

Demografía y variabilidad de rasgos funcionales de una población de *Zamia encephalartoides* (D.W.Stev.) en el Cañón del Chicamocha

Claudia Cecilia Castellanos Herrera y Diego Fernando Pérez Vargas

Director

Diego Suescún Carvajal

MSc en Bosques y Conservación Ambiental

Codirectora

Cristina López Gallego

PhD Conservación

Universidad industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia-IPRED

Bucaramanga

2021

### **Agradecimientos**

*A nuestra alma mater, la Universidad Industrial de Santander por la formación profesional y personal durante estos años.*

*A nuestro director MSc. Diego Suescún Carvajal por su paciencia, comprensión e indispensable apoyo.*

*A nuestra codirectora PhD. Cristina López Gallego por su valioso tiempo y conocimiento.*

*A Gilberto Castellanos, Alejandro Cano, Gerardo Hormiga y Madelin Suarez quienes nos acompañaron en la fase de Campo.*

### **Dedicatoria**

*Dios es parte fundamental de mi vida, al cual agradezco infinitamente permitirme  
cumplir con mis propósitos.*

*A mi madre Rita, por su inmenso amor, apoyo incondicional y lucha constante. Por no  
desfallecer a pesar de la pronta partida de mi padre a quien también agradezco por ser un  
hombre ejemplar el tiempo que Dios le permitió estar junto a nosotros.*

*A mi madrina Rosalba, por estar presente en mi vida de forma incondicional.*

*A mis nonitos por su inmenso amor.*

*A mi hermana Francy por ser mi ejemplo por seguir, por su apoyo y lucha incesante  
para con toda la familia.*

*A mi hermano José por ser mi segundo padre, por tratarme como la niña de sus ojos y  
cumplir todos mis caprichos.*

*A mi hermano Gilberto por ser mi compañero, amigo y cómplice de muchas travesuras,  
por alegrar mi vida con cada una de sus ocurrencias.*

*A Madelin que ha estado para escuchar y ayudarme, y quien junto a Gilberto me dieron  
la dicha de conocer el amor mas puro, a mi Lionel que me llena de paz.*

*A mi primo hermano Andrés por su disposición y colaboración ante los problemas.*

*Agradecer a Alejandro Cano, Stefany Corzo, Dania Duarte, Giselle Jaimes, Cielo  
Méndez, Yudy Macias, Laura Triana por brindarme su amistad, alentarme, ayudarme y  
aconsejarme a lo largo de mi vida.*

***Claudia Cecilia Castellanos Herrera***

### **Dedicatoria**

*El presente trabajo de investigación está dedicado principalmente a mi señora madre Marlene Vargas Flores ya que, con su amor, dedicación, apoyo, entusiasmo, por el esfuerzo y sacrificios, para guiarme y acompañarme en cuanto a mi crecimiento personal como profesional, y poder formarme como Ingeniero Forestal de la gran Universidad Industrial de Santander Málaga. a mis hermanos Karol Vargas y Jhon Vargas quienes siempre me apoyaron a pesar de las dificultades y de la distancia, a nuestros compañeros de clases Gerardo Hormiga, Yeison Poveda, Marcela Barajas, Brayan Prieto, Andrés Martínez y Karol Manrique por esa gran amistad y apoyo que me brindaron siempre. Gracias infinitas a todos porque sin ustedes nada de esto hubiera sido posible*

***Diego Fernando Pérez Vargas***

**Tabla de contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1. Objetivos .....	14
1.1 Objetivo General .....	14
1.2 Objetivos Específicos .....	14
2. Antecedentes .....	15
3. Marco referencial .....	17
3.1 Marco teórico .....	17
3.1.1 Bosque seco tropical (bs-T) .....	17
3.1.2 <i>Zamia encephalartoides</i> .....	18
3.1.3 Rasgos funcionales .....	20
3.2 Marco conceptual (específico) .....	20
4. Metodología .....	22
4.1 Área de estudio .....	22
4.2 Diseño experimental .....	25
4.3 Toma de datos .....	25
4.4 Procesamiento de datos .....	31
5. Resultados .....	32

5.1 Demografía .....	32
5.2 Rasgos funcionales .....	37
5.3 Laboratorios .....	42
6. Discusión .....	44
7. Conclusiones .....	48
8. Recomendaciones .....	49
Referencias .....	50
Apéndices .....	55

**Lista de Figuras**

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	23
Figura 2. Mapa de distribución según los estados de desarrollo de la población de <i>Zamia encephalartoides</i> .....	33
Figura 3. Frecuencia de individuos de <i>Zamia encephalartoides</i> por número de folios en la población de Cepita vereda La Habana .....	35
Figura 4. Frecuencia de individuos de <i>Zamia encephalartoides</i> por número de folios en las tres poblaciones registradas en estudios anteriores .....	35
Figura 5. Porcentaje de individuos adultos de <i>Zamia encephalartoides</i> masculinos, femeninas y por definir.....	37

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Especies acompañantes de la población de <i>Zamia encephalartoides</i> ubicada en la vereda La Habana del municipio de Cepitá Santander.....	24
Tabla 2. Rasgos funcionales con su abreviatura y unidad de medida.....	26
Tabla 3. Número de individuos y porcentaje en las cuatro poblaciones de <i>Zamia encephalartoides</i> .....	34
Tabla 4. Resultado de la prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk para los rasgos funcionales medidos. n=50.....	38
Tabla 5. Coeficientes de correlación de Spearman entre los rasgos funcionales estudiados en la población objeto de nuestro estudio.....	39
Tabla 6. Coeficientes de correlación de Spearman entre los rasgos funcionales estudiados en demás poblaciones n=150 .....	40
Tabla 7. Valores medios, desviación estándar y coeficiente de variación de los rasgos funcionales de cada población de <i>Zamia encephalartoides</i> . n=50.....	41
Tabla 8. Resultado del análisis de suelos realizado por AGROSAVIA para la población de La Habana .....	42
Tabla 9. Resultado del análisis de suelos en la población de Llanadas Calicho.....	43
Tabla 10. Resultado del análisis foliar realizado por AGROSAVIA para la población de La Habana .....	44

**Lista de Apéndices**

Apéndice A. Formato para la toma de datos en campo, fase demografía.....	55
Apéndice B. Permiso individual de recolección, Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).....	56
Apéndice C. Formato para la toma de datos en campo, fase rasgos funcionales. ....	58
Apéndice D. Características de los individuos, vistas en campo.....	58

## Resumen

**Título:** Demografía y variabilidad de rasgos funcionales de una población de *Zamia encephalartoides* (D.W.Stev.) en el Cañón del Chicamocha \*.

**Autor:** Claudia Cecilia Castellanos Herrera, Diego Fernando Pérez Vargas\*\*

**Palabras Claves:** Bosque seco, conservación, endemismo

### Descripción:

El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más alterados, en Colombia tan solo el 8% de su cobertura inicial permanece, actualmente se ha aumentado el interés por la conservación y recuperación del mismo. El cañón del Chicamocha es una gran representación de este ecosistema en Colombia, cuenta con especies endémicas como la *Zamia encephalartoides* que está según la lista roja de plantas de Colombia, en la categoría “En Peligro” (EN); esta especie tiene limitantes en cuanto a la fecundidad y dispersión de las semillas lo que no permite que haya un buen establecimiento de la regeneración natural. El presente estudio permite conocer la demografía, densidad, estructura y variabilidad de nueve rasgos funcionales, en una población de *Zamia encephalartoides* ubicada en el municipio de Cepitá Santander, así mismo, se comparan los resultados con tres poblaciones descritas en estudios anteriores. También, se obtuvo la información de la presencia de micro y macro nutrientes en las hojas y en el suelo. La población presentó una menor densidad poblacional que Llanadas Calicho, a pesar de su baja densidad supera a las demás en cantidad de adultos de los cuales el 32% son masculinos, 27% femeninos y el 41% restante por definir. Esta población presenta los diámetros más altos y las alturas más bajas en comparación con las demás poblaciones. Los rasgos funcionales como longitud media del folio, grosor del folio, contenido de materia seca, altura y superficie de la copa, se ajustaron a una distribución normal. En cuanto a la correlación de los rasgos funcionales, se presenta una correlación alta del área foliar con longitud media del folio y siete correlaciones medias que van desde 0,3 hasta 0,7. Finalmente, el análisis de suelos presenta un alto porcentaje de materia orgánica y una alta capacidad de intercambio catiónico, la cantidad de Nitrógeno disponible es la adecuada mientras que el Boro, Calcio, Magnesio, Hierro y Cobre presentaron una alta disponibilidad. Este tipo de estudio permite acercarse más, a la forma en la cual interactúan estas poblaciones con su medio y conocer las fortalezas y debilidades que presentan, esto es fundamental para aportar a la conservación de la especie.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Diego Suescún, Magíster en Bosques y Conservación Ambiental Codirector: Cristina López Gallego PhD Conservación.

### Abstract

**Title:** Demography and variability of features of a population of *Zamia encephalartoides* (D.W.Stev.) In the Chicamocha Canyon \*.

**Author:** Claudia Cecilia Castellanos Herrera, Diego Fernando Pérez Vargas\*\*

**Key Words:** Dry Forest, conservation, endemism

### Description:

The tropical dry forest is one of the most altered ecosystems, in Colombia only 8% of its initial coverage remains, Currently, interest has increased in self-conservation and self-recovery. The Chicamocha canyon is a great representation of this ecosystem in Colombia, it has endemic species such as the *Zamia encephalartoides* which is according to the red list of plants of Colombia, in the category "Endangered" (EN); This species has limitations regarding the fertility and dispersal of the seeds, which does not allow a good establishment of natural regeneration. The present study allows to know the demography, density, structure and variability of nine functional traits in a population of *Zamia encephalartoides* located in the Cepitá Santander, likewise, the results are compared with three populations described in previous studies. Also, the information was obtained on the presence of micro and macro nutrients in the leaves and on the ground. The population presented a lower population density than Llanadas Calicho, despite its low density, it surpasses the rest in number of adults, of which 32% are male, 27% female and the remaining 41% to be defined. This population has the highest diameters and the lowest heights compared to the other populations. The features such as average leaf length, leaf thickness, dry matter content, height and crown surface, were adjusted to a normal distribution. Regarding the correlation of functional traits, there is a high correlation of the leaf area with the average length of the folio and seven average correlations ranging from 0,3 to 0,7. Finally, the grounds analysis presents a high percentage of organic matter and a high cation exchange capacity, the amount of available Nitrogen is adequate while Boron, Calcium, Magnesium, Iron and Copper presented high availability. This type of study allows us to get closer to the way in which these populations interact with their environment and to know the strengths and weaknesses they present; this is essential to contribute to the conservation of the species.

---

\* Degree work

\*\* Institute for Regional Projection and Distance Education. Forest Engineering Program. Director: Diego Suescún, Master in forests and environmental Conservation Codirector: Cristina Lopez Gallego PhD conservation.

## Introducción

El orden Cycadales de las plantas Gimnospermas, tiene una larga historia fósil y es el grupo más amenazado del planeta dada la pérdida de su hábitat; más del 60% de sus especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de amenaza por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). A este orden pertenece la *Zamia encephalartoides*, especie endémica de Colombia, la cual se encuentra en algunos fragmentos de bosque seco tropical (bs-T) de la región andina. Actualmente, estos bosques son de los ecosistemas más amenazados, degradados y fragmentados del mundo, en Colombia han tenido una reducción del 92%, asimismo, solo el 5% restante está protegido y el 65% de su área inicial presenta desertificación (Humboldt, 2014; Norden *et al.*, 2020). Por consiguiente, las especies que viven en este ecosistema se ven altamente amenazadas; ya que entre la creciente demanda de alimentos, la destrucción y alteración del hábitat con fines agropecuarios como el sobrepastoreo de ganado caprino, expansión de la frontera agrícola principalmente por cultivo de tabaco y cítricos, la baja población de insectos polinizadores, la extracción de plantas y semillas con fines ornamentales, el cambio climático y en menor proporción las quemas y obras civiles (vías de comunicación y viviendas) son las principales causas que ponen en riesgo la supervivencia de especies como la *Zamia encephalartoides*. Además que, ninguna población de esta especie se encuentra dentro de algún área del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) de Colombia (López-Gallego, 2015).

La conservación es fundamental para proteger la diversidad en un ecosistema, permite que su funcionamiento se mantenga a través del tiempo y el espacio. Además, se establece una relación estrecha con la restauración ecológica, la cual permite conocer y entender las interrelaciones que

ocurren en cada ecosistema para intervenir de acuerdo a sus necesidades, para conseguir la preservación de las especies (Castellanos-Castro *et al.*, 2017; Vargas-Ríos, 2011).

Se considera que el bosque seco es propicio para la conformación de reservas naturales, debido a su gran variedad genética, por ser un ecosistema altamente dinámico y porque posee especies endémicas, estas cualidades aumentan su valor estratégico para preservar la diversidad biológica (Humboldt, 2014; Valencia-Duarte *et al.*, 2012). El estudio demográfico permite conocer la distribución, estructura, estado de desarrollo y dinámica de las poblaciones, asimismo, junto al conocimiento de características morfo-fisiológicas como los rasgos funcionales, es posible saber la forma en que se relacionan e intervienen en el comportamiento, crecimiento, reproducción y supervivencia de los individuos con el ambiente circundante; y sus posibles respuestas frente a cambios en el medio (Córdova-Tapia y Zambrano, 2015; De la Riva *et al.*, 2014; Violle *et al.*, 2007). El obtener este tipo de información se hace cada vez más necesario para realizar planes integrales para la conservación, y al mismo tiempo generar aportes a la biología de las especies (López-Gallego, 2015).

## 1 Objetivos

### 1.1 Objetivo General

- Evaluar parámetros demográficos y rasgos funcionales de la población de *Zamia encephalartoides* ubicada en la vereda La Habana del municipio de Cepita.

### 1.2 Objetivos Específicos

- Calcular la densidad, abundancia y estructura de una población de *Zamia encephalartoides*
- Determinar 10 rasgos funcionales foliares y caulinares relacionados con la fisiología y la morfología de la *Zamia encephalartoides* en tres estados diferentes de desarrollo (plántula, juvenil y adulto)
- Determinar la presencia de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y otros elementos mayores y menores presentes en las hojas de los individuos adultos de *Zamia encephalartoides*
- Comparar los resultados obtenidos frente a tres estudios de diferentes poblaciones de *Zamia encephalartoides*

## 2 Antecedentes

Los estudios realizados en el bosque seco tropical en Colombia, registran 2.600 especies vegetales, 230 de aves y 60 de mamíferos, siendo endémicas 83, 33 y 3, respectivamente. También, se pueden identificar los servicios que este ecosistema provee a la comunidad, como es la regulación hídrica, la retención del suelo y la captura de carbono que regula el clima y la disponibilidad de agua y nutrientes. Esto es de gran importancia a la hora de vincular la comunidad de diferentes sectores productivos para asegurar la conservación del bosque. A pesar de la importancia y esfuerzos por contribuir a la conservación del bosque seco, actualmente solo el 0,4 % de la cobertura original se encuentra en el SINAP (Humboldt, 2014).

La *Zamia encephalartoides* especie propia del Cañón de Chicamocha en un enclave xerofítico; fue descrita en el año 2001 por Dennis Stevenson. González (2004), presenta el estudio de la herbívora por parte de la mariposa *Eumaeus cf. minijas* Huebn en esta planta; esta mariposa emplea las hojas, esporofilos y semillas para depositar sus huevos, y al pasar a estado larvario las emplea como alimento, además como sustrato para las crisálidas. La *Zamia* posee compuestos tóxicos lo que hace que las larvas de esta mariposa desarrollen mecanismos de asimilación y tolerancia a estos compuestos. A pesar de la herbívora por parte de esta mariposa el estudio manifiesta que no causa daño o riesgo significativo para la especie.

En el “Plan de acción para la conservación de las Zamias de Colombia” (López-Gallego, 2015) se puede encontrar información de las 21 especies de *Zamia* registradas en Colombia, siendo *Z. disodon*, *Z. encephalartoides*, *Z. huilensis*, *Z. incognita*, *Z. melanorrhachis*, *Z. montana*, *Z. oligodonta*, *Z. restrepoi*, *Z. tolimensis*, *Z. wallisii*, *Z. amplifolia*, *Z. chigua*, *Z. pyrophylla*, *Z. roezlii* endémicas del país. Además, se puede encontrar su análisis del estado de conservación de las y

con ello las principales acciones que se deben tener en cuenta y su correcta aplicación a nivel nacional y regional con el objetivo de obtener buenos resultados en los ecosistemas donde se encuentran estas especies.

Actualmente, se posee información demográfica y funcional de tres poblaciones de *Zamia encephalartoides* ubicadas en Cañón del Chicamocha en los sectores Pescadero (corregimiento de Umpalá - Piedecuesta), Cañón de las Iguanas en la vereda Chocóa (Girón) y en la vereda Llanadas-Calicho (Los Santos) con un área de distribución 17.875 m<sup>2</sup> (López-Gallego *et al.*, 2011; Mantilla Carreño, 2016). A partir de esta información, se realizó el análisis de la variabilidad en las características demográficas, morfológicas y funcionales de las tres poblaciones mencionadas ya que cada una está presente en hábitats con diferentes condiciones, se halló que la población presente en los Santos y Piedecuesta están en buen estado de conservación con abundante presencia de individuos en los primeros estados de desarrollo y los adultos con presencia de actividad reproductiva constante. Sin embargo, la población presente en Girón tiene mayor número de individuos en estado de plántulas, y menor número de individuos juveniles y adultos. Pero el ambiente de esta población es más propicio para la obtención de recursos, ya que la vegetación presente disminuye la incidencia del sol lo que permite que haya un ambiente menos estresante que el de las otras dos poblaciones.

Aunque los aportes al Plan de Acción para la Conservación de las *Zamias* de Colombia, obtenidos con los estudios y monitoreo de la especie son de gran importancia, se requiere que las investigaciones continúen y se tenga en cuenta, tanto la integración de las comunidades que habitan cerca de las zonas de estudio, como la divulgación de información; para lograr un mayor reconocimiento del valor ecológico de la especie y grandes resultados en pro de la conservación del ecosistema.

### 3 Marco referencial

#### 3.1 Marco teórico

##### 3.1.1 *Bosque seco tropical (bs-T)*

El bs-T es una zona de vida con vegetación que se distribuye entre los 0-1.000 m s. n. m. con temperaturas mayores a 24° C y precipitaciones entre 700 y 2.000 mm anuales (Holdridge, 1987). Este ecosistema posee una gran diversidad, además se caracterizan por tener una alta presencia de endemismos y heterogeneidad de especies vegetales (Humboldt, 2014). En Centroamérica y Suramérica, las áreas boscosas están representadas en un 50% y 22% de bs-T, respectivamente (Humboldt, 1998). De acuerdo a los mapas de formaciones vegetales de (Espinal y Montenegro, 1977, como se citó, en Humboldt, 1998) en Colombia se estimó inicialmente una extensión de este bosque de 8'146.000 ha distribuidas en regiones de la llanura del Caribe y valles interandinos de los ríos Magdalena y Cauca, justamente en los departamentos del Valle del Cauca, Tolima, Huila, Cundinamarca, Antioquia, Sucre, Bolívar, Cesar, Magdalena, Atlántico y sur de la Guajira; y con menor una menor proporción enclaves en las islas de San Andrés y Providencia, en la región norte de la península de la Guajira, Santa Marta (Magdalena), Gamarra (Cesar), Cañón del río Chicamocha (Santander), Convención y Ocaña, alrededores de Cúcuta (Norte de Santander), Cañón del Dagua (Valle del Cauca), Villa Vieja (Huila) y Valle del río Patía (Cauca).

En los Andes orientales de Colombia, sobre los departamentos de Santander y Boyacá, se encuentra el Cañón del Chicamocha, un enclave árido que ocupa cerca de 300.000 ha, uno de los más amplios y profundos del mundo; donde se pueden encontrar ecosistemas de bosque seco y ripario, hábitat de gran cantidad y variedad de especies proveedoras de bienes y servicios ecosistémicos (Collazos-González *et al.*, 2020; Pardo y Moreno-Arias, 2018). Gracias a su paisaje

y el diseño colonial que mantienen algunos poblados, el potencial de la zona para realizar deportes extremos, turismo, entre otras; hacen del cañón una de las principales atracciones turísticas del país (Albesiano *et al.*, 2003; Albesiano y Fernandez-Alonso, 2006; Parra *et al.*, 2008)

### 3.1.2 *Zamia encephalartoides*

El periodo devónico dio lugar al desarrollo de plantas con o sin presencia de semilla, las Cicadáceas, Coníferas y Ginkos pertenecientes al grupo de las gimnospermas fueron la flora dominante durante el paleozoico y de gran proliferación en el carbonífero (Badii *et al.*, 2008). La dominancia de esta flora fue declinando en el periodo cretácico, donde se perdió gran variedad de especies, el orden Cycadales no llegó a la extinción y ha logrado sobrevivir en los trópicos y subtropicos de América, África, Asia y Australia, las especies pertenecientes a este grupo son consideradas fósiles vivientes (González, 2004; Stevenson, 1992). Al pasar de los años, este orden ha tenido variaciones en sus categorías descendentes, en la actualidad se divide en dos subórdenes: Cycadinae y Zamineae. El primero con un solo taxón subordinado, familia Cycadaceae y esta a su vez con solo el género *Cycas*, el segundo suborden se divide en dos familias: Stangeriaceae que contiene los géneros *Stangeria* y *Bowenia* (actualmente viven una y dos especies, respectivamente) y por otra parte, la familia Zamiaceae que es más diversa, y se divide en dos subfamilias, las cuales tienen de a cuatro y tres taxones inferiores: subfamilia Encephalartoideae con los géneros *Dioon*, *Encephalartos*, *Lepidozamia* y *Macrozamia*; y la Zamioideae con *Ceratozamia*, *Microcycas* y *Zamia* (Stevenson, 2001). Hasta el momento se cuenta con 352 especies aceptadas, distribuidas en los géneros anteriormente mencionados (Stevenson *et al.*, 2018).

El género *Zamia* es el más diverso por su morfología y ecología, actualmente existen 77 especies aceptadas distribuidas en Norteamérica, Centroamérica, Caribe y el norte de Suramérica;

en diversos hábitats como enclaves áridos, acantilados, dunas costeras, sabanas, bosques secos, bosques húmedos. Un buen porcentaje se encuentran en algún grado de amenaza de la lista roja de la UICN. Las Zamias tienen un ciclo de vida largo y lento, son dioicas, es decir, que existen individuos masculinos y femeninos, su madurez reproductiva llega a los dos o tres años de vida y los procesos posteriores como producción y fecundidad de las semillas, son lentos. En Colombia existen 21 especies de *Zamia* de las cuales el 62% son endémicas del país, distribuidas en la región de los Andes, Caribe y Pacífico. Entre ellas se encuentra la *Zamia encephalartoides* la cual se distribuye en diferentes sectores del Cañón del Chicamocha, actualmente está catalogada en la lista roja de plantas de Colombia como “En Peligro” (EN) y en estado “Vulnerable” (VU) según las categorías de la UICN (Donaldson, 2003; López-Gallego, 2015; Stevenson, 2001).

Esta especie es conocida como cacao indio y comunidades del cañón reportan el uso de estas semillas en la realización de chocolate con propiedades alucinógenas (López-Gallego, 2015). Además, se caracteriza por tener tallos hasta dos metros de alto y 25 cm de diámetro en su parte más ancha, las hojas tienen forma lanceolada con textura coriácea y se agrupan hasta 20 en el ápice del tallo, estas pueden llegar a medir 1,5 m de longitud y al ser compuestas suelen tener máximo 50 foliolos y estos a su vez miden en promedio 35 cm de largo y 3 cm de ancho. Los estróbilos poliníferos son cilíndricos de seis caras de 20 a 30 cm de longitud y de 3 a 5 cm de diámetro, su color generalmente es amarillento a café claro. Por otro lado, los conos ovulíferos tienen de 25 a 40 cm de longitud y 10 a 15 cm de diámetro, su color es marrón claro cuando están jóvenes y verde oscuro al madurar, sus semillas son blancas a blancas-amarillentas de 3 a 4 cm de longitud y 1,5 a 2 cm de diámetro. Tanto los conos como los estróbilos emiten químicos para la atracción de polinizadores, cuyo objetivo es lograr el intercambio de sus partículas necesarias para la

fecundidad de las semillas; solo se tiene registro de la dispersión de las semillas por gravedad (Stevenson, 2001; Stevenson *et al.*, 2018).

### 3.1.3 Rasgos funcionales

Los rasgos funcionales son características morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y regenerativas de las plantas, estas varían según la especie y entre ellas según el medio y los atributos de donde se encuentren (Violle *et al.*, 2007). El estudio de estas propiedades es de gran importancia para conocer las respuestas y/o adaptaciones de las plantas debido a cambios ambientales o perturbaciones, así mismo, tener bases para el pronóstico de eventos, como la variación en sus rasgos foliares y caulinareos, reducción en la velocidad de crecimiento, no sobrevivencia de los individuos entre otros. El estudio de los parámetros funcionales, es posible realizarlo en poblaciones de especies específicas en búsqueda de información para intereses de la misma y/o comparaciones con otras poblaciones de esta especie. De igual forma, la evaluación de estos parámetros funcionales puede realizarse en comunidades vegetales, y así, conocer el funcionamiento y relaciones dentro de dichas comunidades (Lavorel & Garnier, 2002). En caso de comunidades vegetales con especies endémicas y/o en peligro, estos comportamientos y variaciones de parámetros funcionales pueden ser usados para favorecer los intereses de preservación y conservación (Alcázar Caicedo y Ramírez, 2011; De Bello *et al.*, 2009).

## 3.2 Marco conceptual (específico)

- **Amplitud media del foliolo:** Es el promedio de la medida de los anchos de los cuatro foliolos más grandes.
- **Análisis foliar:** Conocer el contenido de nutrientes de la planta en las hojas.

- **Área foliar:** Área del haz de la hoja.
- **Área foliar específica:** Esta dada por el área foliar por unidad de masa seca del foliolo.
- **Área protegida:** Es un espacio delimitado con fines de conservación de la biodiversidad natural y cultural y así mismo de los bienes y servicios ecosistémicos que presta.
- **Bienes y servicios ambientales:** Son beneficios que se obtienen de un ecosistema, siendo los bienes productos tangibles como madera, semillas, medicinas y los servicios productos no tangibles como la regulación hídrica, el secuestro de carbono, protección de la biodiversidad entre otros.
- **Catafilo:** es el nombre con el que se le conoce a las hojas inferiores, cuando se presenta la sucesión foliar sirven de protección a la yema foliar.
- **Contenido de materia seca:** Es la masa seca del foliolo por su unidad de masa fresca saturada en agua.
- **Diversidad beta:** es el cambio que se da en las especies que hay en un ecosistema, conocer el grado de cambio florístico útil para la conservación. utilidad para conservación.
- **Estructura de la vegetación:** es la forma en la que se ubican, establecen y funcionan las plantas en un ecosistema, lo que puede estar influenciado por el relieve, clima y suelo.
- **Endemismo:** Especie que es propia de un lugar e imposible de encontrar de forma natural en otros.
- **Grosor de la hoja:** Es la masa fresca de la hoja por unidad de área.
- **Longevidad:** Larga vida de una especie.
- **Longitud media del foliolo:** Es el promedio de acuerdo con la longitud alargada de los cuatro foliolos con mayor valor.
- **Rasgos caulinares:** Parámetros funcionales propios del tallo de las plantas.

- **Rasgos Foliare:** Parámetros funcionales propios de las hojas de las plantas.

## 4 Metodología

En este proyecto se llevaron a cabo tres etapas de las cuales, la primera fue en campo donde se realizó la valoración demográfica, medición de los rasgos funcionales (caulinares), y la recolección de material vegetal de la *Zamia encephalartoides*, tanto para la medición de rasgos funcionales foliares, como para el análisis foliar de micro y macro nutrientes. Además, se realizó la toma de muestras de suelo para su análisis en laboratorio. La segunda etapa consistió en determinar los rasgos funcionales foliares en el Laboratorio de Química de la Universidad Industrial de Santander, sede Málaga; mientras que el análisis foliar fue determinado por el laboratorio de AGROSAVIA junto con el análisis de suelos. La tercera etapa, consistió en el procesamiento estadístico de los datos para dar lugar al análisis interno y comparación de los resultados con las tres poblaciones más grandes conocidas de la especie ubicadas en Piedecuesta, Girón y Los Santos.

Para todo lo que se refirió a rasgos funcionales, se siguió y adaptó el nuevo manual para la medición estandarizada de caracteres funcionales de las plantas (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013) y La Ecología Funcional como Aproximación al Estudio, Manejo y Conservación de la Biodiversidad: protocolos y aplicaciones (Salgado Negret, 2015).

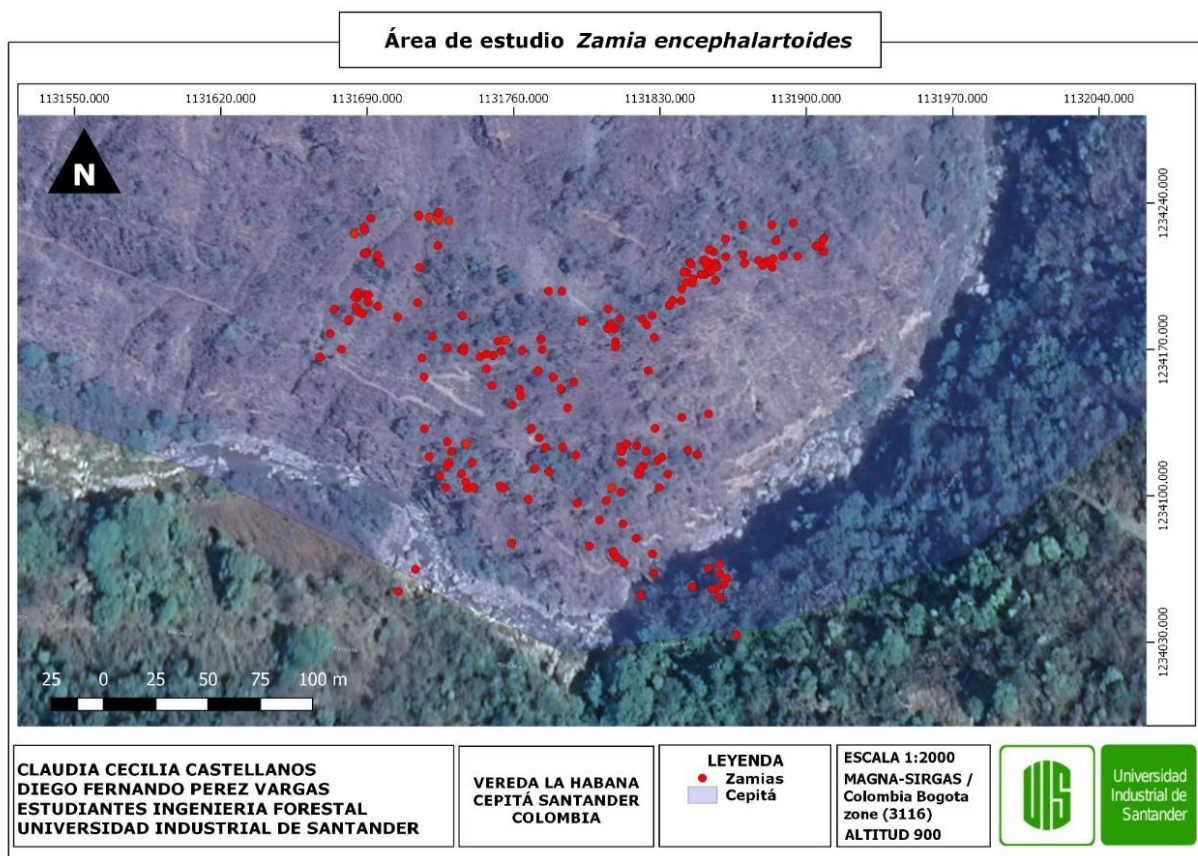
### 4.1 Área de estudio

El área de estudio se localiza al norte de la Cordillera Oriental de los Andes colombianos, dentro del Cañón del Chicamocha, ubicada en las coordenadas (6° 42' 43,41" N y 72° 53' 10,93" O); municipio de Cepita (Santander), vereda La Habana, caracterizada por un fuerte pendiente, se

encuentra en el paso de la zona de convergencia intertropical, por lo cual presenta un clima tropical bimodal, es decir, dos periodos de sequía y dos de lluvias en el transcurso del año, con una precipitación que va desde 500 a 950 mm/año y temperatura que puede llegar hasta los 28°C. Por estas condiciones, la zona de vida se clasifica bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge, 1967).

### Figura 1.

Mapa de ubicación del área de estudio



Este sitio está dominado por *Cavallinesia chicamochae* más conocida como ceiba barrigona, esta especie arbórea es endémica del cañón y se encuentra en categoría de amenazada según la UICN (Díaz-Pérez *et al.*, 2011). Sin embargo, también hay presencia de otras especies endémicas como *Justicia bracteosa* (Mildbr.) Leonard, *Opuntia dillenii*, *Solanum crotonifolium*

Dunal y demás especies acompañantes reportadas para Santander (Bernal *et al.*, 2019; Rodríguez Siza y Suárez Gutiérrez, 2015).

**Tabla 1.**

*Especies acompañantes de la población de Zamia encephalartoides ubicada en la vereda La Habana del municipio de Cepitá Santander*

<b>Morfotipo</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Justicia	<i>Justicia bracteosa</i> (Mildbr.) Leonard	Acanthaceae
Opuntia	<i>Opuntia dillenii</i> (Ker Gawl.) Haw.	Cactaceae
Solanum Flor Morada-Blanca	<i>Solanum crotonifolium</i> Dunal	Solanaceae
Rauvolfia	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Apocynaceae
Cordia	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Boraginaceae
Heliotropium	<i>Heliotropium fruticosum</i> L.	Boraginaceae
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae
Stenocereus	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Cactaceae
Mamillaria	<i>Mamillaria columbiana</i> Salm-Dyck	Cactaceae
Zorrococlo	<i>Morisonia americana</i> L.	Capparaceae
Coca	<i>Erythroxylum oxycarpum</i> O.E. Schulz	Erythroxylaceae
Pringamosca	<i>Cnidoscolus tubulosus</i> (Müll. Arg.) I.M. Johnst.	Euphorbiaceae
Ceiba Tronadora	<i>Hura crepitans</i> L.	Euphorbiaceae
Volador	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	Hernandiaceae
Pseudobombax	<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	Malvaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
Espino de Cabro	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Mimosaceae
Oreganillo	<i>Lippia origanoides</i> Kunth	Verbenaceae
Lantana	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae

Nota. Las especies acompañantes están reportadas para Santander en el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia

## 4.2 Diseño experimental

- **Demografía:** Se realizó un censo del 100% de la población de *Zamia encephalartoides* para un área de estudio estimada de 3,67 ha, inventariada con la ayuda de un GPS marca Garmin modelo GPSMAP 64s y de acuerdo con las características cuantitativas y cualitativas de los individuos que se hallaron se pudo determinar la abundancia, densidad y estructura de la población, esta última se centró en la clasificación de tres estados de desarrollo: plántulas, juveniles y adultos (de acuerdo con el número de folios presentes en la hoja más larga de cada individuo).
- **Rasgos funcionales:** De los individuos censados, se seleccionaron 50 adultos al azar, teniendo en cuenta que si en campo algún individuo se encontraba en difícil acceso o tenía características físicas adversas se seleccionaba el más cercano a él. A estos 50 individuos se les midieron nueve rasgos funcionales entre caulinares y foliares, los caulinares y la superficie de copa se midió directamente en campo, y para los demás se recolectaron tres hojas por cada individuo y se procesaron en el Laboratorio de Química de la Universidad Industrial de Santander, sede Málaga.
- **Análisis foliar y de suelos:** Las muestras foliares como de suelos se recolectaron, fueron conservadas, empacadas y enviadas como lo exigía en cada uno de sus manuales el laboratorio de AGROSAVIA. Finalmente, se recibió por parte del laboratorio el informe con los resultados para cada uno de sus análisis.

## 4.3 Toma de datos

- **Demografía:** Se realizaron recorridos sistemáticos de oriente a occidente de forma ascendente para registrar todos los individuos presentes en la zona, a los cuales se les

tomaron coordenadas y se guardaron con un *Waypoint* en el GPS. Además, se les colocó una placa de papel foil sujeta al tallo de la planta con alambre dulce, a esta placa se le asignó un número y una letra en caso de ser posible la determinación del sexo de cada individuo siendo “M” para masculino o “F” para femenino. Esto se determina si el individuo presenta conos ovulíferos en caso de ser femenino y remanentes poliníferos para la masculina.

Además, a cada individuo se le contó el número de folios presentes en la hoja más larga, para clasificarlos en alguno de los tres estados de desarrollo, siendo plántulas cuando poseen (2 a 6 folios), juvenil (7 a 40 folios) y adultos (41 a 82 folios); esta información fue registrada en el formato para demografía llevado a campo, visible en el apéndice A.

- **Rasgos funcionales:** Se midieron nueve rasgos funcionales de los 50 individuos adultos seleccionados al azar. Tabla 2.

**Tabla 2.**

*Rasgos funcionales con su abreviatura y unidad de medida*

<b>Rasgo funcional</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Unidad de medida</b>
Diámetro del tallo	Diam Tallo	(mm)
Altura del tallo	Alt Tallo	(mm)
Superficie de la copa	Superficie	(mm <sup>2</sup> )
Área foliar	AF	(mm <sup>2</sup> )
Amplitud media del folio	Afm	(mm)
Longitud media del folio	Lfm	(mm)
Grosor de la hoja	Lth	(mm)
Contenido de materia seca	LDMC	(mg/g)
Área foliar específica	SLA	(mm <sup>2</sup> /mg)

En campo se midió los siguientes rasgos funcionales.

- **Diámetro del tallo:** Se midió en la parte más ancha del tallo con una cinta diamétrica.

- **Altura del tallo:** se midió desde los catáfilos hasta el suelo con una cinta métrica.
- **Superficie de la copa:** Se midió la longitud de oriente a occidente y de norte a sur con una cinta métrica y se calculó considerando el área de una elipse, mediante la ecuación

$$AE: r1 * r2 * \pi$$

Donde:

AE: área de la elipse

r1: radio que va del norte al individuo (mm)

r2: radio que va desde el oriente al individuo (mm)

Si en la selección al azar algunos individuos estaban en difícil acceso y/o presentaban características físicas adversas, se tomó el que se encontrara más cercano, tomando como características físicas adversas individuos con bajo número de hojas y/o hojas en mal estado siendo por última razón para descartar el individuo la presencia de ramificaciones. Con estas condiciones se disminuyeron relativamente los individuos posibles para la toma de datos, por esto no se descartaron totalmente los que tenían presencia de ramificaciones. Para estos individuos se tomaron los rasgos así:

- **Diámetro del tallo:** Se midió el diámetro en la parte más ancha sin tomar en cuenta las ramificaciones y este se promedió con el diámetro más ancho de cada ramificación.
- **Altura del tallo:** se midió con cinta métrica desde donde inicia las ramificaciones al suelo y desde los catáfilos de cada ramificación hasta su inicio, luego se promediaron estos datos.

- **Superficie de la copa:** Se midió la longitud de oriente a occidente y de norte a sur con una cinta métrica y se calculó considerando el área de una elipse, se tuvieron en cuenta todas las copas de las ramificaciones presentes.

Para los demás rasgos funcionales se colectaron las tres hojas más largas de cada individuo, se etiquetaron con cinta de enmascarar sujetándola en el raquis de cada hoja, esto se realizó para identificar a que individuo pertenecía cada hoja, siendo (I) de (1 a 50) para individuo y (H) de (1 a 3) para cada hoja, sumado a esto se tuvo presente a que número de placa pertenecía cada individuo. Inmediatamente las hojas fueron empacadas en bolsas plásticas con papel húmedo para ser llevadas al laboratorio lo más pronto posible. Para la recolección del material vegetal se obtuvo el permiso pertinente ante la Corporación Autónoma de Santander (CAS) visible en el apéndice B, mediante el diligenciamiento de un formulario llamado “estudio que ampara dos o más proyectos de investigación científica en diversidad biológica” exigido por esta entidad y requerido para esta actividad. Estos datos fueron registrados en el formato llevado a campo, visible en el apéndice C.

Habiendo llegado al laboratorio con las muestras vegetales se procedió a medir y tomar los datos de los rasgos funcionales restantes, así:

- **Área foliar:** Se separaron los folíolos del raquis y luego se ubicaron en respectivo orden, dejando a la vista el haz sobre una cartulina blanca la cual lleva una cinta métrica a un lado, también se puso una etiqueta para identificar el individuo (I) y la hoja (H), sobre las muestras se colocó un vidrio antirreflejo y se le tomó la fotografía lo más perpendicular posible.

- **Amplitud media del folio:** De cada hoja se seleccionaron los cuatro foliolos más grandes y se les midió su amplitud en la parte más ancha con ayuda de un calibrador pie de rey, posteriormente se promediaron los datos.
- **Longitud media del folio:** De los mismos cuatro foliolos, se midió la longitud más con el calibrador pie de rey y se promediaron los resultados.
- **Grosor de la hoja:** Con ayuda de un micrómetro se tomó esta medida a los cuatro folios más largos y se obtuvo un promedio.
- **Contenido de materia seca:** Antes de haber medido los rasgos anteriormente mencionados, todos los foliolos de cada hoja fueron agrupados en bolsas plásticas y etiquetados de igual forma que se hizo para el área foliar, luego a estas bolsas se les agregó un litro de agua, manteniéndolas así durante 12 horas para garantizar la hidratación de los foliolos. Culminado el tiempo establecido, se desalojó el agua de las bolsas, se sacaron los foliolos y se les retiró el exceso de agua, luego cada grupo de foliolos de cada hoja fueron pesados en una balanza con precisión de 0,01 mg.

Luego de haber tomado los datos mencionados, se procedió a realizar el secado de los foliolos de cada hoja y así determinar datos restantes.

- **Área foliar específica:** Para realizar el secado se empacaron todos los foliolos de cada hoja en bolsas de papel, y se etiquetaron para evitar confusión entre ellos, luego fueron secados en un horno a 80°C durante 48 horas, después del secado se volvieron a pesar en una balanza con precisión de 0,01 mg. Una vez obtenido este valor se pudo hallar el área foliar específica, la cual está dada por la siguiente ecuación.

$$SLA = \frac{AF}{MSH}$$

Donde:

SLA: Área foliar específica (mm<sup>2</sup>/mg)

AF: Área foliar (mm<sup>2</sup>)

MSH: Masa seca al horno (mg)

- **Contenido de materia seca foliar:** Después de obtener la masa seca al horno se aplica la ecuación dada para este rasgo

$$LDMC = \frac{MSH}{MF}$$

Donde:

LDNC: Contenido de materia seca foliar (mg/g)

MSH: Masa seca al horno (mg)

MF: Masa fresca (g)

- **Análisis foliar:** Las muestras colectadas en campo fueron hojas en buen estado, y sin ataques por plagas o herbívoros, se trasladaron en bolsas con papel húmedo y enviadas con los protocolos establecidos al laboratorio de AGROSAVIA donde fueron procesadas.
- **Análisis de suelo:** Con la ayuda de un palín se colectaron tres submuestras de suelo en tres niveles de altura, la primera se recolectó en la parte más alta de la población con coordenadas 6°42'44.98" N y 72°53'6.66" O y altura de 998 msnm la segunda en la mitad y la tercera en la parte más baja con coordenadas 6°42'45.58" N, 72°53'5.91" O y altura de 891 msnm, las muestras se almacenaron y transportaron en

bolsas herméticas y se enviaron al laboratorio de AGROSAVIA con las recomendaciones propuestas por dicha entidad.

#### 4.4 Procesamiento de datos

- **Demografía:** Luego de censar la población y obtener su georreferenciación, se ubicaron los *waypoint* en el software QGIS 3.2.2, en el cual se conectaron los puntos extremos formando un polígono y así determinar el área de distribución. Con el área de distribución y el tamaño de la población, se calculó la densidad poblacional con la fórmula  $\frac{\# \text{ individuos}}{\text{Área (m}^2\text{)}}$ . Para estimar la frecuencia en cada categoría, se calculó la abundancia relativa (%) con la clasificación de la población en los tres estados de desarrollo.
- **Rasgos funcionales**
  - **Área foliar:** Se insertaron las imágenes fotográficas de cada hoja al software ImagenJ, al ser una hoja compuesta el programa me arroja el área foliar de cada foliolo por consiguiente se deben sumar para obtener el área total y posteriormente promediar los resultados de las tres hojas de cada individuo.
  - **Amplitud media del folio, longitud media del folio, área foliar, área foliar específica, contenido de materia seca:** Una vez obtenidos los datos de estos rasgos, se tabularon en el software Excel donde se promediaron para obtener 50 datos para cada rasgo funcional adjuntando también los datos de diámetro y altura.

Luego de obtener 50 datos para cada rasgo funcional, se realizó la prueba de normalidad para evaluar la distribución de los datos y elegir adecuadamente el modelo de correlación para las variables de los rasgos funcionales foliares y caulinares. Posteriormente, se calculó la media,

desviación estándar y coeficiente de variación para compararlos con las demás poblaciones reportadas. Esto se realizó usando el software estadístico R.

- **Análisis foliar:** Se evaluaron los resultados del laboratorio para calcular el nivel de extracción de los nutrientes presentes en el suelo, mediante los resultados del laboratorio de AGROSAVIA y una estimación del material vegetal foliar seco de la población adulta, dicha estimación se realizó gracias a la toma de datos de la cantidad de hojas e información obtenida con base a los rasgos funcionales.
- **Análisis de suelos:** Se analizaron los resultados de los análisis realizados por el laboratorio AGROSAVIA.

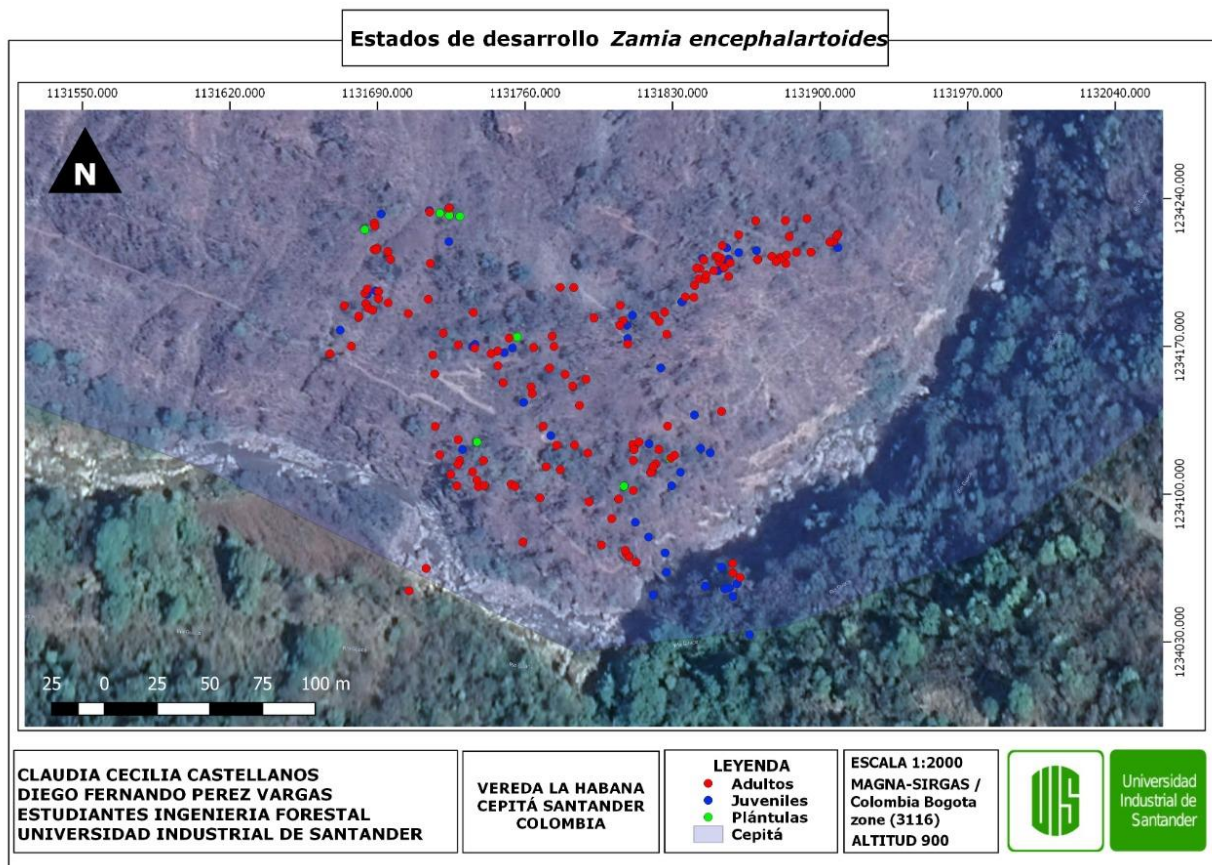
## 5 Resultados

### 5.1 Demografía

La población se encuentra en un solo grupo, en total, se registraron 307 individuos de *Zamia encephalartoides*, de los cuales 148 fueron adultos (48%), 50 juveniles (16%) y 109 plántulas (36%). Sin embargo, se estima que la población puede llegar a los 350 individuos, ya que algunos se encuentran dispersos en laderas con difícil acceso. El área de distribución estimada es de 36.728 m<sup>2</sup> (3,67 ha) con la que resulta una densidad de 0,0083 individuos/m<sup>2</sup> (83,65 individuos/ha). Esta población se encuentra asociada a un relicto de bosque dominado principalmente por *Cavanillesia chicamochae*.

**Figura 2.**

Mapa de distribución según los estados de desarrollo de la población de *Zamia encephalartoides*



De acuerdo con la Tabla 3, se observó que la población de La Habana objeto del presente estudio, presenta mayor cantidad de individuos adultos y es la más pequeña comparada con las demás poblaciones. La población de Chocóa es la que tiene más individuos registrados y presenta mayor cantidad de plántulas, pero en los estados de desarrollo juveniles y adultos es la que presenta menor cantidad de ellos. Mientras que la población de Llanadas Calicho presenta una mejor conservación del número de individuos durante la transición en sus tres estados de desarrollo, las poblaciones de Chocóa, Umpalá y La Habana tienen un menor número de individuos en su estado

juvenil comparado con los adultos, perdiendo la secuencia natural y proporcional de la supervivencia.

**Tabla 3.**

*Número de individuos y porcentaje en las cuatro poblaciones de Zamia encephalartoides*

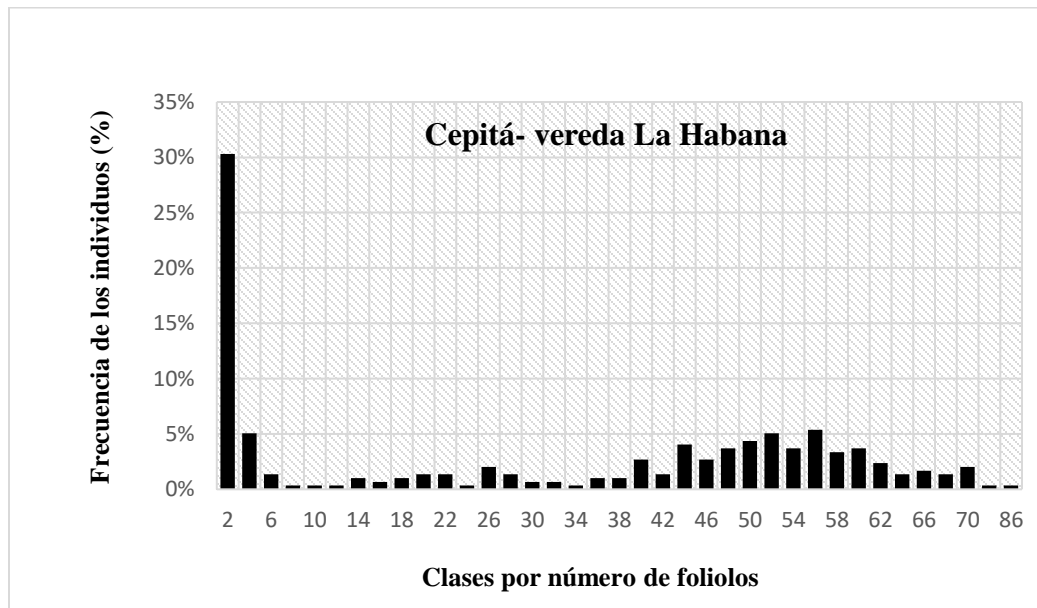
Estado de desarrollo	Llanadas Calicho (Los Santos)		Chocóa (Girón)		Umpalá (Piedecuesta)		La Habana (Cepitá)	
	No de individuos	%	No de individuos	%	No de individuos	%	No de individuos	%
Plántulas	338	42	726	79	320	54	109	36
Juveniles	317	40	49	5	129	22	50	16
Adultos	143	18	97	16	143	24	148	48
TOTAL	798	100	918	100	592	100	307	100

Nota. La información de las tres primeras poblaciones fue tomada de Mantilla Carreño, J. A. (2016). Variabilidad en parámetros demográficos Y Funcionales Entre Poblaciones De *Zamia Encephalartoides* D. W Stev en hábitats contrastantes. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Biología y la de La Habana es propia.

En cuanto a la Figura 3, se puede observar que la población registrada en el presente estudio tiene en su estado de desarrollo inicial mayor número de plántulas de dos folíolos (90 individuos) y menor con seis folíolos (4 individuos), en su estado de desarrollo medio hay un mayor número de plantas juveniles con 40 folíolos (8 individuos) y menor número de individuos juveniles con 8, 10, 12, 24, 34 folíolos (1 individuo), finalmente para su estado de desarrollo de adultez, el mayor número de individuos tienen 56 folíolos (16 individuos) y el menor con 78 y 86 folíolos (1 individuo)

**Figura 3.**

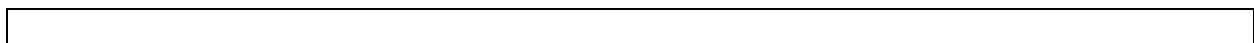
*Frecuencia de individuos de Zamia encephalartoides por número de folios en la población de Cepita vereda La Habana*

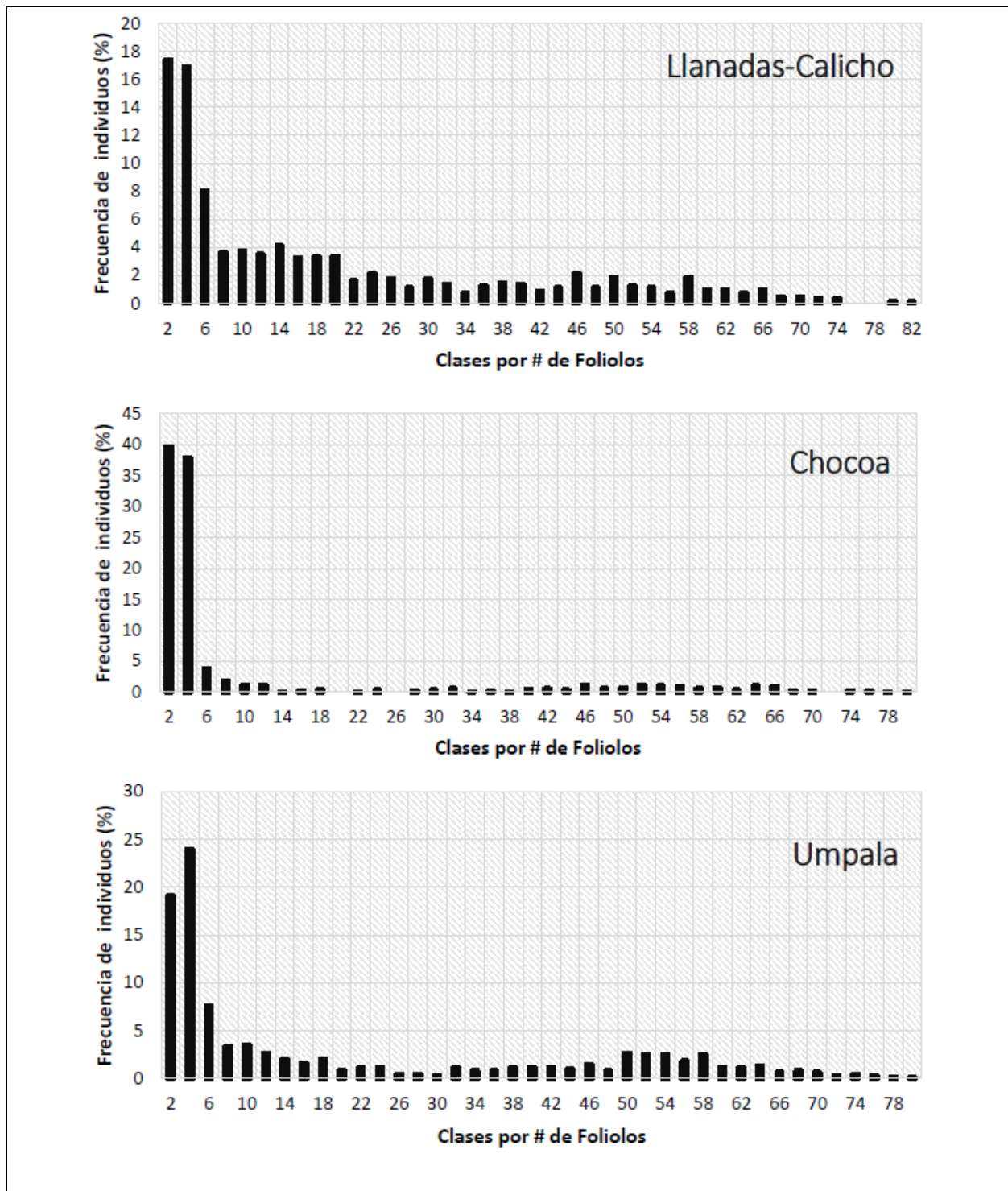


En la Figura 4 se puede observar el número de individuos por clases de numero de foliolos de las tres poblaciones registradas en estudios anteriores donde para la población de Llanadas Calicho y Chocoa tienen un mayor número de individuos con dos foliolos y menor con 76 y 78 foliolos para Llanadas y 20, 26 y 72 foliolos para Chocoa mientras que para la población de Umpalá el mayor número de individuos con 4 foliolos y menor con 78 y 80 foliolos.

**Figura 4.**

*Frecuencia de individuos de Zamia encephalartoides por número de folios en las tres poblaciones registradas en estudios anteriores*



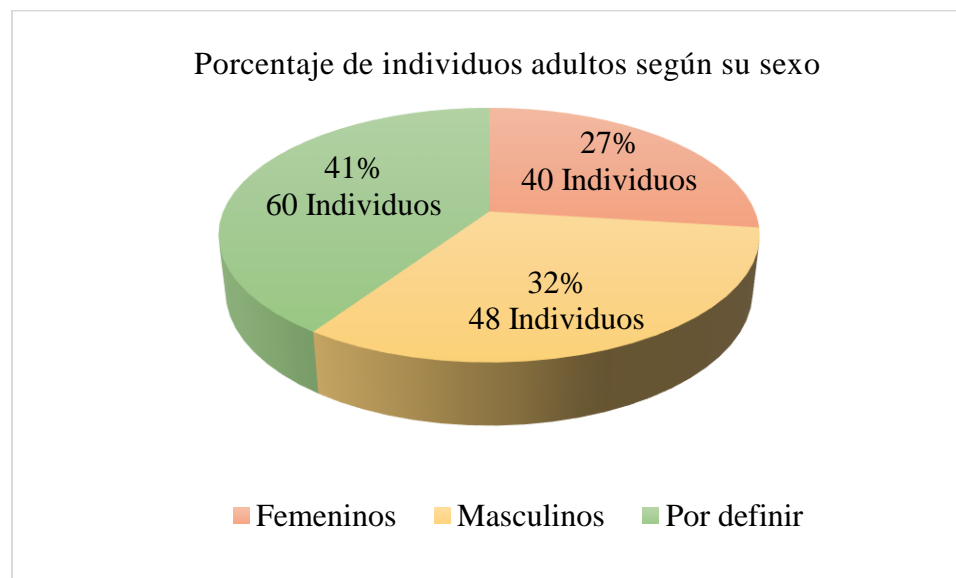


Nota. Información tomada de Mantilla Carreño, J. A. (2016). Variabilidad en parámetros demográficos Y Funcionales Entre Poblaciones De *Zamia Encephalartoides* D. W Stev en hábitats contrastantes.

En la Figura 5, se muestran todos los individuos adultos registrados en esta población, de los cuales el 32% son masculinos, el 27% femeninos y el 41% restante son individuos por definir, debido a la carencia de conos o estróbilos que permitiera realizar su clasificación. En campo se pudo observar que los conos presentan intervención de agentes patógenos los cuales afectan las semillas. Asimismo, algunas *Zamias* femeninas se encuentran entre rocas y al soltar sus semillas éstas tienen limitantes para su germinación.

### Figura 5.

*Porcentaje de individuos adultos de Zamia encephalartoides masculinos, femeninas y por definir*



## 5.2 Rasgos funcionales

### ➤ Distribución de datos en los rasgos funcionales

Para determinar la distribución de los datos de cada una de las variables de rasgos funcionales, se realizó la prueba de normalidad, cuyos resultados se presentan en la Tabla 4, donde la longitud media del folio, grosor del folio, contenido de materia seca, altura y superficie de la copa, se ajustaron a una distribución normal ( $p \leq 0,05$ ). Por el contrario, el área foliar, área foliar específica, amplitud media del folio y diámetro, no se ajustaron a la distribución normal ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabla 4.**

*Resultado de la prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk para los rasgos funcionales medidos.*

*n=50*

<b>Rasgos estimados</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>	<b>P-VALUE</b>
Área foliar	0,98	0,63**
Área foliar específica	0,98	0,87**
Amplitud media del folio	0,97	0,43**
Longitud media del folio	0,95	0,03*
Grosor de la hoja	0,94	0,01*
Contenido de materia seca	0,89	0,00*
Diámetro del tallo	0,95	0,08**
Altura del tallo	0,94	0,01*
Superficie de la copa	0,94	0,03*

n= Número de datos, \* =  $P \leq 0,05$ , \*\* =  $P \geq 0,05$

➤ **Correlación entre los rasgos funcionales**

De acuerdo con la interpretación de la correlación de Spearman, donde los valores cercanos a uno representan una correlación fuerte entre los rasgos evaluados (bien sea positiva o negativa), mientras que valores cercanos al cero representan correlaciones débiles a nulas. En la Tabla 5, se puede observar la presencia de una alta correlación entre área foliar y longitud media del folio con un valor de 0,78, además se identifican cuatro correlaciones medias: dos positivas, la amplitud media del folio tanto con el área foliar y longitud media del folio y dos negativas del área foliar específica con el contenido de materia seca y con la altura del tallo. El resto de las correlaciones son débiles.

**Tabla 5.**

*Coefficientes de correlación de Spearman entre los rasgos funcionales estudiados en la población objeto de nuestro estudio*

	AF	SLA	LDCM	Lfm	Afm	Lth	Diam	Alt	Sup
AF	1								
SLA	-0,03	1							
LDCM	0,23	-0,57	1						
Lfm	0,78	-0,18	0,22	1					
Afm	0,54	0,19	-0,07	0,45	1				
Lth	0,02	-0,29	0,02	0,09	-0,31	1			
Diam	0,11	-0,14	0,17	0,17	-0,13	-0,09	1		
Alt	0,13	-0,44	0,34	0,09	-0,12	0,16	0,00	1	
Sup	0,34	-0,23	0,27	0,21	-0,03	-0,07	0,11	0,24	1

AF= Área foliar, SLA= Área foliar específica, Afm= Amplitud media del folio, Lfm= Longitud media del folio, Lth= Grosor de la hoja, LDCM= Contenido de materia seca, Diam= Diámetro del tallo, Alt= Altura del tallo, Superficie= Superficie de la copa. n= Número de datos

De acuerdo con la Tabla 6, coincidiendo con nuestro estudio, las demás poblaciones también presentaron una alta correlación entre el área foliar y la longitud media del folio con un valor de 0,76. Pero en las otras poblaciones tanto el grosor de la hoja como el contenido de materia seca presentaron una correlación negativa alta con el área foliar específica siendo sus valores de -0,75 y -0,73 respectivamente. Conjuntamente en las demás poblaciones se presentaron cinco correlaciones medias positivas: la amplitud media del folio con el área foliar y longitud media del folio, la superficie de copa con el área foliar y la altura del tallo finalmente la longitud media del folio con el área foliar específica; también tres correlaciones medias negativas tanto el área foliar, la longitud media del folio como la amplitud media del folio presentan esta correlación con el grosor de la hoja. El hecho que aquí se presenten un mayor número de correlaciones que en La Habana, se debe al uso de un mayor número de datos.

**Tabla 6.**

*Coefficientes de correlación de Spearman entre los rasgos funcionales estudiados en demás poblaciones n=150*

	Lth	LDMC	SLA	AF	Lfm	Afm	Diam	Alt	Sup
Lth	1								
LDMC	0,26	1							
SLA	-0,75	-0,73	1						
AF	-0,46	-0,01	0,33	1					
Lfm	-0,50	-0,28	0,46	0,76	1				
Afm	-0,51	0,07	0,24	0,65	0,48	1			
Diam	0,22	0,13	-0,18	0,21	0,01	-0,05	1		
Alt	0,05	-0,02	0,00	0,15	0,09	-0,02	0,25	1	
Sup	-0,09	0,10	0,02	0,43	0,24	0,26	0,37	0,40	1

Nota. AF= Área foliar, SLA= Área foliar específica, Afm= Amplitud media del folio, Lfm= Longitud media del folio, Lth= Grosor de la hoja, LDMC= Contenido de materia seca, Diam= Diámetro del tallo, Alt= Altura del tallo, Superficie= Superficie de la copa. n= Número de datos

Información tomada de Mantilla Carreño, J. A. (2016). Variabilidad en parámetros demográficos Y Funcionales Entre Poblaciones De *Zamia Encephalartoides* D. W Stev en hábitats contrastantes.

#### ➤ Variabilidad de los rasgos funcionales

La Tabla 7, presenta los valores medios de los rasgos funcionales en las cuatro poblaciones conocidas, en la población de La Habana, se evidencia que los diámetros son más altos y las alturas más bajas entre las cuatro poblaciones. Se observa que la población de Chocoa presenta valores altos en varios rasgos funcionales como son longitud media del folio, área foliar específica, amplitud media del folio, área foliar específica, altura y superficie de la copa. Sin embargo, esta misma población presenta valores mínimos en longitud media del folio y contenido de materia seca.

Para la población de Umpalá se registró que el grosor de la hoja es mayor que en las demás poblaciones. En cambio, la longitud media del folio, área foliar, amplitud media del folio, área foliar específica y superficie de la copa presentan valores mínimos frente a las demás poblaciones.

El contenido de materia seca y el diámetro de la población Llanadas Calicho son el mayor y menor respectivamente frente a las demás poblaciones.

**Tabla 7.**

*Valores medios, desviación estándar y coeficiente de variación de los rasgos funcionales de cada población de Zamia encephalartoides. n=50*

<b>Llanadas C.</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>CV %</b>
Lfm (mm)	272,00	36,85	13,54
D (mm)	181,59	38,65	21,28
AF (mm <sup>2</sup> )	249491	78283,20	31,37
Afm (mm)	30,84	5,81	18,86
SLA (mm <sup>2</sup> /mg)	3,30	0,64	19,35
Lth (mm)	0,66	0,05	8,53
LDMC (mg/g)	472,32	76,58	16,21
Alt (mm)	602,71	303,81	50,40
Sup (mm <sup>2</sup> )	3744293	2601832	69,48

<b>Chocoa</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>CV %</b>
Lfm (mm)	327,93	47,95	14,62
D (mm)	188,25	31,06	16,50
AF (mm <sup>2</sup> )	320567	98505,19	30,72
Afm (mm)	31,20	4,82	15,47
SLA (mm <sup>2</sup> /mg)	5,36	2,40	44,78
Lth (mm)	0,59	0,04	8,36
LDMC (mg/g)	346,36	74,74	21,58
Alt (mm)	759,60	446,42	58,77
Sup (mm <sup>2</sup> )	4192057	3130109	74,66

<b>Umpalá</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>CV %</b>
Lfm (mm)	244,50	34,14	13,96
D (mm)	193,70	40,87	21,10
AF (mm <sup>2</sup> )	157281	51615,94	32,81
Afm (mm)	23,51	4,82	20,52
SLA (mm <sup>2</sup> /mg)	3,24	0,71	21,91
Lth (mm)	0,94	1,02	108,22
LDMC (mg/g)	391,26	35,44	9,06
Alt (mm)	674,36	371,27	55,05
Sup (mm <sup>2</sup> )	2597094	1783846	68,68

<b>La Habana</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>CV %</b>
Lfm (mm)	302,06	45,41	15,03
D (mm)	201,61	40,89	20,28
AF (mm <sup>2</sup> )	211009,20	54022,05	25,60
Afm (mm)	24,10	3,80	15,78
SLA (mm <sup>2</sup> /mg)	3,63	0,38	10,60
Lth (mm)	0,89	0,09	10,47
LDMC (mg/g)	398,03	43,63	10,96
ALT (mm)	447,92	248,74	55,53
Sup (mm <sup>2</sup> )	2788600	1259751	45,17

Nota. n= Número de datos, La información de las tres primeras poblaciones fue tomada de Mantilla Carreño, J. A. (2016). Variabilidad en parámetros demográficos Y Funcionales Entre Poblaciones De *Zamia Encephalartoides* D. W Stev en hábitats contrastantes y de La Habana es información propia.

### 5.3 Laboratorios

#### ➤ Análisis de suelos

En la zona de estudio se encontró un suelo rocoso con una elevada pendiente y una reacción neutra. De acuerdo con la Tabla 8, se presenta un alto porcentaje de materia orgánica y una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC). La cantidad de Nitrógeno (N) disponible es la adecuada mientras que los elementos que presentaron una alta disponibilidad son: Boro (B), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe) y Cobre (Cu); y los que presentaron una baja disponibilidad fueron: Fósforo (P), Azufre (S), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn); finalmente, el único elemento que presentó una disponibilidad media fue el potasio.

#### Tabla 8.

*Resultado del análisis de suelos realizado por AGROSAVIA para la población de La Habana*

<b>Determinación analítica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
pH (1:2,5)	Unidades de pH	6,63
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	Ds/m	0,5
Materia Orgánica (MO)	g/100g	9,79
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/100g	13,83
Nitrógeno total (NIT)	g/100g	0,89

Azufre (S) disponible	mg/100g	5,66
Capacidad Intercambio catiónico Efect (CICE)	cmol(+)/kg	31,71
Boro (B) Disponible	mg/kg	0,59
Acidez (AL+H)	cmol(+)/kg	ND
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	ND
Calcio (CA) Disponible	cmol(+)/kg	28,31
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	2,91
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	0,4
Sodio (NA) Disponible	cmol(+)/kg	<0,14
Hierro (Fe) Disponible	mg/kg	119,26
Cobre (Cu) Disponible	mg/kg	46,5
Manganeso (Mn) Disponible	mg/kg	2,74
Zinc (Zn) Disponible	mg/kg	<1
Saturación de Calcio	%	89
Saturación de Magnesio	%	9
Saturación de Potasio	%	1
Saturación de Sodio	%	0
Saturación de Aluminio	%	0

*Nota. Información tomada de los resultados del análisis suelos realizado por AGROSAVIA*

Al comparar con el estudio de suelo de la población de Llanadas Calicho presentado en la Tabla 9, se encontró que tienen un suelo neutro y una gran diferencia en la conductividad eléctrica (CE), Fósforo, CIC, Calcio, Manganeso, Sodio, Hierro, Cobre, Magnesio y Zinc.

**Tabla 9.**

*Resultado del análisis de suelos en la población de Llanadas Calicho*

	% C	P	B	Fe	Mn (ppm)	Cu	Zn	S	Ca	Mg meq/100g suelo	Na	K	CIC meq/ 100g	CE mmho s/cm
	1,4 9	7,33	0,82	2,14	10,1 5	0,39	1, 64	6,7	8,8	0,81	0,0 6	0,8	11,6	0,09
<b>Valor</b>	4 a	20 a	0,5	2,5	0,6 a	0,6 a	>1	5 a	5 a	0,5 a	<1	0,4 a	15 a	<0,45
<b>Ref.</b>	10	40	a 2	a 5	>2	>2	5	10	10	1,5	<1	0,7	25	

*Nota. Análisis de suelo en la población Llanadas Calicho Mantilla Carreño, J. A. (2016). Variabilidad en parámetros*

demográficos Y Funcionales Entre Poblaciones De *Zamia Encephalartoides* D. W Stev en hábitats contrastantes.

➤ Análisis foliar

Como se puede observar en la Tabla 10, las concentraciones de nutrientes en las hojas son: altas en Manganeseo y Hierro, medias para Nitrógeno, Calcio, cobre, Zinc, Boro y bajas para Fósforo, Potasio, Magnesio, Sodio, Azufre. El Nitrógeno, Potasio, Hierro, Manganeseo, Zinc, Boro presentan alta concentración en las hojas y baja en el suelo. Se deduce una buena relación con respecto a los nutrientes encontrados en el suelo. En la población se estima 196,08 kg de materia vegetal seca (folios) de los cuales se puede valorar una concentración de 2,86 kg de Nitrógeno (N), Fosforo (P) 0,23 kg, Potasio (K) 1,45 kg, para los macro nutrientes y para los micro nutrientes Calcio (Ca) 2,31, Magnesio (Mg) 0,23 kg, Sodio (Na) 0,007 kg, Azufre (S) 0,19 kg.

**Tabla 10.**

*Resultado del análisis foliar realizado por AGROSAVIA para la población de La Habana*

<b>Determinación analítica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor*</b>
Nitrógeno (N)	%	1,46
Fósforo (P)	%	0,12
Potasio (K)	%	0,74
Calcio (Ca)	%	1,18
Magnesio (Mg)	%	0,12
Sodio (Na)	%	0,00037
Azufre (S)	%	0,09
Hierro (Fe)	mg*kg-1	396,66
Cobre (Cu)	mg*kg-2	3,33
Manganeseo (Mn)	mg*kg-3	42,18
Zinc (Zn)	mg*kg-4	5,44
Boro (B)	mg*kg-5	9,98

\*Valor reportado con base seca

Nota. Información tomada de los resultados del análisis foliar realizado por AGROSAVIA

## 6 Discusión

La vereda La Habana del municipio de Cepitá donde se encuentra ubicada la población de *Zamia encephalartoides* objeto del presente estudio hace parte de un relicto de bosque seco, de

acuerdo con lo observado este ecosistema presenta una alteración considerable lo cual nos indica que ha tenido una reducción conforme han transcurrido los años esto ha sucedido con la mayoría de los ecosistemas de bosque seco (Humboldt, 2014), por ello, es de gran importancia el aumento de su estudio ya que esto permite aumentar su protección y conservación.

La distribución y estructura poblacional muestra que, aunque tenga una producción considerable de semillas presenta deficiencia al momento de la germinación y establecimiento de las plántulas. A diferencia de las poblaciones de Llanadas-Calicho y Umpalá descritas por Mantilla (2016) son más estables y presentan buen reclutamiento de plántulas, y haciendo referencia a la densidad poblacional se observa que la población de La Habana es de 0,0083 individuos/m<sup>2</sup> mientras que la de Llanadas-Calicho es de 0,044 individuos/m<sup>2</sup>, siendo la población de La Habana 4,8 veces menor. Esto se debe a que esta población presenta tres veces menor cantidad de plántulas, seis veces menor cantidad de individuos juveniles y tan solo superándola por cinco individuos adultos más que la otra población. En términos generales la población de Llanadas tiene un total de 798 individuos mientras que la de este estudio presenta tan solo 307.

Los rasgos funcionales son los atributos donde las plantas desarrollan estrategias ecológicas como reacción a condiciones ambientales, estas estrategias se ven reflejadas en las poblaciones estudiadas de *Zamia encephalartoides* las cuales tienen sus variaciones ya que cada hábitat presenta diferencias en cuanto a sus condiciones ambientales, estos cambios en sus rasgos son coherentes con las variaciones funcionales (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013). Estas estrategias también se le conoce como economía foliar, es decir, que la planta hace un adecuado aprovechamiento de los recursos para mejorar su resistencia en ambientes estresantes.

Las cuatro poblaciones de *Zamias encephalartoides* presentan ambientes contrastantes en cuanto a la disponibilidad de luz y de agua, por lo cual desarrollaron diferentes estrategias

funcionales de acuerdo con el hábitat donde se localizaban, las poblaciones de Llanadas Calicho, Umpalá y Cepitá se ubican en un ambiente de una alta disponibilidad de luz y baja humedad, por estas condiciones se puede decir que están en un microclima estresante para los individuos que se encuentran presentes. A diferencia de la población que de Chocóa la cual presenta condiciones más favorables para la población, con mayor disponibilidad de agua y un relicto de bosque más denso, ya que siendo su dosel más cerrado brinda mayor sombra y humedad (Mantilla Carreño, 2016). Por estas características se puede deducir que la población de Chocóa usa estrategias funcionales diferentes a las otras poblaciones lo que corroboramos con el presente estudio.

Las correlaciones más significativas que se registraron en las cuatro poblaciones de *Zamia encephalartoides* son congruentes a las descritas en la investigación de *Zamia muricata* en el municipio de Bucaramanga Santander (Vega-Aguilar, 2015).

Para los valores promedios de los rasgos funcionales de las cuatro poblaciones de *Zamias encephalartoides*, tres de las cuales fueron estudiadas por Mantilla, (2016) y la cuarta población objeto del presente estudio, se encontró que la población ubicada en Chocóa en comparación de las otras tres poblaciones presentó los mayores valores en los rasgos de longitud media del folio, amplitud media del folio, área foliar, área foliar específica, altura, superficie de copa, lo cual refleja que la estrategia de los rasgos funcionales foliares es adquisitiva. La variación de los rasgos foliares en las plantas se da principalmente por el estrés a altas temperatura, sequía, nutrientes y altas radiaciones. Las condiciones bióticas y abióticas hacen que algunas plantas tengan un desarrollo foliar diferente, esto se ve reflejado en el área foliar ya que se puede observar que la población de Chocóa presenta el valor más alto para este rasgo a diferencia de los valores que presentan la población de Cepitá, Llanadas Calicho y Umpalá siendo esto la confirmación de las respuestas a la economía foliar (Salgado Negret, 2015). Los rasgos caulinares como la altura, diámetro y

superficie de copa, se relacionan con la capacidad competitiva para sobrevivir y tolerar ambientes cambiantes o hábitats estresantes para la especie (Casanoves *et al.*, 2011).

La población de Cepitá solo la supera en el contenido de materia seca y grosor de la hoja, lo que indica que junto a Umpalá y Llanadas Calicho presentan una estrategia diferente, ya que estos rasgos generalmente aumentan cuando su hábitat es más hostil para mejorar su resistencia a la herbívora o daños físicos. Hojas más gruesas presentan menor contenido de Nitrógeno por unidad de masa, menor difusión y una vida más larga (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013). Adicionalmente, al tener un mayor contenido de materia seca, hace más lento el proceso de descomposición de la hojarasca generando un ciclo de nutrientes más lento (Casanoves *et al.*, 2011).

En un análisis de suelos de dos poblaciones de *Zamia muricata* se encontraron valores similares en cuanto a Fósforo, Potasio, Sodio y Magnesio. La población de *Zamia encephalartoides*, presenta valores superiores en cuanto a la CIC, calcio, y Cobre. En Cepitá el Hierro presentaba valores muy elevados en comparación a la poblaciones de Llanadas Calicho, aunque se pueden encontrar estas diferencias con las poblaciones de *Zamia muricata* especie estudiada por (Gomez, 2014)

El análisis foliar tiene la gran utilidad para monitorear la eficiencia de la extracción de nutrientes, donde se puede diagnosticar las deficiencias, toxicidades y/o desbalances nutricionales (Múnera Vélez, 2012). En el presente estudio se da a conocer el primer análisis foliar para el género *Zamia*, con el cual se pretende usar como pilar para llegar a conocer los requerimientos nutricionales de la especie, y de esta manera hacer un mejor control a las poblaciones. Algunos nutrientes presentes en la planta se consideran como elementos móviles, donde la planta puede dirigirlos según su conveniencia, ya sea para la fructificación o crecimiento en general. Con el resultado del

laboratorio podemos ver los niveles de concentración presentes en la planta y dar una idea de cómo es la extracción de los mismos (Basil, 2002).

## 7 Conclusiones

Los tamaños de las poblaciones de bosque seco varían fácilmente debido a que las poblaciones como la *Zamia encephalartoides* presentes en estos tipos de bosque son muy susceptibles a las variaciones en las gradientes ambientales, lo que impacta principalmente en la reproducción germinación de estos individuos, reduciendo drásticamente los tamaños poblacionales. Además de que la especie no cuenta con una estrategia óptima para la dispersión de semillas, por esta razón hay una alta mortalidad en las plántulas, también se debe a la recolección para el comercio ilegal y otros factores abióticos

Más del 40% de los rasgos funcionales presentaron una distribución anormal por lo cual se realizó una correlación de Spearman la cual mostró que la relación más significativa fue con respecto al tamaño de la hoja más específicamente el área foliar y el área foliar específica, ya que las variables con las que se relacionaron aportan directamente en forma positiva o negativa. Las variaciones en los rasgos funcionales se dan como una estrategia frente a las condiciones medio ambientales para conservar y aprovechar de la manera más eficiente los recursos que se encuentran a su alcance, por esta razón la población de La Habana presenta los rasgos más pequeños en comparación de las otras poblaciones de *Zamia encephalartoides* ya que su ambiente es más hostil, debe racionar mejor sus recursos para su supervivencia.

Gracias a los análisis de laboratorios se puede concluir que los lugares en que se encuentran las poblaciones des de Zamias pueden presentar grandes variaciones en cuanto a las concentraciones de los micro y macronutrientes, no hay dependencias a algún elemento en

específico, aunque si hay similitudes en algunos elementos. También se pudo evidenciar que la absorción de los nutrientes del suelo a los encontrados en la planta presenta valores coherentes con los nutrientes presentes en el suelo.

## **8 Recomendaciones**

Hacer vuelos con Dron para facilitar el conteo de los individuos que se encuentran en zonas de alto riesgo y difícil acceso, así poder conocer el número exacto de individuos presentes en la vereda La Habana del municipio de Cepitá. Además, seguir con los monitoreos de los individuos registrados para la actualización de la base de datos y tener un censo más detallado. Igualmente, hacer un seguimiento a las plántulas tanto en las temporadas de lluvia como de sequía, con el fin de identificar en cuál de estas presentan mayor mortalidad, siendo este uno de los problemas de la población.

Realizar análisis de suelos y foliares más minuciosos en todas las poblaciones para poder realizar análisis estadísticos que determinen las relaciones que hay entre ellos, las diferencias entre las poblaciones aquí mencionadas, y los contenidos adecuados para el mejor desarrollo de las plantas.

### Referencias

- Albesiano, S., & Fernandez-Alonso, J. L. (2006). Catálogo comentado de la flora vascular de la franja tropical (500-1200m) del Cañón del río Chicamocha (Boyacá-Santander, Colombia). Primera parte. *Caldasia*, 28, 23–44.
- Albesiano, S., Rangel-Churio, J. O., & Cadena, A. (2003). La vegetación del Cañón del río Chicamocha (Santander, Colombia). *Caldasia*, 25(1 SE-), 73–99.  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39402>
- Alcázar Caicedo, C., & Ramírez, W. (2011). *El uso de rasgos funcionales en flora como herramienta para establecer prioridades de conservación*. (pp. 215–222).
- Badii, M., Landeros, J., & Garza-Almanza, V. (2008). Historia evolutiva de la vida. *Cultura Científica y Tecnológica*; Núm., 24.  
<http://148.210.132.19/ojs/index.php/culcyt/article/view/414>
- Basil, G. (2002). Nutrición de plantines de coníferas en viveros del noroeste de la Patagonia argentina. *Informaciones Agronómicas, Instituto de La Potasa y El Fósforo*.(15): 12-15, 2002.
- Bernal, R., S.R. Gradstein, & Celis, M. (eds. ). (2019). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.  
<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Casanoves, F., Pla, L., & Di Rienzo, J. A. (2011). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. *Serie Técnica, Informe Técnico*, 384.
- Castellanos-Castro, C., Sofrony Esmeral, C., & Higuera Díaz, D. (2017). *Plan de acción de la estrategia nacional para la conservación de plantas de Colombia* (Instituto de Investigación

- de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (ed.).  
<http://hdl.handle.net/20.500.11761/32936>
- Collazos-González, S. A., Zuluaga-Carrero, J., & Cortés-Herrera, J. O. (2020). Aves del Cañón del Chicamocha, Colombia: un llamado para su conservación. *Biota Colombiana*, 21(1 SE-Artículos), 58–85. <https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a05>
- Córdova-Tapia, F., & Zambrano, L. (2015). *La diversidad funcional en la ecología de comunidades | Córdova-Tapia | Revista Ecosistemas*. Ecosistemas: Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1077>
- De Bello, F., Thuiller, W., Lepš, J., Choler, P., Clément, J.-C., Macek, P., Sebastià, M.-T., & Lavorel, S. (2009). Partitioning of functional diversity reveals the scale and extent of trait convergence and divergence. *Journal of Vegetation Science*, 20(3), 475–486. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01042.x>
- De la Riva, E. G., Pérez-Ramos, I., Fernández, C. N., Olmo, M., & Villar, R. (2014). Rasgos funcionales en el género *Quercus*: estrategias adquisitivas frente a conservativas en el uso de recursos. *Revista Ecosistemas*, 23(2), 82–89.
- Díaz-Pérez, C. N., Puerto-Hurtado, M. A., & Fernández-Alonso, J. L. (2011). Habitat evaluation, population and conservation status of the “barrigón” (*Cavanillesia chicamochae*, Malvaceae-Bombacoideae). *Caldasia*, 33(1), 105–119.
- Donaldson, J. S. (2003). *Cycads: status survey and conservation action plan*. IUCN--the World Conservation Union.
- Gomez, R. (2014). *Caracterización demográfica y del hábitat de una población de *Zamia muricata* para apoyar el programa de conservación integral de especies de plantas*

- prioritarias del bosque seco tropical*. Universidad Industrial de Santander, Escuela De Biología.
- González, F. (2004). De Colombia , *Zamia Encephalartoides* ( *Zamiaceae* ) Por Parte De Eumaeus ( *Lepidoptera* : *Lycaenidae* ). *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales*, XXVIII, 233–244.
- Holdridge. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (Issue 83). Agroamérica.
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. (Issue (rev. ed.)). Tropical Science Center.  
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19670604180>
- Humboldt, I. A. Von. (1998). *El Bosque seco Tropical (Bs - T) en Colombia I. Introducción. 1971*, 1–24. <http://media.utp.edu.co/ciebreg/archivos/bosque-seco-tropical/el-bosque-seco-tropical-en-colombia.pdf>
- Humboldt, I. A. Von. (2014). *Bosque seco tropical en Colombia* (C. Pizano & H. Garcia (eds.)).  
<http://hdl.handle.net/20.500.11761/9333>
- Lavorel, S., & Garnier, E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16(5), 545–556.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00664.x>
- López-Gallego, C. (2015). Plan de acción para la conservación de las zamias de Colombia. In *Bogotá D.C.: Colombia*. <https://doi.org/10.1016/j.jorganchem.2005.07.019>
- López-Gallego, C., Calonje, M., & Idárraga-Piedrahíta, A. (2011). “*Conservation assessment and Action Plan for a Threatened Colombian Cycad*” project team.  
[https://www.conservationleadershipprogramme.org/media/2014/11/130609\\_2009\\_Colombi\\_a\\_Threatened-Colombian-Cycad.pdf](https://www.conservationleadershipprogramme.org/media/2014/11/130609_2009_Colombi_a_Threatened-Colombian-Cycad.pdf)
- Mantilla Carreño, J. A. (2016). *Variabilidad En Parametros Demograficos Y Funcionales Entre*

*Poblaciones De Zamia Encephalartoides D. W Stev En Habitats Contrastantes*. Universidad Industrial de Santander, Escuela De Biología.

Múnera Vélez, G. A. (2012). *Manual General: Análisis de suelos y tejido vegetal*.  
<http://hdl.handle.net/11059/5247>

Norden, N., González-M., R., Avella-M., A., Salgado-Negret, B., Alcázar, C., Rodríguez-Buriticá, S., Aguilar-Cano, J., Castellanos-Castro, C., Calderón, J. J., Caycedo-Rosales, P., Cuadros, H., Díaz-Pulido, A., Fajardo, Z., Franke-Ante, R., García, D. H., González, M. A., Hernández-Jaramillo, A., Idárraga-Piedrahita, Á., López-Camacho, R., ... García, H. (2020). Building a socio-ecological monitoring platform for the comprehensive management of tropical dry forests. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*, n/a(n/a).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ppp3.10113>

Pardo, M. E., & Moreno-Arias, R. (2018). El enclave seco del cañón del Chicamocha: biodiversidad y territorio. *Bogotá DC: Fundación Natura*.

Parra, J., Beltran, M., Delgadillo, A., & Valderrama, S. (2008). *Project Chicamocha II Saving Threatned Dry Forest Biodiversity Final report*.


Pérez-Harguindeguy, N., Diaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M., Cornwell, W., Craine, J., Gurvich, D., Urcelay, C., Veneklaas, E., Reich, P., Poorter, L., Wright, I., Ray, P., Enrico, L., Pausas, J., Vos, A., & Van der Heijden, M. (2013). Nuevo manual para la medición estandarizada de caracteres funcionales de plantas. *Australian Journal of Botany*, 61, 167–234.

Rodriguez Siza, J. F., & Suarez Gutierrez, E. J. (2015). *Análisis estructural y composición florística de las áreas con vegetación donde hay presencia de barrigón Cavanillesia chicamochae presentes en la parte baja del rio guaca, vereda la Habana y el Embudo*,

- municipio de Cepitá y San Andres, Dto.Santander, Col.* (Trabajo de Campamento Universidad Industrial de Santander, Sede Málaga.
- Salgado Negret, B. (2015). La Ecología Funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. In *La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones*.
- Stevenson, D. (1992). A formal classification of the extant cycads. *Brittonia*, 44(2), 220–223. <https://doi.org/10.2307/2806837>
- Stevenson, D. (2001). *Flora de Colombia: 21. Orden Cycadales*. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Stevenson, D., Stanberg, L., & Calonje, M. A. (2018). *The World List of Cycads*. <https://doi.org/10.21135/893275389.035>
- Valencia-Duarte, J., Ortiz, L. N. T., & Ríos, O. V. (2012). Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2 SE-Artículos). <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/262>
- Vargas-Ríos, O. (2011). Restauración ecológica: Biodiversidad y Conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16, 221–246. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319028008017>
- Vega-Aguilar, J. (2015). Descripción de la demografía, el hábitat y la variabilidad. *Ecosistemas*, 23, 82–89.
- Violle, C., Navas, M.-L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., & Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116(5), 882–892. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x>




Apéndice B. Permiso individual de recolección, Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).



**Corporación Autónoma Regional de Santander**

Responsabilidad Ambiental, Compromiso que nos Une



---

**SUBDIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE LA OFERTA DE LOS RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES DISPONIBLES, EDUCACIÓN AMBIENTAL Y  
PARTICIPACIÓN CIUDADANA –CAS–**

AUTO SAO No. **00048-20**

San Gil, **11 MAR 2020**

Que mediante **Radicado CAS No. 80.30.00297.2020** de fecha 09 de enero de 2020, la Señora Claudia Cecilia Castellanos Herrera, identificada con Cédula de Ciudadanía No. 1.100.504.072 expedida en San José de Miranda y el Señor Diego Fernando Pérez Vargas, identificado con cédula de Ciudadanía No. 1.096.956.056 de Málaga, solicitan a la Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, Permiso individual de recolección para el estudio de la especie **Zamia encephalartoides**, dentro de la investigación titulada *Demografía y variabilidad de rasgos funcionales de la población de Zamia encephalartoides (D.W. Stev.)* ubicada en la Vereda Habana del Municipio de Cepita. Los peticionarios adjuntan la siguiente documentación:

- Formato de solicitud Permiso Individual de Recolección
- Fotocopias de Cédula de solicitantes
- Formato de solicitud de Autorización de Recolección de especies amenazadas, endémicas o vedadas.
- Hojas de Vida de investigadores

Que, con la anterior documentación, esta Autoridad Ambiental, da apertura al **Expediente CAS No. 1007-009-2020** con Asunto Permiso de Recolección.

Que, por su parte, el Artículo 31 del numeral 2 de la Ley 99 de 1993, señala que corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, la función de ejercer como máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción de acuerdo a las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Que el Numeral 12 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993, faculta a la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS, para ejercer las funciones de evaluación control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos, estas funciones comprenden expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos.

Que el artículo 70 de la Ley 99 de 1993, señala que la entidad administrativa competente al recibir una petición para iniciar una actuación administrativa ambiental o al comenzarla de oficio dictará un acto de iniciación de trámite que notificará y publicará en los términos del artículo 37 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo y tendrá como interesado a cualquier persona que así lo manifieste con su correspondiente identificación y dirección domiciliaria.

Que mediante Acuerdo 0256 de 26 de Junio de 2014, se establece que es competencia del Subdirector de Administración de la Oferta de RNR Disponibles, Educación Ambiental y Participación Ciudadana, de tramitar las solicitudes de los permisos, concesiones, autorizaciones y licencias ambientales de la oferta de recursos naturales renovables disponibles, así como desarrollar la política de educación ambiental fijada por el Gobierno mediante Resolución DGL No. 00001103 del 25 de Noviembre del 2014.

Apro


En mérito de la expuesto;

**DISPONE**

**PRIMERO:** Admitir la solicitud de **Permiso Individual de Recolección** para el estudio de la especie **Zamia encephalartoides**, dentro de la investigación titulada *Demografía y variabilidad de rasgos funcionales de la población de Zamia encephalartoides (D.W. Stev.)* ubicada en la Vereda Habana del Municipio de Cepita.

www.cas.gov.co – Línea Gratuita 01 8000 917800

OF. PRINCIPAL – SAN GIL Cra. 12 N° 9-50 Tel: 7236025 - 7343785 - 7235689 Barrio La Playa cas@cas.gov.co	BUCAKARAMBA Cra. 26 N° 28-14 Tel: 9488863 Ext. Fines cas@cas.gov.co	BARRANCABERRÍA Cra. 48 con Cra. 28 enajura Tel: 8127116 Barrio Páramo marea@cas.gov.co	MÁLAGA Cra. 12 N° 29-14 Tel: 8217392 Edif. Compañía Nueva 2 malaga@cas.gov.co	SOCORRO Cra. 18 N° 12-58 Tel: 7275108 socorro@cas.gov.co	VÉLEZ Cra. 30 N° 28-14 Barrio Aguileta-Peña Tel: 7864511 velez@cas.gov.co
---	--	---	--	---	---

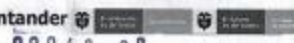


**Corporación Autónoma Regional de Santander**

Responsabilidad Ambiental, Compromiso que nos Une

00048-20

11 MAR 2020



**SEGUNDO:** Declárese iniciado el presente trámite de evaluación ambiental a la solicitud de **Permiso Individual de Recolección** para el estudio de la especie *Zamia encephalartoides*, dentro de la investigación titulada **Demografía y variabilidad de rasgos funcionales de la población de *Zamia encephalartoides* (R.W. Stev.) ubicada en la Vereda Libano del Municipio de Cepita, de conformidad con el Artículo 70 de la Ley 99 de 1993.**


**TERCERO:** De conformidad con lo dispuesto en el artículo 71 Ley 99 de 1993, esta providencia deberá ser publicada en la Página Web de la Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, durante los 10 días siguientes a la fecha de ejecutoria de la misma, cuya constancia deberá ser anexada al **Expediente CAS No. 1007-009-2020**

**CUARTO:** Por la Subdirección de la administración de la Oferta de Recursos Naturales Renovables Disponibles, Educación Ambiental y Participación Ciudadana de la CAS, conforme al Artículo 87 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo notifíquese el contenido de la presente providencia a la Señora Claudia Cecilia Castellanos Herrera, identificada con Cédula de Ciudadanía No. 1.100.504.072 expedida en San José de Miranda y el Señor Diego Fernando Pérez Vargas, identificado con cédula de Ciudadanía No. 1.096.956.066 de Málaga, en calidad de investigadores, a quienes se les hará entrega de una copia de la presente providencia, dejando la respectiva constancia dentro del **Expediente CAS N° 1007-009-2020**



**Parágrafo:** De no ser posible la notificación personal, se deberá notificar por aviso conforme al procedimiento señalado en el artículo 89 del Código Contencioso Administrativo.

*Arz* **QUINTO:** Contra lo dispuesto en la presente providencia no procede recurso alguno, de conformidad con lo establecido en el artículo 75 de la ley 1437 de 2011.

**NOTIFIQUESE Y CÚMPLASE**




**CARLOS HUMBERTO SILVA PINZÓN**  
Subdirector de Administración de la Oferta de Recursos Naturales Renovables Disponibles, Educación Ambiental y Participación Ciudadana

Exp. No. 1007-009-2020 Permiso de Recolección		
	Motivos	Firma
Proyecto	Ing. Lidya Viviana Silva Hernández	
Vis. Bo.	Mary Lorena Hernández Torres	

www.cas.gov.co – Línea Gratuita 01 8000 917600

<b>CF. PRINCIPAL – SAN GIL</b> Cra. 12 N° 8-80 Tel: 7238625-7240766-7235989 Barrío La Playa	<b>BUCARAMANGA</b> Cra. 26 N° 38-141 Tel: 8459343 Ext. Fibra cabucaramanga@cas.gov.co	<b>BARRANCABERMEJA</b> Cra. 46 con Cra 38 esquina Tel: 8212715 Barrio Palmira barra@cas.gov.co	<b>MALAGA</b> Cra. 12 N° 30-14 Tel: 9917933 Ext. Compaño Piso 3 malaga@cas.gov.co
<b>SOCOBRIO</b> Cra. 16 N° 12-90 Tel: 7219150 soco@cas.gov.co	<b>VÉLEZ</b> Cra. 99 N° 08-14 Barrio Aguilón Parra Tel: 7986211 velez@cas.gov.co		







Perdida de foliolos






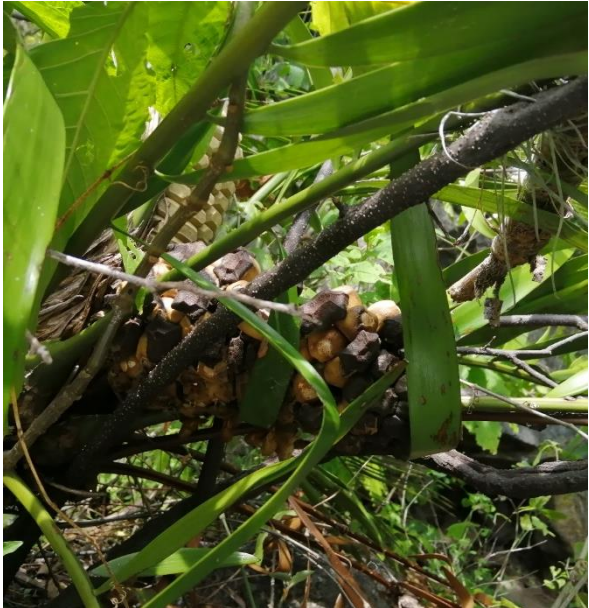
Malformación de foliolos



Germinación de una *Cavallinesia chicamochoae* sobre una *Zamia encephalartoides*



Plántulas de *Zamia encephalartoides* con afectación en sus foliolos

	
<p>Afectacion de las hojas de <i>Zamia encephalartoides</i></p>	<p>Cono femenino maduro dejando caer sus semillas</p>
	
<p>Consumo de la testa</p>	<p>Individuo consumidor de la testa</p>



Individuo de *Zamia encephalartoides*  
adaptándose al sitio



Especies vegetales creciendo sobre *Zamia encephalartoides*

