

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Demografía, hábitat y rasgos funcionales de las poblaciones de palmas en un bosque
altoandino

Araque Estupiñán Laura Vanesa y Castellanos Chanagá Diana Karina

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Forestal

Director

Diego Suescún Carvajal

MSc en Bosques y Conservación Ambiental

Codirector

Sergio Andrés Bolívar Santamaría

MSc en Biología

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2023

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Agradecimientos

A Dios por darnos la vida y sabiduría para realizar este trabajo.

A nuestros padres y familias por su esfuerzo y sacrificio para brindarnos la oportunidad de superarnos y lograr ser profesionales.

A los profesores Diego Suescún y Sergio Bolívar por estar dispuestos a compartir su tiempo y conocimiento con nosotras.

A la comunidad de la vereda Santa Cruz por abrirnos las puertas de sus hogares y propiedades, especialmente la familia Valero Rodríguez por acogernos durante el trabajo en campo.

Finalmente, a la Universidad Industrial de Santander por ser el escenario en el que adquirimos los conocimientos necesarios para llegar a la realización de nuestro proyecto de vida, permitiéndonos acceder a sitios científicos como el Herbario y laboratorios UIS.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
2. Objetivos	13
2.1 Objetivo General	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3. Marco Teórico.....	14
3.1 Las palmas	14
3.1.1 Palmas de Santander	14
3.1.2 Importancia de las palmas.....	15
= 3.1.2.1 Importancia ecológica.....	15
= 3.1.2.2 Importancia económica.....	15
= 3.1.2.3 Importancia etnobotánica.....	15
3.2 Bosques altoandinos.....	16
3.3 Rasgos funcionales de las plantas	17
4. Metodología	17
4.1 Área de estudio	17
4.2 Toma de datos	18
4.2.1 Demografía	18
4.2.2 Rasgos funcionales.....	19
= - Número de hojas.	19
= - Longitud promedio (cm).	19

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.	
= Grosor del peciolo (cm).	19
= – Pubescencia.....	20
= – Área foliar (cm ²).....	20
= – Diámetro a la altura de la base DAB (cm).....	20
= – Diámetro a la altura del pecho (DAP) (cm).....	20
= – Altura total (m).	20
4.2.3 Hábitat.....	20
= 4.2.3.1 Espesor del mantillo.....	20
= 4.2.3.2 Apertura del dosel. S.....	20
= 4.2.3.3 Relieve y rocosidad.....	20
4.3 Laboratorio.....	21
4.3.1 Herbario	21
= 4.3.1.1 Identificación de riqueza y composición florística.....	21
= 4.3.1.2 Identificación de especies:	21
4.4 Procesamiento de datos.....	21
4.4.1 Rasgos funcionales.....	21
4.4.2 Hábitat.....	22
4.4.3 Estructura física	22
4.4.4 Correlaciones entre variables.....	22
5. Resultados.....	22
5.1 Composición florística.....	22
5.2 Variables demográficas y dendrométricas	24

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.	
5.3 Hábitat.....	27
5.2 Rasgos funcionales.....	29
6. Discusión.....	34
7. Conclusiones.....	38
8. Recomendaciones	39
Referencias.....	40

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Composición florística de las especies de palmas encontradas	24
Tabla 2 Datos de variables demográficas y dendrométricas de las especies de palmas presentes en el bosque	24
Tabla 3 Variables relacionadas con el hábitat donde se encuentran las palmas de un bosque altoandino.....	28
Tabla 4 Valores obtenidos a partir de imágenes hemisféricas.....	29
Tabla 5 Variables relacionadas con los rasgos funcionales para cada una de las especies de palmas encontradas en el muestreo del bosque.....	30

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Mapa del área de estudio	18
Figura 2 Mapa ubicación y especies de palmas encontradas en el bosque altoandino.	23
Figura 3 Resultados obtenidos en las encuestas realizadas a la comunidad de Santa cruz.....	26
Figura 4 Clasificación de los individuos por edad.....	27
Figura 5 Mapa de calor de Pearson el cual relaciona las variables demográficas y de hábitat tomadas en campo.....	30
Figura 6 Análisis de Componentes Principales (PCA)	32
Figura 7 Relación entre la apertura del dosel y los componentes principales 1.	33
Figura 8 Relación entre el espesor de matillo y los componentes principales 1.....	34

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Glosario

Análisis de Componentes Principales: técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables) (Gurrea, 2000).

Cespitosa: una palma que forma grupos de muchos tallos los cuales son soportados por una masa de raíces epigeas con neumatóforos (Restrepo et al., 2016).

Endémicas: especie propia de un territorio determinado donde se mantiene permanentemente (Ollero y Saiz, 2002).

Estratificación vertical: resultado de la variación microclimática desde la parte alta del dosel hasta el interior del bosque y debe ser pronunciada en bosques altos y cerrados, donde el cambio microclimático es más acentuado. Esta variación está determinada por la estructura y altura del dosel que regula la intensidad y dirección de luz recibida, la captación de humedad del aire y la temperatura del aire que llega a las plantas; por lo tanto, la estratificación vertical divide el bosque en estratos según la altura de cada individuo (Martínez et al., 2008).

Hábitat: lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal (Real Academia Española 2001).

Herbario: se refiere a una colección de muestras botánicas, desecadas y prensadas, que representan el patrimonio vegetal de una localidad, región o país. En segundo lugar, también se conoce como herbario al espacio donde se encuentra esta colección (Moreno, 2007).

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Resumen

Título: Demografía, hábitat y rasgos funcionales de las poblaciones de palmas en un bosque altoandino*

Autor: Araque Estupiñán Laura Vanesa y Castellanos Chanagá Diana Karina**

Palabras Clave: Arecaceae, biodiversidad, *Ceroxylon quindiuense*, *Geonoma undata*, mantillo

Descripción: La tala intensiva de los bosques altoandinos ha llevado a que las especies que se encontraban allí estén en algún grado de vulnerabilidad. La familia Arecaceae habita en estas zonas de vida, pero solo se establece en bosques que aún están conservados y le ofrecen las características de hábitat que necesitan para su desarrollo. Los robledales de Santa Cruz (municipio de San Andrés, Santander) cuentan con palmas en su estructura y este estudio tuvo como objetivo evaluar las características demográficas, de hábitat y de rasgos funcionales de las palmas presentes en un bosque altoandino. Se censaron las palmas por medio de recorridos aleatorios por el bosque, se recolectaron muestras botánicas para luego ser identificadas en herbario; a cada uno de los individuos se le midieron variables demográficas como altura, DAP, largo y ancho de hoja, espesor del peciolo; y variables de hábitat como espesor del mantillo. También, para cada individuo, la apertura del dosel fue estimada por medio de fotografías hemisféricas y la caracterización del relieve, rocosidad y estratificación del bosque. Los resultados mostraron que las especies de palmas que se encuentra en los bosques de Santa Cruz son *Geonoma undata*, *Ceroxylon quindiuense*, *Ceroxylon vogelianum* y *Geonoma* sp. (233, 1, 28 y 158 individuos, respectivamente). Por otro lado, se encontró que la apertura del dosel es una característica que influye en variables como el ancho, largo y espesor del peciolo de las hojas, a menor apertura del dosel las hojas tienden a ser menos largas y menos anchas, además, la correlación de Pearson demostró que el largo y ancho tienen una relación positiva con el espesor del peciolo mientras que el DAP tiene una relación débil con el espesor del mantillo y la especie que tuvo una relación más marcada con el espesor del mantillo fue *Ceroxylon vogelianum*.

* Trabajo de Grado

** Instituto de proyección Regional y Educación a Distancia IPRED. Programa Ingeniería forestal. Director: Diego Suescún Carvajal. MSc en Bosques y Conservación Ambiental. Codirector: Sergio Andrés Bolívar Santamaria. MSc en Biología.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Abstract

Title: Demography, habitat and functional traits of palm populations in a high Andean forest*

Author(s): Araque Estupiñán Laura Vanesa y Castellanos Chanagá Diana Karina**

Key Words: Arecaceae, biodiversity, *Ceroxylon quindiuense*, *Geonoma undata*, mulch.

Description: Intensive logging of high Andean forests for the expansion of the agricultural frontier has led to the species found there being in some degree of vulnerability, the Arecaceae family inhabits these life zones, but only establishes itself in forests that are still conserved and offer it the habitat characteristics it needs for its development. The oak's forests of Santa Cruz have palms in their structure and the objective of this study is to evaluate the demographic, habitat and functional characteristics of the palms present in a high Andean forest in San Andrés, Santander. To achieve this, a census of the palms was made by means of random walks through the forest, botanical samples were collected to be identified in herbarium, For each individual were measured demographic variables such as height, DBH, leaf length and width, petiole thickness and habitat variables such as mulch thickness, canopy opening was estimated by means of hemispheric photographs and the characterization of relief, rockiness and stratification of the forest. The results showed that the palm species found in the forests of Santa Cruz are *Geonoma undata*, *Ceroxylon quindiuense*, *Ceroxylon vogelianum* and *Geonoma sp* (233, 1, 28 and 158 individuals, respectively). On the other hand, it was found that canopy openness is a habitat characteristic that influences variables such as the width, length and thickness of the petiole of the leaves, the less open the canopy the leaves tend to be less long and less wide, in addition, the Pearson correlation showed that the length and width have a positive relationship with the thickness of the petiole while the DBH has a weak relationship with the thickness of the mulch and the species that had the highest relationship with the thickness of the mulch was *Ceroxylon vogelianum*.

* Degree Work

**Institute of Regional Projection and Distance Education IPRED. Forestry Engineering Program.

Director: Diego Suescún Carvajal. MSc in Forestry and Environmental Conservation. Co-director:

Sergio Andrés Bolívar Santamaria. MSc in Biology.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Introducción

Durante años el hombre ha usado las palmas en diferentes labores como la construcción de infraestructuras, elaboración de artesanías, medicinas, tintes, herramientas, y embellecimiento de pueblos y ciudades de forma ornamental (Vásquez et al., 2012). Algunas palmas proveen productos y frutos importantes como el coco (*Cocos nucifera*), asaí (*Euterpe oleracea*), corozo (*Acrocomia aculeata*) y chontaduro (*Bactris gasipaes*) (Moraes, 2020), lo que las convierten en elementos esenciales para las tradiciones culturales y religiosas de las poblaciones campesinas, indígenas y afrocolombianas cercanas a los bosques (Mendes et al., 2019). A nivel mundial, las palmas son importantes debido a su alta diversidad con aproximadamente de 1500 especies y 200 géneros distribuidos principalmente en zonas tropicales y subtropicales (Vargas 2023). Brasil es el país que cuenta con la mayor riqueza de palmas (300 especies) debido a su gran extensión y ubicación, ya que posee gran parte del Amazonas. Por su parte, Colombia con una extensión mucho menor, es el país con mayor número de géneros y el segundo en especies (Grández-Rios et al., 2022).

Colombia, por su variedad climática, diversidad de pisos térmicos y presencia de las tres cordilleras andinas, permite el desarrollo de ecosistemas únicos, los cuales albergan especies de palmas que se distribuyen en sus diferentes zonas de vida, muchas de ellas endémicas. Sin embargo, estos ecosistemas se ven afectados por la tala indiscriminada y la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, sumado al cambio climático. En Colombia, el aprovechamiento de las palmas es muy común, ya que proveen diferentes bienes y servicios que aportan en el desarrollo económico de las comunidades. Este aprovechamiento sumado a la deforestación ha llevado a que

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

aproximadamente el 20% de las especies de palmas del país se encuentren en algún grado de amenaza (Calderón et al., 2005; Robinson et al., 2021).

Al ver el estado crítico en que se encuentran las palmas, se convierte en una necesidad su estudio, pues estas no solo son fuente de alimento, herramientas y demás para el hombre, sino que también son esenciales para la fauna silvestre presente en los bosques, pues de ellas tanto aves como mamíferos se benefician con alimentos y resguardo. Sin embargo, gran parte de los estudios adelantados para esta familia se han realizado principalmente en zonas bajas como los bosques tropicales dejando de un lado las áreas andinas con presencia de bosques dominados por *Quercus humboldtii*, y donde también se desarrollan palmas.

García Rovira es una provincia del departamento de Santander en la cual se encuentran diferentes zonas de vida. Sin embargo, la fragmentación de estos ecosistemas ha llevado a que algunas de las especies presentes en estos bosques se encuentren en estado de vulnerabilidad (Anaya, 2013). En la vereda Santa Cruz del municipio de San Andrés, Santander, se encuentran robledales conservados que albergan diversas especies de flora entre ellas palmas, las cuales no han sido estudiadas hasta la fecha, por lo cual se desconocen sus nombres científicos y características tanto a nivel de especies como de hábitat, para así saber con qué características cuenta dicho bosque para permitir su desarrollo.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Evaluar las características demográficas, de hábitat y rasgos funcionales de las palmas (Arecaceae) presentes en un bosque altoandino en San Andrés, Santander.

2.2 Objetivos Específicos

Identificar la riqueza y composición florística de las especies de palmas presentes en el bosque altoandino.

Determinar variables demográficas y dendrométricas de las poblaciones de palmas (abundancia, área basal, densidad, distribución por edad y distribución por alturas).

Caracterizar el hábitat en el que se desarrollan las palmas (apertura del dosel, estratificación del bosque, relieve, rocosidad y espesor del mantillo).

Determinar rasgos funcionales caulinares (DAB, DAP, altura total) y foliares (número de hojas, longitud promedio, espesor, pubescencia, peso seco, área foliar) de las palmas.

Conocer la importancia a nivel cultural, social, económico y ambiental de las palmas para la comunidad de la vereda Santa Cruz.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

3. Marco Teórico

3.1 Las palmas

La mayoría de las palmas presentan un patrón de crecimiento arborescente, crecen como árboles, pero con una característica particular de no poseer madera (sin crecimiento secundario) y solo tienen un meristema apical de crecimiento. Las palmas pertenecen a la familia Arecaceae, actualmente, se han descrito más de 2360 especies agrupadas en 190 géneros (Castiblanco-Navas, 2022). Estas plantas cumplen funciones esenciales en los ecosistemas, están conectadas a la cosmovisión de algunos pueblos indígenas, y son proveedoras de diversos bienes que satisfacen las necesidades de las comunidades humanas (Córdoba-Tovar et al., 2019; Pérez y Hurtado, 2021).

La presencia de palmas en un ecosistema es indicador de frutos para la fauna silvestre (aves y mamíferos), albergue para los animales y generación de biomasa, por ende, las palmas son elementos importantes para los ecosistemas. En términos de dispersión, las palmas se consideran exitosas ya que tienen la capacidad de establecerse y persistir en diferentes condiciones climáticas y edáficas (Arias, 2022). La zoocoria constituye el principal mecanismo de dispersión de las palmas, debido a la baja probabilidad de ser dispersas por agentes abióticos (Cepeda et al., 2022). Colombia cuenta con 262 especies de palmas, situándolo como el segundo país más rico en especies de palmas Grández-Rios et al. (2022), sin embargo, el 20% (54 especies) se encuentran actualmente bajo algún tipo de amenaza (Palmero, 2022).

3.1.1 Palmas de Santander

En Santander se encuentran 12 especies de palmas, las cuales son: *Aiphanes lindeniana*, *Aiphanes simplex*, *Aiphanes suaita* *Ceroxylon quindiuense*, *Ceroxylon*

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

vogelianum, *Chamaedorea linearis*, *Dypsis lutescens*, *Geonoma orbignyana*, *Geonoma solitaria*, *Geonoma undata*, *Prestoea acuminata*, *Wettinia microcarpa* y *Wettinia praemorsa* (Bernal, Gradstein y Celis, 2019).

3.1.2 Importancia de las palmas.

3.1.2.1 Importancia ecológica. Las palmas altoandinas brindan alimento y refugio a través de sus inflorescencias y frutos, lo que las hace esenciales para una gran variedad de animales los cuales actúan como dispersores de semillas y polinizadores (García 2022). Por otro lado, las palmas de los bosques altoandinos son de las más amenazadas debido a la expansión de la frontera agropecuaria, una de las especies más importantes y que se encuentra en peligro es *Ceroxylon quindiuense*, conocida por ser el árbol nacional de Colombia y la palma más alta del mundo, de ella se han extraído hojas para la elaboración de ramos en Semana Santa, y su cera se ha empleado en la producción de velas y fósforos (Galeano et al., 2015).

3.1.2.2 Importancia económica. A nivel mundial, las palmas son una fuente económica muy importante. Colombia es un país rico en palmas productoras de frutos comestibles como el chontaduro (*Bactris gasipaes*), el coco (*Cocos nucifera*), el asaí (*Euterpe oleracea*), entre otros (Constantino y Pardo-Locarno, 2020; Pava et al., 2020). Además, de algunas palmas como la jatata (*Geonoma deversa*) y la macana (*Wettinia kalbreyeri*), se obtienen materias primas para la construcción de infraestructuras (Míguez y Moraes, 2018).

3.1.2.3 Importancia etnobotánica. Para las comunidades indígenas las palmas son esenciales ya que, de generación en generación, se ha transmitido conocimiento botánico para la producción de medicinas y alimentos. En la Amazonía colombiana, por años las palmas se han cultivado en las chagras indígenas para la producción de frutos, fibras y materiales de construcción.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Además, las palmas funcionan como hábitat de fauna nativa la cual se convierte en dispersora de semillas y ayuda al crecimiento y diversificación de poblaciones de palmas (Morcote-Ríos et al., 2021;González-Jaramillo et al., 2022). Cabe resaltar la importancia de las palmas en las creencias religiosas de los indígenas donde especies como *Mauritia flexuosa* se transforman en un escenario espiritual de conexión con antepasados y del cual se desprenden variedad de mitos y leyendas (Cartay et al., 2020).

3.2 Bosques altoandinos

En la Cordillera de los Andes, entre los 2000 y 3500 m s. n. m., se encuentran los bosques altoandinos, donde las temperaturas frías oscilan entre los 12.0 y 17.5°C (Rivera-Mambuscay, 2022). Muchas de las especies de plantas y animales que viven en estos bosques son endémicas, lo que significa que son exclusivas de estas laderas y no se pueden encontrar en ningún otro lugar del mundo. Sus poblaciones nativas son pequeñas, frágiles y muchas de ellas están en peligro de extinción (Gil-Leguizamón et al., 2020).

Los bosques altoandinos juegan un papel crucial en la provisión de bienes y servicios ecológicos, regulan el clima y la disponibilidad de agua, controlan las inundaciones, reducen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y mantienen los hábitats necesarios para la supervivencia a largo plazo de la biodiversidad (Llambí et al., 2019). Sin embargo, a diferencia de otros ecosistemas forestales, los bosques altoandinos carecen de información, debido en parte a la complejidad de estos ecosistemas y las diversas perturbaciones que presentan, tanto naturales (p. ej., deslizamientos de tierra, fuertes vientos) como provocadas por el hombre (p. ej., deforestación y degradación antrópica). Además, la interacción entre la dinámica de cambios de coberturas

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

vegetales y uso del suelo y el cambio climático generará diversos impactos en la estructura, composición y funcionamiento de los bosques altoandinos (Calbi et al., 2020).

3.3 Rasgos funcionales de las plantas

Los rasgos funcionales son características morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y regenerativas de las plantas, estos varían según la especie y, entre las especies, varían según el medio ambiente y los atributos del suelo donde se desarrollan (Camacho et al., 2020). En las palmas, los rasgos funcionales son útiles para el entendimiento de la respuesta de las especies a diferentes factores ambientales. Además, su análisis proporciona una comprensión de las estrategias ecológicas exhibidas por las plantas y es una herramienta útil para identificar similitudes en el comportamiento ecológico de las especies (Trujillo-Calderón, 2017).

4. Metodología

4.1 Área de estudio

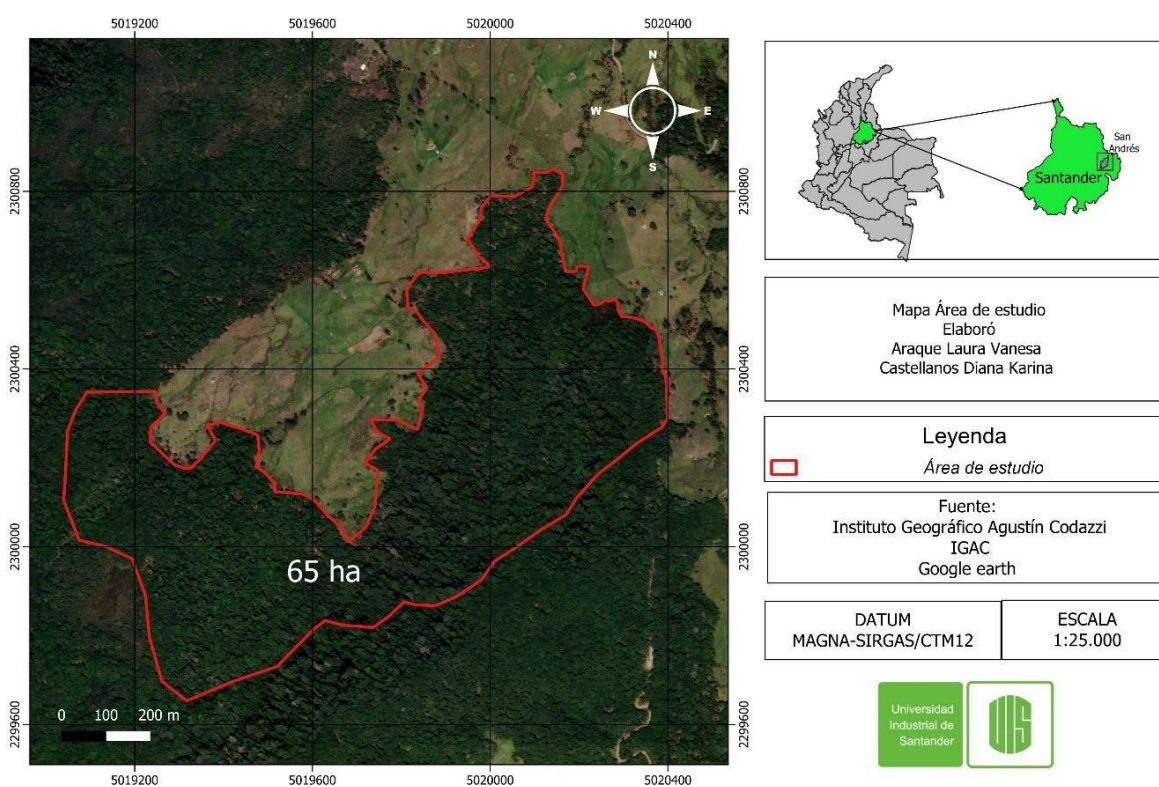
El área de estudio se localizó al norte de la Cordillera Oriental de los Andes colombianos, provincia de García Rovira, ubicada en las coordenadas (6° 42' 58,83" N y 72° 49' 46,13" O); municipio de San Andrés (Santander), vereda Santa Cruz (Figura 1). Su relieve fuertemente quebrado y escarpado, pertenece a la cuenca hidrográfica del río Chicamocha, comprende alturas que van desde los 1000 m s. n. m., en su parte más baja, hasta los 4200 m s. n. m., precipitación media de 1432.8 mm al año, con un régimen de lluvias bimodales, lo que indica dos épocas húmedas en seis meses del año, temperatura promedio de 18°C y humedad relativa de 80%. Los suelos presentan alta variabilidad de micro y macronutrientes, texturas franco-arenosas y franco limosas. Se encuentran rocas del Cretácico que abarcan las formaciones Tibú-Mercedes,

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Aguardiente y Capacho (Jaimes y Parra, 2020). Además, se presentan sectores cubiertos de depósitos del periodo Cuaternario en forma de terrazas y coluviones; también se encuentran despliegue de fallas inversas y pliegues (Gómez y Montes, 2020).

Figura 1

Mapa del área de estudio



Nota: La imagen representa el área de estudio, ubicada en la vereda Santa Cruz municipio de San Andrés, Santander. Mapa procesado en el software QGIS 3.26.3 (QGIS.org, 2022).

4.2 Toma de datos

4.2.1 Demografía

Con la finalidad de conocer el número total de individuos para localizar y clasificar las palmas según su estado de desarrollo en plántulas, juveniles y adultos, en junio de 2023 se realizó

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

un muestreo de las palmas por medio de recorridos aleatorios por el área asequible del bosque, para esto se empleó un GPS (Garmin modelo GPSMAP 64s).

El 5 de julio se realizaron encuestas abiertas a la comunidad de Santa Cruz con la finalidad de conocer la opinión de la población y las medidas que se podrían tomar en relación con la explotación de la palma de cera *Ceroxylon quindiuense*. La cantidad de encuestas a realizar se calculó de acuerdo con la ecuación propuesta por Murray y Larry (2019):

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población

Z=Parámetros estadísticos que dependen del nivel de confianza

E= Error de estimación máximo aceptado

p= Probabilidad de que ocurra un evento

4.2.2 Rasgos funcionales

A todos los individuos encontrados se les midieron los siguientes rasgos funcionales:

– **Número de hojas.** Se observaron y contaron las hojas de cada palma encontrada en el bosque.

– **Longitud promedio (cm).** Se midió con una cinta métrica el largo de la hoja con tamaño promedio en la palma.

Grosor del peciolo (cm). Se midió el grosor del peciolo de una hoja promedio de cada palma, esto se realizó con un pie de rey.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

- **Pubescencia.** Con ayuda de una lupa de 30x se identificó la presencia de indumento lepidoto en las hojas, esto fue útil para corroborar la especie en herbario.
- **Área foliar (cm²).** Con una cinta métrica se midió el largo y el ancho de una hoja promedio por cada palma encontrada.
- **Diámetro a la altura de la base DAB (cm).** Se midió con una cinta métrica el diámetro en la base a cinco cm de las palmas que no presentaban diámetro a la altura del pecho.
- **Diámetro a la altura del pecho (DAP) (cm).** Con la cinta diamétrica se midió el diámetro del estipe a 1.30 m de altura.
- **Altura total (m).** Se estimó la altura total de las palmas con un clinómetro.

4.2.3 Hábitat

4.2.3.1 Espesor del mantillo. Con ayuda de un palín se hicieron agujeros aleatorios en el sitio donde se encontraron las palmas, para medir la cantidad de material en descomposición que se encontraba en el suelo.

4.2.3.2 Apertura del dosel. Se analizó la apertura del dosel y la estratificación del bosque por medio de fotografías hemisféricas tomadas con una cámara marca Canon equipada con un lente ojo de pez que cuenta con una toma de más de 180° apoyada en un trípode correctamente nivelado con el terreno.

4.2.3.3 Relieve y rocosidad. Se realizó un análisis de paisaje con ayuda de mapas geológicos para determinar las características del bosque, además, el relieve se clasificó en alto, medio o bajo según el porcentaje obtenido con el clinómetro.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

4.3 Laboratorio

4.3.1 Herbario

4.3.1.1 Identificación de riqueza y composición florística. Las muestras recolectadas, alcoholizadas y prensadas se llevaron al herbario de la Universidad Industrial de Santander (UIS) en la ciudad de Bucaramanga, con el fin de identificar las especies de palmas que se encontraron en el sitio muestreado.

4.3.1.2 Identificación de especies: A partir de la comparación de la morfología y ubicación geográfica de las muestras obtenidas en campo, y el material que se encuentra en el herbario, se realizó la identificación de las especies de palmas.

4.4 Procesamiento de datos

En el área de muestreo se escogieron tres sitios estratégicos los cuales presentaban mayor cantidad de palmas, estos valores se promediaron para obtener la densidad poblacional del sitio. Luego, se calculó el área basal con la fórmula propuesta por Walter Bitterlich (1974), donde, π se divide en cuatro y se multiplica por el diámetro a la altura del pecho de cada una de las palmas muestreadas.

4.4.1 Rasgos funcionales

Los rasgos funcionales (número de hojas, altura, DAP, DAB, grosor del peciolo, longitud y largo de las hojas) fueron medidos directamente en campo y procesados en los softwares R y Excel.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

4.4.2 Hábitat

La apertura del dosel se midió utilizando el software Gap Light Analyzer (GLA) Frazer, G.W., Canham, C.D., and Lertzman, K.P. 1999. Mientras que el espesor del mantillo se obtuvo por medio de una pala y una cinta métrica.

4.4.3 Estructura física

Los resultados de las variables obtenidas en campo se ilustraron a partir de gráficos de barras, lineales, circulares y tablas donde se muestra el comportamiento de cada una de las variables obtenidas.

4.4.4 Correlaciones entre variables

En este análisis, se relacionaron las variables dendrométricas de las palmas con las variables del hábitat, además se realizó un análisis de componentes principales (PCA) todo en el software estadístico R 4.0.3 R Core Team (2020).

5. Resultados

5.1 Composición florística

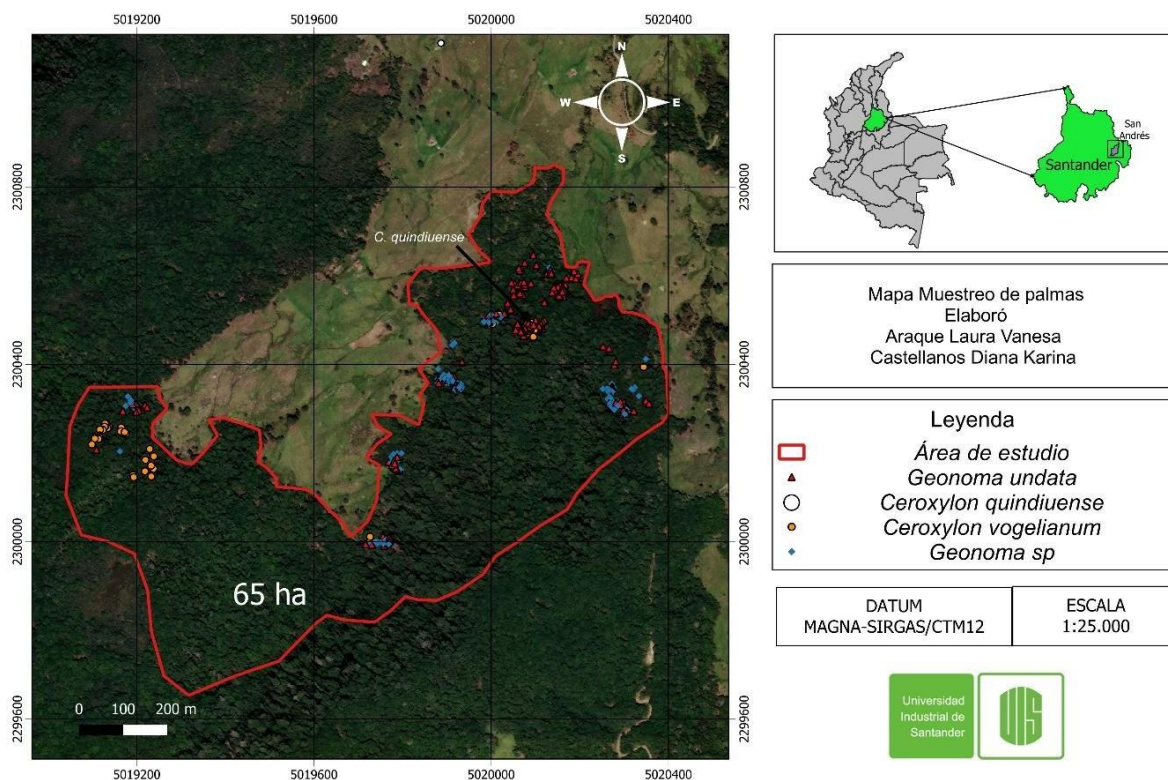
Una vez muestreada la población y obtenida su georreferenciación, se cargaron los puntos de referencia al software QGIS (figura 2), en el cual se realizó el mapa de muestreo de palmas donde se observó la ubicación de los individuos de palmas, clasificadas por especie.

Una vez depurada y procesada la base de datos se encontró un total de cuatro especies, que pertenecen a dos géneros de palmas (Tabla 1) las cuales fueron: *Ceroxylon quindiuense*, *C. vogelianum*, *Geonoma undata* y *Geonoma* sp. Según Galeano y Bernal (2005) *C. quindiuense* se encuentra en peligro [EN], mientras que *C. vogelianum* y *G. undata* están en la categoría casi

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

amenazada [NT]. La distribución de *C. quindiuense* es desde los Andes de Perú hasta las tres cordilleras de Colombia, entre 1600 y 3100 m s. n. m., mientras que *C. vogelianum* se encuentra a lo largo de los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú entre los 2500 a los 2900 m s. n. m. *G. undata* tiene un gradiente altitudinal entre los 1200 hasta 2700 m s. n. m., y se encuentra en Colombia a lo largo de los Andes, así como en Venezuela y Panamá.





Figura 2 Mapa de ubicación y especies de palmas encontradas en el bosque altoandino.



Nota: En el mapa se evidencia la distribución de las palmas muestreadas en el bosque, y la clasificación de la especie a la que pertenecen.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Tabla 1*Composición florística de las especies de palmas encontradas*

Especie	Grado de amenaza	Gradiente altitudinal (m s. n. m.)
<i>Geonoma undata</i>	Casi amenazada 	1200-3100
<i>Ceroxylon quindiuense</i>	En peligro 	1600-3100
<i>Ceroxylon vogelianum</i>	Casi amenazada 	2500-2900
<i>Geonoma</i> sp.	No evaluada 	1200-3100

Nota. En esta tabla se muestran las especies encontradas en el sitio muestreado con su respectivo grado de amenaza según el libro rojo de plantas en Colombia, y su gradiente altitudinal.

5.2 Variables demográficas y dendrométricas

La especie más abundante en el bosque de Santa Cruz fue *G. undata* con 233 individuos, por lo tanto, también fue la especie con mayor densidad de individuos por ha, seguida por *Geonoma* sp y *C. vogelianum*, la cual fue la especie con mayor área basal, con 0.007 m². Por otra parte, *C. quindiuense* fue la menos abundante con solo un individuo, y un área basal de 0.001 m², ya que no ocupa un espacio relevante en el bosque, pero es una especie muy importante a nivel de conservación (Tabla 2).

Tabla 2

Datos de variables demográficas y dendrométricas de las especies de palmas presentes en el bosque.

Especies	Abundancia Ind/sp	Promedio G (m ²)	Densidad Ind/ha
----------	-------------------	------------------------------	-----------------

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

<i>Geonoma undata</i>	233.000	0.004	3.584
<i>Ceroxylon quindiuense</i>	1.000	0.001	0.015
<i>Ceroxylon vogelianum</i>	28.000	0.007	0.430
<i>Geonoma sp</i>	158.000	0.003	2.430

Nota: En esta tabla se muestran los datos de abundancia por especie tomados en campo, además del área basal promedio y la densidad de individuos por ha.

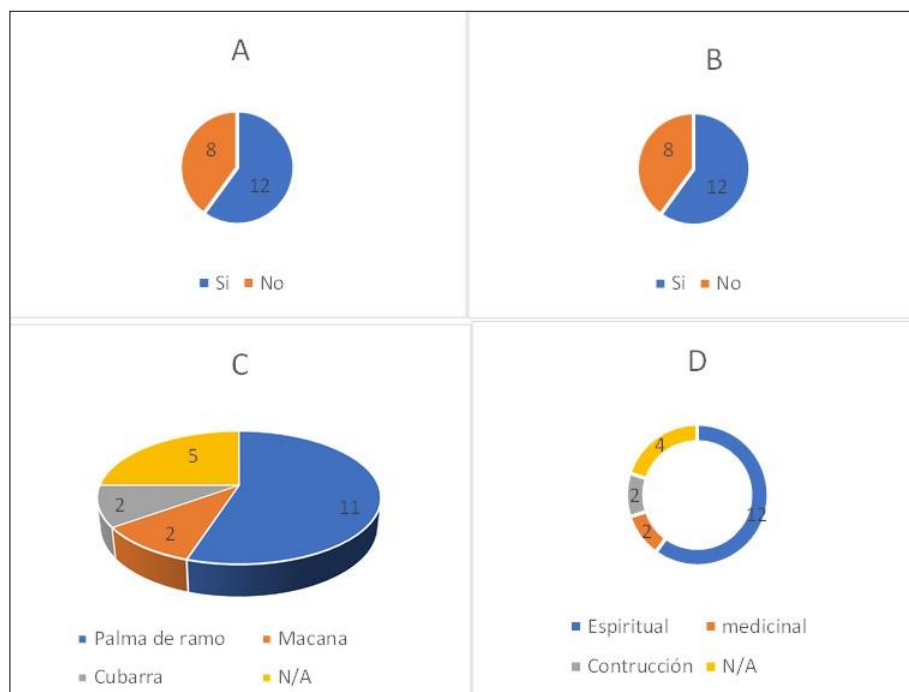
Se realizaron un total de 20 encuestas a personas que llevaran mínimo 15 años viviendo en la vereda Santa Cruz y fuera aledaña al robledal, para alcanzar una cobertura significativa de la población, de acuerdo con la ecuación propuesta por Murray y Larry (2019).

En la Figura 3 se muestra los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los habitantes de la vereda. La mayoría de las personas tienen conocimiento acerca de que en el bosque se encuentran palmas, además alguna vez las han empleado principalmente en ceremonias religiosas. El nombre más común para las palmas es ramo, en menor medida macana o cubarra. Por último, la mayoría de habitantes son testigos de la explotación de la hoja de palma en esta zona y saben que personas ajenas a la vereda llegan en épocas de semana santa y llevan en grandes cantidades hojas de palma para hacer los ramos, y luego comercializarlos en los municipios aledaños.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Figura 3

Resultados obtenidos en las encuestas realizadas a la comunidad de Santa cruz.



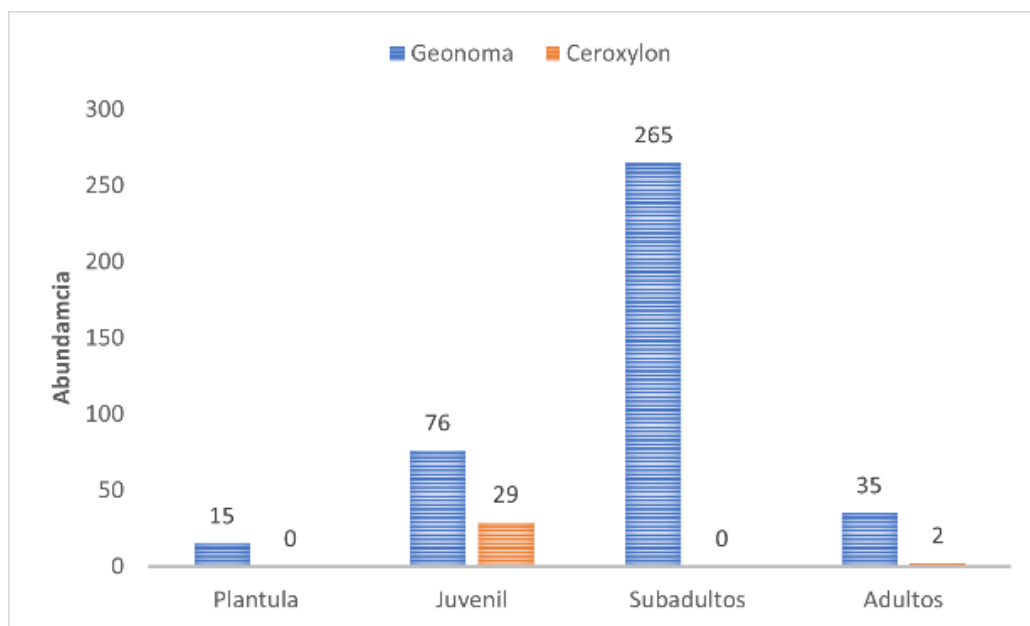
Nota: Cada componente de la figura responde a las siguientes interrogantes, A: ¿Sabía usted que en los robledales se encuentran palmas?, B: ¿Personas ajenas a la vereda extraen hojas de palma de cera del bosque?, C: ¿Cómo llaman a las palmas que se encuentran en el bosque?, D: ¿Alguna vez han utilizado las palmas? ¿De qué manera?

Cada individuo muestreado se clasificó debido a su edad, con referencia al número de hojas y el tamaño de estas. En la Figura 4 se puede apreciar que el género con mayor cantidad de individuos subadultos fue *Geonoma* con un total de 265. De igual manera, este género presenta la mayor cantidad de individuos juveniles (76) y adultos (35). El género *Ceroxylon* presentó 29 individuos juveniles y dos adultos, esto se debe a la menor abundancia de ambas especies

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Figura 4

Clasificación de los individuos por edad.

**5.3 Hábitat**

De acuerdo al hábitat, *G. undata* se desarrolla en aperturas de dosel desde el 100 hasta el 10%, pero el promedio para esta variable fue de 53%, ya que los individuos más jóvenes se encontraban en áreas de dosel medianamente cerrado, característica que comparten con *C. vogelianum*, que se encontró en aperturas de dosel promedio de 54% y *Geonoma* sp. de 55%. Los individuos de las cuatro especies se desarrollan en mantillos con un promedio de 20 cm de profundidad, sin embargo, algunos individuos se encontraban en zonas sin mantillo a excepción de *C. quindiuense*, ya que el único individuo encontrado se desarrollaba sobre un mantillo de 19.9 cm de espesor. Por otro lado, las áreas de estratificación media del bosque presentaron mayor abundancia de palmas principalmente de *C. vogelianum*, mientras que las áreas de menor estratificación presentaron la menor cantidad de individuos. A nivel de relieve, las zonas de

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

pendiente media y baja rocosidad son las que permiten un mejor desarrollo de *Ceroxylon*, a diferencia de las especies de *Geonoma* que tienen la capacidad de adaptarse a zonas de pendientes y rocosidad altas y bajas también (Tabla 3).

Tabla 3

VARIABLES RELACIONADAS CON EL HÁBITAT DONDE SE ENCUENTRAN LAS PALMAS DE UN BOSQUE ALTOANDINO

Variables		<i>Geonoma undata</i>	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	<i>Ceroxylon vogelianum</i>	<i>Geonoma sp.</i>
Apertura del dosel (%)	Prom.	53.0%	80.0%	54.0%	55.0%
	Máx.	100.0%	80.0%	100.0%	100.0%
	Mín.	10.0%	80.0%	10.0%	10.0%
Espesor de mantillo (cm)	Prom.	20.0	19.9.0	20.6	20,5
	Máx.	76.1	19.9.0	76.1	76.1
	Mín.	0.0	19.9.0	0.0	0.0
Estratificación del bosque (%)	Alta.	42.0%	100.0%	11.0%	41.0%
	Media.	48%	0.0%	82.0%	47.0%
	Baja.	9.0%	0.0%	7.0%	11.0%
Relieve (%)	Alta.	33.0%	0.0%	0.0%	39.0%
	Media.	33.0%	100.0%	100.0%	39.0%
	Baja.	33.0%	0.0%	0.0%	23.0%
Rocosisdad (%)	Alta.	6.0%	0.0%	0.0%	11.0%
	Media.	17.0%	0.0%	0.0%	34.0%
	Baja.	71.0%	100.0%	100.0%	54.0%

Nota: En la tabla se muestran las variables tomadas en campo para analizar el hábitat donde se encuentra cada especie de palma.

La Tabla 4 muestra los resultados de apertura del dosel e índice de área foliar obtenidos a partir del software Gap Light Analyzer. *Geonoma sp.* fue la especie que se encontró en una mayor apertura del dosel, seguida por *C. vogelianum* y *G. undata*. La especie que se encontró en áreas con menor apertura de dosel fue *C. quindiuense*, la cual presentó la mayor área foliar, resaltando

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

que el individuo fotografiado de esta especie se encontraba en etapa juvenil, por lo cual ha desarrollado hojas de gran tamaño para tener mayor captación de luz mientras desarrolla el estipe.

Tabla 4

Valores obtenidos a partir de imágenes hemisféricas.

Especies	% Apertura del sitio	Índice de área foliar (LAI)
<i>Geonoma undata</i>	9.32	2.40
<i>Ceroxylon quindiuense</i>	8.76	2.67
<i>Ceroxylon vogelianum</i>	13.36	2.15
<i>Geonoma sp.</i>	15.80	2.16

5.2 Rasgos funcionales

El número de hojas promedio para *G. undata*, *C. quindiuense* y *Geonoma sp* es de siete, mientras para *C. vogelianum* es de cinco. La especie con mayor largo, ancho de hojas y espesor de peciolo fue *C. quindiuense* con 760 cm, 170 cm y 4.4 cm, respectivamente, seguida por *C. vogelianum* con un promedio de largo de 321 cm, ancho de 93 cm y espesor de peciolo de 1.5 cm. En el caso de las especies del género *Geonoma* los individuos de ambas especies tuvieron valores promedio similares, para el largo, ancho de la hoja y espesor del peciolo, como se presenta en la Tabla 4.

El promedio del DAB para los individuos juveniles de *G. undata* fue de 5.6 cm, mientras que el DAP promedio para los adultos fue de 7.6 cm. En el caso de *C. quindiuense* no se registraron datos de DAB ni DAP ya que el individuo no tenía estipe y las hojas salían directamente del suelo. El DAB promedio estimado para *C. vogelianum* fue de 4.3 cm y de DAP 10 cm, sin embargo, también se encontraron algunos individuos a los que no fue posible medir ninguna de estas

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

variables porque no contaban aún con un estipe visible. Para los individuos de *Geonoma* sp. se obtuvo un valor promedio de DAB de 6.3 cm, y un promedio de DAP de 6.9 cm. Por último, las especies con mayor altura promedio fueron *C. quindiuense* con 7.6 m y *Geonoma* sp. con 5 m. Sin embargo, la especie que tuvo el individuo más alto fue *C. vogelianum*, con 20 m, y *G. undata* fue la especie que tuvo individuos con menor altura, con 0.2 m (Tabla 5).

Tabla 5

Variables relacionadas con los rasgos funcionales para cada una de las especies de palmas.

Variables		<i>Geonoma undata</i>	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	<i>Ceroxylon vogelianum</i>	<i>Geonoma sp.</i>
Número de hojas	Prom.	7.0	7.0	5.0	7.0
	Máx.	19.0	7.0	10.0	17.0
	Mín.	1.0	7.0	3.0	2.0
Largo de hojas (cm)	Prom.	131.0	760.0	321.0	156.0
	Máx.	380.0	760.0	650.0	380.0
	Mín.	2.0	760.0	35.0	15.0
Ancho de hojas (cm)	Prom.	50.0	170.0	93.0	54.0
	Máx.	215.0	170.0	170.0	130.0
	Mín.	2.0	170.0	15.0	49
Espesor de peciolo (cm)	Prom.	0.6	4.4	1.5	0.8
	Máx.	2.0	4.4	0.8	2.5
	Mín.	0.1	4.4	0.1	0.1
DAB (cm)	Prom.	5.6	0.0	4.3	6.3
	Máx.	23.9	0.0	4.8	11.6
	Mín.	0.3	0.0	3.8	1.1
DAP (cm)	Prom.	7.6	0.0	10.0	6.9
	Máx.	12.1	0.0	15.0	9.5
	Mín.	3.5	0.0	1.0	0.9
Altura (m)	Prom.	3.5	7.6	3.7	5.0
	Máx.	16.0	7.6	20.0	16.0
	Mín.	0.2	7.6	0.4	0.4

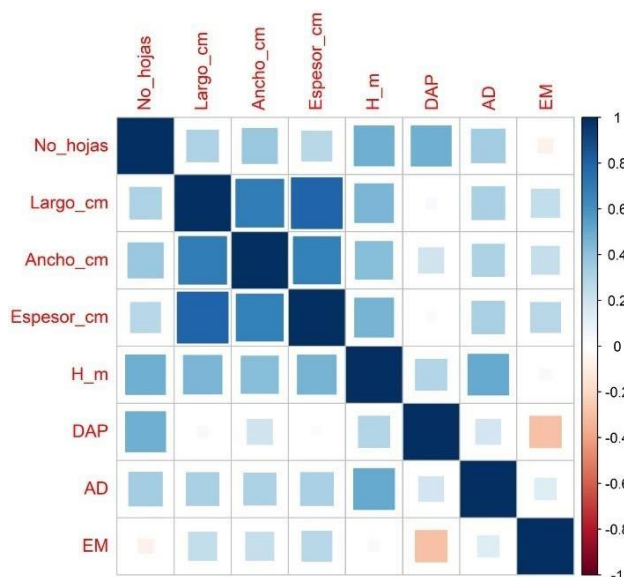
En la Figura 5 se observa un mapa de calor que representa los valores de correlación de Pearson entre las variables tomadas en campo (largo, ancho, espesor) y las variables del hábitat,

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

en donde los valores iguales a cero serán correlaciones nulas, de 0.01 a 0.10 serán muy bajas, de 0.11 a 0.50 débiles, de 0.51 a 0.75 medias, y de 0.91 a 0.99 muy fuertes (Apaza Zúñiga et al., 2022). Se observó una correlación inversamente débil entre las variables DAP y EM. Mientras que las correlaciones obtenidas entre las demás variables observadas en campo presentaron una correlación débil entre ellas, con valores del coeficiente de Pearson cercanos a cero.

Figura 5

Mapa de calor de Pearson el cual correlaciona las variables demográficas y de hábitat tomadas en campo.



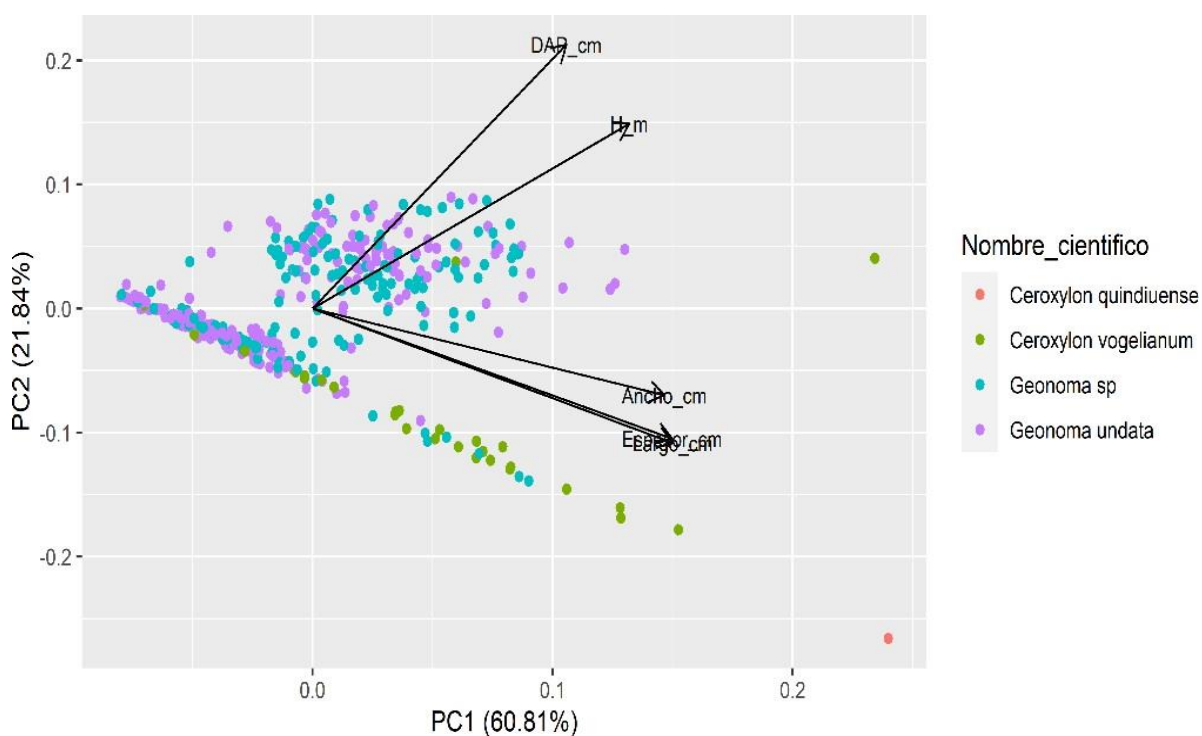
En la Figura 6 se muestra un gráfico de dispersión entre los primeros dos componentes (PC1 y PC2) del PCA, el cual resume hasta un 82.65% de la varianza de las cinco variables dendrométricas (espesor de peciolo, ancho, largo, H y DAP) medidas para las cuatro especies de palmas halladas en el bosque. El PC1 explica el 60.81% de la varianza y está mayormente relacionado con el ancho, el largo de las hojas y el espesor del peciolo. Por otro lado, las variables

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

DAP y Altura (H) muestran una mayor relación con el componente dos (PC2), el cual explica un 21.84% de la variación en los datos.

Figura 6

Análisis de Componentes Principales (PCA).

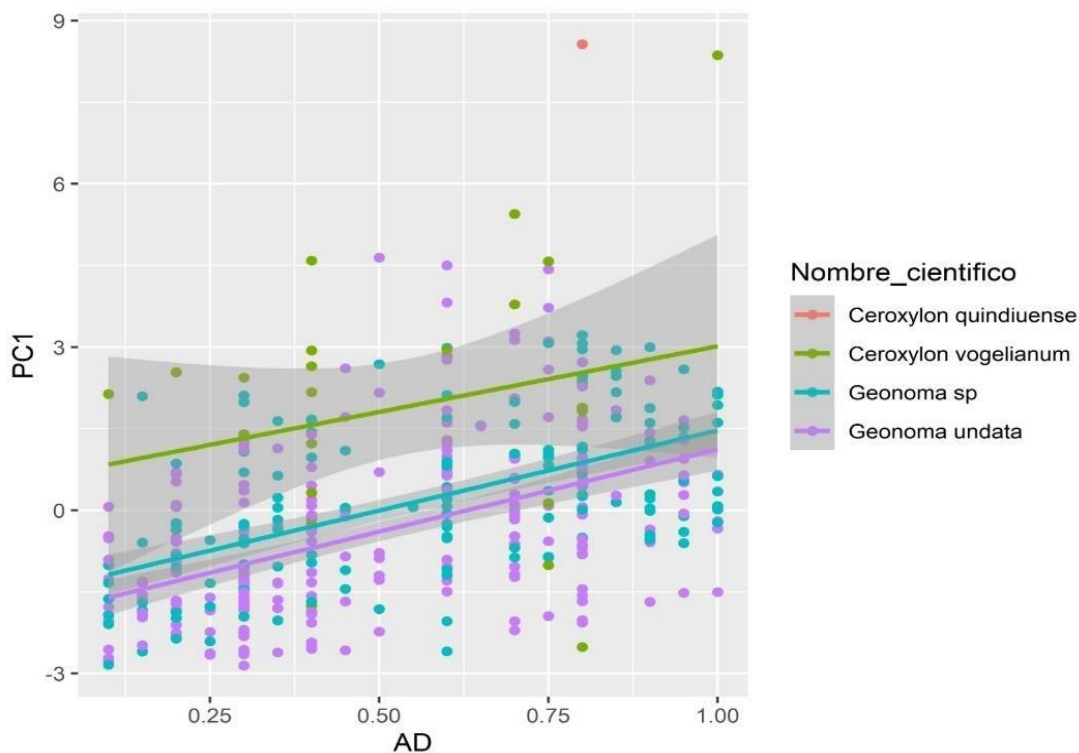


La especie *C. vogelianum* presentó una mayor relación entre AD y el PC1, el cual está asociado al tamaño y espesor de las hojas (Figura 7). Las especies *G. undata* y *Geonoma sp.*, presentan un intercepto cercano, debido a la similitud en el tamaño de sus hojas.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Figura 7

Relación entre la apertura del dosel y los componentes principales 1.

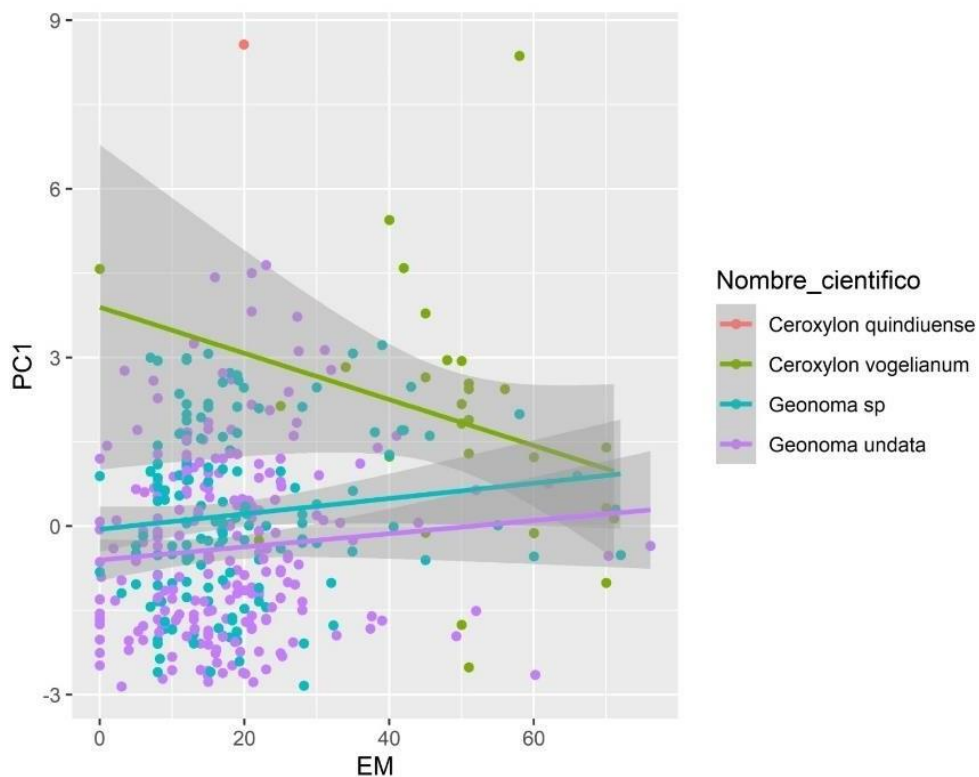


En la Figura 8 se evidencia una relación inversa entre el tamaño de las hojas de *C. vogelianum* y el espesor del mantillo (EM). Esto indica que mientras que el espesor del mantillo disminuye, el tamaño y la longitud de las hojas en los individuos de *C. vogelianum* aumenta; mientras que las especies de *Geonoma* muestran una relación directamente proporcional entre el EM y el PC1. En el caso de *C. quindiuense*, aunque se encontró un tamaño de la hoja similar al registrado para el individuo adulto de *C. vogelianum*, este estuvo asociado a un EM menor al promedio registrado en el estudio.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Figura 8

Relación entre el espesor de mantillo y los componentes principales 1.

**6. Discusión**

En los bosques de Santa Cruz se encontraron cuatro especies de la familia Areaceae, dos pertenecen al género *Geonoma* y dos a *Ceroxylon*. El género *Geonoma* fue el que contó con mayor número de individuos, lo cual se puede atribuir a que son especies que se adaptan a las condiciones de sotobosque. Esto puede deberse a que el género *Geonoma* se ha registrado en áreas con condiciones de poca luz, como en el sotobosque de los Andes ecuatorianos, en donde también predominan individuos de *G. undata* (Cepeda et al., 2022).

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Las palmas altoandinas de Santa Cruz se encuentran en algún estado de vulnerabilidad, por ejemplo, de *C. quindiuense* solo fue encontrado un individuo y de *C. vogelianum* 26. La disminución de estas poblaciones se puede atribuir a la deforestación de los bosques altoandinos, y al aprovechamiento de la hoja bandera de las palmas de cera para la elaboración de ramos en semana santa (Molina, 2023). Las declaraciones de los habitantes de la vereda encuestados en este estudio confirman el hecho de que por años se han extraído palmas del bosque, ya que manifiestan haber empleado las palmas en ceremonias religiosas durante la semana santa. Además, los encuestados mencionan que algunas personas externas continúan sacando en gran cantidad hojas de palma para hacer ramos en la semana mayor y distribuirlos en los diferentes municipios de la región. Molina (2023) confirma esta situación, donde se evidencia la importancia de la palma de cera en diferentes ámbitos sociales, ecológicos y religiosos, además, habla de las consecuencias del aprovechamiento intensivo de la hoja de palma de cera. Por otro lado, es importante resaltar que la comunidad de Santa Cruz desconoce el efecto que causa el corte de la hoja bandera en la palma, pues ellos aseguran que ésta continúa con su desarrollo normal luego del corte, por lo tanto, no comprenden porque ya no es abundante la palma de cera.

Las especies de *Geonoma* se encuentran en áreas con apertura de dosel entre el 54% y 55%, esto debido a la capacidad de adaptarse a zonas donde no hay tanta luz. Cabe resaltar que en este estudio las imágenes hemisféricas del dosel permitieron estimar un índice de área foliar promedio de aproximadamente 1.9, lo cual es un valor similar a lo reportado por Ávalos Rodríguez, (2011) en un remanente de bosque montano en Costa Rica. Los individuos que fueron encontrados en una exposición del 100% estaban en áreas intervenidas, cerca de los potreros y no se encontraban en un estado de vitalidad semejante a los que se encontraban al interior del bosque; mientras que las

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

plántulas se encuentran en zonas con una mayor cobertura arbórea, debido a que estas condiciones las protegen, asegurando su desarrollo. Cepeda et.al. (2022) sugiere que los individuos jóvenes de especies como *G. undata* tienen la capacidad de crear hojas más elásticas para soportar el daño mecánico, y que no necesitan tanta energía en sus etapas iniciales de desarrollo, debido a su baja tasa fotosintética.

G. undata y *Geonoma* sp., se adaptan a diferentes espesores de mantillo, incluso algunas de ellas se encontraron sobre rocas o en suelos desnudos. Sin embargo, como lo muestra la Figura 9, a medida que aumenta el espesor del mantillo, también aumenta el tamaño y longitud de las hojas, lo que podría estar relacionado con una mayor disponibilidad de nutrientes, y un mejor anclaje al suelo. Además, se desarrollaron mejor en zonas de estratificación media del bosque, en donde la luz es más escasa y las especies adaptadas a bajas intensidades lumínicas prevalecen (Cierito et al., 2021). *G. undata* se adapta en los tres rangos de pendiente (alta, media y baja), mientras que *Geonoma* sp. se desarrolla mejor en pendientes altas y medias, ninguna de las dos especies se desarrolló en zonas de alta rocosidad, solo algunas que estaban cerca de las fuentes hídricas.

Por otro lado, de *C. quindiuense* solo se encontró un individuo, el cual estaba ubicado en un área con apertura del dosel del 80%, y una estratificación alta del bosque. Teniendo en cuenta que esta palma se encuentra en un estado juvenil y que necesita de luz abundante para su desarrollo, y dicha entrada de luz también permite la regeneración del bosque aumentando su estratificación (Oyarzún et al., 2019). El espesor del mantillo fue de 19.9 cm, el área tenía una pendiente media y la rocosidad era baja, lo cual podría facilitar la expansión de sus raíces.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

C. vogelianum tiene rasgos de hábitat especiales, pues se encontraron principalmente en aperturas de dosel medias, en las cuales cuentan con algunas horas de sol al día, y estas palmas no se encuentran cerca de las fuentes hídricas. Sin embargo, se desarrollan en suelos de pendientes medias, con baja rocosidad y mantillos profundos que conservan humedad y permiten proteger el sistema radicular (Peralta, 2020).

La correlación de Pearson muestra como las variables largo, ancho y espesor se encuentran fuertemente relacionadas entre sí. Este resultado también se evidencia con el PCA, mientras que en este análisis las variables de DAP y altura estuvieron menos relacionados con las demás variables.

La especie *C. vogelianum* también presenta la mayor relación con los primeros dos componentes principales, ya que la mayoría de los individuos encontrados eran juveniles, por lo que estas palmas aún no contaban con un estipe al que se pudiera medir DAP. *G. undata* y *Geonoma* sp tienen valores similares entre sí, sin embargo, es importante resaltar la diferencia entre las condiciones de estas dos especies, en relación con la apertura del dosel ya que *C. vogelianum* al estar en zonas de mayor incidencia solar, aumenta el tamaño de sus hojas, mientras que *Geonoma* tiene la capacidad de adaptarse a lugares más sombríos por sus características ya mencionadas. Morales (2022) encontró una situación similar a estos resultados en un estudio realizado para la especie *Euterpe oleracea*, en el cual las variables de largo, ancho y espesor de la hoja también se vieron muy relacionados en el análisis de PCA. Además, el DAP tampoco se vio muy relacionado con las demás variables, ya que algunas de las palmas se encontraban en estados juveniles en los que desarrollan sus sistemas radiculares y crean hojas cada vez más grandes hasta alcanzar la dureza y tamaño correctos para crecer en altura y diámetro.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

7. Conclusiones

La abundancia y composición florística de las especies de palmas presentes en el bosque alto andino de Santa Cruz (San Andrés, Santander) fue similar a lo reportado por otros estudios en zonas andinas, registrando un total de 420 individuos, de cuatro especies: *Ceroxylon quindiuense*, *Ceroxylon vogelianum*, *Geonoma undata* y *Geonoma* sp.

G. undata es una especie que tiene una alta capacidad de adaptación, ya que fue la especie más abundante, presente en las distintas condiciones de hábitat evaluadas. Sin embargo, *C. vogelianum* fue la especie que tuvo mayor área basal, a pesar de contar con solo 28 individuos, debido al estado de desarrollo de sus individuos.

El género *Geonoma* cuenta con una alta regeneración en este bosque, presentando gran abundancia de individuos jóvenes, mientras que *Ceroxylon* no cuenta con plántulas ni sub-adultos, lo cual se podría atribuir a la extracción anual de hoja de palma para épocas de semana santa.

La mayoría de los habitantes de la vereda saben que en el bosque hay palmas, aunque ellos dicen no aprovecharlas, manifiestan que personas ajenas a la comunidad extraen hojas de la “palma de ramo” para utilizarlas en rituales religiosos durante la semana santa.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

8. Recomendaciones

Se recomienda establecer distintos sitios de muestreo en el bosque para poder comparar a través de un análisis estadístico más amplio, con el fin de determinar cómo influye el tipo de hábitat en los rasgos funcionales de estas poblaciones de palmas.

Sería útil tomar fotos hemisféricas en cada uno de estos sitios de estudio, para caracterizar de una forma más detallada la apertura del dosel en la que se encuentra cada comunidad, y poder hacer correlaciones entre los valores de índice foliar, apertura del dosel y los rasgos funcionales más precisas.

La comunidad de la vereda Santa Cruz se muestra muy abierta a conocer acerca de la diversidad de sus bosques, y de su conservación, por ello darles a conocer algunos aspectos de cuidado con el medio ambiente sería de gran ayuda para la conservación de los bosques, y las especies de flora y fauna que ellos albergan.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Referencias

- Anaya, W, F, G (2013), WFG Spatial transformation processes of Andean forests in the Guacha river micro-watershed in El Encino, Santander, ISSN: 0123-3769 Vol, 18 No, 1 de 2013
- Arias, N, A, (2022), Manejo integrado del agua y el suelo: sostenibilidad y regeneración de la palma de aceite en Colombia, *Revista Palmas*, 43(1), 52-63,
- Ávalos Rodríguez, G. (2011). Influencia de la variación espacial y temporal en la disponibilidad de luz sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de tres especies de palmas del bosque tropical premontano de Costa Rica.
- Bernal, R., S,R, Gradstein & M, Celis (eds.), (2019), Catálogo de plantas y líquenes de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Calbi, M., Clerici, N., Borsch, T., & Brokamp, G, (2020), Reconstructing long term high Andean forest dynamics using historical aerial imagery: A case study in Colombia, *Forests*, 11(8), 788,
- Calderón, E, Galeano, G., & García, N, (2005), Libro rojo de plantas de Colombia, Volumen 2: Palmas, frailejones y zamias, *Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*, 454-454,
- Camacho, R, L, Gómez, A, Q, & Ariza, S, M, A, (2020), Rasgos funcionales de la madera de tres bosques en Colombia: Bosque Seco, Andino y Alto-Andino, *Ciência Florestal*, 30, 856-872,

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

- Cartay, R, Dimitrov, V, & Feldman, M, (2020), An insect bad for agriculture but good for human consumption: The case of *Rhynchophorus palmarum*: A social science perspective, In *Edible Insects*, IntechOpen, 77835
- Castiblanco Navas, C, M, (2020), *Morfología polínica y su asociación con polinizadores en palmas de importancia económica en Colombia*, (Tesis de pregrado) Universidad de la Salle, Bogotá,
- Cepeda, P, Jiménez, P, & Isaza, C, (2022), Adaptación al sotobosque de una comunidad de palmas (Arecaceae) andinas desde la perspectiva de las tasas vitales, *Revista de Biología Tropical*, 70(1), 817-835,
- Cepeda, P., Jiménez, P., & Isaza, C. (2022). Adaptación al sotobosque de una comunidad de palmas (Arecaceae) andinas desde la perspectiva de las tasas vitales. *Revista de Biología Tropical*, 70(1), 817-835.
- Constantino, L, M, & Pardo-Locarno, L, C, (2020), Dos nuevas especies de gorgojos que barrenan los frutos de palma de chontaduro de los géneros *Parisoschoenus* y *Cylindrocerus* (Coleoptera: Curculionidae: Baridinae) de la costa pacífica de Colombia,
- Córdoba Tovar, L, Gamboa Bejarano, H, Mosquera Mosquera, Y, Palacios Torres, Y., Salas Moreno, MH, & Ramos Barón, PA (2019), Non-timber forest products: use and knowledge of edible wild fruit species from Chocó, Colombia, *Research Notebooks uned*, 11 (2), 164-172,
- Frazer, G.W., Canham, C.D., & Lertzman, K.P. (1999). Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Copyright © 1999:

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.

Galeano, G., Bernal, R., Sanín, J.R., y Cardozo, F.Y (2015). Plan de conservación, manejo y uso sostenible de la palma de cera del Quindío (*Ceroxylon quindiuense*), Árbol Nacional de Colombia.

Galeano, G., y Bernal, R. (2005). En: Calderón, E., G. Galeano y N. García (eds). Libro Rojo de Plantas de Colombia (Volumen 2): Palmas, 53 Frailejones y Zamias. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. (pp.59- 224). Instituto Alexander von Humboldt- Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

García, K, S. (2022). *Acciones para la conservación de especies de fauna raras, amenazadas y protegidas en un sistema productivo de palma de aceite*, (Tesis de pregrado), Universidad de los Llanos, San Martín, meta, Colombia.

Gil-Leguizamón, P, A., Morales-Puentes, M, E., & Jácome, J, (2020). Estructura del bosque altoandino y páramo en el Macizo de Bijagual, Boyacá, Colombia, *Revista de Biología Tropical*, 68(3), 765-776.

Gómez, J, & Montes, N,E (2020). Servicio Geológico Colombiano, Consultado 5 abr, 2023, Disponible en: https://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Mapa_Geologico_Colombiano_2020/

González-Jaramillo, N,, Bailon-Moscoso, N,, Duarte-Casar, R,, & Romero-Benavides, J, C, (2022). Peach Palm (*Bactris gasipaes* Kunth,): Ancestral Tropical Staple with Future Potential, *Plants*, 11(22), 3134.

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

- Grández-Rios, C, A., Balslev, H., Angulo-Villacorta, C, D., & Pezo-Diaz, R, (2022). Diversidad de palmeras en la Amazonía baja de las regiones Loreto, Madre de Dios y Ucayali, Perú, *gentryana*, 1(2), e224-e224,
- Gurrea, M. (2000). Análisis de componentes principales. Proyecto e-Math financiado por la Secretaría de Estado de Educación y Universidades (MECD).
- Jaimes, J, H, J., & Parra, E, X, N, (2020). Distribución espacial de *Exogyra boussingaulti* de la formación Tibú-Mercedes (Cretácico: Aptiano-Albiano) en el Municipio de San Andrés (Santander: Colombia), *Innovaciencia Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 8(1), 1-8,
- Llambí, L, D., Becerra, M, T., Peralvo, M., Avella, A., Baruffol, M., & Díaz, L, J, (2019). Monitoring biodiversity and ecosystem services in Colombia's high Andean ecosystems: Toward an integrated strategy, *Mountain Research and Development*, 39(3), A8,
- Martínez-Meléndez, N., Pérez-Farrera, M. A., & Flores-Palacios, A. (2008). Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 2069-2086.
- Mendes, J, C., Portilho, A, J., Aguiar-Dias, A, C., Sampaio, K., & Farias, L, (2019), *Arecaceae: Uma estratégia diferenciada para o ensino de botânica em uma escola de ensino médio na ilha de Cotijuba, Pará, Brasil*, *Enciclopédia Biosfera*, 16(29),
- Miguez, S., & Moraes, M (2018), The jatata (*Geonoma deversa*) and its importance of use for roofs, *Palm trees and uses: Species from Bolivia and the region*, 59,

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

- Molina, D. (2023). De Fetiche Santo a Símbolo Patrio: La Transformación Histórica de la Palma de Cera en Colombia. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha*, 13(2), 248-280.
- Moraes, M. (2020). Palmeras y usos: Especies de Bolivia y la región, *Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Plural editores, La Paz, Bolivia*,
- Morales Pérez, A. N. (2022). Estudio del crecimiento vegetativo del asaí (*Euterpe oleracea*) en fase de adaptación en Pie de Monte Llanero.
- Moreno, E. J. (2007). El herbario como recurso para el aprendizaje de la botánica. *Acta Botánica Venezuelica*, 30(2), 415-427.
- Mueller-Dombois, D, & Ellenberg, H. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*, John Wiley and Sons, New York, 547 p,
- Murray, R. S., & Larry, J. S. (2009). *Estadística* (4.a ed.). McGraw-Hill.
- Ollero, H. S., & Saiz, J. M. (2002). Flora vascular endémica española. In *La diversidad biológica de España* (pp. 175-195). Madrid, Spain: Pearson Educación Madrid.
- Palmero, C, I, D, (2022), Índice de revista Palmas, volumen 43, 2022, *Palmas*, 43(4), 81-99,
- Pava, N, D, L., García, M, A., Brochero, C, E., & Sepúlveda-Cano, P, A, (2020), Registros de Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) de la Costa Caribe colombiana, *Acta biológica colombiana*, 25(1), 96-103,
- Pérez, B, E., & Hurtado, P, A. (2021), Conocimiento etnobotánico de la palma *Mauritia flexuosa* Lf entre los aripaños, descendientes de cimarrones, Aripao, Bolívar, Venezuela, *Novos Cadernos NAEA*, 24(1),

POBLACIONES DE PALMAS EN BOSQUES ALTOANDINOS.

QGIS.org, 2022 %Y. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. Consultado en:

8 nov, 2023, Disponible en: <http://www.qgis.org>

R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Real Academia Española. 2001. Diccionario de la Lengua Española, Vigésima Segunda Edición.

Espasa Calpe S.A., Grupo Editorial Planeta S.A.I.C., Buenos Aires, Argentina.

Restrepo, F., & Löwenberg Neto, P. (2016). Nicho ecológico y distribución geográfica de *Euterpe Oleracea* Mart. en el neotrópico.

Rivera Mambuscay, D, S. (2022). Identificación de señales de variabilidad y Cambio Climático en series de precipitación y temperatura en la región Andina del Suroccidente Colombiano,

Robinson, M., Morcote-Rios, G., Aceituno, F, J., Roberts, P., Berrío, J, C., & Iriarte, J. (2021).

‘Moving South’: Late Pleistocene plant exploitation and the importance of palm in the Colombian Amazon, *Quaternary*, 4(3), 26

Trujillo Calderón, W, F. (2017). *Rasgos funcionales de palmas y su relación con variables ambientales locales en la Amazonía Colombiana*, (Tesis de maestría), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá,

Vargas-Gómez, Y. (2023). Estructura, composición florística y conectividad estructural del bosque en un gradiente altitudinal del Corredor Biológico Alexander Skutch, Pérez Zeledón, Costa Rica.

Vásquez, C, E, L, Gómez, M, C, D., & Hurtado, F, H, M. (2012). Estructura Poblacional y Demografía de la Palma Macana *Wettinia kalbreyeri* en un Bosque Altoandino de Colombia, *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(2)