J. (2005). The restoration of plant–pollinator interactions in hay meadows. *Restoration Ecology*, 13(2):265-274.

Givnish, T. J., Barfuss, M. H., Van Ee, B., Riina, R., Schulte, K., Horres, R., ... y Winter, K. (2011). Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: Insights from an eight-locus plastid phylogeny. *American Journal of Botany*, 98(5):872-895.

Gómez, J. M. (2002). Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores. *Revista chilena de historia natural*, 75(1):105-115.

Hilty, S. L. (2002). *Birds of Venezuela*. Princeton University Press.

Hokche, O., P. Berry y O. Huber. (2008). Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela, Dr Tobías Lasser, Caracas.

Inouye, D. W. (1980). The terminology of floral larceny. *Ecology*, 61(5):1251-1253.

Jordano, P. (1987). Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. *The American Naturalist*, 129(5):657-677.

Kaehler, M. I. R. I. A. M., Varassin, I. G., y Goldenberg, R. (2005). Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-montana no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(2):219-228.

Kaiser-Bunbury, C. N., Muff, S., Memmott, J., Müller, C. B., y Caflisch, A. (2010). The robustness of pollination networks to the loss of species and interactions: a quantitative approach incorporating pollinator behaviour. *Ecology letters*, 13(4):442-452.

Kearns, C. A., Inouye, D. W., y Waser, N. M. (1998). Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual review of ecology and systematics*, 29(1):83-112.

Linhart, Y. B., y Feinsinger, P. (1980). Plant-hummingbird interactions: effects of island size and degree of specialization on pollination. *The Journal of Ecology*, 745-760.

Lunau, K.. (2004). Adaptive radiation and coevolution - pollination biology case studies. *Organisms, Diversity & Evolution*, 4:207-224.

Machado, C. G., y Semir, J. (2006). Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Brazilian Journal of Botany*.

Maloof, J. E., e Inouye, D. W. (2000). Are nectar robbers cheaters or mutualists?. *Ecology*, 81(10):2651-2661.

Medel, R., y Zamora, R. (2009). *Ecología y evolución de interacciones planta-animal*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 17-27.

Nabhan, G. P., y Buchmann, S. L. (1997). Services provided by pollinators. *Nature's Services: societal dependence on natural ecosystems*, 133-150.

Ollerton, J., Johnson, S. D., Cranmer, L., & Kellie, S. A. M. (2003). The pollination ecology of an assemblage of grassland asclepiads in South Africa. *Annals of Botany*, 92(6):807-834.

Olesen, J. M., y Jordano, P. (2002). Geographic patterns in plant-pollinator mutualistic networks. *Ecology*, 83(9):2416-2424.

Pimm, S. L. (2002). The balance of nature. *Ecological Issues in the conservation of species and communities*. University of Chicago, Chicago.

Roughgarden, J. (1983). Competition and theory in community ecology. *The American Naturalist*, 122(5):583-601.

Sazima, I., Vogel, S., & Sazima, M. (1989). Bat pollination of *Encholirium glaziovii*, a terrestrial bromeliad. *Plant Systematics and Evolution*, 168(3-4):167-179.

Sazima, M., Buzato, S., y Sazima, I. (1999). Bat-pollinated flower assemblages and bat visitors at two Atlantic forest sites in Brazil. *Annals of Botany*, 83(6):705-712.

Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias. Instituto Jardín Botánico de Mérida, Recuperado el 15-11-2017 hora 2:15 pm. Disponible en <http://www.ciens.ula.ve/jardinbotanico/>

Valiente-Banuet, A. (2002). Vulnerabilidad de los sistemas de polinización de cactáceas columnares de México. *Revista chilena de historia natural*, 75(1):99-104.

Varassin, I. G., y Sazima, M. (2000). Recursos de Bromeliaceae utilizados por beija-flores e borboletas em Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 11(12):57-70.

Vosgueritchian, S. B., y Buzato, S. (2006). Reprodução sexuada de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) e interação planta-animal. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(3):433-442.

Waser, N. M., Chittka, L., Price, M. V., Williams, N. M., y Ollerton, J. (1996). Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology*, 77(4):1043-1060.

Anexo 1. Definición de algunas de las métricas usadas para describir para la subred de interacción. Dormann *et al.* (2019).

Conectancia (C): representa la fracción de interacciones registradas respecto al total posible.

C: $I/(P \cdot A)$ donde I representa el número total de interacciones observadas; a medida que incrementa la riqueza de especies a nivel de una comunidad (P+A) incrementa también el número de interacciones registradas.

Anidamiento (NODF): Cuando las especies generalistas interactúan con un amplio conjunto de especies, pero los más especialistas interactúan, con un subgrupo de los más generalistas (Bascompte *et al.* 2003). NODF fue propuesto por (Almeida *et al.* 2008) el cual va de 0 para no anidamiento y 100 para un perfecto anidamiento.

Índice de especialización (H_2): Es un índice que describe el nivel de especialización complementaria de una red bipartita completa, describe las medidas de las interacciones observadas se desvían de las que se esperarían, dados los datos marginales de las especies, va desde 0 para no especialización, hasta 1 para especialización completa, cuanto más selectiva es una especie, mayor es el H_2 para la red (Bluthgen *et al.* 2006).

Web asymmetry (Asimetría de la red): Balance entre números en los dos niveles: valores positivos indican nivel de especies tróficos más altos., especies de nivel trófico negativo valores más bajo; implementado como $(n_{col}(\text{web}) - n_{row}(\text{web})) / \text{sum}(\text{dim}(\text{web}))$; La asimetría web es un modelo nulo para lo que uno podría esperar en la asimetría de dependencia (Blüthgen *et al.* 2006).

Noiche overlap (Solapamiento de nicho): Similitud media en el patrón de interacción entre especies de ese nivel, calculada de forma predeterminada como el índice de Horn. Los valores cercanos a 0 indican no hay uso común de nichos, 1 indica una superposición perfecta de nicho (Dormann *et al.* 2008).

Functional complementarity (Índice de complementariedad funcional): Es una medida de complementariedad de nicho (Devoto *et al.* 2012) el cual se calcula como la rama total de un dendograma funcional basada en diferencias cualitativas de interacciones de un nivel con el

otro; por lo tanto, el aspecto funcional de la complementariedad funcional se refiere a la función de compartir interacciones (Dormann *et al.* 2008).

Anexo 2. Número de interacciones de los visitantes florales a las bromeliáceas entre marzo y agosto de 2018 a diferentes horas.

Hora	Número de interacciones	de Esfuerzo de muestreo (1)	de Número de interacciones por cada 10 minutos
7:05-8:00	159	1050	0,24
8:05-9:00	565	2330	0,24
9:05-10:00	615	2650	0,23
10:05-11:00	755	2510	0,3
11:05-12:00	450	1690	0,27
12:05-13:00	23	70	0,33
13:05-14:00	91	130	0,7
14:05-15:00	69	150	0,46
15:05-16:00	16	100	0,16
Total	2733	10680	0,26
Coef. de correlación	0,97		

- El esfuerzo de muestreo es por cada 10 minutos de observación visual.
- *Coef. de correlación entre el número de interacciones y el esfuerzo de muestreo

Anexo 3. Número de interacciones entre marzo y agosto de 2018 en el JBM.

Mes	Número de interacciones	Esfuerzo de muestreo (1)	Número de interacciones por cada 10 minutos
Marzo	912	1880	0,49
Abril	507	1810	0,28
Mayo	610	1940	0,31
Junio	376	1970	0,19
Julio	175	1680	0,1
Agosto	153	1400	0,11
Total	2733	10680	0,26
Coef. De correlación	0.65		

- El esfuerzo de muestreo es por cada 10 minutos de observación visual.
- *Coef. de correlación entre el número de interacciones y el esfuerzo de muestreo.

Anexo 4. Número de flores de las especies de bromeliáceas que presentaron inflorescencias durante el período de estudio. (Fr = frecuencia relativa)

Especie de bromeliácea	Número de flores	Fr	%	Especie de bromeliácea	Número de flores	Fr	%
<i>Aechmea cylindrata</i>	2028	0,1602	16,02	<i>Aechmea fasciata</i>	74	0,0058	0,58
<i>Aechmea fendleri</i>	1182	0,0934	9,34	<i>Nidularium meyerdorffii</i>	65	0,0051	0,51
<i>Aechmea kerteszia</i>	1160	0,0916	9,16	<i>Nidularium billbergioides</i>	63	0,0050	0,50
<i>Aechmea gamosepala</i>	1067	0,0843	8,43	<i>Nidularium amazonicum</i>	55	0,0043	0,43
<i>Aechmea caudata</i>	852	0,0673	6,73	<i>Aechmea aquilega</i>	47	0,0037	0,37
<i>Aechmea fulgens</i>	661	0,0522	5,22	<i>Aechmea recurvata</i>	43	0,0034	0,34
<i>Aechmea paniculata</i>	581	0,0459	4,59	<i>Aechmea woronowii</i>	26	0,0021	0,21
<i>Aechmea distichantha</i>	550	0,0435	4,35	<i>Guzmania musaica</i>	21	0,0017	0,17
<i>Guzmania mitis</i>	480	0,0379	3,79	<i>Aechmea patricia</i>	17	0,0013	0,13
<i>Billbergia windii</i>	434	0,0343	3,43	<i>Aechmea pineliana</i>	17	0,0013	0,13
<i>Billbergia nutans</i>	410	0,0324	3,24	<i>Tillandsia stricta</i>	15	0,0012	0,12
<i>Aechmea miniata</i>	366	0,0289	2,89	<i>Aechmea lamarchei</i>	10	0,0008	0,08
<i>Pitcairnia maidifolia</i>	337	0,0266	2,66	<i>Aechmea calyculata</i>	6	0,0005	0,05
<i>Billbergia sanderiana</i>	288	0,0228	2,28	Total	12658	1	100
<i>Aechmea spectabilis</i>	278	0,0220	2,20				
<i>Aechmea rubens</i>	256	0,0202	2,02				
<i>Aechmea bracteata</i>	204	0,0161	1,61				
<i>Aechmea nudicaulis</i>	125	0,0099	0,99				
<i>Aechmea gracilis</i>	119	0,0094	0,94				
<i>Tillandsia fendleri</i>	106	0,0084	0,84				
<i>Vriesea platynema</i>	106	0,0084	0,84				
<i>Nidularium procerum</i>	105	0,0083	0,83				
<i>Aechmea chantinii</i>	98	0,0077	0,77				
<i>Aechmea racinae</i>	95	0,0075	0,75				
<i>Billbergia pyramidalis</i>	80	0,0063	0,63				
<i>Nidularium innocentii</i>	79	0,0062	0,62				
<i>Aechmea weilbachii</i>	77	0,0061	0,61				
<i>Aechmea bromeliofolia</i>	75	0,0059	0,59				

Anexo 5. Especies de bromeliáceas en el JBM con la tasa de visitas y el número de Visitantes florales en el período de estudio.

Especie de bromeliácea	Tasa de Visitas	Visitantes florales
<i>Aechmea cylindrata</i>	455	25
<i>Aechmea fendleri</i>	982	19
<i>Aechmea kerteszia</i>	327	14
<i>Aechmea gamosepala</i>	94	13
<i>Aechmea paniculata</i>	104	12
<i>Aechmea fulgens</i>	77	12
<i>Aechmea miniata</i>	69	12
<i>Aechmea gracilis</i>	98	11
<i>Aechmea spectabilis</i>	41	9
<i>Aechmea caudata</i>	116	8
<i>Aechmea distinchanta</i>	96	7
<i>Vriesea platinema</i>	13	5
<i>Aechmea lamarchei</i>	11	5
<i>Aechmea fasciata</i>	25	3
<i>Guzmania mitis</i>	32	2
<i>Billbergia windii</i>	19	2
<i>Aechmea weilbachi</i>	10	2
<i>Aechmea chantinii</i>	9	2
<i>Nidularium meyerdorffli</i>	2	2
<i>Aechmea caliculata</i>	6	1
<i>Billbergia nutans</i>	89	1
<i>Aechmea nudicaulis</i>	19	1
<i>Aechmea racinae</i>	11	1
<i>Tillandsia stricta</i>	9	1
<i>Aechmea wononowii</i>	8	1
<i>Aechmea rubens</i>	6	1
<i>Nidularium procerum</i>	3	1
<i>Aechmea patricia</i>	1	1
<i>Aechmea pineliana</i>	1	1
Total	2733	175

Anexo 6. Especies de bromeliáceas en el JBM con los visitantes florales y el número total de flores durante el periodo de estudio.

Especie de bromeliácea	Número de flores	Visitantes florales
<i>Aechmea cylindrata</i>	2028	25
<i>Aechmea fendleri</i>	1182	19
<i>Aechmea kerteszia</i>	1160	14
<i>Aechmea gamosepala</i>	1067	13
<i>Aechmea paniculata</i>	581	12
<i>Aechmea fulgens</i>	661	12
<i>Aechmea miniata</i>	366	12
<i>Aechmea gracilis</i>	119	11
<i>Aechmea spectabilis</i>	278	9
<i>Aechmea caudata</i>	852	8
<i>Aechmea distinchanta</i>	550	7
<i>Vriesea platinema</i>	106	5
<i>Aechmea lamarchei</i>	10	5
<i>Aechmea fasciata</i>	74	3
<i>Guzmania mitis</i>	480	2
<i>Billbergia windii</i>	434	2
<i>Aechmea weilbachi</i>	77	2
<i>Aechmea chantinii</i>	98	2
<i>Nidularium meyerdorffli</i>	65	2
<i>Aechmea caliculata</i>	6	1
<i>Billbergia nutans</i>	410	1
<i>Aechmea nudicaulis</i>	125	1
<i>Aechmea racinae</i>	95	1
<i>Tillandsia stricta</i>	15	1
<i>Aechmea wononowii</i>	26	1
<i>Aechmea rubens</i>	256	1
<i>Nidularium procerum</i>	105	1
<i>Aechmea patricia</i>	17	1
<i>Aechmea pineliana</i>	17	1
Total	11260	175
Coefficiente de correlación	0,86	