

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE EPÍFITAS VASCULARES EN COLECCIONES ARBÓREAS DEL JARDÍN BOTÁNICO DE PINAR DEL RÍO, CUBA

STRUCTURE OF THE VASCULAR EPIPHYTE COMMUNITY ON THE ARBOREAL COLLECTIONS FROM THE BOTANICAL GARDEN OF PINAR DEL RÍO, CUBA

Yosviel González-Rodríguez^{1*}, Jorge Ferro-Díaz², Manuel Alejandro Carmona-Montano¹

¹Jardín Botánico de Pinar del Río, km 4 carretera al Hoyo del Guamá. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, ECOVIDA, Pinar del Río, Cuba, <http://orcid.org/0000-0002-5212-7148>. E-mail: yosvielgon97@gmail.com*

²Grupo SINBIOD, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, ECOVIDA, km 2.5 carretera a Luis Lazo, Pinar del Río, Cuba. E-mail: jorge.ferro2011@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0001-8101-7442>

¹¹Jardín Botánico de Pinar del Río, km 4 carretera al Hoyo del Guamá. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, ECOVIDA, Pinar del Río, Cuba. E-mail: manuel@ibpr.vega.inf.cu, <http://orcid.org/0000-0002-1734-9685>

*Autor para la correspondencia (e-mail): yosvielgon97@gmail.com

Recibido para su publicación: 23/09/2022 - Aceptado para su publicación: 17/11/2022

Resumen

El paisaje forestal que se representa por las colecciones arbóreas del Jardín Botánico de Pinar del Río muestra una abundante ocupación de epífitas vasculares, sobre las que no se habían hecho estudios hasta el presente. El trabajo tuvo como objetivo determinar la estructura de la comunidad de epífitas vasculares asociadas a las especies arbóreas del Jardín Botánico, para lo cual se establecieron 16 parcelas de 300 m² cada una (cuatro por cada colección: Forestales, Frutales, Pizarras/Serpentinas y Bosque Arcaico). Se identificaron los hospederos, se midieron todos los que tienen sus diámetros $\geq D_{1.30}$, altura total, de fuste y copa. Se contaron las epífitas por zonas Johansson. Los datos fueron procesados, haciendo análisis de clúster, comparaciones entre áreas y correlaciones entre riqueza y abundancia de especies por zonas forofíticas. Resultados: riqueza de 31 especies de hospederos y siete de epífitas vasculares; las abundancias de *Tillandsia flexuosa* y *T. utriculata* representan el 74% del total. Se identificó un patrón horizontal de asociación de epífitas donde la estructura de la vegetación asemeja mejor al hábitat natural, y uno vertical de preferencia hacia el follaje. Se concluye que en el paisaje forestal que conforman las cuatro áreas de colecciones estudiadas, las epífitas presentan una estructura que en la fase inicial de su establecimiento está dominada por dos especies pioneras, requiriéndose su monitoreo para evaluar la dinámica de la relación epífita-forofito.

Palabras claves: conservación de plantas, colecciones biológicas, bromelias epífitas, paisaje forestal, zona forofítica.

Abstract

The forest landscape that is represented by the arboreal collections from the Botanical Garden of Pinar del Río shows an abundant occupation of vascular epiphytes, on which there are no studies to date. The objective of the work was to determine the structure of the vascular epiphyte's community associated to the tree species of the Botanical Garden, for which 16 plots of 300 m² each were established (four for each collection area: Forest species, Fruit species, Slate/Serpentine area, and Archaic Forest). The host trees were identified with their diameters $\geq D_{1.30}$, the total height, stem and crown were measured. Epiphytes were counted by Johansson zones. The data was processed, making cluster analysis, comparisons between areas and correlations between richness and abundance by phorophytic zones. Results: richness of 31 species of host trees and seven of vascular epiphytes; the abundances of *Tillandsia flexuosa* and *T. utriculata* represent 74% of the total. A horizontal pattern of epiphytes association was identified where the structure of the vegetation better resembles the natural habitat, and a vertical pattern of preference towards the foliage. It is concluded that in the forest landscape that make up the four collections areas studied, the epiphytes present a structure that in the initial phase of its establishment is dominated by two pioneer species, requiring their monitoring to evaluate the epiphyte-phorophytic relationship dynamic.

Key words: biological collections, epiphyte bromeliads, forest landscape, phorophytic zones, plants conservation

INTRODUCCIÓN

Las epífitas vasculares constituyen un grupo de plantas muy diverso, a las cuales Gentry y Dodson (1987) ya atribuían constituir alrededor del 10 % del total de la flora vascular del planeta, sin embargo estudios más recientes como el de Zotz (2016) se informa que representan alrededor del 9 % de dicha diversidad; ellas contribuyen sustancialmente a la diversidad de los ecosistemas forestales y juegan un importante papel en la producción y el ciclo de nutrientes de los mismos (Nadkarni, 1992). Su importancia es reconocida también porque constituyen hábitats significativos de un considerable número de especies (Betancourt y Jaramillo, 1998), además aportan referencias para evaluar procesos sucesionales dentro de un ecosistema (Cobb, Nadkarni y Ransey, 1998).

El epifitismo es responsable de una parte significativa de la diversidad que poseen los bosques tropicales, uno de los más complejos ecosistemas de la biosfera (Myers *et al.*, 2000). Estos ecosistemas son de una alta complejidad, los que según Portillo-Quintero *et al.* (2015), deben parte de su alta diversidad biológica, a la capacidad de las epífitas para retener nutrientes de la lluvia, neblina y partículas en suspensión.

Las plantas epífitas constituyen comunidades dependientes dentro del bosque por lo cual, al ser muy sensibles a los cambios, pueden ser indicadoras de un estado determinado del ambiente donde ocurren; debido a ello, pueden representar una importante referencia sobre un estado de gestión dado.

Las epífitas tienen una variada interacción con la fauna del dosel (Richardson, Richardson y Sivastava, 2000) y tienen una función relevante en los ciclos de agua y nutrientes (Hietz, 2010). Debido a esta intrínseca sensibilidad a cambios en las condiciones climáticas y en la condición del bosque (Köster *et al.*, 2009), las epífitas en general son consideradas buenos indicadores de la calidad de sus hábitats (Turner *et al.*, 1994).

La diversidad de epífitas entre diferentes ecosistemas forestales se debe a varios factores, entre los cuales se resaltan las variaciones estructurales de hábitat constituido por las plantas hospederas (Anderson, 2004). También se debe a la influencia de variables microclimáticas propias de cada bosque como la humedad, temperatura e intensidad lumínica presentes en el interior del bosque (Decker, 2009).

Estas plantas han sido foco de atención de muchos autores, los que han reportados relevantes conocimientos sobre su diversidad y funcionamiento. Es común en diferentes fuentes bibliográfica encontrar, análisis sobre la distribución espacial de las epífitas sobre sus forofitos. En Cuba no abundan los estudios sobre epifitismo, no obstante, en los últimos años han ido en incremento, sobre todo en ecosistemas que se encuentran en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

La mayoría de los estudios de epifitismo en Cuba se limitan al conocimiento de su flora como parte de inventarios florísticos. Desde el punto de vista ecológico, han sido escasos los trabajos, destacándose los realizados en el macizo Guamuhaya en Cuba central (Hechavarria, 2003) y en la Península de Guanahacabibes, en Cuba occidental (Ferro y Delgado, 2013). En general, de los trabajos que se difunden acerca de este componente, la mayoría se enfoca a las interacciones epífita-forofito; en menor medida las investigaciones también han considerado aspectos de la dinámica de estas comunidades, pero este es un tema del que aún queda camino por recorrer.

El Jardín Botánico de Pinar del Río fue desarrollado a partir del año 2001, creándose para ello variadas colecciones de plantas, que representan principalmente, la diversidad vegetal de Pinar del Río, pero también otros criterios fueron asumidos para promover colecciones importantes para el conocimiento botánico, su uso y conservación, razón por la cual se fomentaron, desde sus ideas conceptuales y hasta el presente, un total de 8 áreas de colecciones, incluyendo además las de frutales, bosque martiano y bosque arcaico.

El criterio de colección biológica, razón esencial en el funcionamiento de esta institución, parte de la plantación de individuos de especies que representen los sistemas ambientales diseñados, con importancia para exponer valores botánicos y ecológicos claves de los mismos. Esto hace que su dinámica actual está marcada por estructuras y tramas funcionales de 21 años, alcanzando la mayoría de los individuos, tallas de importancia reconocibles para que perduren en la función proyectada, donde además se establecen otras comunidades dependientes de los mismos; así tenemos el caso de la comunidad de epífitas vasculares, observable abundantemente en todas las áreas y formaciones, desarrolladas al paso de estos 21 años de gestión de la colección.

Sin embargo no se ha realizado hasta el presente, un estudio que determine, en primera instancia, cuáles son las especies de las epífitas vasculares que se han establecido, cómo se insertan en la trama funcional de dicha comunidad, y que papel están jugando actualmente en el funcionamiento general de cada uno de los sistemas ambientales desarrollados en las áreas fitogeográficas o colecciones específicas; estudio de reconocida importancia para evaluar el estado actual de la estructura y diversidad de la comunidad de epífitas vasculares, y que a la vez se constituya en línea base ambiental para su monitoreo a mediano y largo plazo.

Tal seguimiento a su dinámica permitiría, no solo un mejor conocimiento de dicha comunidad, sino también una vía para documentar el valor y papel que entra a jugar esta, en la gestión de la conservación biológica que corresponde al Jardín Botánico, y definir estrategias adecuadas para manejarlas, toda vez que las sobrepoblaciones pueden producir afectaciones a especímenes arbóreos o arbustivos plantados, dado su carácter restringido de distribución o estado de amenaza en las poblaciones naturales de esas especies.

Considerando lo anterior, se asumió como hipótesis de trabajo que la comunidad de epífitas vasculares se encuentra en una fase fiera de su establecimiento, en la que dominan pocas especies pioneras, con rangos de abundancia elevados, y ubicadas mayormente en las ramas de los árboles, sin distinción de su desarrollo biológico actual, definiendo entonces que el objetivo fue determinar la estructura de la comunidad de epífitas vasculares asociadas a las especies arbóreas presentes en áreas del Jardín Botánico de Pinar del Río, identificando sus actuales hospederos y las principales relaciones que se producen entre éstos y la diversidad de epífitas determinada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio: Áreas de las colecciones vivas del Jardín Botánico de Pinar del Río, ubicado en la periferia de la ciudad de Pinar del Río, en el sector noroccidental del paisaje agroproductivo y forestal que le rodea, a 2.5 km de su borde norte (Figura 1).

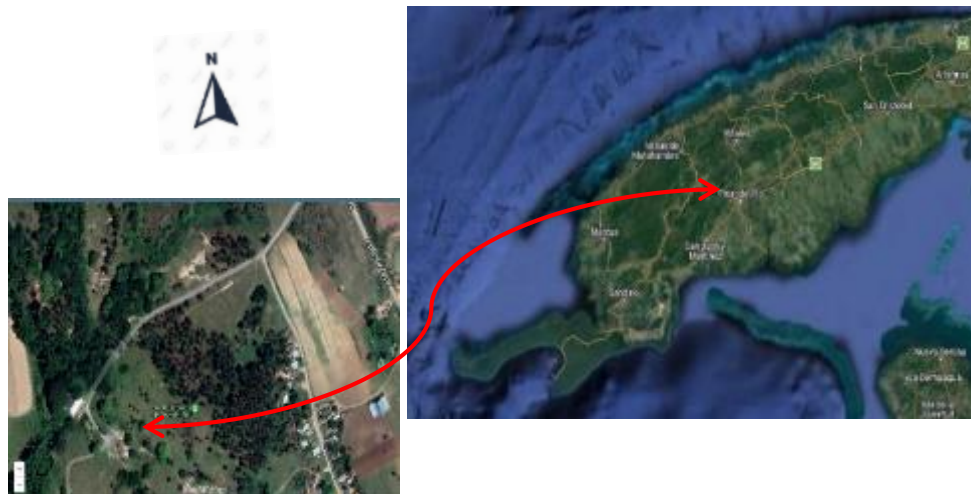


Figura 1. Esquema de ubicación del área del Jardín Botánico de Pinar del Río en la provincia homónima. Imágenes tomadas de Google Maps el 16 de junio de 2022.

Figure 1. Location Scheme of the Pinar del Río Botanical Garden area, in the province of the same name. Images taken from Google Maps on June 16, 2022.

De las siete áreas de colecciones vivas del Jardín, con estructura arbórea establecida, fueron seleccionadas cuatro, siguiendo el criterio de mayor desarrollo vegetativo de las especies arbóreas, y su arreglo en el paisaje forestal que hoy le conforma, las que se integran por tres áreas de especies de interés para la gestión de colecciones (área de especies Forestales, área de Frutales, área del Bosque Arcaico) y una que representa un área de interés fitogeográfico para la conservación de diversidad vegetal cubana (área de Pizarras y Serpentinias de Pinar del Río). Estas áreas se indican y representan en la Figura 2.

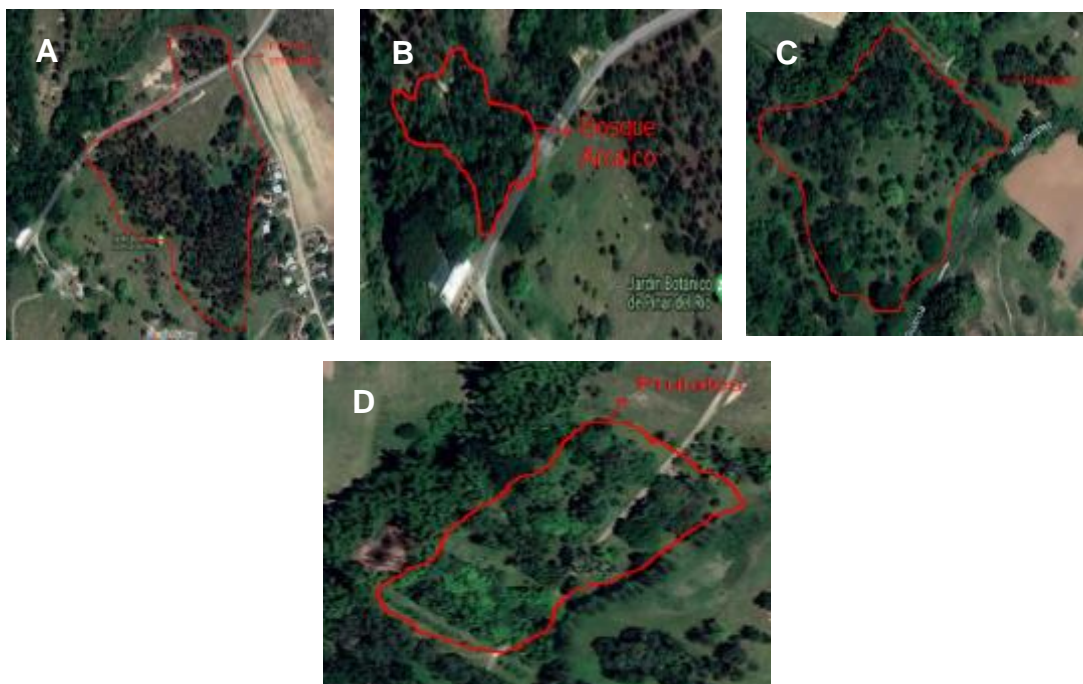


Figura 2. Representación esquemática del área que cubren cada una de las cuatro colecciones seleccionadas para el muestreo, donde (A) es la colección de Pizarras y Serpentininas, (B) es la colección Bosque Arcaico, (C) es la colección de especies Forestales y (D) es la colección de Frutales. Imágenes tomadas de Google Maps el 16 de junio de 2022.
Figure 2. Schematic representation of the area covered by each of the four collections selected for sampling, where (A) is the Slate and Serpentine collection, (B) is the Archaic Forest collection, (C) is the Forest species collection, and (D) is the collection of Fruit Trees. Images taken from Google Maps on June 16, 2022.

MUESTREO Y MEDICIONES

Se establecieron 16 parcelas, cuatro por cada área de colección, utilizando como unidad de muestreo la parcela de 15m X 20 m (300 m²), las que se distribuyeron al azar dentro de área total de cada colección.

Dentro de cada parcela se determinaron las especies arbóreas que contenían en su estructura vertical epífitas vasculares, asumiendo solo las epífitas verdaderas, acorde a la propuesta de Kress (1986). La determinación de árboles y su tratamiento taxonómico se hizo según Acosta, Gallardo y Alfonso (2019) y Greuter y Rankin (2022).

Se contaron las epífitas vasculares desde el suelo hasta la parte superior de la copa de cada árbol hospedero, determinando las especies directamente por la observación visual, para lo cual se emplearon prismáticos (binoculares). La estructuración vertical de la comunidad se asumió, en cada forofito, siguiendo las Zonas Johansson (Johansson, 1974), y sus ajustes propuestos por Hechavarría y Ferro (2017) para especies de ecosistemas forestales cubanos.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos resultantes del muestreo fueron analizados con los programas Past 3.01, BiodiversityPro y SPSS 21. Se obtuvieron las estadísticas descriptivas, se realizaron comparaciones entre colecciones y especies hospederas, empleando Kruskal-Wallis para verificar diferencias, análisis de asociaciones mediante clúster de afinidades por hospederos (medida de la distancia euclidiana y agrupamiento de promedio de grupos) y zonas forofíticas (medida de Bray-Curtis y agrupamiento de promedios de grupos).

Se determinó la diversidad (heterogeneidad) por zonas forofíticas mediante el empleo del Índice de Shannon, criterio que permitió ampliar las comparaciones entre éstas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinaron 31 especies de árboles hospederos de las epífitas vasculares en el total de las 16 parcelas, pertenecientes a 26 géneros y 23 familias (Tabla 1 Anexo); del total 19 son nativas y 12 exóticas, las que en general fueron plantadas y se desarrollan en las áreas del muestreo, aunque se registran algunos individuos arbóreos que se han desarrollado aún sin ser afines al perfil de la colección, principalmente en el área de Bosque arcaico, lo que está en relación a su contacto con la galería de una cañada que bordea a la misma.

Resalta *Pinus caribaea*, único hospedero que aparece en tres de las cuatro áreas de colecciones estudiadas, y posee la mayor abundancia relativa como forofito (15,1%); a esta le siguen *Quercus agraria* y *Callophyllum antillanum*, ambas con 12,8%. Las familias de arbóreos más representadas como forofitos fueron *Bignoniaceae* (cinco individuos) y *Myrtaceae* (siete individuos) con tres especies cada una.

La abundancia total de hospederos fue de 86 individuos en 0,48 ha que cubre el área total del muestreo. Con respecto a la distribución de medias por cada parcela (Figura 3), se aprecia que tres de ellas (Pizarras-Serpentininas, además de una de Forestales) poseen la mayor variabilidad de registros, y destacan su aporte al epifitismo en general dentro del paisaje forestal del Jardín Botánico de Pinar del Río, no obstante, las diferencias que se observan entre parcelas no son significativas respecto a las medianas de sus abundancias ($H = 4.586; p > 0.05$).

Aunque estudios de este tipo son poco difundidos en la literatura internacional consultada, estos resultados pueden contrastarse con un análisis similar para un cuatro sitios periurbanos de Tucumán, Argentina, donde González y Ceballos (2021) encontraron 240 individuos como hospederos de epífitas vasculares, pertenecientes a 31 especies, considerando de ello que el arbolado periurbano (condición aparentemente análoga a la del Jardín Botánico de Pinar del Río) es un pilar importante para conservar otras especies que elevan la diversidad contenida en el espacio de análisis.

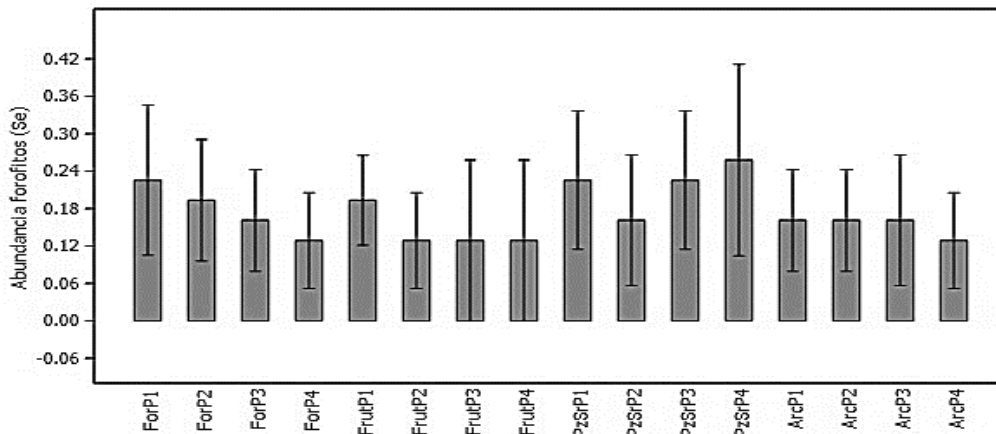


Figura 3. Distribución de la abundancia de forofitos (media) por parcelas de las cuatro áreas de colecciones muestreadas. Los códigos de las parcelas contienen: primeras letras de la colección (For=Forestales; Frut=Frutales; PzSr=Pizarras y Serpentinias; Arc=Bosque arcaico) e indicativo de parcela (P) y el número de orden.

Figure 3. Abundance distribution of phorophytes (mean) by plots, in the four collection areas sampled. The plot codes contain: first letters of the collection (For=Forests; Frut=Fruit trees; PzSr=Slates and Serpentinias; Arc=Archaic Forest) and plot indicative (P) and the order number

El promedio de hospederos por áreas de la colección estudiadas, se aprecia en la Figura 4. En esta se puede apreciar cómo la colección que representa una zona fitogeográfica del paisaje botánico de Pinar del Río, contiene la mayor diversidad de soportes para el establecimiento del epifitismo (Pizarras y Serpentinias), a la que sigue el de las especies forestales.

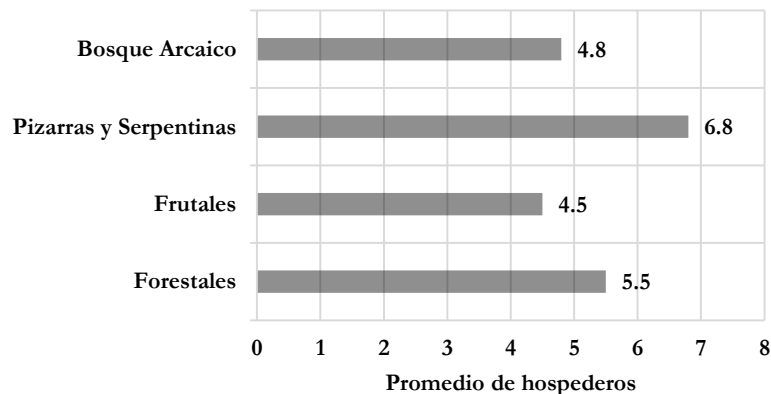


Figura 4. Distribución del promedio de hospederos de las epífitas por cada una de las cuatro áreas de colecciones estudiadas.

Figure 4. Distribution of the average number of epiphytes hosts for each of the four collection areas studied.

En concordancia con lo antes expuesto, el promedio de forofitos por áreas de la colección estudiadas es más alto en Pizarras y Serpentinias (6,8 individuos/colección), y en el de las especies Forestales (5,5 individuos/colección), como se muestra en la Figura 4.

De las asociaciones de hospederos según el epifitismo que contienen, resalta el agrupamiento de las tres especies que tipifican actualmente por su mayor presencia, el área fitogeográfica de Pizarras y Serpentinias, la que forma un clado independiente en el Dendrograma que expone la Figura 5; esta singularidad sugiere un patrón horizontal en la distribución de epífitas dentro del paisaje forestal del Jardín Botánico: la aproximación a la estructura y diversidad de la colección a su manifestación en la naturaleza posibilita mejor estructuración del epifitismo en condiciones de colección viva del Jardín.

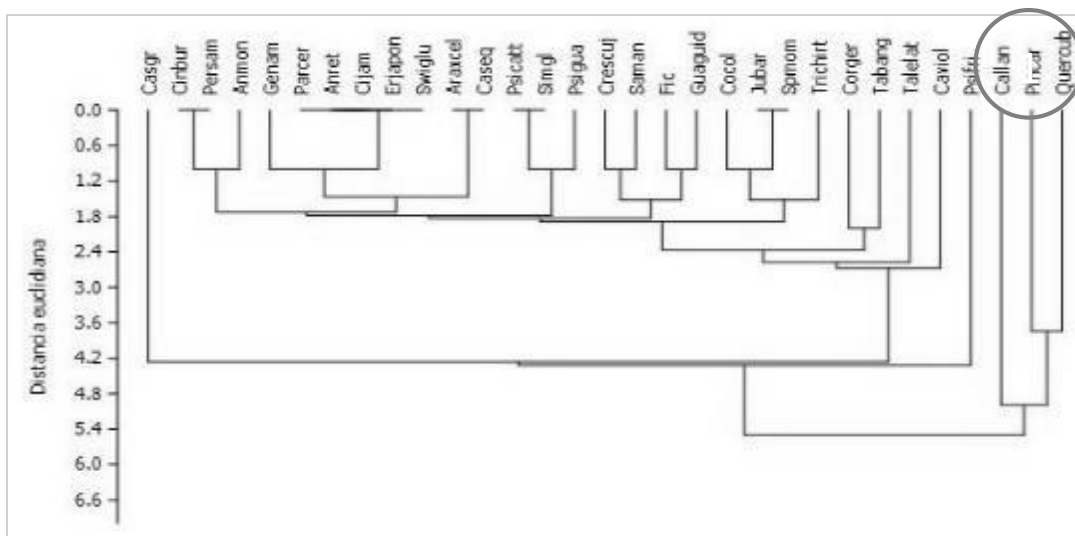


Figura 5.

Asociación de los hospederos según su frecuencia por áreas de las colecciones del Jardín Botánico. Los acrónimos de las especies son los que se listan en la Tabla 1 (Anexo).

Figure 5. Host association according to their frequency by areas of the Botanical Garden collections. The acronyms of the species are those listed in Table 1 (Annex).

Epífitas vasculares

Se determinaron siete especies de epífitas verdaderas, pertenecientes a tres géneros y tres familias, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Epífitas vasculares por áreas de las colecciones estudiadas (Forest=Forestales; Frutal=Frutales; PizSerp=Pizarras y Serpentinias; Arcaic=Bosque arcaico).

Table 2. Vascular epiphytes by areas of the studied collections (Forest=Forests; Frutal=Fruit trees; PizSerp=Slates and Serpentinies; Arcaic=Archaic Forest).

| Familia | Especie | Acrónimo | Colección |
|--------------|--|----------|-----------------|
| Bromeliaceae | <i>Tillandsia fasciculata</i> Sw. | Tillfas | PzS |
| | <i>Tillandsia flexuosa</i> Sw. | Tillflex | Fo, Fr, PzS, Ba |
| | <i>Tillandsia recurvata</i> L. | Tillrec | Fo, Ba |
| | <i>Tillandsia tenuifolia</i> L. | Tillten | Fo, Fr, PzS, Ba |
| | <i>Tillandsia utriculata</i> L. | Tillutr | Fo, Fr, PzS, Ba |
| Orchidaceae | <i>Ionopsis utricularioides</i> (Sw.) Lindl. | Ionutr | Fo, Fr, Ba |
| Polyodiaceae | <i>Campilonerium cubense</i> Fée | Capcub | Ba |

La abundancia total fue de 2 461 individuos de epífitas, que representa una densidad de 615 epífitas/parcelas. Las epífitas más abundantes son *Tillandsia flexuosa*, *T. tenuifolia* y *T. utriculata*, todas presentes en las cuatro áreas de

colecciones estudiadas. La colección de Pizarras y Serpentinias posee la mayor abundancia, seguida por la colección de Forestales (Figura 6).

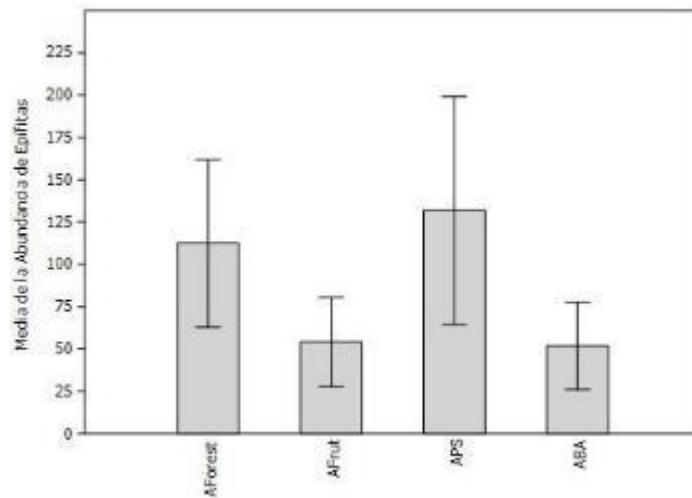


Figura 6. Distribución de la abundancia de epífitas (medias) por cada colección estudiada. AForest= Forestales, AFrut= Frutales, APZ= Pizarras y Serpentinias y ABA= Bosque arcaico.
Figure 6. Distribution of the abundance of epiphytes (means) for each collection studied. AForest= Forest, AFrut= Fruit trees, APZ= Slates and Streamers and ABA= Archaic Forest.

Con respecto a la distribución de abundancia de epífitas por colecciones, respecto a la riqueza encontrada, se observa que *Tillandsia flexuosa* y *T. utriculata* son las que mayor representatividad poseen en las formaciones de Pizarra/Serpentina y *T. tenuifolia* posee mejores valores de abundancia en la colección de especies forestales.

De las siete especies, cuatro están incluidas en la lista roja de la flora cubana (González-Tórres *et al.*, 2016), tres en categoría de Preocupación menor (*Tillandsia flexuosa*, *T. tenuifolia* y *T. recurvata*), y una, *T. utriculata* con categoría de Casi Amenazada. Esta última especie citada, ha sido reconocida como escasa en la naturaleza, y algunos estudios han reportado disminuciones de sus poblaciones (Hechavarría y Ferro, 2017 y Falero, 2020).

La abundancia de *Tillandsia utriculata* en el Jardín Botánico aporta un elemento de importancia para promover su conservación en las condiciones de colecciones que gestiona, y un apoyo a su mantenimiento como especie de interés para otras especies de fauna que la utilizan como fitotelmata (García-González *et al.*, 2014; Falero, 2020).

Con respecto a su asociación por las 31 especies de hospederos que se identificaron, como se muestra en la Figura 7, se aprecia que una especie de árbol recluta la mayor cantidad de individuos de epífitas (*Quercus sagrana*), a la que sigue *Callophyllum antillanum*, aunque con gran diferencia entre ambas, las que tienen mayor presencia en la colección de Pizarras y Serpentinias.

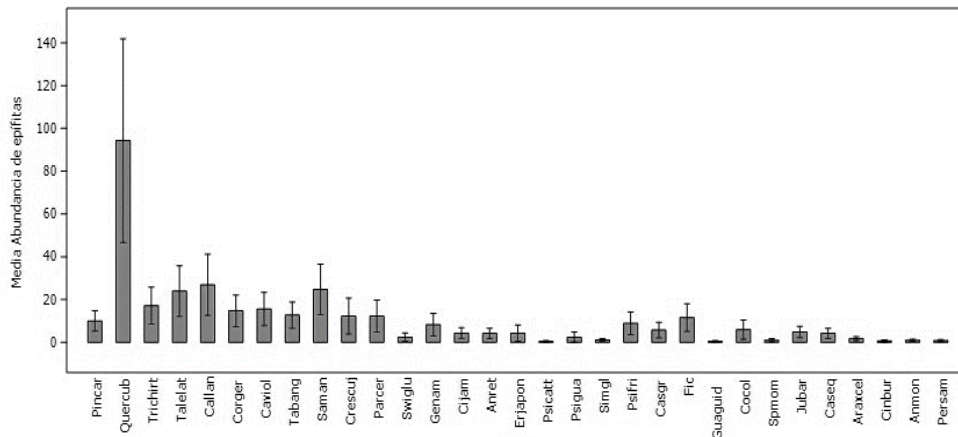


Figura 7. Distribución de la abundancia (medias) de epífitas por árboles hospederos.
 Figure 7. Abundance distribution (means) of epiphytes by host trees.

Sin embargo, cuando se conjugan la abundancia en función de la riqueza de especies de epífitas por cada especie de hospedero, se encontró que es *Pinus tropicalis* la que expone el mayor valor de diversidad por el índice calculado (Shannon), no obstante poseer *Quercus sagrana* uno de los menores rangos de variabilidad en cuanto a esta diversidad, como puede apreciarse en la Figura 8.

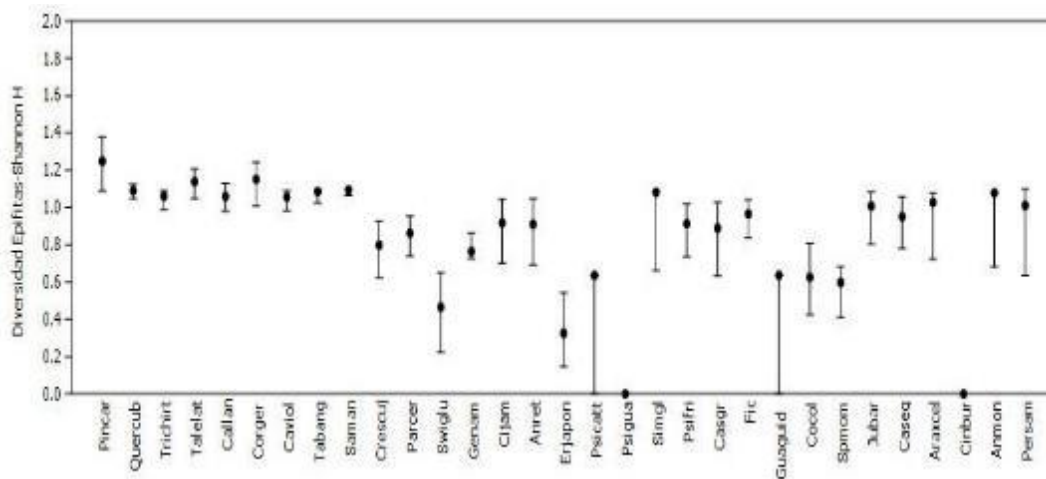


Figura 8. Distribución de los valores del índice de diversidad de Shannon (H) de las epífitas vasculares por cada especie de árbol hospedero inventariado.
 Figure 9. Distribution of Shannon diversity index values (H) of vascular epiphytes by each host trees inventoried.

La estructura vertical de la comunidad de epífitas en el paisaje forestal del Jardín Botánico de Pinar del Río sigue un patrón típico de formaciones naturales, lo cual se ajusta al criterio de Krömer, García-Franco y Toledo-Aceves (2014), el que reconoce una distribución diferenciada entre las copas (follaje) y los fustes de la formación. Este elemento apunta a un desarrollo de la sinusia que les favorece, y ofrece ambientes propicios no solo para su establecimiento, sino para su estructuración y funcionamiento como comunidad biológica. La Figura 9 ofrece una confirmación del patrón referido, observándose por el corte indicado, las dos líneas de clados principales del clúster, uno que agrupa a las zonas forofíticas del follaje (Z3, Z4 y Z5), y otro que distingue a las de los fustes de los árboles hospederos (Z1 y Z2).

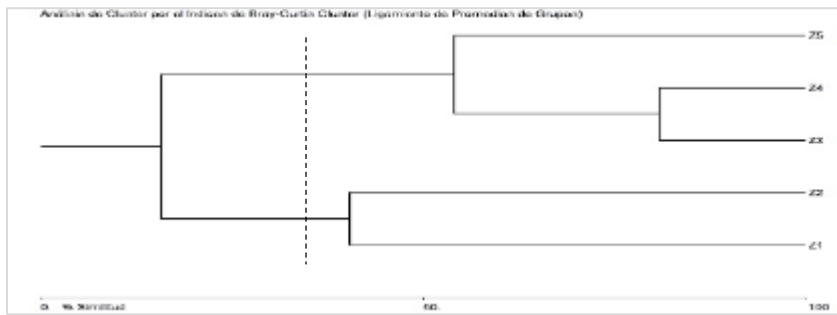


Figura 9. Afinidades entre las zonas forofíticas de los hospederos, de acuerdo a la abundancia de epífitas vasculares en cada una de ellas

Figure 9. Affinities between the phorophytic zones of the hosts, according to the abundance of vascular epiphytes in each of them

CONCLUSIONES

Se verifica que la comunidad de epífitas vasculares presente en áreas del Jardín Botánico de Pinar del Río está dominada por dos especies pioneras (*Tillandsia flexuosa* y *T. utriculata*), cuyas abundancias representan el 74% de toda la sinusia, asociado a un estadio sucesional temprano (fiera) de dicha comunidad.

Las tres especies arbóreas que mayor frecuencia de epifitismo muestran (*Pinus caribaea*, *Quercus agrana* y *Calophyllum antillanum*) son las dominantes en una única área fitogeográfica (Pizarras y Serpentinias), obteniendo solo una de ellas el 27 % de los registros totales de la abundancia (*Quercus agrana*).

Las áreas fitogeográficas que representan a ecosistemas de Pizarras y Serpentinias, y especies Forestales, son las que tienen la mayor representatividad de la abundancia de epífitas, donde deberá ponerse la mayor atención para el seguimiento de su dinámica y de la relación epífita-forofito.

Las mayores concentraciones de la abundancia de las epífitas se encuentran en las partes bajas de las ramas de los árboles y superior de los fustes de éstos, típico de comunidades con mejor estructuración vertical, por lo que deberán focalizarse los próximos análisis hacia árboles con menores tallas, evaluando efectos de tal distribución sobre los individuos más vulnerables al efecto de destrucción mecánica que pueden provocar las mismas.

ÉTICA Y CONFLICTO DE INTERESES

Los autores del manuscrito declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del mismo; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; que todas las fuentes financieras que se mencionan completa y claramente en la sección de agradecimientos; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

GRACIAS

A la dirección del Jardín Botánico de Pinar del Río y de ECOVIDA por apoyar logísticamente la realización del presente trabajo; a la Dr.C. Zenia Acosta Ramos por la revisión inicial del manuscrito y aportar para las correcciones taxonómicas de las especies de árboles censados.

REFERENCIAS

Acosta Z., Gallardo A. y Alfonso J. (2019). Especies arbóreas del Jardín Botánico de Pinar del Río y sus potencialidades de uso. *CEFORES*. Vol. 7(1):111-124 enero – abril. 2019. Disponible en: <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/354/>

- Anderson, C. (2004). Does tree height determine epiphyte diversity? *Selbyana*, 101-117 Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/41760149?seq=1>.
- Betancur, J. y M.A. Jaramillo (1998). Distribución de la familia Bromeliaceae en dos vertientes andinas del sur de Colombia. (AS). *Selbyana* (US) 19(1):52-65
- Cobb, A.; N. Nadkarni y G. Ransey (1998). Recolonization of Bigleaf maple branches by epiphytic bryophytes following experimental disturbances evidence for autogenic factors in early succession. Abstracts from Forest Canopies. Global perspectives. Mary Selby Botanical Garden, USA. 22 pp. URL:<http://selby.org/issues/abstracts.htm>
- Decker, M. (2009). Diversidad funcional de epífitas en sistemas silvopastoriles como fuente de hábitat para aves en la sub-cuenca del Río Copán, Honduras. Disponible en: <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/4813>
- Falero, O. E. (2020). Invertebrados asociados a bromelias de tanque en el Parque Nacional Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. Tesis de Maestría. Programa de Maestría en Conservación de la Biodiversidad, Segunda Edición. Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba.
- Ferro, J. y Delgado, F. (2013). Dinámica post disturbio de claros del dosel en el bosque tropical seco semideciduo de la Península de Guanahacabibes, Cuba; su relación con la abundancia de epífitas vasculares. 200-213 pp. En Fernández y Volepedo (Eds.): Evaluación de los cambios de estado de ecosistemas degradados de Iberoamérica. Monografía de la Red 411RT0430 "Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales y programas para la evaluación ambiental integral y la restauración de ecosistemas degradados". Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED, Buenos Aires, Argentina. ISBN: 978-987-29881-0-4
- García-González, A, García, L.Y., Delgado, F. y Riverón, F.B. (2014). Anfibios y reptiles asociados a tres especies de bromelias de tanque en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba, Cuadernos de Investigación UNED 6(1), 87-97. <https://www.redalyc.org/pdf/5156/515651795010.pdf>
- Gentry, A.H. y C. Dodson (1987): Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Miss. Bot. Garden* 74:205-233
- González, M. V. y Ceballos, S. J. (2021). Las epífitas vasculares en un ambiente urbano están influidas por las características del arbolado, el clima y las fuentes de propágulos. *Ecología Austral* 31:357-371. <http://doi.org/10.25260/EA21.31.2.0-1354>
- González Torres, L.R., Palmarola, A., González Oliva, L., Bécquer, E.R., Testé, E. y Barrios, D. (Eds.) 2016. Lista roja de la flora de Cuba. Bissea 10 (número especial 1):1-352.
- Greuter, W. y Rankin, R. (2022). Plantas vasculares de Cuba. Inventario. Tercera edición, actualizada, de Espermatófitos de Cuba. Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Berlin, Germany - Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana, Cuba. Pp. 699. https://www.bgbm.org/sites/default/files/plantas_vasculares_de_cuba_inventario_tercera_edicion.pdf

- Hechavarría, L. 2003. Ecología de epífitas vasculares de dos mogotes de la Reserva Ecológica Alturas de Banao, Sancti Spiritus. *Tesis de Maestría en Ciencias Botánicas*. Jardín Botánico Nacional. Universidad de La Habana. Cuba. Pp.78
- Hechavarría, L. y J. Ferro. (2017). Capítulo 7. Epífitas Vasculares. pp. 104-117. En Mancina C. A. y D. D. Cruz (Eds.). *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* Editorial AMA, La Habana.
- Hietz, P. (2010). Ecology and ecophysiology of epiphytes in tropical montane cloud forests. *Tropical montane cloud forests: science for conservation and management*, 67-76. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511778384.007>
- Johansson, D. (1974): Ecology of vascular epiphytes in West African Rain Forest. *Acta Phytogeographica Suecica* 59:1-129.
- Köster, N., Friedrich, K., Nieder, J., y Barthlott, W. (2009). Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Conservation Biology*, 23(4): 911-919. Disponible en: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1523-1739.2008.01164.x>
- Kress W.J. (1986): The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. *Selbyana* 9:2-17.
- Krömer, T., García-Franco, J. G. y Toledo-Aceves, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. pp. 606–623. En: C. A. González-Zuarth, A. Vallarino, J. C. Pérez-Jiménez, y A. M. Low-Pfeng (Eds.). *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Ciudad de México, México.
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C. et al. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**, 853–858 (2000). <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Nadkarni, N.M. (1992): The conservation of epiphytes and their habitats: Summary of a discussion at the International Symposium on the Biology and Conservation of Epiphytes. *Selbyana* 13:143-167
- Portillo-Quintero, C., Sanchez-Azofeifa, A., Calvo-Alvarado, J. et al. (2015) "The role of tropical dry forests for biodiversity, carbon and water conservation in the neotropics: lessons learned and opportunities for its sustainable management" en *Reg Environ Change* (2015) [En Línea] 15:1039–1049, DOI 10.1007/s10113-014-0689-6. Disponible en : <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-014-0689-6>
- Richardson, M. J., Richardson, B. A. y Srivastava, D. S. (2015). The Stability of Invertebrate Communities in Bromeliad Phytotelmata in a Rain Forest Subject to Hurricanes. *BIOTROPICA* 47(2), 201–207. <http://doi.org/10.1111/btp.12204>
- Turner, I. M., Tan, H. T. W., Wee, Y. C., Ibrahim, A. B., Chew, P. T., y Corlett, R. T. (1994). A study of plant species extinction in Singapore: lessons for the conservation of tropical biodiversity. *Conservation Biology*, 8(3):705-712. Disponible en: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1523-1739.1994.08030705.x>
- Zotz, G. (2016). Introduction. In: *Plants on Plants – The Biology of Vascular Epiphytes*. 1-12 pp Fascinating Life Sciences. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39237-0_1

ANEXOS

Anexo Tabla 1. Lista de las especies arbóreas que fueron hospederos de las epífitas vasculares. Las referencias para Colección son: Fo=Forestal; Fr=Frutal; PzS=Pizarra-Serpentina; Ba=Bosque arcaico; para la Procedencia son: N=Nativa y E=Exótica.

Table Annex 1. List of tree species that were hosts of vascular epiphytes. The references for Collection are: Fo=Forest; Fr=Fruity; PzS=Slate-Serpentine; Ba=Archaic Forest; for the Origin they are: N=Native and E=Exotic.

| Familia | Especie | Código | Colección | Procedencia |
|----------------|---|----------|-------------|-------------|
| Annonaceae | <i>Annona montana</i> Macfad. | Ammon | Ba | N |
| | <i>Annona reticulata</i> L. | Anret | Fr | N |
| Aracariaceae | <i>Aracaria columnaris</i> (G. Forst.) Hook | Aracol | Ba | E |
| Anacardiaceae | <i>Spondias mombin</i> L. | Spmom | Ba | N |
| Boraginaceae | <i>Cordia collococca</i> L. | Cocol | Fr | N |
| | <i>Cordia gerascanthus</i> L. | Corger | Ba | N |
| Bignonaceae | <i>Crescentia cujete</i> L. | Crescuj | Fo | N |
| | <i>Parmentiera cereifera</i> Seem. | Parcer | Ba | N |
| | <i>Tabebuia angustata</i> Britton | Tabang | Fo, Ba | N |
| Caesalpinaceae | <i>Caesalpinia cubensis</i> Greenm | Cacub | Fo | E |
| Calophyllaceae | <i>Calophyllum antillanum</i> Britton | Callan | Fo, PzS | E |
| Casuarinaceae | <i>Casuarina equisetifolia</i> L. | Caseq | Ba | E |
| Cupressaceae | <i>Juniperus barbadensis</i> subsp. <i>lucayana</i> (Britton) Greuter y R. Rankin | Jubar | Ba | N |
| Fabaceae | <i>Cassia grandis</i> L. f. | Casgr | Fr | E |
| Fagaceae | <i>Quercus agrifolia</i> Nutt. | Quersag | Fr | N |
| | <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr | Saman | Fo, PzS | N |
| Lauraceae | <i>Cinnamomum burmannii</i> (Nees y T. Nees) Blume | Cinbur | Fr | E |
| | <i>Persea americana</i> Mill. | Persam | Fr | E |
| Malvaceae | <i>Talipariti elatum</i> (Sw.) Fryxell | Talelat | Fo | N |
| Meliaceae | <i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer | Guaguid | Fr, PzS | N |
| | <i>Trichilia hirta</i> L. | Trichirt | Fo | N |
| Moraceae | <i>Ficus</i> sp. | Fic | Fr | N |
| | <i>Psidium cattleianum</i> Sabine | Psicatt | Fr | E |
| Myrtaceae | <i>Psidium friedrichsthalium</i> (O.Berg) Nied. | Psifri | Fr | E |
| | <i>Psidium guajava</i> L. | Psigua | Fr | N |
| Pinaceae | <i>Pinus caribaea</i> Morelet | Pincar | Fo, PzS, Ba | N |
| Rosaceae | <i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. | Erjapon | Fo | E |
| Rubiaceae | <i>Genipa americana</i> L. | Genam | Ba | N |
| Rutaceae | <i>Citrus jambhiri</i> Lush. | Cijam | Ba | E |
| | <i>Swinglea glutinosa</i> (Blanco) Merr | Swiglu | Fr | E |
| Simaroubaceae | <i>Simarouba glauca</i> DC. subsp. <i>glauca</i> | Simgl | Fo, Ba | N |