

LA ANTOTECA: UNA NUEVA COLECCIÓN AL INTERIOR DEL HERBARIO UIS.

Mayerly Maldonado Vanegas

Trabajo de grado para optar al Título de Bióloga

Director

Andrés Felipe Castaño González

Dr. en Biología Vegetal

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2020

Y de algún modo, contra todo pronóstico, hemos florecido nuevamente.

Agradecimientos

A mi mami Margarita Vanegas por todo su esfuerzo, comprensión y amor incondicional.

A mi papi Manuel Maldonado, por sus consejos, por ser ejemplo de responsabilidad, dedicación,
fuerza y determinación.

A mi hermana Lili, por su apoyo, sus consejos y por ser ejemplo de fortaleza.

A mi director Andrés Felipe Castaño, por la oportunidad dada, sus enseñanzas y orientación
constante.

A mis amigas, por llenarme de energía, por las experiencias compartidas y por el cariño
incondicional.

A mis compañeros del herbario por su colaboración y las tardes de café.

A todos los seres que estuvieron presentes en este camino.

Tabla de Contenido

Introducción	13
1. Objetivos	15
1.1 Objetivo general	15
1.2 Objetivos específicos	15
2. Competencias	15
3. Metodología	16
3.1 Material vegetal	16
3.2 Análisis morfológico	17
3.3 Sistematización de datos	17
4. Resultados	18
4.1 Composición y Riqueza	18
4.2 Análisis morfológico	21
4.2.1 Expresión sexual	21
4.2.2 Estadios del desarrollo	22
4.3 Especies amenazadas y/o endémicas	23
5. Discusión	24
5.1 Composición y riqueza	24
5.2 Análisis morfológico	27

ANTOTECA DEL HERBARIO UIS	7
5.2.1 Expresión sexual	27
5.2.2 Estadios del desarrollo	28
5.3 Especies amenazadas y/o endémicas	29
6. Conclusiones	30
7. Recomendaciones	31
Referencias Bibliográficas	32

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Número de registros para cada una de las familias encontradas en la antoteca</i>	19
Tabla 2. <i>Especies encontradas por familia, categoría de amenaza y endemismos</i>	19

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Porcentaje de especies en cada sistema de expresión sexual presente en la antoteca.....	22
<i>Figura 2.</i> Porcentaje de registros por estadio de desarrollo.....	23
<i>Figura 3.</i> Porcentaje de especies para cada una de las categorías de amenaza según la UICN.....	24

Lista de Apéndices

Apéndices A. Visualización de las etiquetas con códigos QR y su información.....41

Apéndice B. Muestras evaluadas en la antoteca.....42

Apéndice C. Base de datos de la antoteca del herbario UIS

Nota: el apéndice C se encuentra en el CD.

RESUMEN

TÍTULO: LA ANTOTECA: UNA NUEVA COLECCIÓN AL INTERIOR DEL HERBARIO UIS*

AUTOR: MAYERLY MALDONADO VANEGAS**

PALABRAS CLAVE: COLECCIONES BIOLÓGICAS, HERBARIO, ANTOTECA, ANGIOSPERMAS.

DESCRIPCIÓN:

Las colecciones biológicas son la fuente primaria de conocimiento e información sobre la biodiversidad. Los herbarios son una herramienta indispensable en taxonomía y pueden a su vez estar conformados por colecciones paralelas como las antotecas, encargadas de preservar órganos florales para el estudio de diferentes aspectos en biología vegetal. Por ello, se realizó una caracterización morfológica y ontogenética de muestras previamente recolectadas. En total se procesaron 66 muestras, correspondientes a 23 familias, 41 géneros, 52 especies y 4 morfoespecies. Arecaceae fue la familia más importante con 31 especies; 11 amenazadas y 8 endémicas. Además, a nivel de la sexualidad, el sistema diclino monoico fue el más relevante y las flores en anthesis corresponden al estadio más frecuente. Se proporciona una base de datos para la antoteca con información morfológica, expresión sexual, números de catálogo, números de colección y el estado de conservación y/o endemismo de los especímenes incluidos. Estos datos proporcionan la base sobre la que se consolida la antoteca del herbario UIS, aportando un insumo para la investigación en torno a la taxonomía, fenología, sistemática, anatomía y futuros planes de conservación.

* Pasantía de Investigación

** Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Director: Andrés Felipe Castaño González Dr. en Biología Vegetal.

ABSTRACT**TITLE:** THE SPIRIT COLLECTION AT THE HERBARIUM UIS***AUTHOR:** MAYERLY MALDONADO VANEGAS****KEY WORDS:** BIOLOGICAL COLLECTIONS, HERBARIUM, SPIRIT COLLECTIONS, ANGIOSPERMS.**DESCRIPTION:**

Biological collections are the primary source of knowledge and information on biodiversity. Herbaria are an essential tool for taxonomy and can in turn be made up of parallel collections such as the spirit collections, which are important for the preservation of floral organs for the study of different aspects in plant biology. For this reason, a morphological and ontogenetic characterization of previously collected samples was performed. In total, 66 samples were processed, corresponding to 23 families, 41 genera, 52 species and 4 morpho-species. Areaceae was the most important family with 31 species; 11 threatened and 8 endemics. At the level of sexuality, the diclino-monoecious system was the most relevant and the flowers in anthesis correspond to the most frequent stage. A database is provided for the library with morphological information, sexual expression, catalogue numbers, collection numbers and the conservation and / or endemism status of the included specimens. These data provide the basis on which the UIS herbarium spirit collections is consolidated, providing an input for research on taxonomy, phenology, systematics, anatomy and future conservation plans.

* Investigation Internship

** Faculty of Sciences, Department of Biology, Director: Andrés Felipe Castaño González Dr. in Plant Biology.

Introducción

Las colecciones biológicas son consideradas patrimonio nacional y de interés para la humanidad, por ser fuente primaria de conocimiento y de información sobre nuestra diversidad (Bernal *et al.*, 2007; Mesa & Bernal, 2005; Simmons & Muñoz, 2005; Suarez & Tsutsui, 2006). Constituyen bibliotecas de especímenes, que se encuentran almacenados en condiciones especiales para garantizar su integridad a través del tiempo (Mora & Fuentes, 2004; Vélez *et al.*, 2012), brindando información biológica de interés para la descripción de nuevas especies, así como la identificación de especies amenazadas, áreas de endemismo y de alta biodiversidad (Bebber *et al.*, 2010).

Los herbarios son considerados colecciones biológicas (Albert de Escobar, 1982; Bridson & Forman, 1992) en donde se almacenan, procesan y ordenan distintos grupos de plantas, siendo las más representativas las Angiospermas (Parra & Díaz, 2016). Además, dentro de ellos se pueden presentar colecciones menores como xilotecas, carpotecas, palinotecas y antotecas (Bernal *et al.*, 2007), las cuales son esenciales para estudios en áreas tales como: sistemática, ecología, morfología y anatomía entre otras (Miranda *et al.*, 2017; Ossa *et al.*, 2012).

Las antotecas son colecciones de flores preservadas en líquido con un alto valor científico (Bernal *et al.*, 2007). Su característica principal es la conservación de las muestras en tres dimensiones, similar a su forma en la naturaleza (Marie Selby Botanical Gardens, 2019). Este tipo de preservación evita cambios en la muestra después de ser colectada, gracias al uso de un fijador que inhibe la actividad enzimática y los ataques microbianos (Royal Botanic Gardens Kew, 2019).

Las principales aplicaciones de las antotecas giran en torno a la morfología y la taxonomía, ya que la forma y organización de los verticilos florales son de gran importancia para la identificación

y clasificación de los distintos grupos taxonómicos (Jaramillo, 2006; Royal Botanic Gardens Edinburgh, 2019).

Las angiospermas representan el mayor grupo taxonómico de plantas (Scutt et al., 2005); siendo un grupo monofilético cuya principal característica es la formación de óvulos dentro de un órgano reproductor femenino especializado llamado carpelo (Scutt, 2018; Vialette & Scutt, 2009). Estos órganos han evolucionado y diversificado ampliamente para producir un variado rango de formas entre las aproximadamente 400.000 especies de angiospermas vivas hoy (Scutt & Vandenbussche, 2014).

En Colombia se han registrado aproximadamente 23.000 especies de angiospermas (Bernal et al., 2019). Sin embargo, en el país aún no existe un inventario florístico completo, a pesar de los numerosos estudios realizados en torno a la flora del país. La catalogación de la flora del departamento y el país es uno de los propósitos del herbario UIS, el cual cuenta con una colección de referencia de 14392 registros (Escuela de Biología, 2015; SiB Colombia). Sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado un relativo aumento en la actividad investigativa, lo que ha llevado a un incremento en la colección de referencia. Por esto y con el objetivo de contribuir al estudio de la flora regional, con este trabajo se busca consolidar y organizar una nueva colección de apoyo en las actividades de investigación para el fortalecimiento del herbario UIS: la antoteca, destinada al estudio morfológico y anatómico de los órganos florales que acompañan los especímenes catalogados en la colección de referencia.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Consolidar la antoteca del herbario de la Universidad Industrial de Santander.

1.2 Objetivos específicos

- Estudiar la morfología general, ontogenia, taxonomía y estado de conservación del material vegetal.
- Crear una base de datos en formato Darwin Core para la antoteca del herbario UIS.

2. Competencias

- Procesa el material colectado aplicando métodos utilizados para la conservación en medios líquidos.
- Asocia los especímenes de la antoteca con los especímenes de la colección general a partir del número de catálogo.
- Clasifica el material vegetal en cuanto a tipo de órgano, estadio del desarrollo, expresión sexual, grupo taxonómico y estado de conservación.
- Incluye los registros en una base de datos en formato Darwin Core.

3. Metodología

La totalidad de las actividades se desarrollaron en el herbario de la Universidad Industrial de Santander. Se trabajó sobre muestras de material vegetal colectado durante los años 2016 - 2018 en las salidas de campo asociadas al área de botánica de la Escuela de Biología de la UIS; así como a los proyectos de investigación Santander Bio y Revisión taxonómica de la familia Arecaceae (Palmae) en el departamento de Santander.

3.1 Material vegetal

Se recolectaron muestras de flores en diferentes estadios de desarrollo. Para cada muestra se registraron datos de localidad, altitud y número de colección; así como una descripción morfológica básica para incluir en la etiqueta de cada espécimen de herbario. Posteriormente, las muestras fueron introducidas en recipientes plásticos con capacidad para 50 ml con el fijador FAA (Formaldehído al 40 % (5 ml), Alcohol etílico al 70% (90 ml) y Ácido acético glacial (5 ml)) para su preservación.

Para el almacenamiento final fue necesario realizar lavados sucesivos en soluciones de alcohol en tres concentraciones (30%, 50% y 70%). Para ello se transfirió el fijador (FAA) a un recipiente de desechos y a continuación se inició el tratamiento de las muestras empezando por la solución de alcohol al 30% durante una hora; posteriormente se aplicó el mismo procedimiento utilizando alcohol al 50% y finalmente se almacenó en una nevera a una temperatura promedio de 15° C en la solución de alcohol al 70%. Las muestra fueron incluidos en la colección de referencia del herbario UIS bajo la serie numérica de Felipe Castaño.

La antoteca funcionara según el protocolo de curaduría y conservación del herbario UIS (Escuela de Biología, 2019).

3.2 Análisis morfológico

Con la ayuda de un estereoscopio marca Nikon, se determinó para cada una de las muestras el tipo de órgano, estadio de desarrollo (botón floral, flor en anthesis y/o fruto) y los patrones de expresión sexual (unisexual, hermafrodita, etc.) basados en Geber *et al.* (1999). La taxonomía y nomenclatura de los taxones se basó en el APG IV (Chase *et al.*, 2016) y en recursos electrónicos como el *International Plant Name Index* (IPNI, 2019) y el *Taxonomic Name Resolution Service* (TNRS, 2019).

3.3 Sistematización de datos

Con el fin de organizar la antoteca, se elaboró una base de datos en formato Darwin Core en la cual se incluyó la información correspondiente a las características morfológicas del material vegetal. También se incluyeron aspectos generales de cada espécimen tales como: Números de catálogo, recolector, número de colección, grupo taxonómico, estado de conservación y especies endémicas. Para determinar el estado de conservación y las especies endémicas, se consultaron bases de datos como el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal *et al.*, 2019), Trópicos (2019), la lista roja de especies amenazadas de la UICN (2019), y el libro rojo de plantas de Colombia (Calderón *et al.*, 2005; Cárdenas & Salinas 2007).

Cada uno de los registros de la antoteca se asoció con la colección de referencia del herbario por medio del número de catálogo asignado a cada uno de los especímenes de este último. Para

esto se realizaron etiquetas adhesivas que incluyen el número de catálogo, el número de colección y un código QR que permite la visualización de las muestras de la colección de referencia del herbario (Apéndice A). Lo anterior con el fin de facilitar la ubicación del material en la colección.

4. Resultados

4.1 Composición y Riqueza

En total se procesaron 66 muestras en líquido (Apéndice B), correspondientes a 23 familias, 41 géneros, 52 especies y 4 morfoespecies. La familia más representativa dentro de la antoteca fue la familia Arecaceae con 37 registros. Por otra parte, las demás familias presentaron entre 1 y 2 registros (Tabla 1). Así, el 56 % de las muestras corresponden a una sola familia, mientras las 22 familias restantes representan entre sí el 44 % de las muestras evaluadas (Tabla 1). Los géneros más diversos dentro de la antoteca fueron *Geonoma* con 7 especies y *Aiphanes* con 4 especies representando el 15% y 8% de los registros respectivamente (Tabla 2).

La mayoría de las especies presentaron un solo registro y solo unas pocas llegaron a los 2 registros (Tabla 1); siendo la especie *Geonoma orbignyana* Mart. la única con tres registros dentro de la antoteca (Tabla 2).

Tabla 1

Número de registros para cada una de las familias encontradas en la antoteca.

Familias	Número de registros	Número de especies
Anacardiaceae	1	1
Apocynaceae	2	2
Aquifoliaceae	1	1
Arecaceae	37	30
Balanophoraceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Burmanniaceae	2	1
Clusiaceae	1	1
Euphorbiaceae	1	1
Fabaceae	2	2
Hypericaceae	1	1
Lecythidaceae	2	1
Loranthaceae	2	2
Magnoliaceae	2	1
Malpighiaceae	1	1
Meliaceae	1	1
Orchidaceae	1	1
Picramniaceae	1	1
Primulaceae	2	2
Rubiaceae	1	1
Sapotaceae	1	1
Symplocaceae	1	1
Vochysiaceae	1	1
Total = 23	66	56

Tabla 2

Especies encontradas por familia, categoría de amenaza y endemismos.

Familia	Especies	Registros	Categoría UICN	Endémicas
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero & Balb. ex Kunth) Skeels	1	NT	
Apocynaceae	<i>Lacmellea floribunda</i> (Poepp.) Benth.	1	NE	

Apocynaceae	<i>Prestonia portobellensis</i> (Beurl.) Woodson	1	NE	
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	1	*	
Arecaceae	<i>Aiphanes graminifolia</i> Galeano & R. Bernal	1	CR	X
Arecaceae	<i>Aiphanes killipii</i> (Burret) Burret	1	CR	X
Arecaceae	<i>Aiphanes lindeniana</i> (H. Wendl.) H. Wendl.	1	CR	
Arecaceae	<i>Aiphanes suaita</i> R. Bernal, Sanín y Castaño	2	EN	X
Arecaceae	<i>Astrocaryum triandrum</i> Galeano, R. Bernal & F. Kahn	1	EN	X
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	1	LC	
Arecaceae	<i>Attalea nucifera</i> H. Karst.	1	VU	X
Arecaceae	<i>Bactris brongniartii</i> Mart.	1	LC	
Arecaceae	<i>Bactris coloradonis</i> L. H. Bailey	1	LC	
Arecaceae	<i>Bactris maraja</i> Mart.	1	LC	
Arecaceae	<i>Chamaedorea pygmaea</i> H. Wendl.	1	VU	
Arecaceae	<i>Chamaedorea ricardoii</i> R. Bernal, Galeano & Hodel	1	EN	X
Arecaceae	<i>Cryosophila kalbreyeri</i> (Dammer ex Burret) Dahlgren	1	VU	
Arecaceae	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i> H. Wendl.	1	LC	
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	1	LC	
Arecaceae	<i>Geonoma interrupta</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	1	LC	
Arecaceae	<i>Geonoma maxima</i> (Poit.) Kunth	1	LC	
Arecaceae	<i>Geonoma orbignyana</i> Mart.	3	NT	
Arecaceae	<i>Geonoma santanderensis</i> Galeano & Bernal.	2	VU	X
Arecaceae	<i>Geonoma calyptrogynoidea</i> Burret	1	LC	
Arecaceae	<i>Geonoma cuneata</i> H. Wendl. ex Spruce	1	LC	
Arecaceae	<i>Geonoma deversa</i> (Poit.) Kunth	1	LC	
Arecaceae	<i>Hyospathe pittieri</i> Burret	1	LC	
Arecaceae	<i>Hyospathe elegans</i> Mart.	2	LC	
Arecaceae	<i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav.	1	LC	
Arecaceae	<i>Oenocarpus minor</i> Mart.	2	LC	
Arecaceae	<i>Pholidostachys synanthera</i> (Mart.) H. E. Moore	1	LC	
Arecaceae	<i>Prestoea acuminata</i> (Willd.) H. E. Moore.	2	LC	
Arecaceae	<i>Prestoea carderi</i> (W. Bull) Hook. f.	1	NT	

Arecaceae	<i>Wettinia microcarpa</i> (Burret) R. Bernal	1	VU	X
Balanophoraceae	<i>Corynaea crassa</i> Hook. f.	1	NE	
Bignoniaceae	<i>Jacaranda hesperia</i> Dugand	1	NE	X
Burmaniaceae	<i>Gymnosiphon suaveolens</i> (H. Karst.) Urb.	2	NE	
Clusiaceae	<i>Clusia cylindrica</i> Hammel	1	NE	
Euphorbiaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	1	NE	
Fabaceae	<i>Brownea multijuga</i> Britton & Killip	1	NE	
Fabaceae	<i>Parkia</i> sp.	1	*	
Hypericaceae	<i>Vismia macrophylla</i> Kunth	1	NE	
Lecythidaceae	<i>Lecythis tuyrana</i> Pittier	2	VU	
Loranthaceae	<i>Struthanthus syringifolius</i> (Mart.) Mart.	1	NE	
Loranthaceae	<i>Aetanthus mutisii</i> (Kunth) Engl.	1	NE	X
Magnoliaceae	<i>Magnolia</i> sp.	2	*	
Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx goudotiana</i> Triana & Planch.	1	NE	
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	1	*	
Orchidaceae	<i>Pleurothallis bovilingua</i> Luer & Escobar	1	NE	X
Picramniaceae	<i>Picramnia antidesma</i> Sw.	1	NE	
Primulaceae	<i>Stylogyne longifolia</i> (Mart. ex Miq.) Mez	1	NE	
Primulaceae	<i>Clavija costaricana</i> Pittier	1	NE	
Rubiaceae	<i>Wittmackanthus stanleyanus</i> (M. R. Schomb.) Kuntze	1	NE	
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	1	NE	
Symplocaceae	<i>Symplocos serrulata</i> Humb. & Bonpl.	1	NE	
Vochysiaceae	<i>Vochysia lopezpalaciosii</i> Marc.- Berti.	1	NE	X
Total = 23		56	66	12

Nota. * Especímenes determinados hasta morfo-especie.

4.2 Análisis morfológico.

4.2.1 Expresión sexual. Tres sistemas de expresión sexual fueron identificados: hermafrodita, diclino dioico y diclino monoico. El 33% de las muestras presentaron flores hermafroditas (22 registros), que corresponden a 19 especies en 16 familias. Por otra parte, se observó que el 14%

de las muestras fueron diclino dioicas (9 registros), que corresponden a 9 especies en 8 familias. Adicionalmente, 35 registros fueron diclino monoicos con una representación del 53% para 28 especies en la antoteca, siendo estos en su mayoría de la familia Arecaceae (Figura 1, Apéndice B).

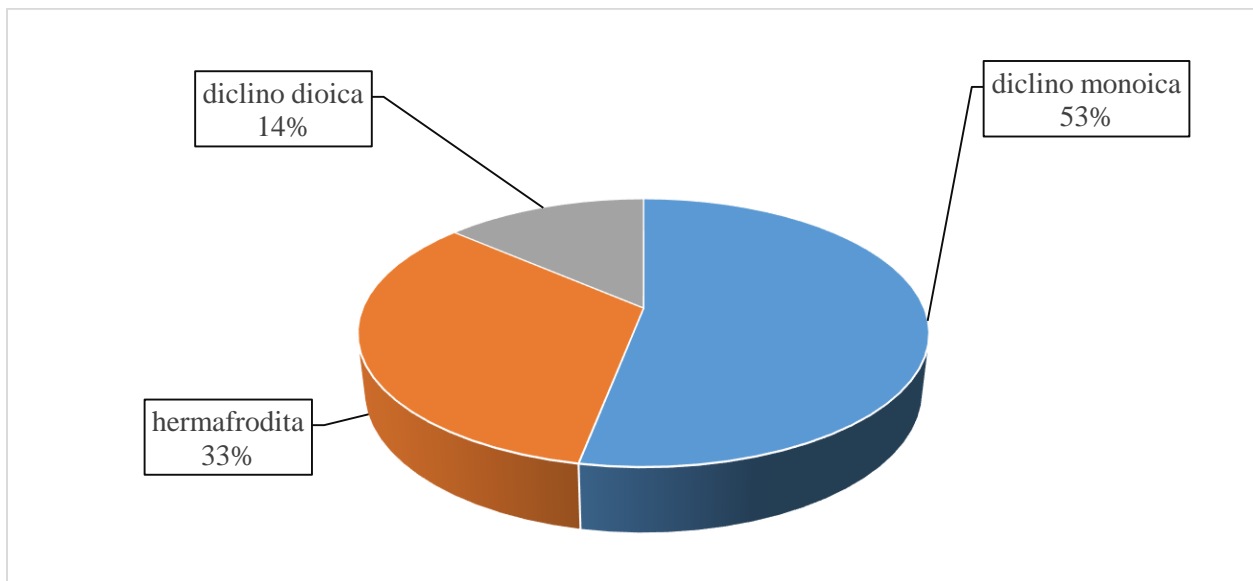


Figura 1. Porcentaje de especies en cada sistema de expresión sexual presente en la antoteca.

4.2.2 Estadios del desarrollo. Se identificaron tres estadios de desarrollo: botón floral, flor en antesis y fruto. El estadio más abundante fue botón floral el cual se observó en el 56% de las muestras, es decir, 37 registros correspondientes a 32 especies.

Se presentaron flores en antesis en el 29% de las muestras, esto es, 19 registros pertenecientes a 17 especies. Además, se obtuvieron muestras en fruto, las cuales corresponden al 6%, representando 4 registros de 4 especies.

También se encontraron muestras que exhibían más de uno de los estadios identificados; en algunos casos se encontraron dos estadios que se sucedían entre sí, tales como botón floral y

antesis, los cuales representaron el 8% de las muestras, es decir, 5 registros de 5 especies. Asimismo, se observó 1 registro representado por todos los estadios, equivalente al 1% de las muestras en la antoteca (Figura 2).

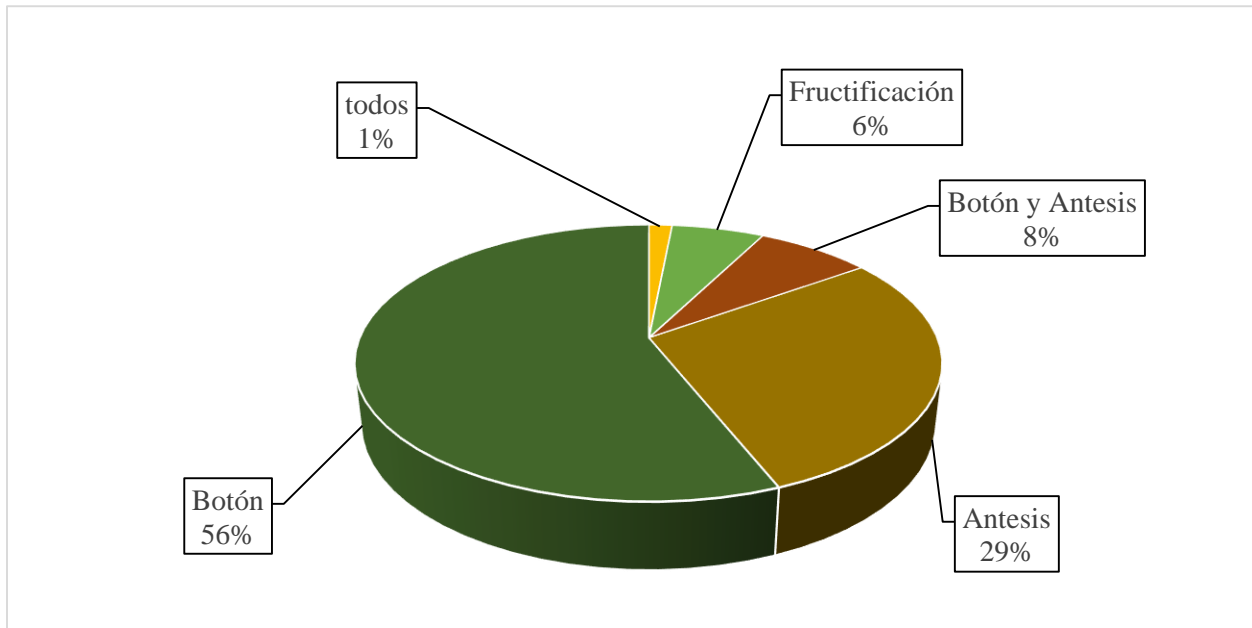


Figura 2. Porcentaje de registros por estadio de desarrollo.

4.3 Especies amenazadas y/o endémicas

De las 56 especies registradas, 12 se encuentran en tres de las categorías de amenaza de la IUCN: en peligro crítico (CR), en peligro (EN) y vulnerable (VU), representando el 21% de las especies; la mayoría pertenecientes a la familia Arecaceae. Además, se encontró que el 5% de las especies, que se encuentran en la categoría casi amenazada (NT), también pertenecen a la familia de las palmas. Por otra parte, 26 especies estudiadas no han sido evaluadas, en otras palabras, se desconoce el grado de amenaza del 43% de las especies de la antoteca. En paralelo, se encontró que el 31% de las especies se encuentran en la categoría de preocupación menor (Tabla 2, Figura 3).

Se encontraron 12 especies endémicas; 8 de las cuales son palmas, entre ellas están: *Aiphanes graminifolia*, *A. killipii*, *A. suaita* y *Geonoma santanderensis*, las cuales están restringidas al departamento de Santander (Tabla 2). También, se encontraron especies endémicas pertenecientes a las familias Bignoniaceae, Loranthaceae, Orchidaceae y Vochysiaceae, cada una con un único registro (Tabla 2).

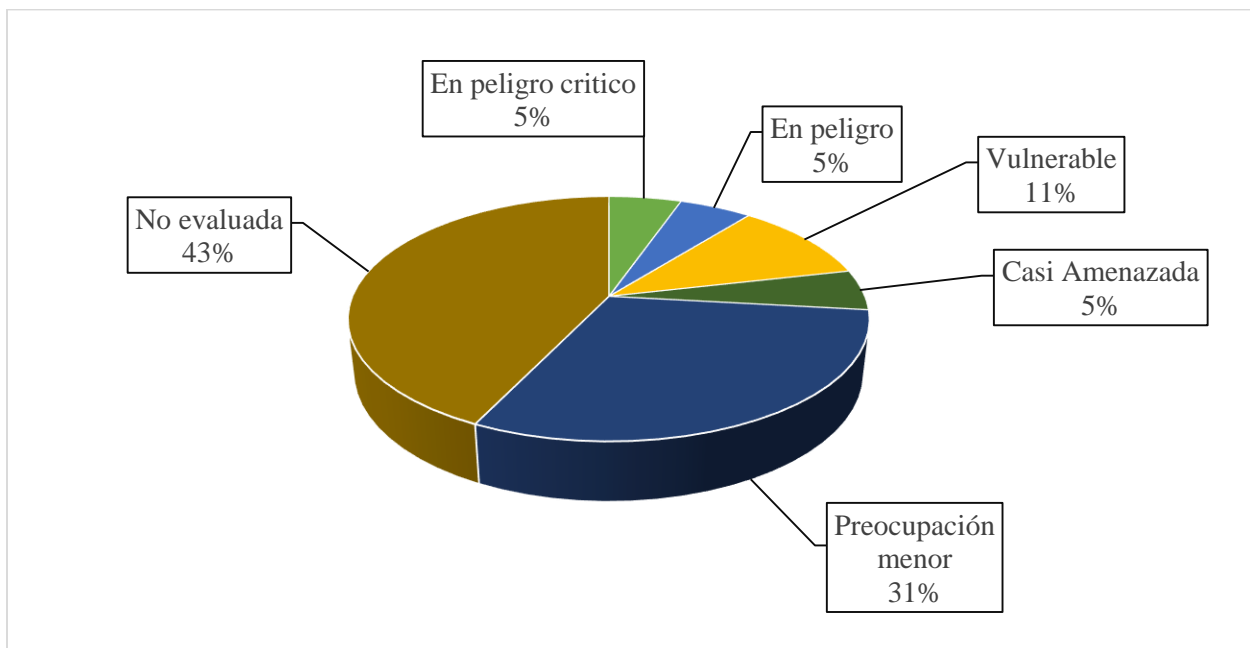


Figura 3. Porcentaje de especies para cada una de las categorías de amenaza según la UICN

5. Discusión

5.1 Composición y riqueza

La composición y riqueza de las muestras estudiadas en la antoteca demuestran y corresponden a los intereses investigativos del herbario UIS durante los últimos años. Así, la preponderancia de la

familia *Arecaceae* en los registros, corresponde al muestreo realizado en el marco del proyecto “Revisión taxonómica de la familia *Arecaceae* (*Palmae*) para el departamento de Santander, Colombia” (Castaño y Serrano, 2017), del cual derivaron otros trabajos de investigación (Rodríguez, 2019; Laiton, 2018; Cárcamo, 2019; Jiménez et al., 2017).

Según el trabajo de grado titulado “Actualización de la familia *Arecaceae* (*Palmae*) del herbario de la Universidad Industrial de Santander” (Rodríguez, 2019) 56 especies y 23 géneros de palmas (*Arecaceae*) se distribuyen naturalmente en el departamento de Santander. Los géneros *Geonoma*, *Aiphanes* y *Bactris* fueron los más diversos, lo cual se refleja en las muestras incluidas en la antoteca.

En este punto es importante resaltar que para la familia *Arecaceae* se han realizado estudios sobre morfología y anatomía floral, como los realizados por Dransfield y Uhl (1998). Sin embargo, estos estudios no se han realizado de manera uniforme en todas las subfamilias y abarcan solo el 4% del total de especies en la familia (Stauffer *et al.*, 2002). Es por ello que contar con estas muestras representa un paso importante para dar continuidad a los estudios de anatomía en *Arecaceae*.

Los registros de la antoteca corresponden a material colectado en los últimos 4 años en los cuales se han realizado colectas e inventarios en algunos municipios del departamento. Sin embargo, los patrones fenológicos de los bosques tropicales varían por la influencia de los períodos de lluvia (Chaikiattiyos, 1994); esta atemporalidad con que las plantas florecen aumenta la dificultad para obtener material fértil de todas las plantas.

La colección general cuenta con 14392 registros de los cuales el 95.7% corresponde a angiospermas; las 10 familias más representadas son *Fabaceae*, *Rubiaceae*, *Asteraceae*, *Melastomataceae*, *Malvaceae*, *Euphorbiaceae*, *Solanaceae*, *Piperaceae*, *Ericaceae* y *Lamiaceae*

(Escuela de Biología, 2015; SiB Colombia). Sin embargo, dentro de la antoteca solo se encontraron especies de las familias Fabaceae, Rubiaceae y Euphorbiaceae. Esto se debe al cambio de visión a la hora de recolectar material; en los últimos años; se han reducido las colectas de material que está bien representado y se hace un mayor esfuerzo de muestreo en familias poco o nada representadas en la colección de referencia con el fin de optimizar el inventario de la flora del departamento.

Con todo esto, la representación de las otras 22 familias evaluadas en la antoteca corresponden al 44% de las muestras y en algunos casos son nuevos registros para el herbario como ocurre con *Corynaea crassa* Hook. f. planta parásita perteneciente a la familia Balanophoraceae y *Gymnosiphon suaveolens* (H. Karst.) Urb. planta saprófita perteneciente a la familia Burmanniaceae. No obstante, la antoteca presentó pocos registros de especies si se compara con otras colecciones de este tipo; un ejemplo de esto son el herbario del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis en el cual se encuentran 513 ejemplares de flores conservadas (Sarmiento, 2017); el herbario de la Pontificia Universidad Javeriana que cuenta con 370 ejemplares principalmente de Orchidaceae, para el cual se han sistematizado y catalogado solo 36 de las muestras (Bernal *et al.*, 2007). También, el herbario de la Universidad de Antioquia cuenta con este tipo de colección la cual alberga 700 ejemplares (Higueta *et al.*, 2019).

5.2 Análisis morfológico

5.2.1 Expresión sexual. En la antoteca se observó que el 33 % de las muestras evaluadas presentó flores hermafroditas, este resultado no sorprende ya que el hermafroditismo ha sido considerado la condición general y el estado ancestral de las angiospermas (Barret, 2010; Endress & Doyle, 2009). Aunque aparentemente podría tratarse de una proporción baja, es necesario recordar que las muestras no fueron colectadas de manera aleatoria lo que influyó en gran medida sobre nuestras observaciones.

Sin embargo, autores como Renner & Ricklefs (1995) y Renner (2014) reconocen que cerca del 6% de las angiospermas descritas en el mundo son especies dioicas. En la antoteca se observó que el 14 % de las muestras eran especies dioicas, porcentaje significativamente alto con respecto a lo que se espera generalmente en las angiospermas, lo que pudo deberse a los sesgos ya mencionados en el muestreo.

Por otra parte, se estima que entre el 3 % y 19% de las especies de angiospermas son monoicas (De Jong *et al.*, 2008). Sin embargo, en la antoteca se observó que el 53 % de las especies son monoicas. Esta preponderancia fue dada por el alto número de especies evaluadas de la familia Arecaceae. Cabe resaltar que esta familia se ha destacado por ser particularmente diversa en términos de patrones de expresión sexual, donde las funciones masculinas y femeninas se encuentran frecuentemente separadas (Henderson, 2002; Nadot, *et al.*, 2016).

La gran mayoría de las palmas monoicas se encuentran en la subfamilia Arecoideae, considerada como la subfamilia más grande con más de la mitad del total de especies de palmeras (Dransfield *et al.* 2008; Baker *et al.*, 2009; Uhl, 1976). Sin embargo, de manera excepcional la

subfamilia Arecoideae presenta dos géneros dioicos (Askgaard *et al.*, 2008), entre ellos el género *Chamaedorea* para el cual se encontraron en la antoteca las especies *C. pygmaea* y *C. ricardoi*.

5.2.2 Estadios del desarrollo. En muchas especies de plantas tropicales se ha observado que el desarrollo de órganos sexuales ocurre de forma episódica, donde los picos están relacionados a variables ambientales como la disponibilidad de luz y agua (Borchert 1983, 1994; Borchert & Rivera 2001; Stevenson *et al.*, 2008). Estos eventos episódicos se denominan fenofases, las cuales pueden ser vegetativas y reproductivas; siendo estas últimas de nuestro interés, pues comprenden floración y fructificación, que pueden ocurrir de manera simultánea (Van Schaik *et al.*, 1993).

Estas fenofases se observaron en las muestras de algunas especies estudiadas, las cuales presentaron patrones simultáneos en el desarrollo de los órganos. En el caso de *Oenocarpus minor*, se presentaron todos los estadios de desarrollo (botón floral, flor en antesis y fruto) representando el 1% de las muestras evaluadas. También se observaron especies con dos estadios simultáneos como *Lacmellea floribunda*, *Hieronyma alchorneoides*, *Parkia* sp., *Pleurothallis boviligua* y *Aiphanes graminifolia*, las cuales presentaron flores en antesis y botón floral representando el 8% de las muestras.

En este sentido, las variaciones en los patrones de floración y fructificación también se pueden atribuir a factores bióticos (Hilty, 1980). La existencia de patrones de floración ha sido asociada a los síndromes de polinización, ya que el espaciamiento temporal de la floración minimiza la competencia y maximiza la eficacia de la polinización (Gentry, 1974; Zimmerman *et al.*, 1989; Sigrist & Sazima, 2004). Sin embargo, también existen mecanismos fisiológicos que inducen la floración, siendo el más común el estado hídrico de las plantas (Borchert, 1993, 1994; Reich 1995; Marques *et al.*, 2004).

5.3 Especies amenazadas y/o endémicas

En términos generales, para Santander se han registrado alrededor de 4842 especies de plantas (Bernal *et al.*, 2019a); sin embargo, solo se tiene información del estado de conservación de 149 especies y se calcula que aproximadamente 723 son especies endémicas (Bernal *et al.*, 2019a). Teniendo estos datos en mente, se evaluaron 12 especies con algún grado de amenaza.

La mayoría de las especies amenazadas son palmas; para estas se registraron 11 especies, un dato similar a lo reportado por Bernal *et al.* (2019a) en el catálogo de plantas de Colombia donde para el departamento de Santander se registran 15 especies de palmas amenazadas. El principal factor de amenaza es la pérdida del hábitat, siendo la ganadería y la expansión agrícola las causas de la pérdida acelerada de la cobertura vegetal de los bosques de la región andina (Armenteras *et al.*, 2014).

Además, se encontró que 8 de las especies de palmas amenazadas también son especies endémicas, entre estas es preciso resaltar a *Aiphanes suaita*, especie recientemente descrita y categorizada como especie en peligro (Bernal *et al.*, 2019b). Según el catálogo de plantas de Colombia para Santander se reportan 9 especies endémicas (Bernal *et al.*, 2019a). Sin embargo, la representación de palmas endémicas para Santander en la antoteca es del 89 % con respecto a las del catálogo; mientras que para la región andina reconocida como una región con alto grado de endemismo (Rodríguez *et al.*, 2006), la antoteca representa el 29% de palmas endémicas y el 16% para el país (Galeano *et al.*, 2015; Bernal *et al.*, 2019a).

La familia Lecythidaceae presentó una especie amenazada (*Lecythis tuyrana*), que crece en el valle del Magdalena medio, uno de los ecosistemas más degradados y amenazados del país (Miles

et al., 2006), con áreas de intenso uso ganadero y agrícola generando procesos de desertificación que se ven reflejados en la pérdida de cobertura vegetal (Valencia *et al.*, 2012).

Otras especies endémicas dentro de la antoteca son *Jacaranda hesperia*, *Vochysia lopezpalaciosii*, *Aetanthus mutisii* y *Pleurothallis bovilinqua*, las cuales crecen en la región andina; como ya se había mencionado esta región presenta un alto grado de perturbación por ser un área en donde se concentra la mayor densidad de asentamientos humanos en el país (Armenteras *et al.*, 2003). Aun así, para estas especies no se ha determinado el estado de conservación, lo cual genera preocupación puesto que la mayor pérdida de cobertura vegetal (50-60%) ocurre en esta región (Rangel, 2015).

Es así como la consolidación de una colección organizada de flores y órganos sexuales en líquido constituye un avance importante y un insumo para proyectos relacionados con taxonomía, fenología, sistemática, etc., que al mismo tiempo pueden contribuir con futuros planes de conservación.

6. Conclusiones

El uso de órganos reproductivos contribuye a la resolución de la taxonomía de las especies ya que estos ofrecen características morfológicas específicas para cada uno de los grupos taxonómicos.

La presencia de uno o más estadios del desarrollo está directamente relacionada a las características fenológicas de cada grupo taxonómico, contar con este tipo de información es útil para hacer inferencias acerca de los ciclos reproductivos de las especies estudiadas.

La expresión sexual en las plantas evaluadas corresponde a patrones generalizados en cada una de las familias, sin embargo, existen excepciones que demuestran la amplia diversidad en la estructura floral de las especies del departamento.

La mayoría de especies presentes en la antoteca no cuentan con una evaluación del estado de conservación, lo cual genera preocupación puesto que entre ellas existen especies endémicas que habitan en ecosistemas altamente amenazados y/o degradados.

La creación de la antoteca representa un gran avance para el desarrollo de actividades académicas e investigativas en torno a la flora del departamento.

7. Recomendaciones

Se recomienda el uso de frascos de vidrio para facilitar la observación del material y así evitar que estos sean abiertos cuando no se es estrictamente necesario.

Todos los frascos utilizados deben contar con cierre hermético, de esta forma se evitará la evaporación de la solución de alcohol.

Es necesario intensificar las acciones y proyectos que contribuyan al crecimiento de la antoteca y por ende al estudio de la estructura floral.

Es importante seguir vinculando estudiantes que generen nuevas investigaciones alrededor de esta colección y que a su vez contribuyan en el mantenimiento y crecimiento de la antoteca.

Referencias Bibliográficas

- Albert de Escobar, L. (1982). El herbario de la Universidad de Antioquia. *Actualidades Biológicas*, 11, 51–57.
- Armenteras, D., Gast, F., & Villareal, H. (2003). Andean forest fragmentation and the representativeness of protected areas in the Eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation* 113, 245-256.
- Armenteras, D. & Rodríguez, N. (2014). Dinámicas y causas de deforestación en Bosque de Latino América: una revisión desde 1990. *Colombia Forestal* 12, 233-246.
- Askgaard, A., F.W. Stauffer & A. Barfod. 2008. Floral structure and systematics in *Chamaedorea* (Arecaceae: Arecoideae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 65, 197-210.
- Baker, W., Savolainen, V., Asmussen, C., Chase, M., Dransfield, J., Forest, F., Harley, M., Uhl, N., & Wilkinson, M. (2009). Complete generic-level phylogenetic analyses of palms (Arecaceae) with comparisons of supertree and supermatrix approaches. *Systematic Biology* 58, 240–256.
- Barrett, S. (2010). Understanding plant reproductive diversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B: Biological sciences* 365, 99–109.
- Bebber, D., Carine, M., Wood, J., Wortley, A., Harris, D., Prance, G., ... Scotland, R. (2010). Herbaria are a major frontier for species discovery. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 22169–22171.

- Bernal, H., Alvear, M., León, M., & Diazgranados, M. (2007). Reseña Histórica, Desarrollo Y Actualidad Del Herbario De La Pontificia Universidad Javeriana (Hpuj). *Universitas Scientiarum* 12, 117–129.
- Bernal, R., Gradstein, S., & Celis, M. (eds.). (2019) a. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Bernal, R., Castano, F., & Sanín, M. (2019) b. A new, overlooked species of Aiphanes (Arecaceae) from Santander, Colombia. *Phytotaxa*, 405, 101-105.
- Borchert, R. (1983). Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica*, 15(2), 81-89.
- Borchert, R. (1994). Induction of rehydration and bud break by irrigation or rain in deciduous trees of a tropical dry forest in Costa Rica. *Trees*, 8, 198-204.
- Borchert, R., & Rivera, G. (2001). Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem-succulent trees. *Tree Physiology*, 21, 213-221.
- Bridson, D., & Forman, L. (eds.). (1992). *The herbarium handbook. The Board of trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. UK.*
- Calderón, E., Galeano, G., & García, N. (2005). *Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, Frailejones y Zamias*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt – Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- Cárcamo, E. (2019). *Catálogo y morfología de las especies de la tribu Cocoseae (Arecaceae: Arecoideae) en el Departamento de Santander, Colombia*, (Tesis de pregrado) Universidad Industrial de Santander, Escuela de Biología, Bucaramanga.
- Cárdenas, D., & Salinas, N. (2007). *Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Castaño, F., & Serrano, V. (2017). Revisión Taxonómica de la familia Arecaceae para el departamento de Santander. Proyecto interno VIE 2301. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Chaikiattiyos, S., Menzel, C., & Rasmussen, T. (1994). Floral induction in tropical fruit trees: effects of temperature and water supply. *Journal of Horticultural Science*, 69, 397-415.
- Chase, M., Christenhusz, M., Fay, M., Byng, J., Judd, W., Soltis, D., ... & Stevens, P. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1-20.
- De Jong, T., Shmida, A., & Thuijssman, F. (2008). Sex allocation in plants and the evolution of monoecy. *Evolutionary Ecology Research*, 10, 1087-1109.
- Dransfield, J., Uhl, N., Asmussen, C., Baker, W., Harley, M., & Lewis, C. (2008). *Genera Palmarum - the evolution and classification of palms*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Endress, P., & Doyle, J. (2009). Reconstructing the ancestral angiosperm flower and its initial specializations. *American Journal of Botany* 96, 22–66.

Escuela de Biología, Universidad Industrial de Santander, (2015-2019). Herbario de la Universidad Industrial de Santander. 14392 registros, aportados por Humberto García (curador y proveedor de datos), Martha Patricia Ramírez-Pinilla (contacto), Mauricio Torres (procesador, custodio, proveedor de metadatos, publicador, editor), y Cristhian Cacua (editor), En línea, <http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=uis-002>, versión 1.0 (actualizado el 13/03/2015)

Escuela de Biología, Universidad Industrial de Santander, (2019). Herbario de la Universidad Industrial de Santander. En línea, <http://bio.uis.edu.co/eisi/images/ArchivosEditor/20190911150905-herbario.pdf>

Galeano, G., Bernal, R., & Figueroa, Y. (2015). Plan de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Geber, M., Dawson, M., & Delph, L. (1999). *Gender and sexual dimorphism in flowering plants*. Springer Science & Business Media. Berlín, Alemania.

Gentry, A. (1974). Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*, 6, 64-68.

Henderson, A. (2002). *Evolution and ecology of palms*. The New York Botanical Garden Press, Bronx, Nueva York.

Higueta, H., Cardona, F., Calderón, A., Martínez, Y., & Murillo, J. (2019). *Herbario de la Universidad de Antioquia 50 años documentando algas, hongos y plantas de Colombia*. Medellín, Colombia: Publicaciones ViD.

Hilty, S. (1980). Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. *Biotropica*, 12, 292-306.

International Plant Names Index. Acceso: Diciembre 2019. Disponible en: <http://www.ipni.org/ipni>

Jaramillo, J. (2006). *La Flor y otros órganos derivados*. Caldas, Colombia. Universidad de Caldas. Editorial Universidad de Caldas.

Jiménez, A., Castaño, A., & Bernal, R. (2019). *Aiphanes graminifolia*, One of the World's Most Endangered Palms. *Palms* 63, 42-48.

Laiton, M. (2018). *Composicion y Morfologia De La Tribu Geonomateae (Arecaceae: Arecoideae) En El Departamento De Santander, Colombia* (Tesis de pregrado) Universidad Industrial de Santander, Escuela de Biología, Bucaramanga.

Marie Selby Botanical Gardens (2019). Marie Selby Botanical Gardens – Spirit Collection. <https://selby.org/botany/collections/spirit-collection/>

Marques, M., & Oliveira, P. (2004). Fenología de especies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. *Revista brasileira de Botânica*, 27, 713-723.

Mesa, P., & Bernal, A. (2005). Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológicas. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 10, 117–148.

Miles, L., Newton, L., De Fries, R., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V., & Gordon, J. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*. 33, 491-505.

- Miranda, V., Araujo, F., & Cajueiro, E. (2017). Herbaria As Patrimony: the Contribution of the Mfs Collection in the Conservation of Amazonian Biodiversity. *Ciência e Natura*, 39(3), 467-483.
- Mora, L., & Fuentes, H. (2004). El Laboratorio de Colecciones Biológicas de la Universidad del Mar : perspectivas de una colección regional. *Ciencia y Mar*, 28, 34–37.
- Nadot, S., Alapetite, E., Baker, W., Tregear, J., & Barfod, A. (2016). The palm family (Arecaceae): a microcosm of sexual system evolution. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 182, 376-388.
- Ossa, P., Giraldo, J., López, G., Dias, L., & Rivera, F. (2012). Colecciones biológicas: una alternativa para los estudios de diversidad genética. *Boletín Científico Centro De Museos Museo De Historia Natural Colecciones*, 16, 143–155.
- Parra, C., & Díaz, S. (2016). *Herbarios y Jardines Botánicos : Testimonios de nuestra Herbarios y Jardines Botánicos*. Biblioteca José Jerónimo Triana 32, 1-109.
- Rangel, J. (2015). La riqueza de las plantas con flores de Colombia. *Caldasia*, 37(2), 279 - 307.
- Reich, P. (1995). Phenology of tropical forests: Patterns, causes, and consequences. *Canadian Journal of Botany* 73, 164-174.
- Renner, S. (2014). The relative and absolute frequencies of angiosperm sexual systems: dioecy, monoecy, gynodioecy, and an updated online database. *American Journal of Botany*, 101(10), 1588-1596.
- Renner, S., & Ricklefs, R. (1995). Dioecy and its correlates in the flowering plants. *American Journal of Botany*, 82(5), 596-606.

Rodríguez, S. (2019) *Actualización de la colección de la familia Arecaceae (Palmae) del herbario de la Universidad Industrial de Santander (UIS)*, (Tesis de pregrado) Universidad Industrial de Santander, Escuela de Biología, Bucaramanga.

Royal Botanic Garden Edinburgh (2019). Royal Botanic Garden Edinburgh – Spirit Collection.
<https://www.rbge.org.uk/science-and-conservation/herbarium/our-collections/spirit/>

Royal Botanic Gardens, Kew (2019). Royal Botanic Gardens, Kew – Spirit Collection
<https://www.kew.org/science/collections-and-resources/collections/spirit-collection>

Sarmiento, J. (Agosto de 2017). El herbario JBB: Una herramienta para la conservación de la flora de Colombia. En M. Morales (Presidencia), 9° Congreso Colombiano de Botánica. Congreso llevado a cabo en Tunja, Colombia.

Scutt, C. (2018). “The origin of angiosperms,” in L. Nuno de la Rosa and G. Müller (Eds.) *Evolutionary Developmental Biology*, (pp. 1-20), New York, United States of America: Springer International Publishing.

Scutt, C., y Vandenbussche, M. (2014). Current trends and future directions in flower development research. *Annals of Botany*, 114, 1399–1406.

Scutt, C., Vinauger, M., Fourquin, C., y Finet, C. (2005). A Portrait of the Ancestral Flower. *flowering newsletter*, 39 (20), 3–8.

Sigrist, M. R., & Sazima, M. (2004). Pollination and reproductive biology of twelve species of neotropical Malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. *Annals of botany*, 94(1), 33-41.

Simmons, J., & Muñoz, Y. (2005). *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Serie Manuales para la Conservación. Bogotá DC, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Stauffer, F., Rutishauser, R., & Endress, P. (2002). Morphology and development of the female flowers in *Geonoma interrupta* (Arecaceae). *American Journal of Botany*, 89(2), 220-229.

Stevenson, P., Castellanos, M., Cortés, A., & Link, A. (2008). Flowering patterns in a seasonal tropical lowland forest in Western Amazonia. *Biotropica* 40(5), 559-567.

Suarez, A., & Tsutsui, N. (2006). The Value of Museum Collections for Research and Society. *BioScience*, 54 (1), 66.

Taxonomic Name Resolution Service. Acceso: Diciembre 2019. Disponible en: <http://tnrs.iplantcollaborative.org/>

Uhl, N. (1976). Developmental studies in *Ptychosperma* (Palmae). I. The inflorescence and the flower cluster. *American Journal of Botany* 63, 97-109.

UICN. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2019-1. <<https://www.iucnredlist.org>>

Valencia, J., Trujillo, L., & Vargas, O. (2012). Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana*. 13(2), 40-65.

Van Schaik, C., Terborgh, J., & Wright, S. (1993). The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of ecology and Systematics*, 24(1), 353-377.

Vélez, D., Calderón, M., Ramírez, M., Castaño, M., Reyes, Á., Albarracín, R., ... Raz, L. (2012).

Difusión de datos biológicos en la red como apoyo a la educación ambiental, investigación científica y conservación de la biodiversidad en. *Renata*, 2 (4), 49–57.

Vialette, A., & Scutt, C. (2009). Carpel Evolution. In *Fruit Development and Seed Dispersal*.

<https://doi.org/10.1002/9781444314557.ch1>

Zimmerman, J., Roubik, D., & Ackerman, J. (1989). Asynchronous phenologies of a neotropical

orchid and its euglossine bee pollinator. *Ecology*, 70(4), 1192-1195.

Apéndices A: Visualización de las etiquetas con códigos QR y su información.



Números de catálogo
(en negrilla)

Recolector y numero
de colección

Apéndice B: Muestras evaluadas en la antoteca.



Muestras estudiadas con sus respectivas etiquetas.