

Composición y morfología de la tribu Geonomateae (Arecaceae: Arecoideae) en el departamento de Santander, Colombia.

Magda Liliana Laiton Daza

Trabajo de Grado para Optar el título de Bióloga

Director
Andrés Felipe Castaño
Dr. en Biología vegetal

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ciencias
Escuela de Biología
Bucaramanga
2018

Tabla de contenido

Introducción 12

1. Objetivos 14

1.1 Objetivo General 14

1.2 Objetivos Específicos 14

2. Marco teórico 15

2.1 Enfoque teórico-metodológico 15

2.2 Familia Arecaceae 17

2.3 Subfamilia Arecoideae 18

2.4 Tribu Geonomeae 18

2.4.1 Género *Asterogyne* 21

2.4.2 Género *Geonoma* 22

2.4.3 Género *Calyptrogyne* 23

2.4.4 Género *Calyptronoma* 23

2.4.5 Género *Pholidostachys* 24

2.4.6 Género *Welfia* 25

3. Materiales y métodos 26

3.1 Área de estudio 26

3.2 Colecta y catálogo de especies 28

3.3 Análisis y caracterización morfológica 29

4. Resultados 29

4.1 Composición 30

4.1.1 Clave taxonómica: Tribu Geonomateae en Santander.....	31
4.2 Descripción morfológica.....	33
4.2.1 <i>Geonoma</i> Willd.....	34
4.2.2 <i>Pholidostachys</i> H. Wendl. ex Hook. f.....	60
4.2.3 <i>Welfia</i> H. Wendl.....	64
5. Discusión.....	66
5.1 Composición: Distribución y ecología.....	66
5.2 Caracteres y variabilidad morfológica.....	72
5.3 Caracteres y variabilidad morfológica: Nivel específico y subespecífico.....	78
5.3.1 <i>Geonoma calyptrogynoides</i>	78
5.3.2 <i>Geonoma deversa</i>	79
5.3.3 <i>Geonoma frontinensis</i>	80
5.3.4 <i>Geonoma interrupta</i>	81
5.3.5 <i>Geonoma maxima</i>	82
5.3.6 <i>Geonoma orbygniana</i>	83
5.3.7 <i>Geonoma santanderensis</i>	85
5.3.8 <i>Geonoma solitaria</i>	86
5.3.9 <i>Geonoma undata</i>	88
5.3.10 <i>Pholidostachys synanthera</i>	89
5.3.11 <i>Welfia regia</i>	91
5.4 Implicaciones sobre la conservación.....	92
6. Conclusiones.....	94
Referencias bibliográficas.....	95

Lista de Tablas

Tabla 1. *Localidades visitadas durante el muestreo*.....24

Tabla 2. *Especies pertenecientes a la tribu Geonomateae registradas en el área de muestreo*...27

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de distribución localidades de muestreo en del departamento de Santander.....25

Figura 2. *Geonoma calyptrogynoides*: Morfología vegetativa.....37

Figura 3. *Geonoma calyptrogynoides*: Morfología reproductiva.....38

Figura 4. *Geonoma frontinensis*: Morfología vegetativa.....39

Figura 5. *Geonoma frontinensis*: Morfología reproductiva (Medio natural).....40

Figura 6. *Geonoma frontinensis*: Morfología reproductiva.....41

Figura 7. *Geonoma interrupta*: Morfología vegetativa.....42

Figura 8. *Geonoma interrupta*: Morfología reproductiva.....43

Figura 9. *Geonoma interrupta*: Morfología floral detallada.....44

Figura 10. *Geonoma interrupta*: Micro-morfología floral.....45

Figura 11. *Geonoma maxima*: Morfología vegetativa.....46

Figura 12. *Geonoma maxima*: Morfología Reproductiva.....47

Figura 13. *Geonoma maxima*: Micro-morfología floral.....48

Figura 14. *Geonoma orbignyana*: Morfología vegetativa.....49

Figura 15. *Geonoma orbignyana*: Morfología reproductiva.....50

Figura 16. *Geonoma orbignyana*: Micro-morfología floral.....51

Figura 17. *Geonoma santanderensis*: Morfología vegetativa (Medio natural).....52

Figura 18. *Geonoma santanderensis*: Morfología vegetativa.....53

Figura 19. *Geonoma santanderensis*: Morfología reproductiva (Medio natural).....54

<i>Figura 20. Geonoma santanderensis</i> : Morfología reproductiva.....	55
<i>Figura 21. Geonoma santanderensis</i> : Micro-morfología floral.....	55
<i>Figura 22. Geonoma undata</i> . Morfología vegetativa (Medio natural).....	56
<i>Figura 23. Geonoma undata</i> : Morfología vegetativa.....	57
<i>Figura 24. Geonoma undata</i> : Morfología reproductiva.....	58
<i>Figura 25. Geonoma cf. solitaria</i> : Morfología vegetativa.....	59
<i>Figura 26. Geonoma cf. solitaria</i> : Morfología reproductiva.....	60
<i>Figura 27. Pholidostachys synanthera</i> : Morfología vegetal.....	61
<i>Figura 28. Pholidostachys synanthera</i> : Morfología reproductiva.....	62
<i>Figura 29. Pholidostachys synanthera</i> : Morfología floral detallada.....	63
<i>Figura 30. Pholidostachys synanthera</i> : Micro-morfología floral.....	64
<i>Figura 31. Welfia regia</i> : Morfología vegetativa.....	65
<i>Figura 32. Welfia regia</i> : Morfología reproductiva.....	66

Lista de Apéndices

**(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la
Biblioteca UIS)**

Apéndice A. Protocolo de descripción

Apéndice B. Lista de especímenes estudiados

RESUMEN

TÍTULO: COMPOSICIÓN Y MORFOLOGÍA DE LA TRIBU GEONOMATEAE (ARECAEAE: ARECOIDEAE) EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER, COLOMBIA *

AUTOR: MAGDA LILIANA LAITON**

PALABRAS CLAVE: GEONOMATEAE, ARECACEAE, SANTANDER, MORFOLOGÍA VEGETATIVA, MORFOLOGÍA REPRODUCTIVA

DESCRIPCIÓN:

La tribu Geonomateae es una de las más diversas, importantes a nivel ecológico y representativas de la familia de las palmas (Arecaceae) en el neotrópico. Aunque presenta gran parte de su diversidad sobre el territorio colombiano, su composición y distribución a nivel nacional y regional, así como su estado de conservación y demás aspectos biológicos, han permanecido escasamente estudiados, además, las colecciones representativas depositadas en los herbarios del país son pobres y fragmentadas. Con base en esto, a partir de las colecciones tanto de órganos vegetativos como reproductivos de las palmas en su hábitat natural y del análisis de flores y botones florales fijados en líquido mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), se llevó a cabo una caracterización morfológica detallada de las especies pertenecientes a la tribu Geonomateae que habitan en el departamento de Santander, Colombia. Se proporciona una clave taxonómica para la determinación en campo junto a las descripciones morfológicas ilustradas para cada especie. Los géneros *Geonoma*, *Pholidostachys* y *Welfia* fueron registrados con un total de diez especies, incrementando la diversidad previamente reportada para la tribu en el departamento. Estos resultados constituyen la base para adelantar investigaciones sobre conservación y otros aspectos de carácter urgente, casi inexplorados hasta el momento en el departamento y en el país.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Andrés Felipe Castaño, Doctor en Biología vegetal

ABSTRACT

TITLE: COMPOSITION AND MORPHOLOGY OF THE GEONOMATEAE TRIBE (ARECACEAE: ARECOIDEAE) IN THE DEPARTMENT OF SANTANDER, COLOMBIA *

AUTHOR: MAGDA LILIANA LAITON**

KEY WORDS: GEONOMATEAE, ARECACEAE, SANTANDER, VEGETATIVE MORPHOLOGY, REPRODUCTIVE MORPHOLOGY

DESCRIPTION:

The tribe Geonomateae is one of the richest and most diverse, ecologically important and representative of the palm family (Arecaceae) in the neotropics. Although it shows its highest diversity on the Colombian territory, its composition and distribution at national and regional level, its state of conservation and other biological aspects, have remained barely surveyed; in addition, the representative collections deposited in the herbaria of the country are poor and fragmented. Based on this, in order to carry out the detailed morphological characterization of the Geonomoid palms naturally distributed in the department of Santander, Colombia, both vegetative and reproductive organs were harvested from each of the species in their natural habitats. Dissection and scanning electron microscopy (SEM) were performed on male and female flowers and floral buds, previously fixed in liquid. A taxonomic identification key for field determination, next to a detailed and illustrated morphological description for every species is provided. The genus *Geonoma*, *Pholidostachys* and *Welfia* were recorded with a total of ten species, increasing the previously reported diversity for the tribe in the department. The results obtained here are the basis for future research on conservation and other urgent aspects, almost unexplored so far in the department and in the country.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Andrés Felipe Castaño, Doctor en Biología vegetal

Introducción

Las palmas (Arecaceae) constituyen un componente característico de los ecosistemas tropicales, muy importante ecológicamente y con gran cantidad de especies útiles. Abarcando aproximadamente 181 géneros y 2600 especies (Govaerts & Dransfield, 2005), la familia Arecaceae está, en su mayoría, confinada a los trópicos. De las cinco subfamilias que componen a Arecaceae, la subfamilia Arecoideae contiene la mayoría de tribus y especies. Geonomateae, una de las tribus incluidas en Arecoideae, es exclusiva del neotrópico, y se encuentra representada en el territorio colombiano por al menos 40 especies agrupadas en 5 de los 6 géneros que la componen (Galeno y Bernal, 2010; Henderson, Galeano y Bernal, 1995).

Según aportes recientes hacia el conocimiento de la flora de palmas de Colombia, el departamento de Santander se destaca por su alta diversidad y endemismo. No obstante, aspectos como la taxonomía, morfología, ecología y grado de conservación de las especies son todavía muy poco conocidos, a pesar de su importancia, de su utilidad para los habitantes rurales, su enorme potencial económico inexplorado y de su papel en los ecosistemas (Galeano y Bernal, 2010).

Así, la tribu Geonomateae, una de las más variables y complejas taxonómicamente y más escasamente estudiada, carece de investigaciones que precisen su diversidad y distribución a nivel regional, así como de análisis rigurosos de sus demás aspectos biológicos.

Por lo tanto, a partir de un estudio morfológico detallado de las especies en su hábitat y en laboratorio, el presente proyecto pretende caracterizar la composición y diversidad de la tribu Geonomateae en el departamento de Santander. Gracias a las observaciones y descripciones obtenidas en las visitas a los hábitats naturales de las especies y la recolecta de material representativo a ser depositado como referencia en colecciones de herbario, este estudio contribuirá al conocimiento de la diversidad de la tribu propia del territorio santandereano, y permitirá proponer alternativas para su cuidado y uso sostenible a mediano y largo plazo.

En este sentido, ejecutar un inventario y caracterización de las especies de palmas de la tribu Geonomateae para Santander, constituirá, junto con el enriquecimiento de la colección de referencia del herbario UIS, un avance fundamental para conocer y conservar la gran diversidad de la flora de palmas del departamento y el país.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Caracterizar la composición y diversidad de la tribu Geonomateae en el departamento de Santander.

1.2 Objetivos Específicos

- Estudiar la morfología vegetativa y reproductiva de los géneros y especies agrupados en la tribu Geonomateae.
- Definir los caracteres morfológicos que permiten diferenciar los géneros y las especies de la tribu Geonomateae presentes en Santander.
- Referenciar la diversidad de la tribu Geonomateae por medio de especímenes depositados en la colección del Herbario de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

2. Marco Teórico

2.1 Enfoque teórico-metodológico

En el presente estudio, se emplea el concepto de *Morfología* planteado por Agnes Arber (2010), el cual refiere al estudio de los órganos de las plantas desde el punto de vista de las relaciones de forma, donde la palabra *forma* incluye características estructurales y externas. Sin embargo, ante la distinción entre la morfología pura y la morfología aplicada, el enfoque aquí propuesto se enmarca sólo en la primera. La morfología pura se trata de la examinación comparativa de la forma, sin intentar dilucidar a partir de dicha forma la expresión interactuante de innumerables factores internos, ni tampoco una historia evolutiva; pero que representa los aspectos fundamentales para cualquier estudio (Arber, 2010).

La *Morfometría*, por su parte, puede ser definida como el análisis cuantitativo de la forma biológica, dentro de la que se distingue entre la Morfometría tradicional y la, más reciente, Morfometría geométrica (Henderson, 2006). Los métodos de análisis en la morfometría tradicional son principalmente estadísticas multivariadas (Henderson, 2006), sin embargo, es posible analizar datos morfométricos sin estos métodos (Rohlf, 1990); es al componente descriptivo de la morfometría tradicional al que se apela en el tratamiento aquí realizado, que

combina entonces variables de tamaño y forma; dejando a un lado el componente filogenético, que ganaría relevancia si se tratara de un estudio sistemático.

Así pues, la morfología y la morfometría, como se exponen anteriormente, son el eje de esta investigación, de donde surge el carácter comparativo de la misma, al permitir establecer relaciones de semejanza o diferencia entre los elementos examinados. Con lo anterior, el concepto de *variabilidad* entra en la discusión, el cual se aplica sobre cualquier atributo cualitativo o cuantitativo, aunque no se profundizará aquí en dicha dicotomía que para algunos resulta conflictiva (Stevens, 1991). Así como tampoco se incurrirá en la distinción entre los términos *carácter* y *rasgo* para las variables cualitativas proveniente del *Concepto Filogenético de Especie* de Nixon y Weeler (1990); mas sí se hace el tratamiento taxonómico con base en aquel concepto, que dicta que una especie es “La mínima agrupación de poblaciones... diagnosticable por una única combinación de estados de caracter en individuos comparables”. Como en estudios previos, los especímenes individuales se consideran comparables al estar todos fértiles (Henderson, 2011).

Ahora bien, en cuanto al estudio de las palmas, la pauta para el trabajo de campo y la colección de especímenes ha sido dada por Dransfield (1986). Y sobre los caracteres mayormente considerados para cada ejemplar en este tipo de análisis, H. E. Moore planteó una guía que fue posteriormente traducida, adaptada y complementada por Rodrigo Bernal. Esta reúne los rasgos más importantes a tener en cuenta y documentar en las notas de campo que posteriormente serán registrados en las colecciones, a saber, la presencia o ausencia de raíces espíceas, el hábito de crecimiento, datos morfológicos y morfométricos que incluyen posición, cantidad, longitud, grosor, forma, color, textura, disposición y cobertura, del tallo, las hojas, la inflorescencia, las flores y los frutos.

2.2 Familia Arecaceae

Dentro del contexto global la distribución de las palmeras puede ser caracterizada como termocsmopolita (entre 44°N y 44°S) (Pintaud *et al.*, 2008). Esta familia agrupa alrededor de 181 géneros (Baker & Dransfield, 2016; Dransfield *et al.*, 2008) y 2,600 especies (Govaerts & Dransfield, 2005) distribuidas en las zonas tropicales y subtropicales del mundo (Eiserhardt *et al.*, 2011). En 1987 se publicó la primera monografía para la familia: *Genera Palmarum*, presentando un sistema de clasificación en el que Arecaceae estaba constituida por seis subfamilias (Uhl & Dransfield, 1987). Esto fue revisado para la segunda edición de la monografía (Dransfield *et al.*, 2005) con base en investigaciones posteriores (Asmussen, 1999; Asmussen & Chase, 2001; Asmussen *et al.*, 2000; Uhl *et al.* 1995) que sustentaron una nueva clasificación filogenética que incluía tribus y subtribus reconocidas durante ese lapso.

A partir de ese punto, se han realizado análisis filogenéticos de la familia implementando técnicas moleculares (Baker *et al.*, 2009), que proponen cinco subfamilias: *Arecoideae*, *Calamoideae*, *Ceroxyloideae*, *Coryphoideae* y *Nypoideae* (Asmussen *et al.*, 2006; Baker & Dransfield, 2016; Dransfield *et al.*, 2005), cuatro de las cuales existen en América del Sur (Dransfield *et al.*, 2005).

El interés por la flora de palmeras en Colombia inició con Mutis y Humboldt, seguidos por Martius (1853), y por Armando Dugand en los años 40's (Dugand, 1976). Actualmente, Gloria Galeano y Rodrigo Bernal han realizado numerosas publicaciones sobre taxonomía, sistemática, ecología, etnobotánica y otros aspectos (Bernal & Ervik, 1996; Bernal & Galeano, 2006; Eiserhardt *et al.*, 2011; Ervik & Bernal, 1996;; Galeano *et al.*, 2015; Ledezma y Galeano, 2014),

además de dos trabajos cruciales para la identificación de las especies de palmeras de América (Henderson *et al.*, 1995) y Colombia (Galeano y Bernal, 2010), que constituyen la recopilación más completa hecha hasta ahora sobre la familia en la región.

2.3 Subfamilia Arecoideae

Arecoideae aparece como la subfamilia más grande y diversa dentro de Arecaceae (Dransfield *et al.*, 2008), abarcando más del 50% de las especies de la familia (Baker *et al.*, 2011), resuelta como un grupo monofilético (Uhl *et al.*, 1995, Asmussen *et al.*, 2000, 2006, Amussen & Chase 2001) con un soporte moderado – alto (BPs >70%) en análisis recientes que han incorporado datos morfológicos y moleculares (Baker *et al.*, 2009, Baker *et al.*, 2011). En la primera edición de *Genera Palmarum* se la dividía en seis tribus (Uhl & Dransfield, 1987), veinte años después, en su segunda edición, se reconocieron 13 tribus y 10 géneros irresolutos dentro de la subfamilia (Dransfield *et al.*, 2008). Varios estudios actuales reportan 12 tribus en tres clados mayores: RRC, POS y Core arecoids, dentro del cual aparece la tribu Geonomateae (Comer *et al.* 2015, 2016).

2.4 Tribu Geonomateae

La tribu Geonomateae fue descrita por Luerss (1880). Posteriormente apareció en los sistemas de clasificación como *Geonomeae* (Dransfield, 1986; Dransfield & Uhl, 1998), haciendo parte de la subfamilia Arecoideae, mientras otros autores la consideraban una subfamilia independiente (Drude, 1887; Satake, 1962).

Estudios recientes registran a la tribu Geonomateae como un grupo monofilético, Asmussen (1999) lo demostró por primera vez con un soporte de Jackknife de 57%; en una filogenia reciente se confirma con un soporte mayor (BS= 80%) (Asmussen & Chase, 2001). Actualmente, a pesar de varias hipótesis conflictivas, conserva su posición dentro de Arecoideae, en calidad de tribu, bajo el nombre Geonomateae (Dransfield et al. 2008). Uhl et al. (1995) reporta a Geonomateae y Manicarieae como grupos hermanos, mientras Asmussen & Chase (2001) y Cuenca y Asmussen-Lange (2007) asumen que es Euterpeae el grupo hermano de la tribu. Otros autores afirman hermandad entre Areceae y Geonomateae (Lewis & Doyle, 2001), y más recientemente, se propuso el clado Pelagodoxeae – Geonomateae – Euterpeae – Areceae, en la filogenia resuelta por Nourop et al. (2006).

Seis géneros restringidos a los trópicos húmedos del nuevo mundo componen la tribu (*Asterogyne*, *Calyptrogyne*, *Calyptronoma*, *Geonoma*, *Polidostachys* y *Welfia*) (Dransfield et al. 2008), sin embargo, existe cierta confusión en la delimitación genérica entre *Calyptrogyne* y *Calyptronoma*, por lo que algunos autores los consideraron como un solo género (Burret, 1930; Wessels Boer, 1968). Wessels Boer (1968) en su libro “The Geonomoid Palms” ofrece un compilado de información morfológica, anatómica y ecológica de *Asterogyne*, *Calyptrogyne*, *Geonoma* y *Welfia*. Además incluye mapas de distribución de dichos géneros en el continente Americano.

Bajo el enfoque morfológico, se conocen esencialmente ciertos rasgos característicos y constantes que se destacan de entre la gran variabilidad de la tribu. Los tallos inermes y anillados son comunes a los seis géneros (Wessels Boer, 1968), sin embargo, los caracteres reproductivos son los de mayor peso en éste aspecto. Existen tres características principales compartidas por toda Geonomateae, flores profundamente hundidas en hoyos, partes florales unidas al menos en

la base y estilos delgados y alargados (Uhl & Dransfield, 1987), sólo ésta última puede considerarse única para Geonomateae entre Arecoideae. La unión congénita parcial o total de los sépalos se presenta en prácticamente todas las tribus de Arecoideae, pero sólo es característica de Bactridinae (Cocoeae) y Geonomateae. La unión congénita de los pétalos está restringida a Caryoteae, Areceae (sólo en una especie), Cocoeae (sólo en una especie) y Geonomateae (Stauffer & Endress, 2003).

Otro aspecto al que se le otorga gran relevancia hace referencia los estaminodios de las flores femeninas que muestran varios grados de diferenciación y unión (Uhl & Dransfield, 1987), dicha unión es un rasgo poco común dentro de la subfamilia (Stauffer & Endress, 2003). No obstante el tubo estaminodial se torna lábil dentro de los géneros. En *Geonoma*, la diversidad morfológica de las puntas libres de los estaminodios ha sido, al menos externamente, descrita por Spruce (1871), Burret (1930) y Wessels Boer (1968). En los primeros dos estudios, dos tipos de punta fueron observados (truncada – dentada, y lobada), en el último fueron cinco (crenulado, ligeramente crenulado, truncado, brevemente dentado, y digitalmente lobado). Henderson (2011) propone tres categorías: truncado, crenulado-dentado, y lobado.

Así mismo, la pseudomonomería basada en tres carpelos ocurre en Areceae, Iriarteeae y Geonomateae (todas de Arecoideae) (Uhl & Dransfield, 1987). *Geonoma* es el único género de Geonomateae que es pseudomonómero; el retardo temprano de dos ovarios ha sido considerado tradicionalmente como un carácter derivado dentro de la tribu (Uhl & Dransfield, 1987).

Los catálogos actuales para el país reportan que Geonomateae está representada por alrededor de 40 especies de los géneros *Asterogyne*, *Calypstrogyne*, *Polidostachys*, *Welfia* y *Geonoma*. Tres de los cuales (*Asterogyne*, *Geonoma* y *Welfia*) presentan una distribución que abarca al departamento de Santander (Galeano y Bernal, 2010), siendo *Geonoma* el que presenta mayor

diversidad a nivel nacional y regional, con algunas especies nuevas que aún no están formalmente publicadas (Galeano y Bernal, 2010).

2.4.1 Género *Asterogyne*. *Asterogyne* fue descrito por Hermann Wendland en 1883. El género fue incluido dentro de la tribu por los sistemas de clasificación de Uhl & Dransfield (1998, 2008) y Henderson et al. (1995). Del mismo modo que Wessels Boer (1968) lo menciona en su monografía y describe tres especies para Centro y Sur América.

Recientemente se realizó una revisión para el género (Stauffer et al. 2003) donde se examina a profundidad la morfología, biología reproductiva, distribución, ecología, y relaciones intragenéricas. A partir de lo anterior, Stauffer formula una combinación exclusiva de rasgos reproductivos y reconoce cinco especies, una de ellas (*A. martiana*) ampliamente distribuida desde Belice hasta Ecuador, tres más (*A. ramosa*, *A. spicata* y *A. yaracuyense*) endémicas de pequeñas áreas de Venezuela y una última (*A. guianensis*) endémica de la Guyana Francesa. En concordancia con lo anterior, *Asterogyne martiana* fue recientemente registrada en “Palmas de Colombia”, y su distribución contiene al departamento de Santander (Galeano y Bernal, 2010).

2.4.2 Género *Geonoma*. El género fue descrito por Willdenow (1805), tipificado con la especie *Geonoma simplicifrons*. Desde entonces el número de especies reconocidas ha ido variando. Willdenow (1805) menciona alrededor de 180 especies, Wessels-Boer (1968) aproximadamente 70; Uhl y Dransfield (1987) más de 75; Henderson et al. (1995) registra 51, y el mismo Henderson (2005), posteriormente sólo reconoce 30 especies y 29 subespecies, mientras Goeverts y Dransfield (2005) reportan un total de 59 especies. Varias de las especies más variables son consideradas “especies complejas”, que suelen dividirse en grupos sin estatus taxonómico formal (Henderson, 2011).

Dentro de las revisiones más importantes e integrales del género se encuentran las de Burret (1930), Wessels Boer (1968) y Henderson (2011), además, Knudsen (1999) estudió la química del aroma floral y Stauffer y colaboradores (2002, 2003), y Borchsenius y colaboradores (2016) han hecho publicaciones enfocadas en la biología reproductiva de ciertas especies de *Geonoma*; mientras otros autores se han dedicado a realizar revisiones regionales (Quero & Pérez-Farrera, 2010). Bernal y Galeano (2010) reportan aproximadamente 34 especies dentro del territorio colombiano, aclarando que hasta el momento, la delimitación subgenérica continúa siendo un reto debido a la gran diversidad que presenta el género. Siete de las especies allí mencionadas exhiben un rango de distribución que incluye al departamento de Santander (Bernal et al. 2015).

2.4.3 Género *Calypstrogyne*. *Calypstrogyne* fue descrito por Wendland en 1859 (Moore, 1963), es un género pequeño confinado a América Central y Colombia. Consta de escasas revisiones taxonómicas realizadas principalmente por Wessels Boer (1968). A pesar de los estudios filogenéticos realizados, las relaciones del género no se han resuelto aún (Dransfield et al. 2008). Uno de ellos sugiere un anidamiento entre *Calypstrogyne* y *Calyptronoma* (Roncal et al. 2005), mientras otros resuelven relación de hermandad entre estos (Asmussen et al, 2006). Por otra parte se propone el clado *Calypstrogyne*, *Calyptronoma* y *Pholidostachys* (Asmussen, 1999). Adicionalmente, algunos autores han revisado aspectos anatómicos y florales (Stauffer & Endress, 2003; Seubert, 1998).

Henderson et al. (1995) reporta ocho especies distribuidas en México, América Central y el suroeste colombiano, Dransfield et al. (2008) reporta nueve. En Colombia ocurren dos especies en un rango de distribución que excluye al departamento de Santander (Galeano & Bernal, 2010).

2.4.4 Género *Calyptronoma*. *Calyptronoma* (Griseb, 1864) contiene tres especies distribuidas en Las Antillas Mayores (Wessels Boer, 1968). Aunque es un grupo endémico, se reporta cercanamente relacionado al género *Calypstrogyne* (Henderson et al. 1995), e incluso ha sido considerado subgénero de éste último (Wessels Boer, 1968).

Estudios filogenéticos basados en datos morfológicos resuelven al género como un grupo monofilético (Asmussen et al, 2006), mientras los datos moleculares sugieren, con un soporte moderado, parafilia con respecto a *Calypstrogyne* (Roncal et al. 2005). El clado *Calypstrogyne-Calyptronoma* aparece bien soportado en varios estudios (Asmussen, 1999; Roncal et al, 2005; Asmussen et al. 2006), sin embargo, allí se sugieren posteriores estudios que incluyan mayor

cantidad de especies y caracteres para clarificar las relaciones del grupo (Dransfield et al. 2008). Estudios adicionales incluyen principalmente anatomía foliar (Tomlinson, 1961) y morfología floral femenina (Stauffer & Endress, 2003). Las cuestiones taxonómicas sólo han sido abordadas por Wessels Boer (1968) y Zona (1995). *Calyptronoma* no aparece registrado en los catálogos recientes del país (Galeano & Bernal, 2010).

2.4.5 Género *Pholidostachys*. *Pholidostachys* (H. Wendl, 1883), es un pequeño género de siete especies (Henderson, 2012), distribuido en Centro América y noroeste de Sur América en Colombia, Ecuador, Perú y Brasil (Henderson et al. 1995).

En cuanto a taxonomía, Wessels Boer (1968), y Henderson y colaboradores (1995) han tratado este género (Dransfield et al. 2008); la revisión más completa y reciente la realizó Henderson (2012). Wessels Boer (1968) incluyó a *Pholidostachys* en un *Calyptrogyne* más amplio que el actual, el cual también contenía a *Calyptronoma*, sin embargo, este esquema rara vez se ha seguido (de Nevers & Henderson, 1988; Uhl & Dransfield, 1987).

Dentro de los estudios filogenéticos del género, éste resulta ser un grupo monofilético bien soportado (BS= 100%) (Asmussen, 1999; Roncal et al. 2005). Adicionalmente, se han hecho estudios anatómicos (Tomlinson, 1961; Wessels Boer, 1968; Seubert, 1998; Stauffer & Endress, 2003) y de morfología floral femenina (Stauffer & Endrees, 2003).

En el catálogo de plantas y líquenes de Colombia se registran seis especies de este género, sin embargo, su rango distribución no incluye al departamento de Santander (Galeano & Bernal, 2010; Bernal et al. 2015). Aunque otros reportes de orden continental sugieren la presencia del género sobre la cordillera oriental (Henderson, 2012; Henderson et al. 1995).

2.4.6 Género *Welfia*. Al establecer el género *Welfia*, Wendland (1869) reconoció dos especies, *W. georgii* de Costa Rica y *W. regia* de Colombia. *Welfia* aparece como miembro de la tribu Geonomateae (Dransfield et al. 2008), a pesar de ciertos conflictos alrededor de los límites genéricos dentro del grupo (Moore, 1966; Wessels Boer, 1968). Aunque siempre se ha considerado como un género pequeño y poco complicado, Wessels Boer usó para su monografía, previamente mencionada, sólo ocho especímenes exclusivos de Costa Rica y Colombia (Henderson & Villalba, 2013).

Más recientemente, el género fue revisado por Henderson y Villalba (2013), estudiando 105 especímenes provenientes de todo su rango de distribución. Con base en datos morfológicos y métodos morfométricos, dichos autores proponen dos especies: *W. regia*, ampliamente distribuida, y *W. alfredii*, exclusiva de Perú central. Algunos autoras han estudiado detalladamente su estructura floral masculina (Uhl, 1988; Uhl & Dransfield 1984; Uhl & Moore 1980) y femenina (Sauffer et al. 2003), éste último sugirió que la posición aislada de *Welfia* se apoya en la presencia de papilas estigmáticas multicelulares, lo cual parece ser un carácter raro. Sin embargo, la extensiva fusión entre el tubo estaminodial y la corola, la presencia de numerosos estaminodios, óvulos adheridos a media altura del ovario y haces vasculares adicionales en los estilos en anthesis, evocan afinidad entre *Welfia* y *Asterogyne* (Stauffer y Endress, 2002), dando mayor resolución a los aspectos filogenéticos.

Welfia regia es la única especie del género en el país, presente en gran parte del territorio colombiano y en el departamento de Santander (Galeano & Bernal, 2010).

3. Materiales y métodos

3.1 Área de estudio

El departamento de Santander posee una superficie de 30.537 km² y es uno de los departamentos con mayor número de ecosistemas, gracias a su ubicación en la región nororiental de Colombia, entre los 5° 42 y 8° 08 de latitud N y los 72° 26 y 74° 32 de longitud W. Este departamento presenta diferentes regiones fisiográficas, posee áreas especiales desde altitudes entre 200 msnm en el valle del Magdalena, con una topografía plana y suavemente ondulada, hasta los importantes ecosistemas de alta montaña (Páramos, Bosques andinos y Alto Andinos) sobre la Cordillera Oriental, además de Bosques secos y xerofíticos en la cuenca media del cañón del río Chicamocha (Albesiano & Rangel, 2006).

Del territorio santandereano se seleccionaron diez localidades representativas de la diversidad de ecosistemas del departamento (Tabla 1) (Figura 1), partiendo de aquellas registradas en las bases de datos y catálogos nacionales pertinentes, y teniendo en cuenta el rango de altitud propio del hábitat de las especies de la tribu Geonomateae (0-3200msnm) (Wessels Boer, 1968).

Tabla 1.
Localidades visitadas durante el muestreo.

Localidad	Descripción: Zona de vida según Holdridge (1996)	Datos geográficos
Municipio de Puerto Wilches, Ciénaga de paredes.	Bosque húmedo tropical	58msnm 7.4228278 -73.778191
Municipio de Betulia, Sector Corintios	Bosque húmedo tropical	136msnm 7.1270861 -73.517372
Municipio de Sabana de Torres, Reserva cabildo Verde.	Bosque húmedo tropical	182msnm 7.34503 -73.50394
Municipio de San Vicente de Chucurí, Vereda La Colorada.	Bosque húmedo tropical Bosque húmedo premontano	1434msnm 6.79227 73.47971
Municipio de Suaita, Corregimiento San José de Suaita.	Bosque húmedo premontano	1637msnm 6.1640333 -73.436525
Municipio de Tona, finca El Brasil.	Bosque húmedo montano bajo	1765msnm 7.1388806 -73.05345
Municipio de Zapatoca, Vereda Alto de las Águilas	Bosque húmedo montano bajo	2071msnm 6.8742694 -73.33611
Municipio de Floridablanca, Reserva natural El Carajo.	Bosque húmedo montano bajo	2187msnm 7.14778 -73.035
Municipio de Santa Bárbara	Bosque húmedo montano bajo	2430msnm 7.017621 -72.896342
Municipio de San Vicente de Chucurí, Camino de Lengerke hacia Zapatoca	Bosque húmedo montano	2500msnm 6.8591111 -73.360472

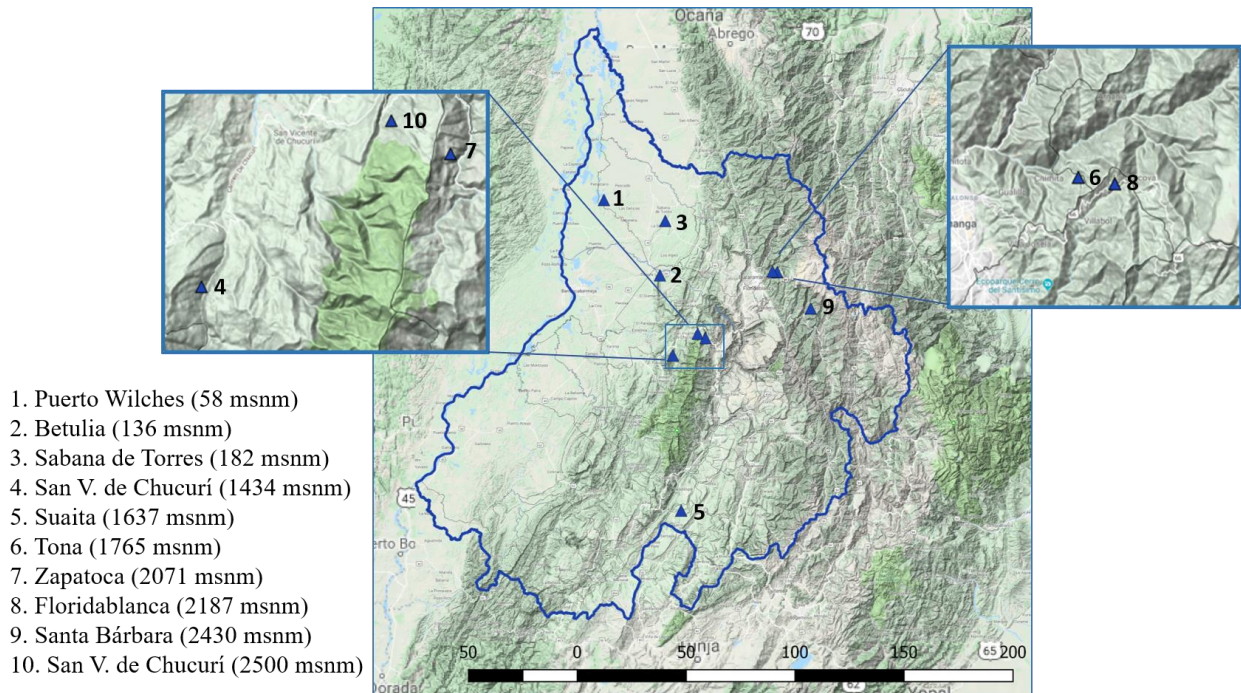


Figura 1. Mapa de distribución de las localidades de muestreo en el departamento de Santander. Información geográfica obtenida del ICDE (2016-2017).

3.2 Colecta y catálogo de especies

Para el estudio se tomaron muestras de las palmas siguiendo la metodología de Dransfield (1986), a través de visitas a los hábitats naturales de las especies de interés. La determinación taxonómica se ejecutó con base en las guías de campo “Palmas de Colombia” (Galeano y Bernal, 2010) y “Palmas de las Américas” (Henderson et al. 1995). De todos los especímenes hallados fértiles se obtuvieron muestras completas y duplicados para su posterior herborización e

inclusión en la colección del herbario de la Universidad Industrial de Santander (UIS); catalogados bajo la serie de numeración de Felipe Castaño (AFC), así como en otras colecciones (COL, HUA). Al mismo tiempo, de estos individuos se colectaron flores frescas que serían fijadas en líquido para su análisis morfológico. A cada espécimen colectado le fue aplicado el protocolo de descripción morfológica vegetativa y reproductiva previamente dispuesto para la toma completa de datos (Apéndice A). Adicionalmente se analizaron otros especímenes depositados en diferentes herbarios nacionales (Apéndice B).

3.3 Análisis y caracterización morfológica.

Las descripciones se realizaron a partir de la observación de cada individuo colectado, basada en el protocolo (Apéndice A.). De los especímenes provenientes de Santander depositados en los herbarios de referencia nacional (COL, FMB, HUA) se revisaron localidades de colecta y presencia de caracteres considerados definatorios, con el fin de corroborar los resultados arrojados por el muestreo. Adicionalmente, se diseñó una clave taxonómica cualitativa para los géneros y las especies de la tribu presentes en el departamento. Para el estudio detallado de la morfología floral se empleó un estereoscopio convencional, así como un microscopio electrónico de barrido (SEM), para lo cual las muestras de flores en líquido se secaron a punto crítico y se metalizaron, para la posterior obtención de micrografías.

4. Resultados

4.1 Composición

En total, se registraron tres géneros y diez especies pertenecientes a la tribu Geonomateae distribuidas naturalmente el departamento de Santander (Tabla 2), y 15 especímenes representativos se incluyeron en la colección de referencia (UIS) (Apéndice B). El género *Geonoma* Willd. fue el más diverso con ocho especies habitando nueve de las localidades visitadas, generalmente habitando el sotobosque, en algunas ocasiones en bosques secundarios asociados a fuentes de agua, entre los 50 y los 2500 metros de elevación.

Del género *Welfia* H. Wendl., la especie *W. regia* fue registrada en dos sitios de muestreo (Tabla 2), en tierras bajas (136 msnm) y sobre las estribaciones de la cordillera (1500 msnm). Se halló habitando claros sobre la montaña o entre el dosel del bosque, observándose una densa población en San Vicente de Chucurí, o un único individuo en el municipio de Betulia. El género *Pholidostachys* H. Wendl. ex Hook. f., se reporta como una novedad en registros y colecciones para el departamento.

Tabla 2.

Especies pertenecientes a la tribu Geonomateae registradas en el área de muestreo.

Especie	Localidad	Estado fenológico de los especímenes
<i>Geonoma calyptrogynoidea</i> Burret.	Puerto Wilches	Fructífero
<i>Geonoma maxima</i> (Poit.) Kunth	Puerto Wilches	Pre antesis
<i>Geonoma frontinensis</i>	San Vicente de Chucurí,	Fructífero

Burret.	Suaita	
<i>Geonoma interrupta</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	Betulia, Floridablanca, Tona	Antesis Fructífero
<i>Geonoma orbignyana</i> Mart.	Floridablanca, San Vicente de Chucurí, Suaita, Zapatoca	Antesis Fructífero
<i>Geonoma santanderensis</i> Galeano & R.Bernal	Tona, Suaita	Antesis Fructífero
<i>Geonoma undata</i> Klotzsch	Suaita	Pre antesis
<i>Geonoma cf. solitaria</i> (Engel) A.W.Hill	San Vicente de Chucurí	Fructífero
<i>Pholidostachys synanthera</i> (Mart.) H.E.Moore	San Vicente de Chucurí	Antesis
<i>Welfia regia</i> H.Wendl.	Betulia, San Vicente de Chucurí	Fructífero

A continuación se presentan las descripciones morfológicas detalladas, precedidas por una clave taxonómica para los géneros y especies de la tribu.

4.1.1 Clave taxonómica: Tribu Geonomateae en Santander. Clave para identificar los géneros

1. Palma alta (más de 12 m) y robusta, solitaria, con diámetro del tallo mayor a 10 cm, lámina foliar de más de 3 m de largo. Raquilas de la inflorescencia de más de 60 cm de longitud y 2-3,5 cm de diámetro.....***Welfia (W. regia)***
- Palma pequeña o mediana (menos de 12 m), solitaria o cespitosa, con diámetro del tallo menor a 10 cm (raramente hasta 12 cm), lámina foliar de menos de 3 m de largo. Raquilas de la inflorescencia de menos de 60 cm de longitud y hasta 1 cm de diámetro.....**2**
2. Raquilas de la inflorescencia de 7-9 mm de diámetro, con foveas de 3 mm de ancho, densamente dispuestas en 7-13 hileras verticales. Labio superior ausente, labio inferior

redondeado, superpuesto o plegado hacia atrás. Denso indumento tomentoso en vaina, peciolo y pedúnculo de la inflorescencia.....*Pholidostachys (P. synanthera)*

Raquilas de la inflorescencia que rara vez superan los 7 mm de diámetro, con fóveas de menos de 3 mm de ancho, dispuestas en verticilos o en espiral, donde ocasionalmente se distinguen hasta 8 hileras verticales. Labio superior presente o ausente, labio inferior ovalado, usualmente bífido.....*Geonoma*

Clave para identificar las especies del género *Geonoma*

1. En tierras bajas del Valle medio del Magdalena, entre 0 y 800 msnm.....2
 En las estribaciones de la Cordillera Oriental, entre 900 y 3000 msnm.....5
2. Inflorescencia con ramificación de primer orden, con 3-9 raquilas de 5-8 mm de diámetro, cubiertas con tomento algodonoso.....*G. calyptrogynoides*
 Inflorescencia con ramificación de hasta tercer orden, numerosas raquilas de hasta 3 mm de diámetro.....3
3. Fóveas sin labio superior, dispuestas en espirales laxos.....*G. interrupta*
 Fóveas con labio superior.....4
4. Fóveas dispuestas en verticilos de 3 sobre las raquilas.....*G. deversa*
 Fóveas dispuestas en espiral, raquilas usualmente erectas dando a la inflorescencia apariencia de candelabro.....*G. maxima*
5. Tallo de 1,5 cm de diámetro o menos.....6
 Acaule o con tallo de 2 cm de diámetro o más.....7

6. Cespitosa, de hasta 1,5 m de altura. Hojas con 2-6 pinnas por lado. Inflorescencia espigada.....*G. santanderensis*
- Solitaria, rara vez cespitosa, de hasta 7 m de altura. Hojas enteras o con hasta 30 pinnas por lado. Inflorescencia usualmente ramificada hasta 2° o 3° orden.....*G. orbignyana*
7. Fóveas sin labio superior.....8
- Fóveas con labio superior.....9
8. Inflorescencia espigada o, si es ramificada, hasta con cuatro raquillas de 3-4,5 mm de diámetro.....*G. frontinensis*
- Inflorescencia varias veces ramificada, con numerosas raquillas de 1-3 mm de diámetro.....*G. interrupta*
9. Tallo de hasta 5 cm de diámetro y 6 m de alto. Raquis de la inflorescencia de hasta 20 cm de longitud.....*G. orbignyana*
- Tallo de más de 5 cm de diámetro y hasta 10(-12) m de alto. Raquis de la inflorescencia de más de 20 cm de longitud.....10
10. Raquillas de 3-5 mm de diámetro.....*G. undata*
- Raquillas de 5-9 mm de diámetro, habitando filos expuestos de las montañas, usualmente con vegetación de subpáramo.....*G. solitaria*

4.2 Descripción morfológica.

Los géneros de la tribu Geonomateae contienen palmas con tallos teretes, anillados e inermes. La morfología foliar es variable entre géneros, especies e individuos, así como la morfología reproductiva en cuanto a estructura y dimensiones. Como caracteres compartidos por todos los

taxones pertenecientes a la tribu se encuentra la disposición de flores unisexuales en triadas, compuestas por dos flores masculinas y una femenina, embebidas en profundas cavidades a lo largo de las raquilas, que se denominan fóveas. Las fóveas pueden estar cubiertas por una o dos brácteas, proximal y distalmente ubicadas con respecto a la base de la inflorescencia, que aquí se denominan labio inferior y labio superior, respectivamente. Las flores presentan una unión congénita entre todos sus verticilos, generalmente en la base; el gineceo es tricarpelar y se presenta alargado y delgado en la región del estilo.

4.2.1 *Geonoma* Willd. El género está compuesto por palmas acaules o con tallo aéreo, solitarias o cespitosas, de tamaño pequeño a mediano (0,50 – 7 m). Tallo inerme, delgado (1-15 cm de diámetro) con anillos notorios. Hasta 20 hojas por tallo, enterobífidias o pinnadas, pinnas siempre dispuestas en un solo plano regular o irregularmente, pocas o numerosas, lineares o sigmoides, anchas o angostas, o usualmente anchas alternadas con angostas. Venas poco conspicuas, o prominentes, elevadas en relieve, sobre las que la hoja puede presentar pliegues.

Vaina membranosa a coriácea, con margen entero o fibroso, glabra o con indumento. Pecíolo largo o corto con respecto a la longitud de la lámina, acanalado o aplanado con márgenes cortantes o redondeados, a veces fibrosos o con indumento.

Inflorescencias en posición inter o infrafoliar, péndulas o erguidas, espigadas o ramificadas, con pocas o numerosas raquilas. Prófilo y bráctea peduncular gruesos o usualmente membranosos, deciduos. Pedúnculo aplanado dorsiventralmente o terete, glabro o pubescente. Raquilas verdosas prematuramente, anaranjadas a rojas al madurar el fruto, cubiertas con indumento pubescente escaso o denso, delgadas o gruesas (1-8 mm de diámetro).

Fóveas bilabiadas o sin labio superior, ovoides a completamente orbiculares, dispuestas en espirales laxos o apretados donde ocasionalmente pueden distinguirse hileras verticales, o, más raramente, en verticilos.

Flores pistiladas y estaminadas con perianto similar, sépalos quillados, gruesos, longitudinalmente estriados, con disposición imbricada, adnados a los pétalos en la base; pétalos más angostos que los sépalos, no quillados, membranosos, connados desde la base, libres en el ápice, valvados.

Flores masculinas con seis estambres, filamentos fusionados basalmente en un tubo, redondeados o aplanados en su región libre, esparcidos y reflexos en anthesis; anteras usualmente dorsifijas, bifurcadas, con las puntas libres recurvadas, de color blanco traslucido permitiendo diferenciar el tejido conectivo coloreado.

Flores femeninas con estaminodios de forma variable fusionados en un tubo; gineceo trilobulado, pseudomonómero, ubicado en el interior del tubo.

Los frutos suelen ser esféricos o ligeramente alargados, punteados en el ápice o completamente redondeados, de 0,5 a 1,5 cm de diámetro. Presentan coloración verdosa en estado inmaduro y se tornan negro violáceo lustroso al madurar; con superficie lisa o estriada.

4.2.1.1 *Geonoma calyptrogynoidea* Burret. Nombre común: *Cuarentaño*. Morfología vegetativa: Palma solitaria (Figura 2.A). Tallo liso de más de 3 m de altura y 3 cm de diámetro, con anillos notorios con una distancia de 3 cm entre ellos. Hasta 14 hojas, algunas péndulas, la mayoría erguidas (Figura 2.B); la longitud de la lámina llega a 1,8 m. Vaina fibrosa; peciolo de 55 cm de largo, acanalado con márgenes agudos, cortantes (Figura 2.C), aplanado hacia las pinnas basales; raquis de 124 cm de longitud. Hojas entero bífidas (Figura 2.A, B) o divididas en dos a tres segmentos desiguales, dispuestos en un mismo plano. Venas primarias elevadas en relieve en el haz (Figura 2.D), venas secundarias casi imperceptibles en haz y envés (Figura 2.D, E).



Figura 2. *Geonoma calyptrogynoidea*: Morfología vegetativa. **A-B.** Tallo y hojas (medio natural). **C.** Peciolo. **D.** Haz de la hoja. **E.** Envés de la hoja.

Morfología reproductiva: Inflorescencia interfoliar, con ramificaciones de primer orden (Figura 3.A). Bráctea peduncular cartácea, color café claro, de 20 cm de largo; pedúnculo aplanado de 30 cm de largo por 1 cm de ancho, con indumento tomentoso que cubre también el raquis corto y la base de las 3-6 raquillas simples, erectas, de 15-22 cm de largo y 4-6 mm de grosor. Fóveas dispuestas en espirales apretadas (Figura 3.B), muy cercanas entre sí, donde se pueden distinguir 8 hileras verticales; fóveas bilabiadas, de 2 mm de ancho. Labio superior pequeño y redondeado, plegado hacia atrás en fruto; labio inferior corto, proyectado, ligeramente bífido (Figura 3.C). Frutos casi completamente esféricos (Figura 3.D), de 1,5 x 1,2 cm, lisos, verdes inmaduros a negros al madurar.

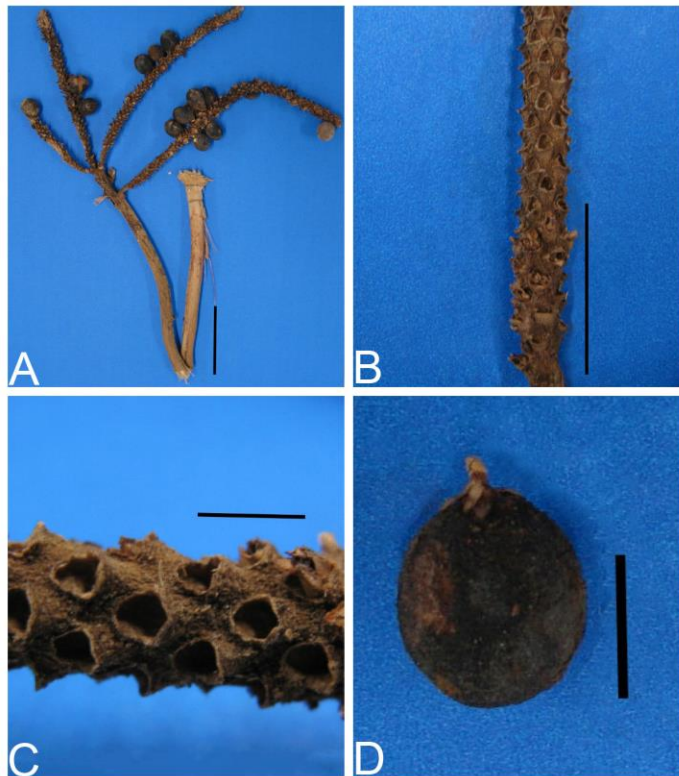


Figura 3. *Geonoma calyptrogynoidea*: Morfología reproductiva. **A.** Inflorescencia. **B.** Disposición de las fóveas. **C.** Labios inferior (der.) y superior (izq.). **D.** Fruto. (Escala: **A.** 5 cm **B.** 2 cm **C.** 5 mm **D.** 1 cm)

4.2.1.2 *Geonoma frontinensis* Burret. Morfología vegetativa: Palma solitaria. Tallo subterráneo (Figura 4.A) o aéreo liso que alcanza 90-100 cm de alto y 1,5 cm de diámetro, café rosado con anillos notorios (Figura 4.B). 4-9 hojas, con lámina elongada que llega a los 2 m; vaina de 10-13 cm de largo; peciolo fibroso triangular, acanalado, de 41-50 cm de largo; raquis de 20-33 cm de largo. Lámina entera o usualmente pinnada, con 3 pinnas por lado dispuestas en un solo plano, anchas entremezcladas con angostas, terminadas en un acumen alargado (Figura 4.C). Venas primarias ligeramente elevadas en relieve (Figura 4.D), venas secundarias notorias en el envés (Figura 4.E).

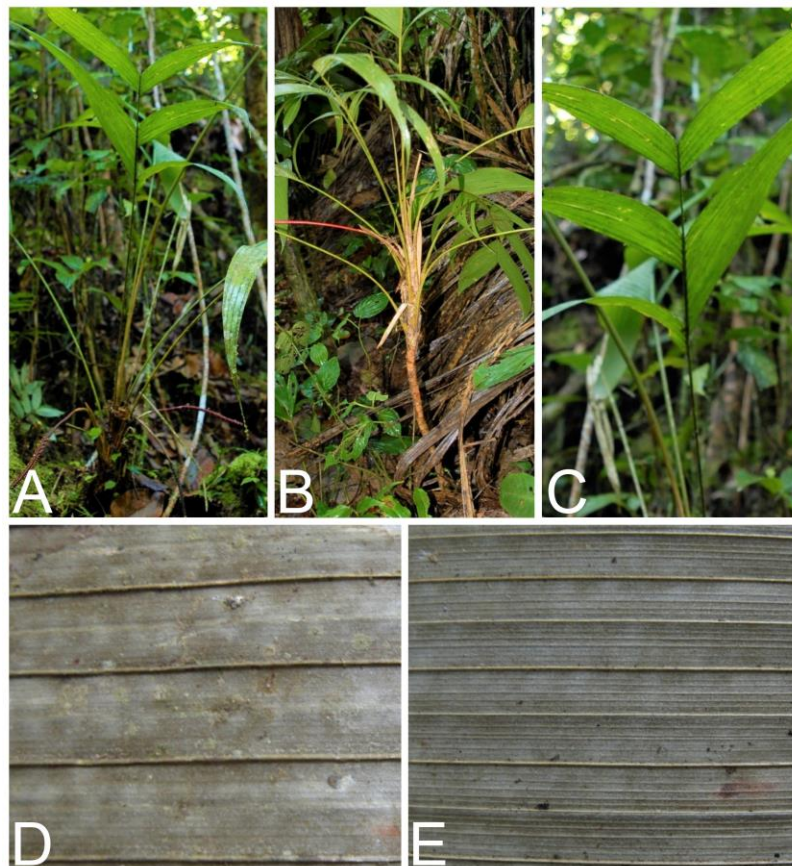


Figura 4. *Geonoma frontinensis*: Morfología vegetativa. **A-B-C.** Tallo y hojas (medio natural).

D. Haz de la hoja. **E.** Envés de la hoja.

Morfología reproductiva: Inflorescencia interfoliar, erguida, espigada (Figura 5.A) o con ramificaciones de primer orden y menos de cinco raquillas (Figura 5.B). Prófilo membranoso, longitudinalmente estriado; bráctea peduncular de 20 cm, con indumento café; pedúnculo de 33 cm de largo. Espiga o raquillas color rojo que se hace más intenso en estado fructífero, con hasta 12 cm de longitud y 3-5 mm de diámetro (Figura 6.A).



Figura 5. *Geonoma frontinensis*: Morfología reproductiva (Medio natural). **A.** Inflorescencia espigada **B.** Inflorescencia ramificada.

Fóveas dispuestas en espirales apretados, con menos de 1 mm de distancia entre uno y otro, que dan apariencia de hileras verticales hacia el ápice de las raquillas (Figura 6.B); redondeadas, ligeramente pubescentes, de 1-2 mm de largo y 2 mm de ancho; labio superior ausente, labio inferior proyectado y rasgado o bífido (Figura 6.C).

Botones florales rojizos, flores femeninas persistentes sobre las raquillas después de la antesis. Frutos ovoides con ápice puntiagudo (Figura 6.D), de 5-6 mm de largo por 3-4 mm de ancho, de color verde prematuramente que se torna negro brillante al madurar, la superficie es longitudinalmente estriada.

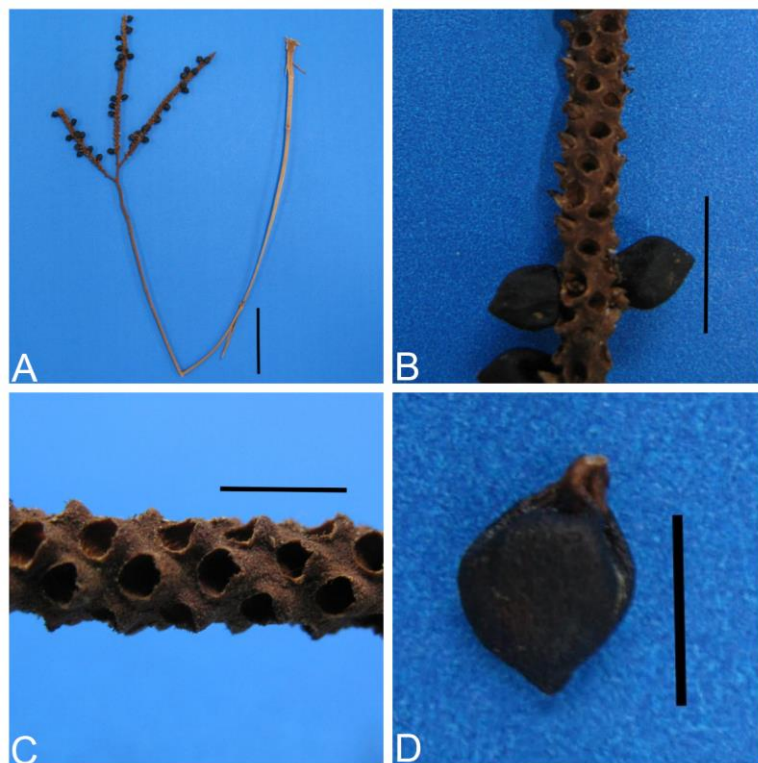


Figura 6. Geonoma frontinensis: Morfología reproductiva. **A.** Inflorescencia. **B.** Disposición de las foveas. **C.** Labio inferior. **D.** Fruto. (Escala: **A.** 5 cm **B.** 1 cm **C.** **D.** 5 mm)

4.2.1.3 *Geonoma interrupta* (Ruiz & Pav.) Mart. Nombre común: *Santa Inés*. Morfología vegetativa: Palma solitaria (Figura 7.A, B). Tallo liso de 4-7 m de altura y 4-6 cm de diámetro, con anillos notorios, entrenudos de 4 cm (Figura 7.C). Con 10 a 20 hojas con apariencia desordenada, lámina con tamaño variable que alcanza los 2 m. Vaina de 20-60 cm de longitud, coriácea, puede presentar indumento café; peciolo de 30-120 cm de largo, acanalado, ligeramente aplanado y romo en los márgenes (Figura 7.D); a veces con fibras de hasta 50 cm de largo y 3 mm de ancho que anteceden las primeras pinnas raquis de 115-182 cm.

Pinnas dispuestas en un mismo plano, en número igual o desigual a cada lado (13-24), pueden ser uniformemente delgadas (2 cm de ancho) o anchas (hasta 10 cm de ancho), o, usualmente, ambas entremezcladas. Venas primarias ligeramente elevadas en relieve sobre el haz (Figura 7.E), las secundarias y terciarias son visibles en el envés, de color amarillo (Figura 7.F).

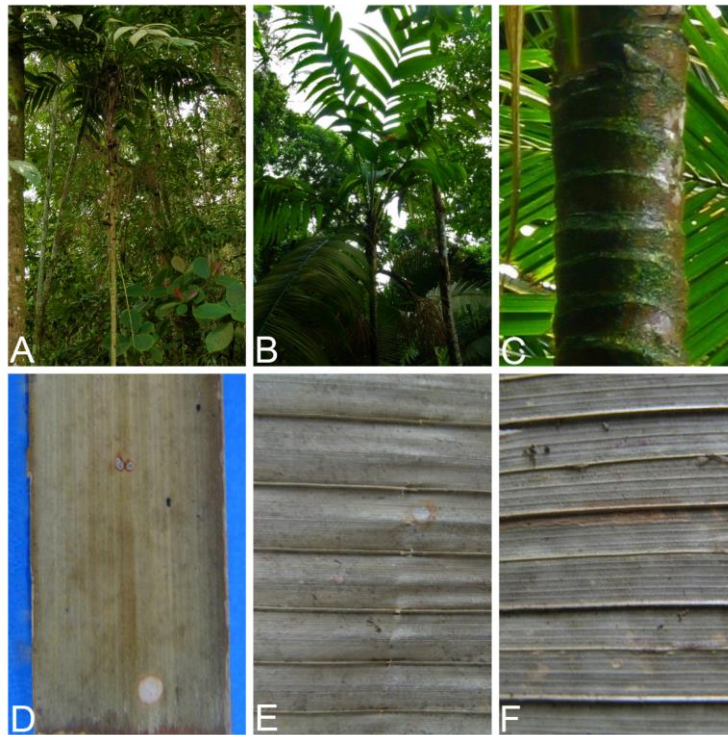


Figura 7. *Geonoma interrupta*: Morfología vegetativa. **A. B. C.** Tallo y hojas (medio natural).

D. Pecíolo. **E.** Haz de la hoja. **F.** Envés de la hoja.

Morfología reproductiva: Inflorescencia generalmente infrafoliar, hasta 3 veces ramificada (Figura 8.A). Pedúnculo de 18-56 cm de largo, que puede tener indumento café anaranjado; raquis de 27-41 cm de largo, con indumento; raquillas de 2-3 mm de diámetro, naranjas o café rojizas en antesis (Figura 8.B), ligeramente pubescentes con tricomas cortos blancos esparcidos; las basales de 23-46 cm y las apicales de 9-29 cm, usualmente con un acumen terminal de 5 mm. Fóveas de 1-2 mm de ancho, ovaladas, dispuestas en espirales flojas (Figura 8.C); labio superior ausente, labio inferior proyectado, entero (Figura 8.D), o ligeramente rasgado por fruto esférico, verde inmaduro a negro lustroso en la madurez, de 4-5 mm de diámetro (Figura 8.E)

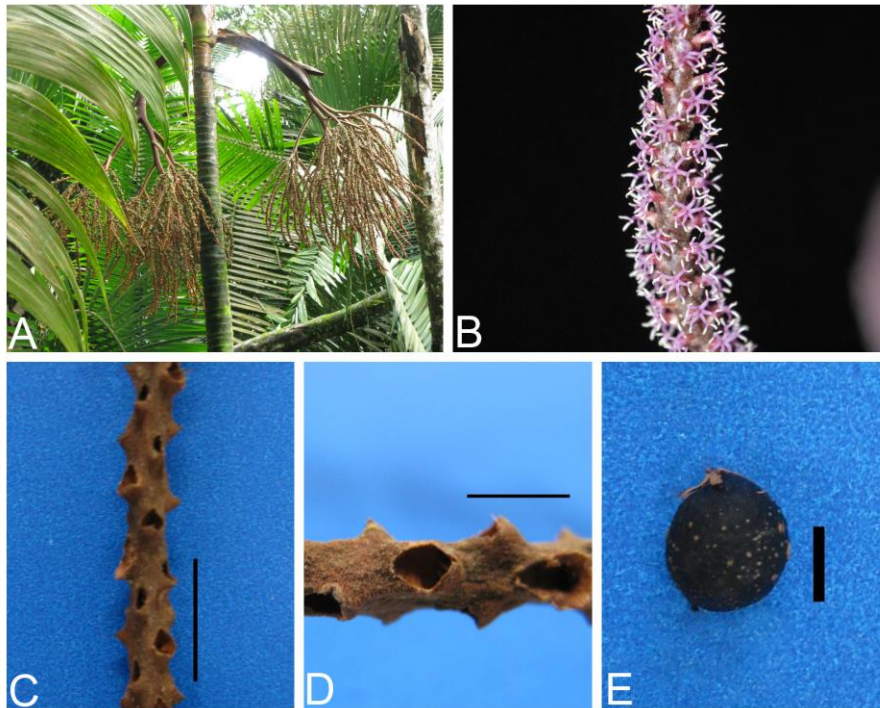


Figura 8. Geonoma interrupta: Morfología reproductiva. **A.** Inflorescencia. **B.** Antesis **C.** Disposición de las fóveas. **D.** Labio inferior. **E.** Fruto. (Escala: **C.** 1 cm **D.** 5 mm **E.** 3 mm)

La flor masculina en antesis mide 4 mm (Figura 9.A), con perianto rojizo translúcido, compuesto, al igual que en la flor femenina, por tres sépalos fuertemente quillados longitudinalmente (Figura 9.B), imbricados y connados en la base; y tres pétalos valvados,

connados en la base, no quillados (Figura 9.C), congenitalmente unidos al androceo a nivel basal. Exhibe seis estambres fusionados desde la base hasta $2/3$ de su longitud formando un tubo de 2,5 mm; la región libre de los filamentos sobresale del perianto por 1,8 mm, en donde son aplanados, más delgados hacia el ápice, de color lila, esparcidos y curvados hacia afuera; las anteras son de color claro, con tecas divaricadas, basifijas, con los extremos libres recurvados y dehiscencia longitudinal, el tejido conectivo se observa de color oscuro.



Figura 9. *Geonoma interrupta*: Morfología floral detallada. **A.** Flor masculina en anthesis, se observa el perianto y los estambres. **B.** Sépalos **C.** Pétalos (Escala: 1 mm)

El botón masculino mide 2,5 mm de longitud, el perianto protege los seis estambres que se encuentran fusionados desde la base hasta la mitad de su longitud, mientras que el extremo superior es libre y permite ver las anteras plegadas hacia el interior del tubo (Figura 10.A), el pistilodio que no alcanza más de 1 mm de longitud, se evidencia con apariencia abultada en la base y una delgada punta apical.

El botón femenino mide 1,5 a 2 mm de longitud (Figura 10.B), el perianto protege los seis estambres estériles que forman un tubo estaminodial crenulado-dentado (Figura 10.C),

fuertemente adherido a la corola, las tres ramas estigmáticas libres sobresalen del margen del tubo.

El gineceo es trímero, pseudomonómero, con un solo carpelo completamente desarrollado. Las ramas estilares son delgadas y elongadas. Los lóbulos del estigma son conniventes en botón, y esparcidos en anthesis, lineares, papilosos (Figura 10.D).

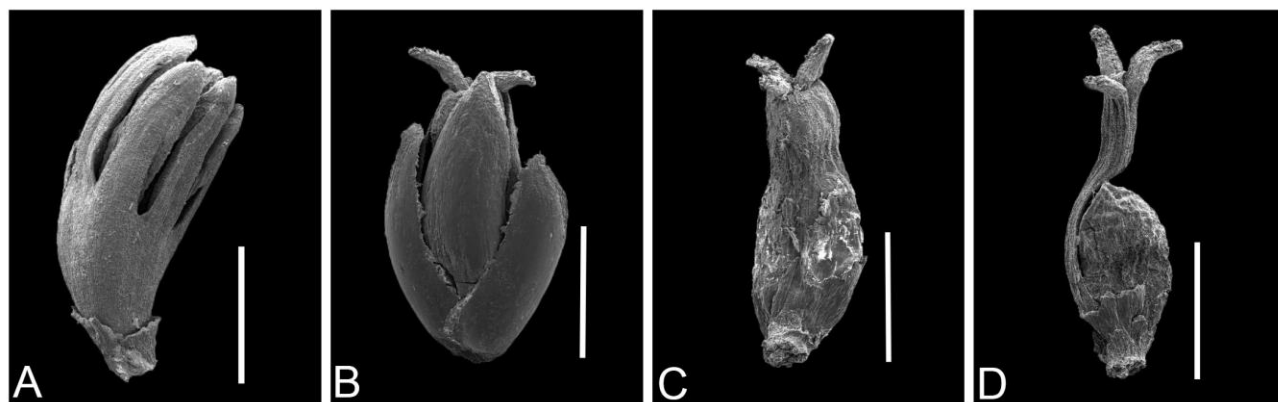


Figura 10. *Geonoma interrupta*: Micro-morfología floral. **A.** Botón masculino sin perianto. **B.** Botón femenino con perianto. **C.** Botón femenino sin perianto, tubo estaminodial crenulado dentado. **D.** Gineceo. (Escala: **A.** 0.6 mm **B. C. D.** 0.9 mm)

4.2.1.4 *Geonoma maxima* (Poit.) Kunth. Nombre común: *San Pabla*. Morfología vegetativa: Palma cespitosa. Cada tallo de 2-3 m de alto y 2 cm de diámetro. Más de 7 hojas por tallo (Figura 11.A); lámina variable que alcanza 1,20 m de longitud. Vaina de 10 cm de largo; peciolo redondeado o ligeramente aplanado y estriado, de 53 cm de largo; raquis de hasta 70 cm.

Hojas enterobífidas o pinnadas, con pocas a numerosas pinnas. Más usualmente con 6-10 pinnas a cada lado, anchas en la base y el ápice, entremezcladas con angostas en la parte media (Figura 11.B); pinnas basales de 68 cm de longitud, apicales de 20-43,5 cm. Venas primarias

medianamente elevadas en relieve en el haz (Figura 11.C), venas secundarias notorias en el envés con tono amarillento (Figura 11.D).

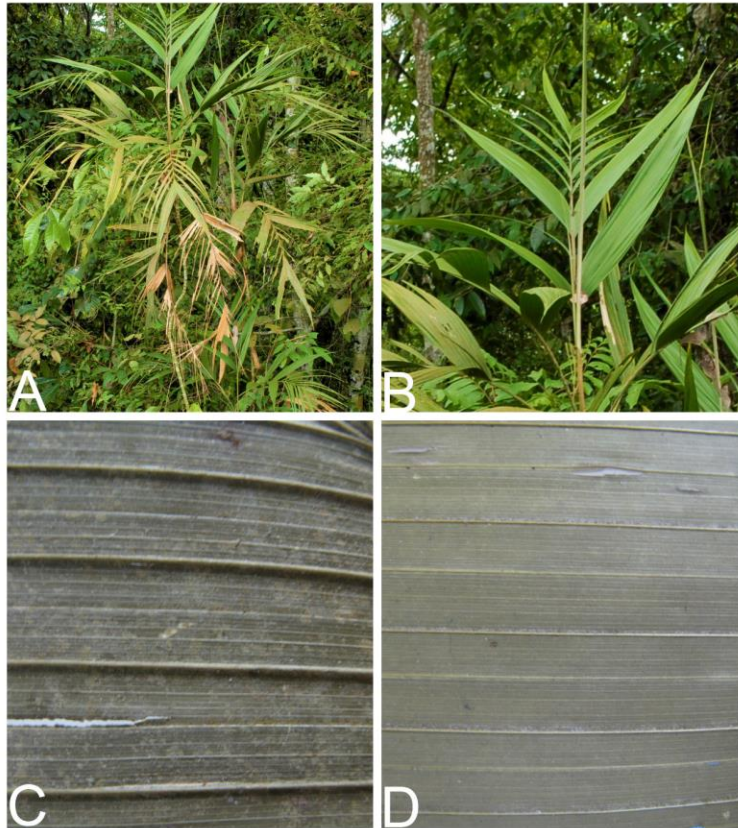


Figura 11. Geonoma maxima: Morfología vegetativa. **A. B.** Hojas (medio natural). **C.** Haz de la hoja. **D.** Envés de la hoja.

Morfología reproductiva: Inflorescencia usualmente interfoliar; ramificada hasta el tercer orden (Figura 12.A). Bráctea peduncular de 5 cm de largo, membranosa, pequeña y decidua, al igual que el prófilo (Figura 12.B). Pedúnculo y raquis cortos, de no más de 15 cm, con 20-30 raquilas verdes de 12 cm de longitud y 2 mm de diámetro, que terminan en una punta aguda de 5 mm. Fóveas dispuestas en espirales sueltas que por secciones parecen organizarse decusadamente, con una distancia de hasta 2 mm entre uno y otro (Figura 12.C). Fóveas de 1

mm de ancho; labio superior corto, ovalado; labio inferior proyectado, bífido en la punta (Figura 12.D).

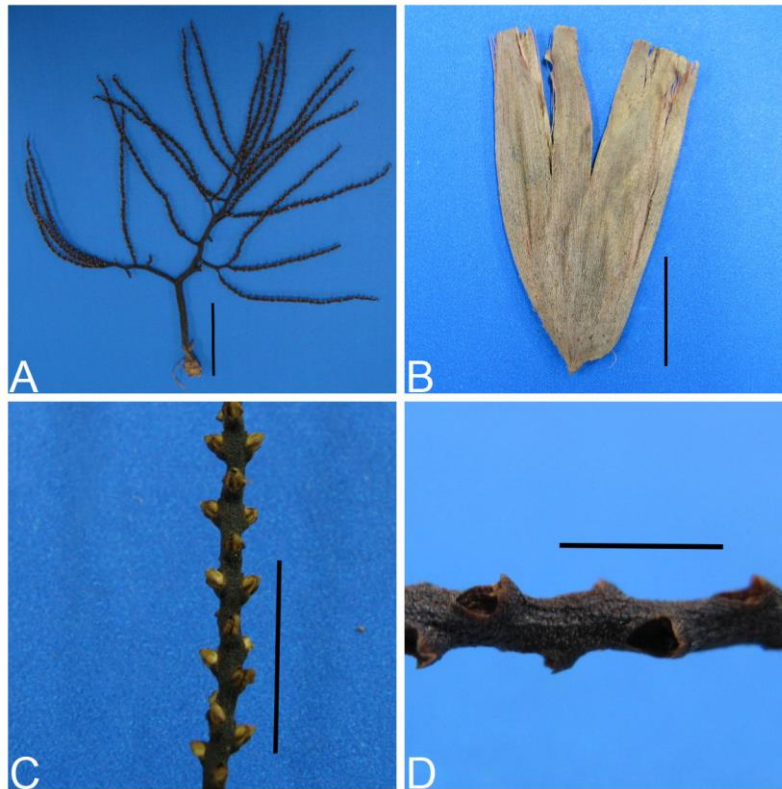


Figura 12. Geonoma maxima: Morfología Reproductiva. A. Inflorescencia. B. Prófilo. C. Disposición de las fóveas. D. Labios inferior (der.) y superior (izq.). (Escala: A. 5 cm B. 2 cm C. 5 cm D. 2 cm)

Botones florales color café amarillento, de hasta 3 mm de longitud, con sépalos quillados, coriáceos e imbricados; y pétalos lanceolados con ápice agudo, membranosos y connados. Botón masculino con un androceo compuesto por seis estambres fusionados en la base y libres en el ápice, anteras inflexas en el botón (Figura 13.A, B). Tubo estaminodial de la flor femenina fuertemente lobulado, estaminodios delgados y acuminados, libres en los 2/3 apicales del tubo, congenitalmente unidos al perianto y al gineceo.



Figura 13. *Geonoma maxima*: Micro-morfología floral. **A-B**. Botón masculino sin perianto. (Escala: 0.9 mm)

4.2.1.5 *Geonoma orbignyana* Mart. Nombre común: *San pabla*. Morfología vegetativa: Palma solitaria; tallo erguido (Figura 14.A) o levemente postrado (Figura 14.B) de 1-6 m de alto y hasta 5 cm de diámetro, liso con anillos notorios (Figura 14.C). Hasta 15 hojas, lámina muy variable que alcanza 1,5 m de longitud. Vaina, peciolo y raquis con indumento café, vaina de 10-20 cm de longitud, fibrosa; peciolo de 30-53cm de largo, fuertemente acanalado, con márgenes fibrosas (Figura 14. C); raquis de 36-79 cm.

Presenta 2-11(30) pinnas a cada lado, regular o irregularmente dispuestas en un solo plano, que alcanzan 45 cm de longitud y 7cm de ancho, usualmente pinnas delgadas y anchas entremezcladas, separadas por espacios de 2cm sobre el raquis. Nervaduras primarias ligeramente elevadas en relieve, de color amarillo (Figura 14. D), secundarias notorias en el envés (Figura 14. E).

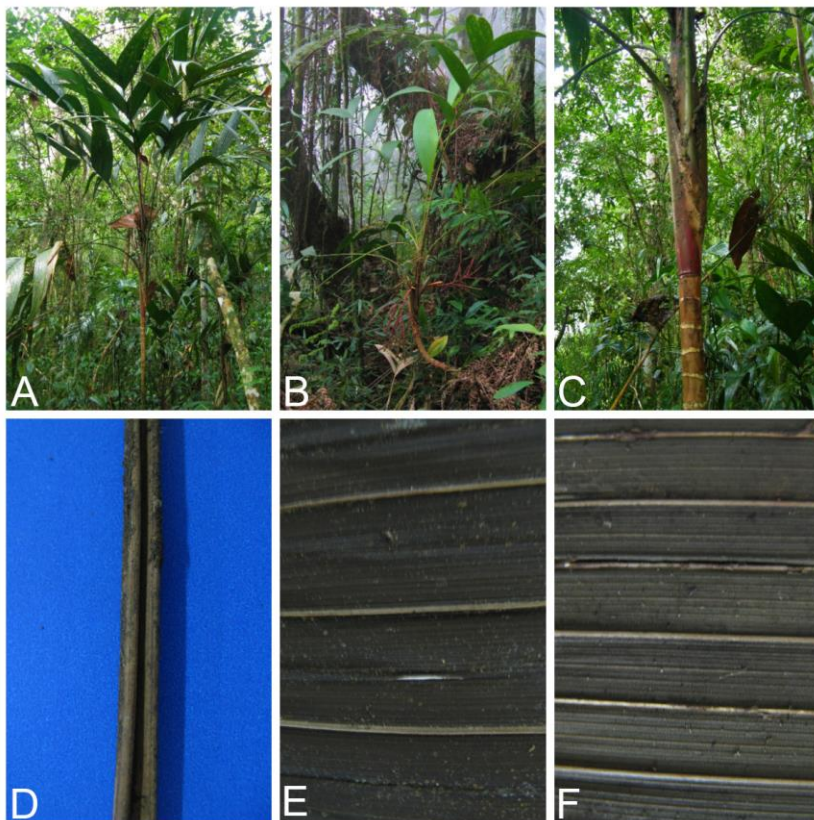


Figura 14. Geonoma orbignyana: Morfología vegetativa. A. Tallo erecto. B. Tallo decumbente. C. Anillos en el tallo. D. Pecíolo. E. Haz de la hoja. F. Envés de la hoja.

Morfología reproductiva: Inflorescencia interfoliar (Figura 15.A), usualmente dos veces ramificada. Prófilo de 19 cm de largo, coriáceo o membranoso, longitudinalmente estriado; bráctea peduncular de 24 cm de largo, de color café; prófilo y bráctea peduncular similares en longitud (Figura 15.B). Pedúnculo aplanado de 18-29 cm de largo y 1 cm de ancho, color crema o verde claro a rojizo en antesis, con indumento pubescente café claro; raquis de 9-18 cm de largo, rojizo a vinotinto, tornándose color crema hacia el pedúnculo; más de 10 raquilas verde rojizas a café oscuro, las basales de 16-22 cm de largo, las apicales de 13-17 cm de largo, con 2-4 mm de diámetro.

Fóveas ovoides de 1-1,6 mm de ancho, dispuestas en espirales laxos (Figura 15.C); labio inferior prominente, bífido o rasgado al emerger el botón, labio superior corto redondeado o levemente bífido (Figura 15.D) al madurar los frutos, redondeados, con la superficie ligeramente estriada (Figura 15.E).



Figura 15. Geonoma orbignyana: Morfología reproductiva. A. Inflorescencia. B. Prófilo y bráctea peduncular. C. Antesis. D. Disposición de las fóveas. E. Labios inferior (der.) y superior (izq.). F. Fruto. (Escala: D. 2 cm E. 5 mm F. 5 mm)

Flores masculinas en antesis de 6 mm de longitud, con perianto café rojizo, compuesto por tres sépalos gruesos, quillados, imbricados; y tres pétalos fusionados en la base, valvados, redondeados en la base, ligeramente más delgados que los sépalos.

Los estambres sobresalen y superan al perianto por 2 mm de longitud, los filamentos son blancos, aplanados, las anteras blancas divaricadas, basifijas, recurvadas en los extremos libres (Figura 15.C). Los filamentos están fusionados desde la base en un tubo de 3 mm, que encierra al pistilodio de 0,5 a 0,8 mm de longitud, abultado en la base y agudo en el ápice.

En botón, las flores estaminadas exhiben estambres conniventes con anteras completamente plegadas hacia adentro que igualan en tamaño a los filamentos, estos últimos fusionados en la base, libres hacia el extremo superior.

Las flores pistiladas son color blanco en antesis, miden 4 mm en botón, presentan un tubo estaminodial crenulado-dentado; el gineceo sobrepasa al tubo estaminodial mostrando tres lóbulos estigmáticos libres, con forma triangular de 0,5 mm de longitud. El estilo es delgado y alargado (2 mm). Es evidente el mayor desarrollo de uno de los carpelos.

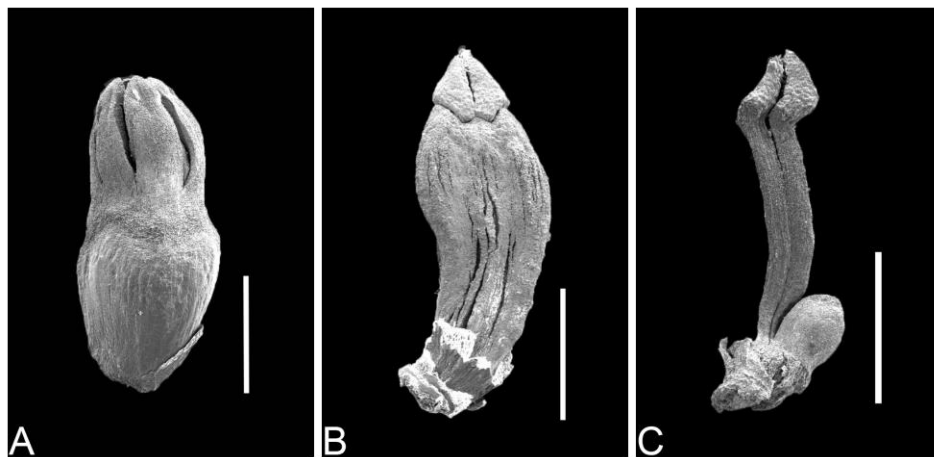


Figura 16. *Geonoma orbignyana*: Micro-morfología floral. **A.** Botón masculino sin perianto. **B.** Botón femenino sin perianto, tubo estaminodial crenulado-dentado. **C.** Gineceo. (Escala: **A.** 1 mm **B. C.** 0.9 mm)

4.2.1.6 *Geonoma santanderensis* Galeano y R. Bernal. Nombre común: *San pablo perruno*.

Morfología vegetativa: Palma cespitosa (Figura 17.A. B.). Tallo liso de 1-1,50 m de alto y 1,5 cm de diámetro, color café amarillento, con anillos conspicuos. Con 5-12 hojas de lámina pequeña, hasta 45 cm de longitud (Figura 18. A). Vaina de 5-12 cm de largo, ligeramente tomentosa; peciolo delgado de 16-25 cm de longitud, triangular acanalado y fibroso; raquis de 20 cm.

Pocas pinnas o segmentos sigmoides o lineares, 2-6, desiguales en tamaño y cercanos entre sí o con notorias separaciones sobre el raquis, dispuestos en un solo plano. Venas primarias medianamente notorias en el haz, sin elevarse en relieve (Figura 18.B); venas secundarias visibles en el envés. (Figura 18.C)



Figura 17. Geonoma santanderensis: Morfología vegetativa (Medio natural). **A. B.** Hábito de crecimiento cespitoso.

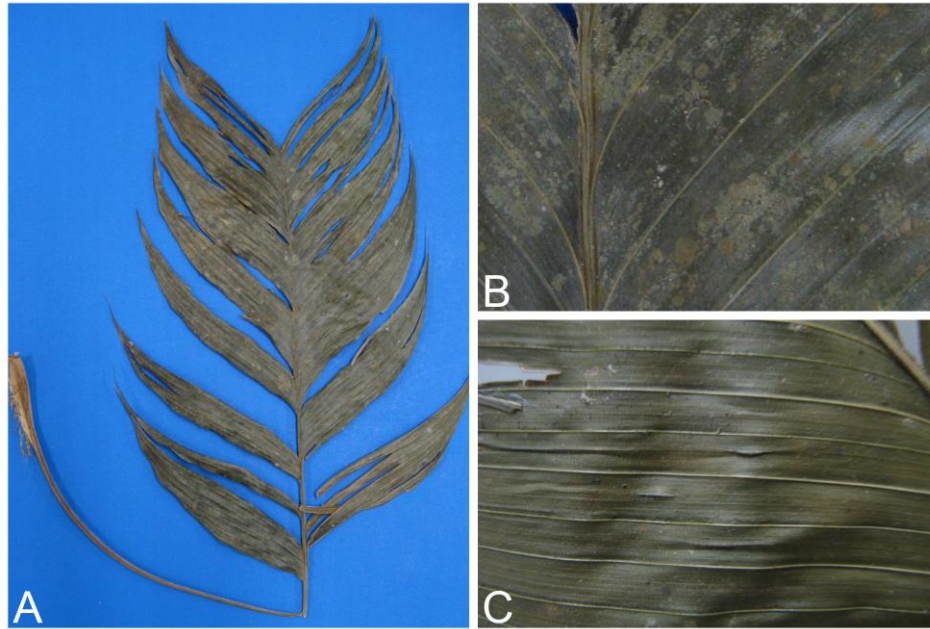


Figura 18. *Geonoma santanderensis*: Morfología vegetativa. **A.** Pecíolo y lámina foliar. **B.** Haz de la hoja. **C.** Envés de la hoja.

Morfología reproductiva: Inflorescencias espigadas, en posición interfoliar, erectas (Figura 19.A) o péndulas (Figura 19.B). Prófilo de 7-8 cm de largo, cartáceo; pedúnculo cilíndrico y delgado (Figura 20.A), espiga de hasta 13 cm de largo y 5 mm de ancho, color verde con indumento café rojizo, poco denso, en anthesis, con un acumen apical y superficie tenuemente verrugosa o con proyecciones. Fóveas dispuestas en espiral (Figura 20.B), casi redondeadas, de 2,5 x 2 mm, con una distancia vertical de hasta 2 mm entre sí. Labio superior corto, levemente rasgado; labio inferior proyectado, bífido (Figura 20.C).

El perianto es similar en flores pistiladas y estaminadas, con tres sépalos evidentemente quillados en su parte media, coriáceos, longitudinalmente estriados, estrechamente imbricados y unidos en la base; y tres pétalos valvados, no quillados, más delgados que los sépalos, connados congenitalmente, con ápices triangulares engrosados en el margen superior. Flor masculina con

perianto rosado-crema, estambres blancos, con filamentos fusionados desde la base hasta 2/3 de su longitud, esparcidos y reflexos, anteras divaricadas con los extremos libres recurvados (Figura 20.D).



Figura 19. *Geonoma santanderensis*: Morfología reproductiva (Medio natural). Inflorescencias en forma de espiga en posición interfoliar. **A.** Erectas. **B.** Péndulas.

El botón masculino alcanza 3,5 mm de longitud, las anteras se encuentran plegadas hacia dentro, conniventes, largas con respecto a la longitud de los filamentos (Figura 21.A). El botón femenino presenta pétalos completamente fusionados, tubo estaminodial truncado que cubre los estilos (Figura 21.B), y ramas estigmáticas que sobresalen del tubo casi igualándolo en tamaño, con ápice acuminado (Figura 21.C). Infrutescencia péndula, infrafoliar, espiga color naranja a rojo intenso; frutos de 9 mm de largo y 5 mm de diámetro, ovalados con punta apical. Color verde (Figura 20.E) a morado al madurar, con ligeras protuberancias en el epicarpo.

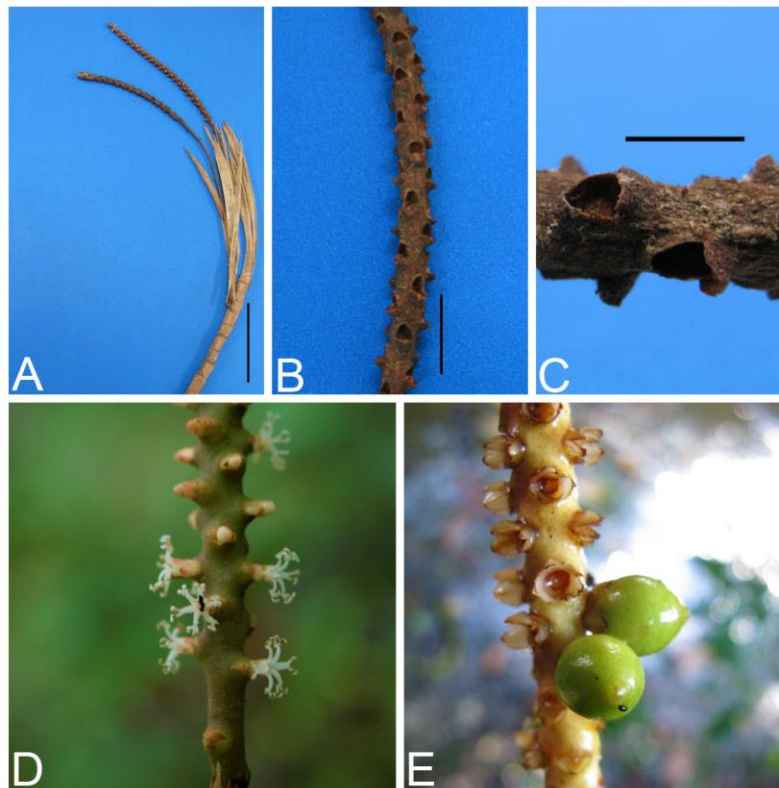


Figura 20. Geonoma santanderensis: Morfología reproductiva. **A.** Inflorescencia. **B.** Disposición de las fóveas **C.** Labios inferior (der.) y superior (izq.) **D.** Antesis. **E.** Fruto. (Escala: **A.** 5 cm **B.** 1 cm **C.** 5 mm)

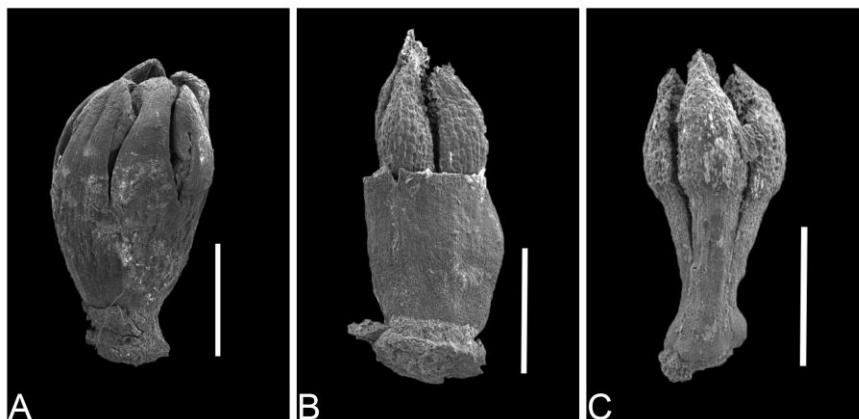


Figura 21. Geonoma santanderensis: Micro-morfología floral. **A.** Botón masculino sin perianto. **B.** Botón femenino sin perianto, tubo estaminodial truncado. **C.** Gineceo. (Escala: **A.** 0.6 mm **B.** 0.4 mm **C.** 0.4 mm)

4.2.1.7 *Geonoma undata* Klotzsch. Nombre común: *Mamplora*. Morfología vegetativa: Palma solitaria (Figura 22). Tallo liso de más 7 m de alto y 8 cm de diámetro, café claro con anillos notorios. Hasta 15 hojas, la lámina presenta tintes rojizos ocasionalmente. Vaina de 30 cm; peciolo de longitud variable que alcanza 1 m, leñoso, acanalado (Figura 23.A); raquis de hasta 2 m. 20 o más pinnas desiguales a cada lado dispuestas en un solo plano, glabras, las apicales y mediales de 76 cm de longitud, las basales de 89 cm. Pliegues conspicuos sobre las venas primarias (Figura 23.B), venas secundarias evidentes en el envés, color amarillo (Figura 23.C).



Figura 22. *Geonoma undata*. Morfología vegetativa (Medio natural)

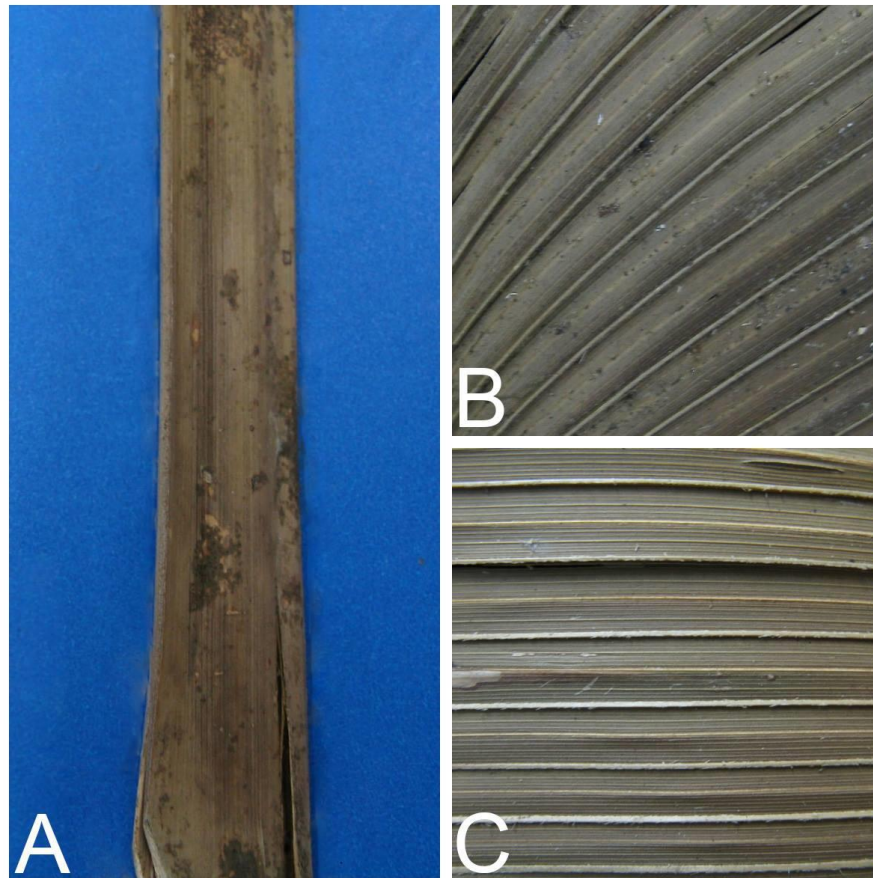


Figura 23. *Geonoma undata*: Morfología vegetativa. **A.** Pecíolo. **B.** Haz de la hoja. **C.** Envés de la hoja.

Morfología reproductiva: Inflorescencia infrafoliar, con ramificación de hasta tercer grado (Figura 24.A). Pedúnculo de 16 cm, aplanado, con indumento café denso; raquis de 45 cm de largo; 9 ramas basales y numerosas raquilas color café verdoso (Figura 24.B), con longitud de alrededor de 33 cm y 5 mm de diámetro. Fóveas dispuestas en espirales conformados por 6 hileras verticales (Figura 24.C), con una distancia vertical de 3 mm entre cada fóvea; bilabiadas, de 2-2,5 mm de largo por 1,5 mm de ancho; labio inferior prominente, proyectado y bífido, labio

superior redondeado y ligeramente proyectado (Figura 24.D). Botones florales de color rosado, flores masculinas con androceo blanco.

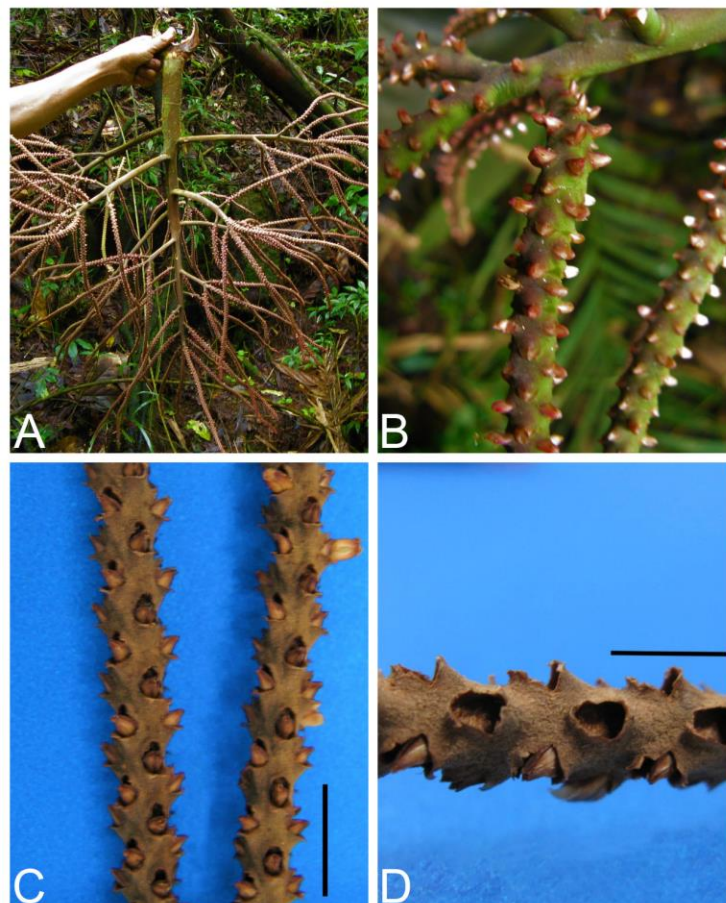


Figura 24. Geonoma undata: Morfología reproductiva. A. Inflorescencia. B. Raquilas. C. Disposición de las fóveas. D. Labios inferior (der.) y superior (izq.). (Escala: C. 1 cm D. 5 mm)

4.2.1.8 *Geonoma cf. Solitaria* Morfología vegetativa: *Palma solitaria* (Figura 25.A. B.), tallo de 6,5-7 m de alto y 5 cm de diámetro; erecto o sutilmente decumbente, liso con anillos poco notorios que se hacen más marcados hacia el ápice. 12-15 hojas con aspecto desordenado, arqueadas (Figura 25.B), con 24 pinnas gruesas a cada lado, anchas entremezcladas con angostas, conspicuamente plegadas sobre las venas primarias. Lámina completa de 112 cm de longitud; vaina de 32 cm de longitud y 9 cm de ancho, coriácea y fibrosa (Figura 25.C); pecíolo de 8 cm de longitud, ancho, acanalado (Figura 25.D); raquis de 72 cm de longitud. Pinna basal de hasta 50 cm de longitud, medial de 40-45 cm, apical de 30 cm.

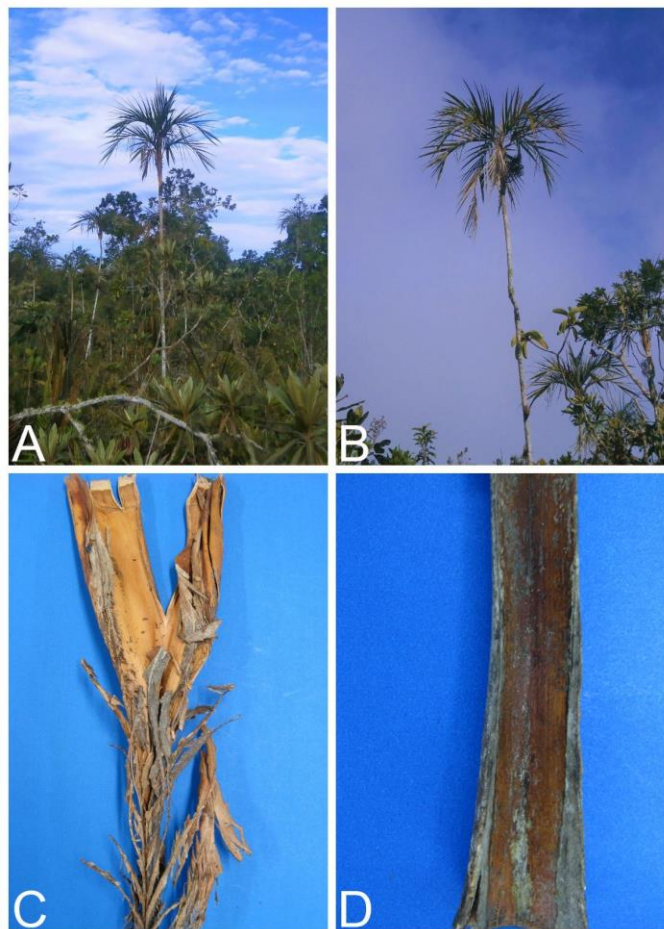


Figura 25. *Geonoma cf. solitaria*: Morfología vegetativa. **A. B.** Tallo y hojas. **C.** Vaina. **D.** Pecíolo.

Morfología reproductiva: Inflorescencia infrafoliar (Figura 26.A), con ramificación de hasta tercer grado (Figura 26.B); prófalo y bráctea peduncular caducos; pedúnculo aplanado de 13 cm de largo por 3 cm de ancho, verde rojizo; raquis de 35 cm de longitud con diez raquillas basales de hasta 25 cm de longitud, color verde rojizo, y raquillas apicales de 15 cm de longitud por 6 mm de diámetro color verde amarillento en fruto. Fóveas dispuestas en espirales ligeramente apretados en donde se pueden distinguir 6 hileras verticales o brevemente inclinadas (Figura 26.C); bilabiadas, de 2,3 mm de largo por 2 mm de ancho; labio inferior prominente, proyectado y bífido, labio superior redondeado y levemente proyectado (Figura 26.D). Frutos redondeados de 9 mm de diámetro (Figura 26.E); color verde en estado inmaduro que se torna negro brillante al madurar.

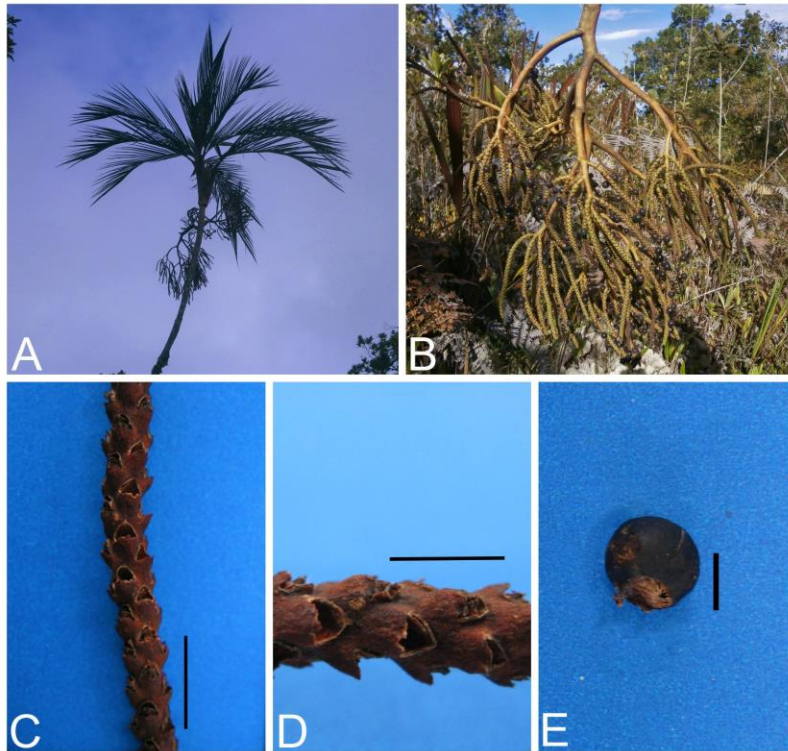


Figura 26. *Geonoma cf. solitaria*: Morfología reproductiva. **A. B.** Inflorescencia. **C.** Disposición de las fóveas. **D.** Labios inferior (izq.) y superior (der.). **E.** Fruto. (Escala: **C.** 1 cm. **D.** 5 mm **E.** 5 mm)

4.2.2 *Pholidostachys* H. Wendl. ex Hook. f. Las palmas de éste género son de porte mediano, usualmente solitarias. Las hojas son pinnadas con las pinnas dispuestas en un plano, largas y delgadas. La vaina, el pecíolo y la inflorescencia presentan un denso indumento rojizo. La estructura de la inflorescencia es variable, con raquillas gruesas y fóveas densamente dispuestas sobre ellas, con labio superior ausente y labio inferior prominente y plegado hacia atrás.

4.2.2.1 *Pholidostachys synanthera* (Mart.) H.E. Moore. Morfología vegetativa. *Palma solitaria* (Figura 27.A). Tallo de 5 m de alto y 3-5 cm de diámetro; café anaranjado, liso, con anillos notorios. Más de 12 hojas muy extendidas, con láminas de hasta 2 m, cubiertas con indumento tomentoso café rojizo en la base (Figura 27.B). Vaina foliar de 60 cm de longitud, coriácea, color anaranjado por dentro; peciolo de 30 cm, triangular y aplanado hacia las primeras pinnas (Figura 27.C); raquis de 100-170 cm, usualmente rojizo. 13-16 pinnas a cada lado, lanceoladas, dispuestas en un solo plano. Pinnas plegadas elevando las venas primarias en el haz (Figura 27.D), venas secundarias visibles en el envés, color amarillo (Figura 27.E).



Figura 27. Pholidostachys synanthera: Morfología vegetal. A. Tallo y hojas. B. Vaina foliar tomentosa. C. Pecíolo. D. Haz de la hoja. E. Envés de la hoja.

Morfología reproductiva: Inflorescencia interfoliar, ramificada hasta segundo orden (Figura 28.A). Prófilo de 53 cm de longitud, cubierto con indumento tomentoso, estriado longitudinalmente (Figura 28.B, C); bráctea peduncular de 46 cm; pedúnculo aplanado de 56 cm de largo y 3,5 cm de ancho, con tomento rojizo; raquis de 20 cm o más, café anaranjado; 15-20 raquillas ampliamente esparcidas sobre el raquis, de 7-9 mm de grosor y 30-46 cm de longitud. Fóveas densamente dispuestas en 7 hileras verticales con menos de 0,5 mm de distancia entre sí (Figura 28.D), de 3 mm de ancho; labio superior ausente, labio inferior redondeado y plegado hacia atrás (Figura 28.E).

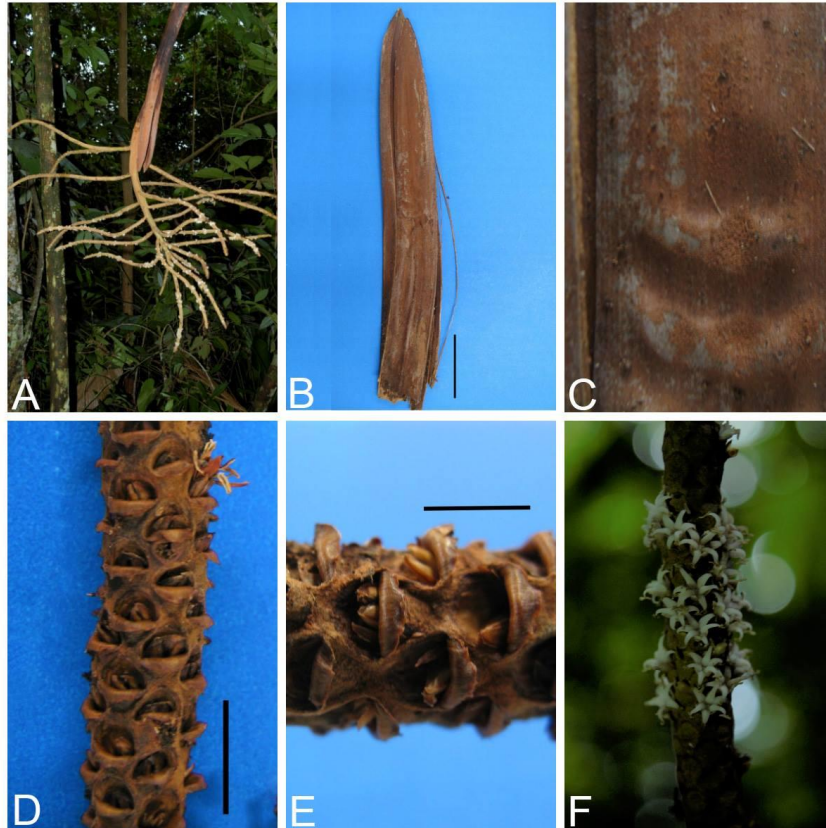


Figura 28. Pholidostachys synanthera: Morfología reproductiva. A. Inflorescencia. B. Perfil. C. Tomento (detalle). D. Disposición de las fóveas. E. Labio inferior. F. Antesis. (Escala: B. 5 cm D. 1 cm E. 5 mm)

Las flores son completamente blancas en antesis (Figura 28.F), la flor masculina abierta alcanza los 7 mm de longitud (Figura 29.A). Los sépalos son quillados y gruesos (Figura 29.B), imbricados y connados en la base; los pétalos son oblanceolados, membranosos, de mayor tamaño que los sépalos, congenitalmente fusionados desde la base, valvados (Figura 29.C). El androceo se compone de seis estambres dispuestos en dos verticilos de tres. Los filamentos son aplanados, subulados; las anteras son pequeñas, brevemente divaricadas, dorsifijas.



Figura 29. *Pholidostachys synanthera*: Morfología floral detallada. **A.** Flor masculina en anthesis, se observa el perianto y los estambres. **B.** Sépalos **C.** Pétalos (Escala: 1 mm)

El botón masculino presenta los estambres fusionados en un tubo desde la base con los extremos apicales libres, las anteras se encuentran plegadas hacia dentro, conniventes (Figura 30.A); el androceo está adnado a la base del pistilodio, trímero, abultado en la base y agudo en el ápice. El botón femenino contiene un tubo estaminodial profundamente lobulado conformado por seis estaminodios (Figura 30.B), el gineceo muestra tres lóculos con estilos libres y estigmas no diferenciados (Figura 30.C). Las ramas estigmáticas son papilosas.

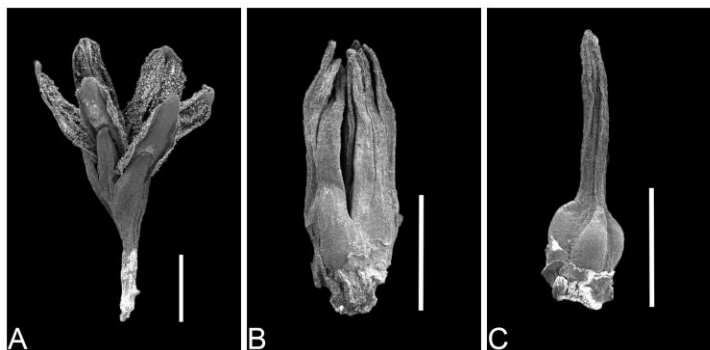


Figura 30. *Pholidostachys synanthera*: Micro-morfología floral. **A.** Botón masculino sin perianto. **B.** Botón femenino sin perianto, tubo estaminodial lobulado. **C.** Gineceo. (Escala: **A.** 0.6 mm **B.** 0.4 mm **C.** 0.4 mm)

4.2.3 *Welfia* H. Wendl. Este género comprende palmas solitarias de gran tamaño por lo que se distingue de entre los demás géneros de la tribu Geonomateae. La lámina foliar se divide en segmentos lineares dispuestos en un plano, muy cercanos entre sí. La inflorescencia es infrafoliar, consta de raquillas gruesas y péndulas. Las cavidades florales son grandes, cubiertas por una bráctea inferior redondeada. Los frutos son típicamente alargados y comprimidos. *Welfia regia* es la única especie del género dentro del territorio santandereano.

4.2.3.1 *Welfia regia* Wendland ex André. Nombre común: *Palma colorada*. Morfología vegetativa. Palma solitaria (Figura 31.A). Tallo liso de 12-20 m de alto y 10-30 cm de diámetro, con anillos notorios. Más de 15 hojas en una corona amplia, lámina arqueada que alcanza 6 m de longitud, con tintes rojizos usualmente en hojas jóvenes. Vaina de 1,5 m de largo; peciolo de 1,5m, leñoso y triangular; raquis de 5m con notoria torsión hacia el ápice de la lámina. Más de 60 pinnas a cada lado del raquis, lineares, cercanas entre sí, terminadas en punta larga; las basales de 122 cm y 6 cm de ancho, las apicales de 30 cm de largo y 2,5 cm. Venas primarias conspicuas sobre el haz basalmente (Figura 31.B), menos visibles hacia el ápice de cada pinna; venas secundarias amarillas en el envés (Figura 31.C).

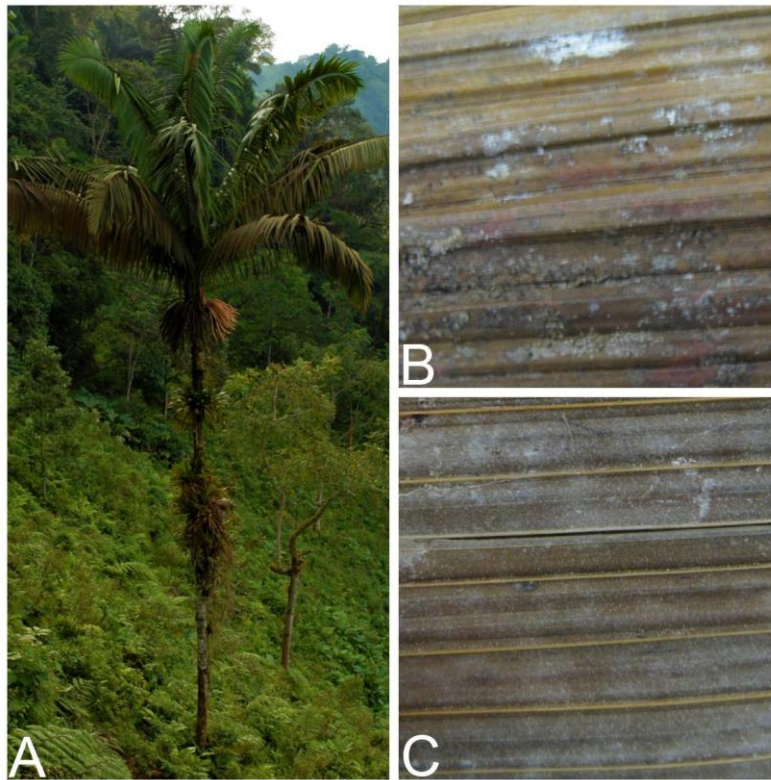


Figura 31. Welfia regia: Morfología vegetativa. A. Hábito, tallo y corona foliar. B. Haz de la hoja. C. Envés de la hoja.

Morfología reproductiva: Inflorescencia infrafoliar (Figura 32.A), con ramificación simple o hasta de segundo orden. Pedúnculo de 22 cm de largo; raquis de 9 cm; con 9-15 raquilas de 2,5 cm de diámetro y 60-70 cm de largo, cubiertas de indumento café denso. Cavidades florales dispuestas en 8 hileras verticales, redondeadas, con un diámetro de 1 cm y menos de 3 mm entre una y otra (Figura 32.C). Labio superior ausente, labio inferior redondeado, prominente y proyectado o plegado hacia atrás (Figura 32.D). Frutos ovoides, medianamente aplanados, con ápices agudos en los extremos; de color verde cuando inmaduros, se tornan rojizos y alcanzan el negro violáceo al madurar completamente (Figura 32.E). Superficie lisa a ligeramente estriada.

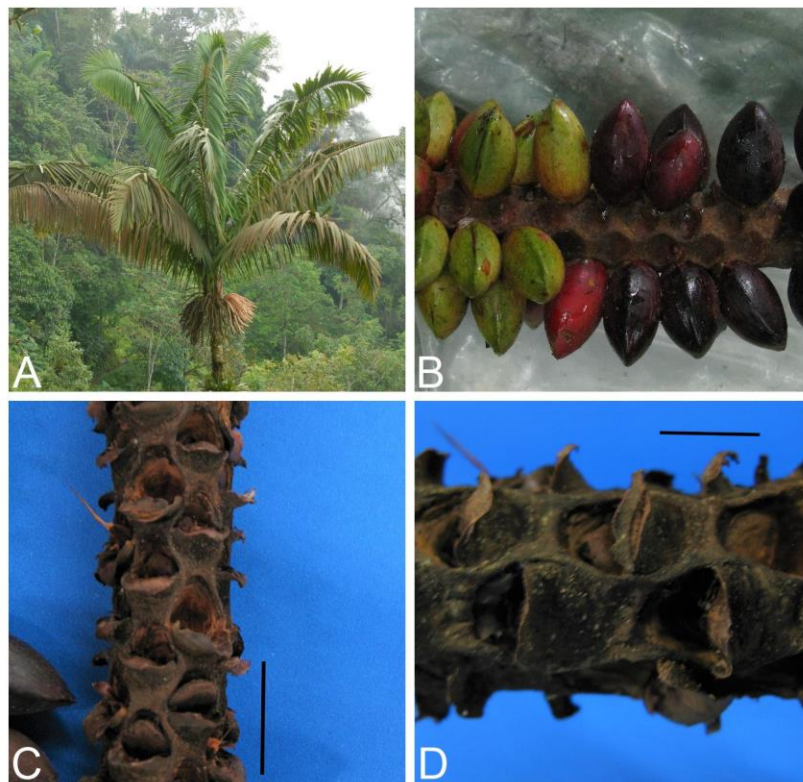


Figura 32. Welfia regia: Morfología reproductiva. A. Inflorescencia. B. Frutos insertos en las foveas. C. Disposición de las foveas. D. Labio inferior. (Escala: C. 2 cm. D. 1 cm.)

5. Discusión

5.1 Composición: Distribución y ecología

La tribu Geonomateae es exclusiva del Neotrópico, con un área de distribución que abarca desde el sur-este de México y las Antillas Mayores, hasta los trópicos suramericanos, presentando una máxima cantidad de especies y todos los géneros en la sección de América central que colinda con el occidente de Colombia y se extiende a lo largo de los Andes hasta Venezuela, Ecuador y Perú (Wessels Boer, 1968). Lo anterior lo confirma el Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (Bernal et al. 2015), donde en total se registran 42 especies pertenecientes a Geonomateae en el país, la máxima riqueza de especies de esta tribu, superando a países como Ecuador y Brasil (Henderson, 2011).

Según los aportes recientes al conocimiento de las palmas en Colombia, tres de los seis géneros que componen la tribu (*Asterogyne*, *Geonoma* y *Welfia*) potencialmente habitan naturalmente el departamento de Santander (Bernal et al, 2015; Galeano y Bernal, 2010).

El género *Asterogyne* aparece reportado en Colombia con una sola especie: *Asterogyne martiana*, dentro de las regiones biogeográficas de los Andes, el Pacífico y el Valle del Magdalena; y aunque según Galeano y Bernal (2010), la distribución del género abarca al departamento de Santander, el más actualizado catálogo nacional incluye sólo a los departamentos de Antioquia, Cauca, Chocó, Nariño, Risaralda y Valle (Bernal et al, 2015). En este estudio se visitaron 3 zonas de bosque húmedo conservado en el valle del Magdalena medio a una altura inferior a los 1000 m, condiciones óptimas para el desarrollo de la especie, sin embargo, *A. martiana* no fue localizada. Del mismo modo, dentro de las colecciones de los herbarios nacionales más importantes, ningún espécimen correspondiente a esta especie ha sido recolectado en Santander.

No obstante, se conoce que *A. martiana* habita en bosques lluviosos de tierras bajas de hasta 500 msnm, aunque en Colombia puede ocurrir incluso en bosques montanos de hasta 1100 m de

elevación (Henderson et al. 1995), esto junto con las regiones biogeográficas donde reside la especie en el país (Bernal et al. 2015), impediría descartar su presencia en el departamento de Santander.

La especie *Welfia regia* la mostrado un amplio rango de distribución en el país, abarcando los departamentos que componen las regiones biogeográficas de los Andes, el Pacífico y el valle del Magdalena (Antioquia, Boyacá, Cauca, Chocó, Nariño, Risaralda, Santander, Valle) (Bernal et al. 2015). Allí, *W. regia* llega a ser un elemento común del sub-dosel, en bosques húmedos de tierras bajas y hasta los 1500 msnm, principalmente en áreas de gran precipitación (Henderson et al. 1995). Corroborando lo anterior, esta especie fue hallada en dos de las localidades visitadas que hacen parte del Valle del Magdalena en las estribaciones de la Cordillera Oriental, situándose en el Bosque húmedo premontano y alcanzando su máxima elevación (1500msnm) en el departamento de Santander.

Adicionalmente, en un área conservada de San Vicente de Chucurí, se encontró una población de numerosa de *W. regia*; lo cual ha sido también observado en zonas de la costa Pacífica del Chocó, donde suele presentarse en poblaciones densas, por lo que se considera a esta especie un componente importante de la flora local (Galeano y Bernal, 2010). *Welfia regia* fue antes colectada en Santander en los municipios de Landázuri y San Vicente de Chucurí y depositada en el herbario COL (Anexo 2).

En cuanto al género *Geonoma*, en este estudio se encontraron siete de las ocho especies hasta el momento registradas para el departamento. Dichas especies fueron halladas en un rango altitudinal de entre 30 y 2500 msnm, siempre habitando el sotobosque.

Todas las especies aquí colectadas, y su distribución dentro del área de muestreo, confirman lo sugerido por Galeano y Bernal (2010): “Aunque la mayoría de las especies de *Geonoma*

tienen un rango de distribución geográfica bastante amplio, el factor altitud determina su distribución ecológica, de tal manera que se pueden establecer claramente dos grupos: uno de especies de zonas altas y otro que habita exclusivamente zonas bajas”.

En tierras bajas del valle del Magdalena, bajo los 1000 m de elevación, se localizó a *G. calyptrogynoides*; *G. máxima* y *G. interrupta*; en concordancia con lo reportado por Galeano y Bernal (2010) con respecto a la distribución y ecología de estas tres especies. Por el contrario, *G. deversa*, que también aparece registrada como una especie propia del bosque húmedo del Magdalena medio en Santander (Bernal et al. 2015), no fue observada en ningún punto de muestreo. Esta especie ha sido previamente colectada en territorio santandereano en los municipios de Landázuri, Barrancabermeja, Sabana de Torres y Cimitarra, según los registros del herbario de la Universidad Nacional de Colombia (COL) (Apéndice B). Del mismo modo, hay reportes hechos con anterioridad de *G. calyptrogynoides*, *G. interrupta* y *G. máxima* en el municipio de Cimitarra, y esta última también en el municipio de El Playón (Apéndice B).

De manera análoga, en las estribaciones de la cordillera Oriental sobre los 1000 msnm, *G. interrupta*, *G. orbygniana*, *G. santanderensis*, *G. solitaria* y *G. undata*, fueron halladas y colectadas en concordancia con los datos de distribución de estas especies y los registros nacionales de las especies de *Geonoma* presentes a tal rango altitudinal en el territorio santandereano. Además, *G. frontinensis*, que se distribuye en la región biogeográfica de los Andes pero excluye al departamento de Santander (Bernal et al. 2015), fue localizada en los municipios de San Vicente de Chucurí y Suaita, habitando el bosque húmedo premontano sobre los 1400-1600 m de altura, representando un nuevo registro para la región.

De igual manera, se confirmó que dentro de las especies de zonas altas existe un gradiente altitudinal que determina su distribución, siendo *G. orbygniana*, *G. undata* y *G. solitaria*, las

especies que se encuentran a mayor elevación, entre 2000 y 3000 msnm; mientras *G. interrupta*, *G. frontinensis* y *G. santanderensis*, no superan los 1900 m de altura (Galeano y Bernal. 2010). Las tres primeras fueron también colectadas en estudios previos en los municipios de Encino, Gámbita, Pamplona, Piedecuesta, Suaita, Tona y Virolín, en un periodo que abarca de 1987 hasta 2012; mientras que la últimas tres, se registraron para los municipios de Suaita, Vetas y Tona entre 2004 y 2012; según las colecciones de los herbarios COL y FMB (Apéndice B).

Por otra parte, el género *Pholidostachys* se registra para el país representado por seis especies (Bernal et al. 2015), que habitan principalmente la región occidental, ocasionalmente alcanzando los Andes (occidentales y centrales) y la Amazonía (Galeano y Bernal, 2010). Aunque Henderson (2012) incluye en su rango de distribución a la cordillera andina oriental, en los catálogos nacionales ninguna de las especies se reporta en un área que englobe explícitamente al departamento de Santander, sin embargo, en uno de los puntos de muestreo se logró registrar una especie de este género, *P. synanthera*, ubicada bajo el dosel de un bosque húmedo premontano sobre los 1400 msnm, acorde a las condiciones ecológicas propias de la especie (Galeano y Bernal, 2010).

Henderson y colaboradores (1995), presentan para *P. synanthera* datos de distribución y hábitat que incluyen al departamento de Santander; por lo tanto, la ausencia de estos datos en los catálogos de la flora de palmas de Colombia indica que no se habían realizado colecciones y registros de la especie en el territorio santandereano hasta el momento, y el espécimen hallado aquí constituye una novedad para la distribución de la especie.

Con base en lo anterior, es indiscutible que el departamento de Santander comprende una gran diversidad de palmas, y probablemente se consiga ampliar la distribución de numerosas especies al expandir e intensificar el muestreo. *Geonomeae* ha demostrado una extensa

cobertura dentro del territorio y es posible que aún no se conozca completamente la riqueza que éste comprende. Así pues, además de las localidades visitadas en este estudio y a partir de las localidades referenciadas en donde se han colectado especímenes de la tribu en estudios previos, se puede suponer, por ejemplo, que la zona de la Serranía de los Yariguíes, que abarca al remanente boscoso más conservado y de mayor proporción en el departamento de Santander (Parques Naturales Nacionales de Colombia, 2017), resulta un hábitat óptimo para las especies aquí estudiadas. De entre los municipios que esta zona abarca, se encuentra San Vicente de Chucurí, donde se hallaron dos registros novedosos, y donde además concurren especies propias de tierras bajas y especies propias de estribaciones montañosas, como *W. regia*, *G. orbignyana*, *G. frontinensis*, *P. synanthera*, entre otras, es presumible que se deba su amplio gradiente altitudinal y variedad de zonas de vida. Algo similar podrá ocurrir en el municipio de Betulia, El Carmen de Chucurí y Simacota.

En cuanto a las ondulaciones de la región del Magdalena medio, los registros sugieren hábitat potencial en los municipios de Cimitarra, Landázuri y Puerto Wilches, donde factiblemente se encuentran *A. martiana* y *G. deversa*, e incluso especies de *Geonoma* no reportadas para el departamento como *G. cuneata*.

Adicionalmente, el municipio de Suaita ha resultado un punto de sorprendente diversidad que sólo recientemente empieza a explorarse, lo cual arroja al Santuario de flora y fauna Guanentá alto del río Fonce, como otra posible fuente de nuevos registros y aportes al conocimiento de la diversidad de la flora de palmas del departamento. Esta reserva agrupa además a los municipios de Encino, Charalá y Gámbita, donde previamente se han colectado especímenes de la tribu Geonomateae.

Posteriormente, con un mayor número actualizado de individuos y poblaciones muestreados será posible efectuar un modelamiento de nicho que permita predecir presencia y futuras colectas a nivel regional y nacional.

5.2 Caracteres y variabilidad morfológica

En el presente estudio se analizó la morfología de cada género y sus correspondientes especies, buscando determinar cuáles caracteres presentan mayor variabilidad a nivel intergenérico e interespecífico y permanecen constantes a nivel subespecífico, pues estos son los de mayor importancia y utilidad taxonómica para la diferenciación efectiva y práctica de cada taxón aquí tratado.

Como se evidencia en las descripciones generadas y la clave taxonómica propuesta, los caracteres vegetativos resultan muy variables dentro de los géneros, pero pueden ser diferenciables entre estos; sin embargo, son ciertos caracteres reproductivos los que muestran calidad determinante, para las especies.

Wessels Boer (1968), para dividir la tribu en los cuatro géneros que reconoce utiliza dos caracteres principales como criterio de agrupación; el primero es el tipo de labio, el segundo es la estructura del fruto; y combina estos caracteres con estructura floral y anatomía, principalmente. En el presente trabajo, se usan para este fin caracteres vegetativos como altura y grosor del tallo, y longitud de la lámina, en paralelo a las dimensiones de las raquillas y la disposición y morfología de las foveas.

Los géneros *Welfia* y *Pholidostachys* han sido considerados como géneros pequeños y sencillos, y no representan actualmente mayor complicación a nivel taxonómico; el primero con

dos especies bien delimitadas (Henderson y Villalba, 2013), el segundo con siete hasta ahora descritas (Henderson, 2012). En su variabilidad y diagnosis interespecífica no se profundiza mucho aquí, pues hasta el momento se conoce sólo una especie de cada género habitando el territorio santandereano.

Las especies del género *Geonoma*, por el contrario, presentan una extraordinaria diversidad, lo cual frecuentemente dificulta su determinación. Con respecto a los caracteres morfológicos vegetativos, de acuerdo con estudios previos, aquí no se les otorgó relevancia, más que para corroborar y ampliar la descripción de cada especie; puesto que varios autores dedicados a la revisión del género a diferentes escalas afirman que aspectos como la ramificación del tallo o la división de la hoja carecen de un valor significativo taxonómicamente (Henderson, 2011). De hecho, se han encontrado ejemplares de la misma especie, incluso creciendo en la misma población, con hojas divididas en un número variable de segmentos, así como en el ancho de los mismos (Quero y Pérez-Farrera, 2010). En efecto, la variación foliar ha sido considerada un patrón, especialmente en las especies más pequeñas; pocas especies presentan consistentemente hojas enteras, una cantidad mayor tienen hojas enteras o pinnadas, la mayoría son de hoja pinnada pero con una amplia gama de formas de las pinnas (Henderson, 2011), frente a lo cual surge la necesidad de un estudio riguroso hacia el conocimiento de los factores subyacentes a este fenómeno (Henderson et al. 1995).

En respuesta a lo anterior, se han propuesto algunas teorías dentro de las que se plantea que los cambios en el tamaño de la hoja en la madurez ha favorecido la radiación adaptativa del género dentro del bosque húmedo (Chazdon, 1991). Del mismo modo, Henderson (2011) ha sugerido para *Geonoma* una marcada variación a lo largo de un gradiente ambiental. Ejemplo de lo anterior fue lo encontrado en este estudio para *G. undata*, *G. solitaria* y *G. orbignyana*, en las

cuales se evidencia una correlación entre la forma de la hoja y la elevación. A casusa de esto, aunque otros autores delimitan a estas especies con base en la forma y plegamiento de la hoja, aquí se esboza el uso de otros rasgos informativos de la morfología reproductiva y ligeras diferencias en el hábitat. Pues Henderson (2011), explica que en áreas montanas es común que las pinnas basales se hagan más angostas, con ángulos más estrechos, a mayor altura.

La explicación para la variabilidad de *Geonoma*, según Henderson (2011), no refiere a algún complejo sistema de reproducción, no hay evidencia aún de anormalidades citológicas o reproductivas en las especies, como poliploidía o apomixis. Sin embargo, Henderson (2011) no descarta para *Geonoma* la hibridación para explicar la complejidad de su variación. Muchos especímenes se consideran híbridos en su estudio, basado en intermedios morfológicos, encontrados usualmente en las especies complejas como las anteriormente citadas.

Es importante constatar que en este estudio no se pretende precisar caracteres que lleven a la determinación de subespecies, variedades o morfotipos. Así, principiamente por tratarse de una caracterización muy localizada, basada en la colecta de máximo tres individuos fértiles por especie, lo que se busca es la combinación única de estados de caracter, principalmente cualitativos, para definir especies; sin atender a variaciones internas que permitan reconocer subgrupos a través de diferencias entre los estados de caracter y variables cuantitativas, o la asociación entre estos y la distribución geográfica, como lo sugiere Luckow (1995) cuando se pretende dicha delimitación subespecífica.

En contraste con lo anterior, los caracteres reproductivos presentan alternativas relativamente menos variables e imprescindibles en la determinación, si bien, el tamaño y ramificación de las inflorescencias varían dependiendo de la edad y altura de los ejemplares (Quero y Pérez-Farrera, 2010), la forma de las cavidades florales y su distribución a lo largo de las raquillas

resultan ser los caracteres más conservados, razón por la cual las claves taxonómicas generadas en estudios anteriores (Galeano y Bernal, 2010; Henderson, 2011; Quero y Pérez-Farrera, 2010) y la que se plantea aquí, disponen de estos como los caracteres principales de determinación específica dentro de *Geonoma*.

Como es conocido, la posición interfoliar o infrafoliar de la inflorescencia no es un carácter constante, y por lo tanto no es confiable en la determinación específica, pues puede ser interfoliar en antesis e infrafoliar en fruto, como pudo constatarse en varias especies examinadas aquí (ver *Geonoma santanderensis*). Por otra parte, el grado de ramificación de la inflorescencia y el número de raquillas varían ampliamente dentro del género, algunas especies presentan de manera constante inflorescencias no ramificadas, mientras otras especies con inflorescencias generalmente no ramificadas presentan ocasionalmente inflorescencias ramificadas, e incluso algunas llegan a tener un alto número de raquillas (Henderson, 2011). Esa es la razón por la cual este carácter es determinante sólo en algunas especies con poca variación subespecífica (*G. frontinensis*, *G. santanderensis*, *G. calyptrogynoidea*), mientras resulta ineficaz en especies complejas (*G. máxima*, *G. interrupta*, *G. orbignyana*, *G. undata*).

Otros rasgos como la superficie de las raquillas, con crestas y proyecciones tenues o conspicuas, y la pubescencia sobre las mismas, han sido previamente mencionados por hacer parte de la diversidad morfológica reproductiva dentro del género (Wessels Boer, 1968). Sin embargo, éste último carácter suele carecer de importancia taxonómica debido a que los tricomas por los general son deciduos y no pueden ser vistos en raquillas de inflorescencias que no estén en antesis (Henderson, 2011). Así pues, sólo en especies como *Geonoma santanderensis*, con constantes proyecciones fibrosas y puntiagudas en las raquillas, o en *G. interrupta* y *G. frontinensis* con una notoria y diferencial disposición de los pelos fuera y dentro

de las cavidades florales (Galeano y Bernal, 2010; Henderson, 2011), dichos rasgos se consideran relevantes a nivel taxonómico.

El ancho de la raquila, a pesar de ser una medida cuantitativa, resulta ser variable dentro del género pero relativamente conservada en cada especie. Ésta, conjugada con la disposición de las hendiduras florales y la forma de los labios, ha permitido tradicionalmente la distinción interespecífica en *Geonoma* (Wessels Boer, 1968; Henderson et al. 1995; Galeano y Bernal, 2010). Así, dentro de las especies estudiadas aquí se evidenció la gran variabilidad en estos aspectos con disposiciones en espiral, en hileras verticales y en verticilos decusados, con distancias variables entre cada fóvea; junto con formas ovoides a completamente orbiculares de éstas, y presencia o ausencia del labio superior, éstos atributos resultaron los más significativos y determinantes para la diferenciación de todos los taxones incluidos en el análisis.

En relación con la morfología floral, toda la tribu Geonomateae presenta rasgos aparentemente conservados en cuanto al perianto, que como se pudo corroborar, está formado por dos verticilos alternos, de tres sépalos imbricados, congénitamente unidos en la base, y tres pétalos congénitamente unidos en la base y apicalmente valvados.

Henderson (2011) revela la complejidad de las flores estaminadas en la conexión de la antera al filamento, y la forma de la antera; no obstante, las especies de *Geonoma* descritas en el presente estudio no mostraron mayor variación en este aspecto, exhibiendo siempre un conectivo bífido y tecas claramente separadas; en contraste, *P. synanthera*, presentó un conectivo no bífido unido directamente a las anteras, ligeramente divergentes y recurvadas en anthesis. Además de estas dos formas, se han encontrado otras especies con conectivo no bífido y unido al ápice del filamento por una articulación o nodo y tecas paralelas sin separación (Henderson, 2011).

En la flor pistilada se observa un androceo estéril formado por un número variable de estaminodios que se encuentran unidos en un tubo, lo cual representa un carácter de gran utilidad taxonómica; pues aunque en todas las especies tratadas el número de estaminodios fue constantemente seis, existen especies de la tribu con 3-10, en *Genoma* y *Pholidostachys*; o hasta 40 estaminodios en *Welfia* (Stauffer y Endress, 2003). Así mismo, la forma apical del tubo estaminodial ha sido previamente considerada por su calidad informativa (Wessels Boer, 1968; Henderson, 2011; Galeano y Bernal, 2010). Los resultados arrojaron mayor cantidad de especies con tubo estaminodial crenulado-dentado, sólo *G. santanderensis* con tubo estaminodial truncado, y dos especies (*G. maxima* y *P. synanthera*) presentaron tubo estaminodial lobado o lobulado, con lóbulos acuminados. Henderson (2011) además de evaluar la forma apical del tubo estaminodial, cuando éste es lobuado, diferencia si los ápices libres de los estaminodios se esparcen en anthesis y si son persistentes posteriormente sobre las raquillas. Lo primero no se examinó aquí debido a que ninguno de los especímenes fue hallado con las flores femeninas abiertas, contrario a la persistencia de las flores, que se pudo apreciar efectivamente en los especímenes de *G. calyptrogynoidea* y *G. frontinensis*, hallados en estado fructífero, y adquirieron entonces un valor taxonómico para dichas especies.

El nivel de desarrollo que alcanza el pistilodio puede ser significativo taxonómicamente según Henderson (2011). Sin embargo, tanto el pistilodio como el gineceo, con carpelos uniformemente desarrollados (*Pholidostachys*) o pseudomonómero (*Geonoma*), fueron caracteres que no pudieron ser estudiados a detalle debido a la carencia del material necesario. Claramente sería de gran utilidad no sólo taxonómica profundizar en la caracterización detallada de la estructura floral, así como en los mecanismos que subyacen la ontogénesis de los órganos

sexuales fértiles y estériles. En la revisión de la estructura floral realizada para la tribu por Stauffer y Endress (2003) se logró el conocimiento a detalle de algunas especies.

Finalmente, el fruto mostró amplia variación entre los géneros estudiados, permitiendo delimitación genérica y, en algunos casos, a niveles inferiores (Henderson y Villalba, 2013). Anteriormente, Wessels Boer (1968) usó el color del fruto como un rasgo importante, pero según Henderson (2011), no es útil para las especies de *Geonoma*, como sí lo es la base del fruto (presencia y forma del estipe), y su superficie; además de la epidermis locular, relativamente variable entre las especies del género. En este estudio la forma y superficie del fruto fueron de gran utilidad para diferenciar especies, caracteres fácilmente observables sin necesidad de estudio anatómico.

5.3 Caracteres y variabilidad morfológica: Nivel específico y subespecífico

5.3.1 *Geonoma calyptrogynoidea*. Además de los caracteres que se tuvieron en cuenta durante la observación y procesamiento de esta especie, Henderson (2011) incluye en su descripción una inserción diagonal de la lámina de la hoja al raquis, así como hojas no plegadas con ángulo de inserción diferencial para cada pinna. Wessels Boer (1968) describe para *G. calyptrogynoidea* todas las venas emergiendo con un ángulo de 30° desde el raquis, las primarias muy prominentes en el haz e inconspicuas en el envés, las secundarias ligeramente inmersas en el haz, prominentes y escamosas en el envés, las terciarias notorias en ambas caras de la hoja.

La descripción aquí propuesta coincide con los demás autores en cuanto a la forma y tamaño de la lámina foliar, el prófalo y la bráctea peduncular, la ramificación de la inflorescencia y las dimensiones de las raquillas. Wessels Boer (1968) añade, en cuanto a la disposición de las

fóveas, la distinción de verticilos alternos de 5. Henderson (2011) afirma una disposición es espiral, con fóveas glabras internamente. Sin embargo, Galeano y Bernal (2010) identifican 8-10 filas verticales en dicha distribución, lo cual logró confirmarse en este estudio.

Previamente se ha descrito la presencia de flores femeninas no fertilizadas persistentes sobre las raquillas después de la floración (Henderson 2011; Wessels Boer 1968), corroborando lo observado en el material colectado. El tubo estaminodial crenulado en el ápice y proyectado demuestra la estrecha cercanía que existe entre esta especie, *G. baculifera* y *G. congesta* (Henderson, 2011; Wessels Boer, 1968).

Por otra parte, se ha propuesto que *G. calyptrogynoidea* exhibe discontinuidad geográfica que indica dos áreas separadas de ocurrencia de la especie: Panamá y costa Pacífica hasta Ecuador, y Valle del Cauca y del Magdalena en Colombia. Se supone que la población del Magdalena y Cauca registra un mayor número y tamaño en las raquillas (Henderson, 2011), sin embargo esta hipótesis no ha sido corroborada, pues las colectas siguen siendo insuficientes para ambas áreas, así como para el sur de Colombia.

5.3.2 *Geonoma deversa*. Esta especie presenta una distribución muy amplia, a nivel nacional y continental, pero su variación no es de tal magnitud (Wessels Boer, 1968; Henderson, 2011). Existen relativamente numerosos registros de su presencia en el departamento de Santander, como se expuso previamente (Apéndice B), a pesar de que en este estudio no logró localizarse.

5.3.3 *Geonoma frontinensis*. Como se mencionó previamente, *G. frontinensis* resultó ser un registro nuevo y de gran importancia para el departamento de Santander, que no solo ha sido remotamente colectada a nivel regional (Bernal, 2012), sino a nivel nacional, con una pobre representación en las colecciones más importantes del país. Además, los autores que han tratado la tribu (Wessels Boer, 1968; Henderson et al. 1995) no reconocieron a esta especie sino hasta hace un par de décadas, por lo que las descripciones disponibles son escasas y basadas en pocos especímenes.

No obstante, en las publicaciones de Henderson (2011) y Galeano y Bernal (2010), se encuentran reseñas breves pero precisas para la determinación de la especie, similares en general a lo propuesto a partir del material aquí examinado. Como se mencionó en la sección anterior, los especímenes encontrados en la fase de campo exhibieron hábitos de crecimiento solitario y cespitoso, con tallo aéreo y subterráneo, con hojas escasamente pinnadas e inflorescencias espigadas o simplemente ramificadas con hasta 4 raquilas, coincidiendo así con lo previamente postulado por dichos autores.

En lo que se refiere a la morfología floral, que este estudio no contempla por haber colectado individuos sólo en estado fructífero, se conoce que los pétalos de flores femeninas y masculinas no son completamente valvados, las flores estaminadas presentan seis estambres con tecas divergentes y conectivo bífido, y las flores pistiladas exhiben un tubo estaminodial crenulado (Galeano y Bernal, 2010; Henderson, 2011).

Con todo lo anterior, es necesario incrementar el esfuerzo de muestreo y los estudios detallados de esta especie, para así ampliar el conocimiento de los aspectos biológicos básicos, así como su variabilidad a lo largo de su rango de distribución, con el fin de comprender y estimar con precisión su presencia en el territorio colombiano y su estado de conservación.

5.3.4 *Geonoma interrupta*. Como se pudo observar, *G. interrupta* posee un rango de distribución amplio a lo largo del gradiente altitudinal, haciendo parte de las especies propias de tierras altas y bajas. Esto genera que se presente en la especie una alta variabilidad infraespecífica, lo cual, probablemente, ha llevado a considerarla una especie compleja. Desde su descripción original en 1798, se han publicado al menos 20 nombres para la especie y un alto nivel de polimorfismo ha sido encontrado dentro de este taxón (Wesels Boer, 1965, 1968, 1988; Henderson et al. 1995).

Actualmente, contiene cuatro subespecies resultantes de la revisión del género realizada por Henderson (2011) para toda América; mientras que se han descrito más de cinco morfotipos reconocidos y claramente diferenciables para el territorio colombiano (Galeano y Bernal, 2010). Lo anterior se atribuye a la gran adaptabilidad de *G. interrupta*, que le permite habitar suelos bien drenados en pendientes de alta montaña, hasta suelos pobremente drenados por debajo de los 1000msnm, aunado a su capacidad de sobrevivir en bosques perturbados o secundarios (Henderson et al. 1995).

Así pues, la variabilidad en los caracteres morfológicos encontrada para esta especie, concuerda con lo previamente descrito tanto a nivel vegetativo como reproductivo. Varios autores coinciden con los resultados aquí obtenidos, al atribuir a la carencia del labio inferior un papel determinante en la identificación de esta especie, junto con el pequeño diámetro de las raquillas; y añaden a esta combinación la pubescencia densa en el interior de las cavidades florales (Henderson et al. 2015; Galeano y Bernal, 2010).

En contraste, para llevar a cabo la determinación de subespecies o morfotipos se ha de tener en cuenta la medida y número de pinas, ramas y raquillas florales (Galeano y Bernal, 2010), así

como la persistencia de las flores femeninas (Henderson, 2011); pero principalmente el hábitat y la ubicación geográfica.

Ahora bien, se identificaron claramente los rasgos comunes a todas las especies de la tribu en cuanto a composición y disposición del perianto, así como la unión congénita del tubo estaminodial con los pétalos y carpelos a nivel basal, previamente reportada por Stauffer y colaboradores (2002). Allí, se ilustra en detalle el borde seis dentado-crenado del tubo que pudo observarse en el presente estudio, junto con las seis aberturas que ocurren entre los estaminodios en estadios avanzados de desarrollo.

Con respecto al gineceo, se evidencia un desarrollo acentuado de uno solo carpelo, que Stauffer y colaboradores (2002) describieron como ascidiado en la base, abultado dorsalmente, observaciones corroboradas aquí.

5.3.5 *Geonoma máxima*. Hace parte del grupo de especies complejas dentro del género *Geonoma*. Extremadamente variable en cuanto a caracteres vegetativos, como la división de la hoja, y forma y plegamiento de las pinnas (Henderson, 2011), así como la cantidad y el grado de elevación de las venas primarias y secundarias (Wessels Boer, 1968); mientras los caracteres reproductivos parecen exhibir mayor estabilidad dentro de la especie.

Aunado a los rasgos evaluados en este estudio, existen caracteres con importancia taxonómica propuestos por otros autores como la posición erguida de las raquillas dando apariencia de candelabro a la inflorescencia (Galeano y Bernal, 2010), y su intenso color anaranjado contrastante con los frutos relativamente grandes (de hasta 1.6cm de largo y 1,2cm de ancho) que presentan un color verde amarillento a casi negro en la madurez (Wessels Boer, 1968; Henderson et al. 1995), lo cual no pudo observarse en el material colectado en este

estudio, por no haber hallado individuos en estado fructífero. Dichos autores coinciden con los resultados obtenidos aquí con respecto a la utilidad de la disposición en espiral de las fóveas y del tubo estaminodial fuertemente lobulado de las flores femeninas, para la identificación de *G. maxima*.

Es una especie ampliamente distribuida y con un alto nivel de variación intraespecífica, que ha sido examinada y clasificada en variedades, morfotipos, subespecies o especies distintas (Henderson, 1994; Henderson, 1995; Galeano y Bernal, 2010).

A nivel nacional, Galeano y Bernal (2010) han sugerido al menos cinco morfotipos claramente distintos en cuanto a la forma y el número de las pinnas, el grosor de las raquillas, y su distribución en las regiones biogeográficas del país; así, se reconocen tres morfotipos propios de la región amazónica, uno más del medio Caquetá, y uno hallado desde el norte del Pacífico, el valle del río Sinú y el valle del Magdalena (Galeano y Bernal, 2010). Este último coincide en sus caracteres diagnósticos con la descripción aquí planteada, de máximo 10 pinnas irregulares y las raquillas de 2 mm de grosor, observadas en el material encontrado y colectado en este estudio.

5.3.6 *Geonoma orbignyana*. Todos los caracteres aquí evaluados y la resultante descripción morfológica de *G. orbignyana* encajan dentro de la extensa variabilidad que presenta esta especie, la cual se evidencia principalmente en el cambiante tamaño de los especímenes colectados, así como en la división de la hoja y el grado de ramificación de la inflorescencia.

Henderson y colaboradores (1995) consideraron como un carácter diagnóstico de la especie la presencia de pinnas generalmente plegadas y rígidas, usualmente separadas por 2,5 cm a lo largo del raquis. Sin embargo, posteriormente se reportó la posibilidad de hojas enteras (Henderson, 2011), o de hojas pinnadas con pinnas angostas y similares, separadas por espacios

de longitud menor (Galeano y Bernal, 2010). Previamente, Wessels Boer (1968) otorgó gran utilidad taxonómica a la textura membranosa de la hoja, lo cual se ha controvertido al comprender que la textura de la hoja también es muy variable en esta especie y puede llegar a ser muy gruesa y rígida en individuos que habitan grandes elevaciones (Galeano y Bernal, 2010); teniendo en cuenta que *G. orbignyana* presenta un amplio rango de distribución a lo largo del gradiente altitudinal del género, abarcando los bosques húmedos montanos de entre 1200 y 3000 msnm.

Por el contrario, la disposición flojamente espiralada de las foveas que Wessels Boer (1968) propuso como rasgo excluyente, así como el labio superior redondeado y el labio inferior emarginado, se confirma aquí en todos los individuos examinados; sin embargo, la distinción de 7-8 filas de foveas sobre la raquila planteada por Galeano y Bernal (2010) no fue lograda, del mismo modo que no se evidenció la disposición tres verticilada o decusada, que expone Henderson (2011) para esta especie. Sumado a esto, Henderson y colaboradores (1995) enuncian al indumento lanoso grueso que cubre al pedúnculo de la inflorescencia, que fue claramente observado aquí, como carácter importante taxonómicamente.

En lo que respecta a la morfología floral, las características del perianto, de la flor femenina en anthesis, y el tubo estaminodial crenulado-dentado coincide con las previas descripciones de los autores mencionados; a lo que Henderson (2011) añade los bordes ligeramente lobados para los estaminodios, además de la persistencia de las flores femeninas en las raquillas y, para las flores masculinas, un escaso desarrollo del conectivo.

Tal variabilidad dentro de esta especie aún no se comprende del todo, pues aunque se han propuesto 2 subespecies en el orden continental (Henderson, 2011) o más de 5 morfotipos diferenciables a nivel nacional (Galeano y Bernal, 2010), con frecuencia se encuentran

individuos que presentan formas intermedias entre dichas categorías. De hecho, aún resulta conflictiva la delimitación entre esta y otras especies cercanamente relacionadas como *G. lehmanii*, *G. talamancana*, *G. trigona* y *G. undata*, para lo que se ha sugerido emplear rasgos del prófalo y la bráctea peduncular y el grado de desarrollo el labio superior (Henderson, 2011); a pesar de la probabilidad de hibridación entre ellas (Galeano y Bernal, 2010).

No obstante, en los intentos por caracterizar la variación subespecífica, la división y plegamiento de la hoja, el tipo de tallo, la forma del prófalo y bráctea peduncular, y la ramificación de la inflorescencia, tienen un papel determinante (Galeano y Bernal, 2010); junto con la separación geográfica (Henderson, 2011).

5.3.7 *Geonoma santanderensis*. *Geonoma santanderensis* es una especie endémica del departamento de Santander, descrita por Galeano y Bernal (2002), que fue colectada en este trabajo en los únicos dos puntos de bosque húmedo premontano sobre la cordillera oriental en los que previamente ha sido localizada (Galeano y Bernal, 2010), habitando el sotobosque. Esta especie resultó fácilmente reconocible por su hábito de crecimiento cespitoso, y su apariencia de caña con tallos delgados; así como la longitud de las hojas inferior a 1 m, pocas pinnas, e inflorescencia espigada. Hasta el momento esta combinación de caracteres no se observa en otra palma del género con hábitat andino, y además, se desconoce algún rasgo que presente variabilidad destacable a nivel subespecífico (Henderson, 2011).

Como carácter adicional a los examinados aquí, se ha reportado un recubrimiento denso de escamas variables color café o rojizo sobre las hojas, el peciolo, el raquis, el prófalo y el pedúnculo de la inflorescencia (Galeano y Bernal, 2002), el cual fue sólo ocasionalmente observado en los individuos colectados, probablemente porque dicho indumento es deciduo.

En lo referente a la morfología floral aquí descrita, se destaca el color completamente blanquecino de las flores masculinas, de 4-5 mm de longitud, y el tubo estaminodial truncado, como rasgos significativos taxonómicamente; aunque Galeano y Bernal (2002) ilustran para la especie un tubo estaminodial ligeramente crenulado que no se observó ni de manera incipiente en los especímenes examinados.

5.3.8 *Geonoma solitaria*. También llamada *Geonoma weberbaueri* por mucho tiempo, fue reconocida por Wessels Boer (1968) y Henderson y colaboradores (1995) en sus revisiones del género. Posteriormente, Galeano y Bernal (2010), y Henderson (2011), la incluyeron como un morfotipo muy variable de *Geonoma undata*, mientras que en el Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (Bernal et al. 2015), aparece de nuevo como una especie independiente.

Sin embargo, la delimitación entre *G. solitaria* y *G. undata* resulta complicada y confusa, así como la diferenciación entre estas y *G. orbygniana*. Como se mencionó anteriormente, estas tres son las especies del género que habitan a mayor altura y que presentan los mayores tamaños, generalmente coexistiendo en los Andes (Henderson et al. 1995).

En este trabajo, al igual que en la guía de campo de Palmas de Colombia (Galeano y Bernal, 2010), se diferencia a *Geonoma orbygniana* de las otras dos por ser la de menor altura y diámetro del tallo, y presentar menores dimensiones en la inflorescencia. Otros estudios han sugerido que la bráctea peduncular en *G. solitaria* y *G. undata* es caediza, mientras la de *G. orbygniana* es persistente (Henderson et al. 1995), pero esto no pudo ser evaluado con los especímenes aquí colectados.

Ahora bien, para la diferenciación entre *G. solitaria* y *G. undata*, Wessels Boer (1968) propuso para esta última una apariencia glauca en las raquillas, junto con la textura membranosa

de la hoja como caracteres definitorios. Mientras Henderson y colaboradores (1995), indican que las hojas coriáceas y plegadas, usualmente erectas, y un fruto de más de 1 cm de longitud y 1 cm de diámetro son rasgos únicos de *G. solitaria*.

Análogamente, al ser considerada un morfotipo de *G. undata*, *G. solitaria* fue diferenciada, además de los rasgos ya mencionados de las hojas y frutos, por exhibir venas elevadas en relieve, prófido con margen irregular y fóveas en espiral no muy espaciadas entre sí (Henderson, 2011), pero más específicamente por presentar raquillas de 4-9 mm de grosor, y habitar filos montañosos entre los 2000 y 3200 m, acompañada de vegetación de subpáramo (Galeano y Bernal, 2010). Con base en estos caracteres, se determinó y se definió a la especie en este estudio; teniendo en cuenta, además, la relevancia del hábitat, pues se trató de individuos hallados en un filo expuesto de las estribaciones de la cordillera a más de 2400 msnm, ubicados entre plantas herbáceas propias del bosque húmedo montano. Así mismo, un par de colectas previas realizadas bajo el nombre de *G. weberbaueri*, se dieron en los municipios de Pamplona y Gámbita, a 2800 y 2250 msnm, respectivamente (Apéndice B).

Adicionalmente, sería de gran utilidad examinar en detalle la morfología floral de esta especie con el fin de hallar caracteres que otorguen precisión a su determinación. Lamentablemente, la colección correspondiente a la especie realizada en este estudio no contó con material floral.

5.3.9 *Geonoma undata*. Haciendo parte del grupo de las especies andinas de grandes elevaciones se encuentra *Geonoma undata*, una de las especies con mayor variabilidad dentro del género (Henderson, 2011). Puede presentar hábito de crecimiento solitario con tallo de hasta 10(-15 m) de altura y 10cm de diámetro como se evidencia en los resultados aquí obtenidos, lo cual se ha considerado como primer caracter diagnóstico (Henderson et al. 1995), teniendo en cuenta que la mayoría de las especies de *Geonoma* son de porte pequeño y tallo delgado. Sin embargo, recientemente se expandió la variación de estos rasgos al reportarse para la especie individuos de hábito de crecimiento cespitoso y apariencia de caña (Henderson, 2011).

Sobre la morfología foliar hay poca discusión entre otros autores y el presente análisis, debido a los vastos rangos de longitud de la vaina, el peciolo y el raquis; así como de la variable cantidad y forma de las pinnas y las constantemente prominentes venas primarias, secundarias y terciarias en haz o envés (Wessels Boer, 1968; Henderson et al. 1995). Como rasgos adicionales se ha encontrado el registro de la disposición de las pinnas no siempre en el mismo plano, sino pinnas a veces ligeramente movidas y péndulas hacia el ápice de la lámina (Henderson et al. 1995).

La gran magnitud y apariencia de la inflorescencia (con pedúnculo de hasta 50cm, con pubescencia café tomentosa y raquis de hasta 70cm; raquilas rojizas en la madurez, de 10-40 cm de largo y 4-6 mm de grosor, fóveas bilabiadas dispuestas densamente en espirales que permiten distinguir hasta 8 hileras verticales) ha sido fuente de caracteres clave en la determinación de *G. undata* a la que convergen este y otros estudios (Henderson et al. 1995; Galeano y Bernal, 2010; Quero y Pérez-Farrera, 2010).

Como se discutió previamente, la delimitación entre *G. undata*; *G. orbygniana* y *G. solitaria* puede resultar conflictiva; y los caracteres y rangos propuestos para diferenciarlas suelen resultar

ineficientes, principalmente ante la posibilidad de hallar especímenes intermedios o híbridos entre estas especies (Henderson et al. 1995).

Henderson (2011) propone que la variación intraespecífica puede ser agrupada con base en plegamiento foliar y venas adaxiales, principalmente, junto con la disposición de las fóveas, que según él puede también ser verticilada; llevándolo a distinguir 10 subespecies distribuidas por el continente americano. Mientras que, para el territorio colombiano y extensiones hasta Bolivia, Galeano y Bernal (2010), proponen tres morfotipos, dos ampliamente distribuidos donde se incluye a *G. solitaria* y uno más bien aislado; todos diferenciables por la forma de las hojas, las pinnas y las medidas de las raquillas, en contraste con el hábitat y en menor medida, con la ubicación geográfica. No obstante, como ya se mencionó, estos rasgos son insuficientes ante la eventualidad de intermedios.

5.3.10 *Pholidostachys synanthera*. *Phidostachys* ha sido tradicionalmente diferenciado al interior de la tribu Geonomateae por presentar raquillas gruesas con fóveas densamente dispuestas, totalmente cubiertas por un gran labio inferior o bráctea, y por su típico indumento tomentoso rojizo en la vaina y el peciolo de las hojas (Wessels Boer, 1968; Henderson et al. 1995). Su delimitación se ha basado principalmente en la estructura de la inflorescencia: espigada o ramificada, y en menor medida, en longitudes del pedúnculo o el raquis de la inflorescencia y la naturaleza de la bráctea peduncular (Galeano y Bernal, 2010), e incluso la longitud del labio y la forma del fruto (Wessels Boer, 1968).

Para *P. synanthera*, como se constató aquí, se ha establecido la diferenciación frente a las demás especies del género a partir del tamaño relativamente grande en pedúnculo y el raquis, raquillas esparcidamente dispuestas (Galeano y Bernal, 2010); y fóveas organizadas en 8-10 filas

verticales con labio inferior semiorbicular (Wessels Boer, 1968). Adicional a estos caracteres se han sugerido otros rasgos importantes que no fueron observados en el individuo examinado en este estudio; tales como la textura coriácea de la bráctea peduncular contrastante con la textura membranosa del prófalo (Wessels Boer, 1968); así como una caducidad previa a la antesis de la bráctea peduncular (Henderson et al. 1995).

En *P. synanthera* se evidenció la presencia de un tubo estaminodial compuesto por seis estaminodios profundamente lobulados, lo cual es taxonómicamente importante ya que otras especies de *Pholidostachys*, presentan más de seis estaminodios, como *P. pulchra*, especie que difiere también de *P. synanthera* en el grado de desarrollo de los tres carpelos y de las ramas estigmáticas (Stauffer y Endress, 2003). La similitud entre las ramas estigmáticas y los lóbulos estaminodiales fue previamente reportada por Stauffer y Endress (2002).

La variación intraespecífica en *P. synanthera* fue estudiada por Henderson (2012), concluyendo que existen tres poblaciones separadas geográficamente, una en la región amazónica (hasta 250m), la segunda en el este de los Andes (hasta 1600m), y la tercera en las otras dos cordilleras (hasta 1750m). Las de la región andina constituyen, entonces, una subespecie, denominada *Pholidostachys synanthera* subsp. *synanthera*, a la que corresponde el espécimen aquí estudiado por su ubicación geográfica y la morfometría vegetativa, principalmente.

Eventualmente, será necesario un mayor esfuerzo de muestreo, pues como se evidenció, la falta de datos ha interferido con la precisión del rango de distribución de esta especie, así como con la evaluación rigurosa de diferencias presentes entre las poblaciones que ocurren separadamente sobre las cordilleras.

5.3.11 *Welfia regia*. La morfología y las grandes dimensiones de los órganos vegetativos y reproductivos del género *Welfia* lo hacen inmediatamente reconocible entre los demás géneros de la tribu. Como ya se mencionó, *W. regia* es la única especie del género que habita el territorio colombiano, por lo que su identificación no representa mayor dificultad. Sin embargo, individuos que se hallen estériles podría confundirse con *Geonoma interrupta*, que ocasionalmente alcanza hasta 12m de altura, Galeano y Bernal (2010) propusieron una puntual diferencia entre ambas especies en la forma de las pinnas basales y apicales, que se hacen angostas o anchas en su parte media, respectivamente. También puede presentarse similitud entre *W. regia* y *Calyptrogyne baudensis*, pero esta última presenta diferencias en la forma de la inflorescencia y la bráctea peduncular; además, la ubicación geográfica de *C. baudensis* se reduce a una pequeña área del Pacífico (Galeano y Bernal, 2010).

En la más reciente revisión de *Welfia* se mencionan, algunos detalles importantes para tener en cuenta a la hora de coleccionar, como el desarrollo parcial de los peciolos que al confundirse con la vaina suelen generar una sobrestimación de su longitud; y una disposición floral ocasionalmente diferencial a lo largo de la raquilla, donde las partes distales pueden contener sólo flores estaminadas (Henderson y Villalba, 2013).

La descripción floral detallada no pudo llevarse a cabo con el material coleccionado para esta especie, sin embargo, se reconoce sustancialmente la presencia de más de 20 estaminodios fusionados en el tubo estaminodial lobado, conniventes en botón y esparcidos en anthesis (Stauffer y Endress, 2003). Así como una longitud de 2 cm para las flores masculinas en anthesis, con hasta 45 estambres (Galeano y Bernal, 2010).

Dentro de la especie se ha evaluado la variabilidad presentada a lo largo de su rango completo de distribución, señalándose que en zonas de mayor elevación la palma aparece significativamente más alta (Henderson y Villalba, 2013). En Colombia, *W. regia* habita las tierras bajas del Pacífico, y el extremo norte de la Cordillera central llegando hasta las estribaciones de la Cordillera oriental (Galeano y Bernal, 2010), y se ha propuesto que pueden reconocerse tres poblaciones andinas, una del Valle del Cauca (550 msnm), otra en la Cordillera central (hasta 1000 msnm), y una más en la cordillera oriental, pendiente occidental (hasta 1300 m). Esta última, la que habita en el territorio santandereano, se distingue por un mayor tamaño del fruto y raquilas más gruesas, y comparte con la población de la Cordillera central la forma y superficie del fruto (Henderson y Villalba, 2013). Sin embargo, es necesario ampliar la colección y estudio de estos especímenes para precisar lo anteriormente dicho.

5.4 Implicaciones sobre la conservación

Para evaluar el estado de conservación de los integrantes de la tribu Geonomateae es importante, en primer lugar, ampliar el esfuerzo de muestreo con el fin de cubrir mayor área y precisar la riqueza de la tribu en el departamento. En segundo lugar, emprender estudios ecológicos y poblacionales que determinen la abundancia correspondiente a dicha riqueza, y entonces conocer la diversidad real del grupo en el territorio especificado.

Por supuesto, las especies que actualmente se encuentran en alguna categoría de amenaza son las que requieren mayor atención y prioridad. Dentro de estas, *Geonoma santanderensis* presenta un estado vulnerable por ser una especie endémica (Bernal et al. 2015), lo cual le otorga gran

importancia dentro de la flora local; y por ende, las instituciones e investigaciones científicas competentes deben darle un papel protagónico.

Del mismo modo, *Pholidostachys synanthera*, que aunque se encuentra en estado de preocupación menor a nivel nacional, por sus escasos registros y colectas para el departamento de Santander, merece atención en el orden regional y local. Esto con el propósito de conocer y conservar la especie a través de la protección de los sitios donde esta habita; teniendo en cuenta, además, que sus poblaciones suelen ser poco numerosas y con gran distancia entre los individuos, y que *P. synanthera* presenta una fuerte vulnerabilidad ante la perturbación del ecosistema (Henderson et al. 1995).

Paralelamente, *Geonoma orbignyana* y *Geonoma undata*, a pesar de su amplia distribución en el territorio nacional y el extenso gradiente altitudinal que habitan, además de su capacidad de sobrevivir en bosques primarios y disturbados (Galeano y Bernal, 2010), se encuentran casi amenazadas, categoría compartida también con *Geonoma frontinensis* (Bernal et al, 2015). Esta última, con un rango de distribución más estrecho, y con una escasa representación en los herbarios nacionales.

Indiscutiblemente, aquellas especies halladas en alguna categoría de amenaza son con las que debe lograrse con mayor urgencia un entendimiento íntegro y enfocado en medidas de conservación; pero todas las especies, incluso aquellas que presentan preocupación menor, deben ser consideradas elementos importantes de la flora nacional y local por su importancia ecológica y uso potencial, y por lo tanto deben hacer parte de los estudios florísticos y planes de manejo y ordenamiento de los territorios.

6. Conclusiones

La tribu Geonomateae se encuentra representada por tres géneros y once especies en el departamento de Santander, diversidad mayor a la estimada previamente. Esta diversidad probablemente aumentará al expandir e intensificar el muestreo en el territorio.

En la morfología de los órganos sexuales radican los caracteres diagnósticos de los géneros y las especies de la tribu Geonomateae en el departamento, aunque el contraste con los caracteres vegetativos y la distribución otorga mayor claridad taxonómica.

La tribu Geonomateae contiene especies muy variables morfológicamente; la caracterización de las especies constituye la base para comprender tal variabilidad y diversidad a diferentes escalas y su posible correlación con factores externos, así como el manejo adecuado de estas.

Diez especies de la tribu Geonomateae que habitan naturalmente el departamento de Santander se encuentran actualmente representadas en la colección del herbario UIS.

Referencias Bibliográficas

- Albesiano, S., y Rangel, O. (2006). Estructura de la vegetación del cañón del río Chicamocha, 500-1200m. Santander, Colombia: una herramienta para la conservación. *Caldasia*, 28(2), 307-325.
- Arber, A. (2010) *Monocotyledons: A morphological Study*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. Pp. 1-3
- Asmussen, C. B. (1999). Relationships of the tribe Geomeae (Arecaceae) based on plastid rps16 DNA sequences. *Acta Botánica Venezuelica*, 22(1), 65-76.
- Asmussen C. B., Baker W. J., & Dransfield J. (2000). Phylogeny of the Palm family (Arecaceae) based on rps16 intron and trnL-trnF plastid DNA sequences In: Wilson KL, Morrison DA. proceedings of the 2. *International conference on the Comparative biology of the monocots*, 1998, Sydney.
- Asmussen, C. B., & Chase, M. W. (2001). Coding and noncoding plastid DNA in palm systematics. *American Journal of Botany*, 88(6): 1103-1117.
- Asmussen, C. B., Dransfield, J., Deickmann, V., Barfod, A. S., Pintaud, J. C., & Baker, W. J.

- (2006). A new subfamily classification of the palm family (Arecaceae): evidence from plastid DNA phylogeny. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151(1), 15-38.
- Baker W. J., Savolainen V., Asmussen-Lange C. B., Chase M. W., Dransfield J., Forest F., Harley M. M., Uhl N. W., & Wilkinson M. (2009). Complete generic-level phylogenetic analyses of palms (Arecaceae) with comparisons of supertree and supermatrix approaches. *Systematic Biology*, 58(2), 240-256.
- Baker, W. J., Norup, M. V., Clarkson, J. J., Courvreur T., Dowe, J. L., Lewis, C. E., Pintaud, J. C., Savolaninen, V., Wilmot, T., & Chase, M. W. (2011). Phylogenetic relationships among arecoid palms (Arecaceae: Arecoideae). *Annals of Botany*, 108(8), 1417–1432
- Baker, W. J., & Dransfield, J. (2016). Beyond Genera Palmarum: progress and prospects in palm systematics. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 182(2), 1-27.
- Balick, M. J., & Beck, H. T., (1990). *Useful palms of the world: a synoptic bibliography*. New York, EU: Columbia University Press.
- Balslev, H., Navarrete, H., Paniagua-Zambrana, N., Pedersen, D., Eiserhardt, W., y Kristiansen, T. (2010). El uso de transectos para el estudio de comunidades de palmas. *Ecología en Bolivia*, 45(3), 8-22.
- Bernal, R., & Ervik, F. (1996). Floral Biology and Pollination of the Dioecious Palm *Phytelephas seemannii* in Colombia: An Adaptation to Staphylinid Beetles. *Biotropica*, 28(4), 682-696.
- Bernal, R., & Galeano, G. (2006). Endangerment of Colombian Palms (Arecaceae): change over

18 years. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151: 151-163.

Bernal, R., Gradstein, S. R., y Celis, M., (2015). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*.

Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Recuperado de <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

Borchsenius, F.; Lozada, T., & Knudsen, J. T. (2016) Reproductive isolation of sympatric

forms of the understory palm *Geonoma macrostachys* in western Amazonia. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 182(2), 398-410.

Burret, M. 1930. Geonomae Americanae. *Botanische Jahrbücher für Systematik*,

Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, 63:123-270.

Chazdon R. L. (1991). Plant size and form in the understory palm genus *Geonoma*: are species

variations on a theme? *American Journal of Botany*, 78(5), 680–694.

Comer J. R., Zomlefer, W. B., Barrett, C. F., Davis, J. I., Stevenson, D. W., Hevduk, K., &

Leebens-Mack, J. H. (2015). Resolving relationships within the palm subfamily Arecoideae

(Arecaceae) using plastid sequences derived from next-generation sequencing. *American*

Journal of Botany, 102(6), 888-899.

Comer J. R., Zomlefer, W. B., Barrett, C. F., Stevenson, D. W., Hevduk, K., & Leebens-Mack,

J. H. (2016). Nuclear phylogenomics of the palm subfamily Arecoideae (Arecaceae).

Molecular Phylogenetics and Evolution, 97(4), 32-42.

Cuenca, A., & Asmussen-Lange, C. B. (2007). Phylogeny of the palm tribe Chamaedoreae

(Arecaceae) based on plastid DNA sequences. *Systematic botany*, 32(2), 250-263.

- de Nevers, G., & Henderson, A. 1988. A new Calypstrogyne (Palmae: Geonomae) from Pamama. *Systematic Botany*, 13(3), 428-431.
- Dransfield, J. 1986. A Guide to Collecting Palms. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 73(1): 166-176.
- Dransfield, J., & Uhl, N. W. (1998). *Flowering plants. Monocotyledons. Volume IV*. Recuperado de <https://www.springer.com/la/book/9783540640615>
- Dransfield, J., Uhl, N. W., Asmussen, C. B., Baker, W. J., Harley, M. M., & Lewis, C. E. (2005). A new phylogenetic classification of the palm family, Arecaceae. *Kew Bulletin*, 60(4), 559-69.
- Dransfield, J., Uhl, N. W., Asmussen, C. B., Baker, W. J., Harley, M. M., & Lewis, C. E. (2008). *Genera Palmarum, the evolution and classification of palms*. Kew, UK: Kew Publishing.
- Drude, O. (1887). Palmae. *Natürlichen Pflanzenfamilien*, 2(2), 1-93.
- Dugand, A. (1976). Palmarum colombiensium elenchus. *Cespedesia*, 5(19-20), 257-326.
- Eiserhardt, W. L., Pintaud, J.-C., Asmussen-Lange, C., Hahn, W. J., Bernal, R., Balslev, H., & Borchsenius, F. (2011). Phylogeny and divergence times of Bactridinae (Arecaceae, Palmae) based on plastid and nuclear DNA sequences. *Taxon*, 60(2), 485-498.
- Ervik, F., & Bernal, R. (1996). Floral biology and insect visitation of the monoecious palm *Prestoea decurrens* on the pacific coast of Colombia. *Principes*, 40(2), 86-92.
- Galeano, G., y Bernal, R. (2010). *Palmas de Colombia. Guía de Campo*. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia.

- Galeano, G., Bernal, R., y Figueroa, Y. (2015). *Plan de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1746:universidad-nacional-y-minambiente-presentaron-primer-plan-de-manejo-uso-y-conservacion-de-las-palmas-en-colom-bia>.
- Govaerts, R. & Dransfield, J. (2005). *World checklist of palms*. Kew, UK: Royal Botanic Gardens Kew.
- Hammel, B., Grayum, M., Herrera, C., y Zamora, N. (2003). *Manual de Plantas de Costa Rica. Volumen II*. St. Louis, USA: Missouri Botanical Garden.
- Hanh W. J. (2002). A phylogenetic analysis of the Arecoid Line of Palms based on plastid DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 23(2), 189-204.
- Henderson, A., Galeano, G. & Bernal, R. (1995). *Field guide to the palms of the Americas*. New Jersey, US: Princeton University Press.
- Henderson A. (2006). Traditional morphometrics in plant systematics and its role in palm Systematics. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151(151): 103–111.
- Henderson, A. (2011). A Revision of *Geonoma* (Arecaceae). *Phytotaxa*, 17(1), 1-271
- Henderson, A., & Villalba, I. (2013). A Revisión of *Welfia* (Arecaceae). *Phytotaxa*, 119(1), 33–44
- Infraestructura Colombiana de Datos Especiales (ICDE). (2016-2017). *Cartografía catastral IGAC*. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.icde.org.co/servicios/geocontenidos-web/igac-catastro>

- Knudsen, J. T. (1999). Floral scent differentiation among coflowering, sympatric species of *Geonoma* (Arecaceae). *Plant Species Biology*, 14(2), 137-142.
- Ledezma, E., y Galeano, G. (2014). Usos de las palmas en las tierras bajas del Pacífico colombiano. *Caldasia*, 36(1), 71-84.
- Lewis, C. E., & Doyle, J. J. (2001). Phylogenetic utility of the nuclear gene malate synthase in the palm family (Arecaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 19(3), 409-420.
- Luerssen, C. (1880). *Handbuch der Systematischen Botanik*. Recuperado de <https://www.biodiversitylibrary.org/item/16367#page/8/mode/1up>
- Luckow, M. (1995). Species concepts: assumptions, methods, and applications. *Systematic Botany*, 20(4), 589–605.
- Martius, K. F. P. (1853). *Historia Naturalis Palmarum*, Recuperado de <https://www.biodiversitylibrary.org/item/9918#page/13/mode/1up>
- Moore, H. E. (1963). The types and lectotypes of some palm genera. *Gentes Herbarum*, 9, 245-274.
- Moore, H. E. (1966) *Aristeyera*, a new genus of geonomoid palms. *Journal of the Arnold Arboretum*, 47(1), 1–8.
- Nixon K. C., & Wheeler Q. D. (1990). An amplification of the phylogenetic species concept. *Cladistics*, 6(3), 211–223.
- Nourop, M. V., Dransfield, J., Chase, M. W., Barfod, A. S., Fernando, E. S., & Baker, W. J. (2006). Homoplasious character combinations and generic delimitation: a case study from the

- Indo-Pacific arecoid palms (Arecaceae: Areceae). *American Journal of Botany*, 93(7), 1065-1080.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2017). Parque Nacional Natural Serranía de los Yariquíes. MinAmbiente. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/>
- Pintaud, J. C., Galeano, G., Balslev, H., Bernal, R., Borchsenius, F., Ferreira, E., de Granville, J. J., Mejía, K., Millán, B., Moraes, M., Noblick, L., Stauffer, F. W., & Kahn, F. (2008). Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Revista peruana de biología*, 15(3), 7-29.
- Quero, H. J., y Pérez-Farrera, M. A. (2010). El género *Geonoma* (Arecaceae: Arecoideae) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(2), 231-237.
- Rohlf JF (1990). Morphometrics. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21, 299–316.
- Roncal, J., Francisco-Ortega, J., Asmussen, C. B., & Lewis, C. E. (2005). Molecular phylogenetics of tribe Geonomeae (Arecaceae) using nuclear DNA sequences of phosphoribulokinase and ARN polymerase I. *Systematics Botany*, 30(2), 275-283.
- Satake, T. (1962). A new system of the classification of Palmae. *Hikobia*, 3, 112-133.
- Seubert, E. (1998). Root anatomy of palms, IV. Arecoideae, part I. General remarks and descriptions of the roots. *Feddes Repertorium*, 109(1-2), 89-127.
- Stauffer F. W., Rutishauser R., & Endress P. K. (2002). Morphology and development of the female flowers in *Geonoma interrupta* (Arecaceae). *American Journal of Botany*, 89(2),

220–229.

Stauffer, F., & Endress, P. (2003). Comparative morphology of female flowers and systematics in Geonomeae (Arecaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 242(1-4), 171-203

Stauffer, F., Asmussen, C., Henderson, A., & Endress, P. (2003). A revision of *Asterogyne* (Arecaceae: Arecoideae: Geonomeae). *Brittonia*, 55(4), 327–356

Stevens, P. F. (1991). Character states, morphological variation, and phylogenetic analysis: a review. *Systematic Botany*, 16(3), 553-583

Tomlinson, P. B. (1961). *Anatomy of the Monocotyledons; II Palmae*. Oxford, Reino Unido: Clarendon Press.

Uhl, N. W., & Dransfield, J. (1987). *Genera palmarum*. Kansas, US: Allen Press.

Uhl, N. W., Dransfield, J., Davis, J., Luckow, M. A., Hansen, K. S., & Doyle, J. J. (1995). *Phylogenetic relationships among palms: cladistic analyses of morphological and chloroplast DNA restriction site variation*. London, United Kingdom: Royal Botanic Gardens.

Wendland, H. (1869) Sammlung von 25 Arten Palmen in gut cultivirten Exemplaren. *Garten Flora*, 18, 241–242.

Wessels Boer, J.G. (1968). *The Geonomoid Palms*. Amsterdam, Países Bajos: Library of congress.

Zona, S. (1995). A revisión of *Calyptronoma* (Arecaceae). *Principes*, 39(3),140-151