



UNIVERSIDAD DE MATANZAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



## TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Morfometría de los frutos y fitoquímica foliar  
de *Pseudosamanea cubana*, especie endémica de  
Cuba.

Autor (a): Kelly Betancourt Guerrero

Tutor (a): M. Sc. Mabelkis Terry Rosabal

Matanzas, 2023

**PENSAMIENTO**

**“LA CONSERVACIÓN ES UN ESTADO DE ARMONÍA  
ENTRE EL HOMBRE Y TIERRA.”**

**ALDO LEOPOLD**

**“SI SUPIERA QUE EL MUNDO SE ACABA MAÑANA,  
YO, HOY TODAVÍA PLANTARÍA UN ÁRBOL”**

**MARTÍN LUTHER KING**

## **DECLARACIÓN DE AUTORIDAD**

Declaro que yo, Kelly Betancourt Guerrero, soy la única autora de este Trabajo de Diploma por lo que autorizo a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma: \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

A mis padres por estar ahí para mí siempre dándome su apoyo incondicional, por ayudarme a crecer en la vida y llegar a donde he llegado, que sin ellos no hubiera sido posible.

A mi abuela materna que estuvo presente 21 años de mi vida y no pudo verme graduar, y sé que esté donde esté, se encuentra orgullosa de mis logros.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi mamá por estar ahí para mí en los momentos buenos y malos, por su apoyo incondicional. Por demostrarme que nada es imposible y que puedo lograr todo aquello que me proponga.

A mi papá y hermana por apoyarme siempre, por confiar en mí y darme sus buenos deseos.

A mi abuela Ángela, que desde el cielo me manda fuerzas y me ayuda a ser mejor cada día.

A mis amigos, por compartir conmigo los mismos sueños y metas y desearme siempre lo mejor.

A mi tutora M. Sc. Mabelkis Terry Rosabal que desde un principio está a mi lado siendo mi guía, gracias por brindarme tus consejos y tu sabiduría.

A todos los profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias que de una forma u otra han tomado parte en mi formación como profesional.

## OPINIÓN DEL TUTOR

La conservación de la flora cubana es una tarea de importancia nacional, regional y mundial; de acuerdo con las estrategias y convenios mundiales, así como de la Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad y los lineamientos del PCC.

El Trabajo de Diploma realizado por la estudiante Kelly Betancourt Guerrero responde a la necesidad de salvaguardar los recursos naturales para futuras generaciones, pues los resultados de esta investigación revelan la importancia del estudio de la especie *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grime, endemismo de Cuba y catalogada en Peligro crítico de extinción, como base para la formulación de estrategias de conservación *ex situ* e *in situ*. El conocimiento de morfometría de los frutos y semillas no solo es relevante para los proyectos de restauración ecológica, sino que también es clave para entender los procesos de coexistencias de las especies, el impacto del cambio climático en la regeneración, la capacidad de tolerancia de las especies nativas a las invasiones vegetales y el ensamblaje de las comunidades. Los estudios fitoquímicos de la especie revelan su posible importancia para la medicina y desarrollo agropecuario además que constituyen elementos esenciales desde el punto de vista taxonómico.

La aspirante durante el proceso de realización del trabajo de tesis mostró independencia, disciplina, perseverancia, creatividad y dedicación en la redacción del documento, en la búsqueda bibliográfica y en la ejecución del experimento.

Es necesario señalar que la estudiante participa activamente en el proyecto sectorial Acciones para la conservación de especies vegetales del matorral xeromorfo costero y subcostero de Punta Guanos, Matanzas que lidera investigadores del Instituto de Ecología Sistemática de la Habana, Cuba, la misma se destacó en las acciones de educación ambiental para la conservación de las especies endémicas del área. Se considera que la estudiante es digna merecedora del Título de Ingeniera Agrónoma.

M. Sc. Mabelkis Terry Rosabal Tutora

## RESUMEN

*Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes, es un género monotípico de la familia Fabaceae, es una especie endémica de Cuba, catalogada en Peligro crítico de extinción, recientemente se encontró una nueva localidad en Punta Guanos, en la costa norte. En la investigación se realizó la caracterización morfométrica de los frutos y las semillas. Se analizó cualitativamente los metabolitos secundarios en extractos de frutos y se efectuó la cuantificación de azúcares reductores. A los datos obtenidos de la morfometría de los frutos y semillas se le realizó un análisis descriptivo, resaltando entre las medidas de posición la media y entre las medidas de variación el error estándar, usando el programa STATGRAPHIC. Plus versión 5.0. La morfometría de los frutos y semillas de *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes demostraron correspondencia entre las variables largo y ancho de los frutos y las semillas lo que indica homogeneidad entre los individuos. En el análisis cualitativo de los metabolitos secundarios se identificó la presencia de taninos, esteroides, terpenos, flavonoides, saponinas y cumarinas. En el estudio el etanol resultó ser un mejor solvente que el agua para la extracción de la mayoría de los metabolitos. Se comprobó la presencia de concentraciones de azúcares totales en los extractos foliar de *Pseudosamanea cubana*.

Palabras claves: *Pseudosamanea cubana*, morfometría, fitoquímica.

## SUMMARY

*Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes, is a monotypic genus of the Fabaceae family, is a species endemic to Cuba, listed as Critically Endangered, a new locality was recently found in Punta Guanós, on the north coast. In the research, the morphometric characterization of the fruits and seeds was carried out. Secondary metabolites in fruit extracts were qualitatively analyzed and reducing sugars were quantified. A descriptive analysis was carried out on the data obtained from the morphometry of the fruits and seeds, highlighting the mean among the position measurements and the standard error among the variation measurements, using the STATGRAPHIC program. Plus version 5.0. The morphometry of the fruits and seeds of *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes demonstrated correspondence between the length and width variables of the fruits and seeds, which indicates homogeneity between individuals. In the qualitative analysis of secondary metabolites, the presence of tannins, steroids, terpenes, flavonoids, saponins and coumarins was identified. In the study, ethanol turned out to be a better solvent than water for the extraction of most metabolites. The presence of total sugar concentrations in the leaf extracts of *Pseudosamanea cubana* was verified.

Keywords: *Pseudosamanea cubana*, morphometry, phytochemistry.

# Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	10
Problema profesional: .....	11
Hipótesis:.....	11
Objetivo general:.....	11
Objetivos específicos .....	11
II. DESARROLLO .....	12
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
II.1. Familia Fabaceae. Género <i>Pseudosamanea</i> . Características botánicas.....	12
II.1.2. Localización, taxonomía y descripción botánica de la especie <i>Pseudosamanea cubana</i> (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes.....	13
II. 1.3. Categoría de amenaza de <i>Pseudosamanea cubana</i> (Britton & P. Wilson).....	16
II. 2. Metabolitos secundarios en las plantas .....	17
II. 2.1. Estudios químicos y actividad biológica de la Familia Fabaceae....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
III. 3. Sitio de estudio y recolección del material vegetal.....	19
III. 3.2. Estudios fitoquímicos foliar de la especie.....	23
III. 3.2.1. Preparación de los extractos.....	23
3.2.2. Análisis fitoquímico de los extractos.....	23
3.2.2.1. Análisis cualitativo de los metabolitos secundarios .....	23
III. 3.2.3. Cuantificación de azúcares reductores .....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	26
4.1 Morfometría de los frutos y semillas .....	26
IV.4.2. Caracterización preliminar fitoquímica foliar de <i>P. cubana</i> .....	28
IV. 4. 3. Cuantificación de azúcares reductores .....	32
V. CONCLUSIONES .....	33
V. RECOMENDACIONES.....	34
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35
ANEXOS .....	42

# 1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas costeros están sometidos a variedad de disturbios. Muchos de estos tienen gran fragilidad ecológica, con un elevado porcentaje de especies endémicas, además son vulnerables a factores antrópicos que incrementan los impactos negativos en ellos (Brooks *et al.*, 2016).

Cuba ocupa el cuarto lugar a nivel mundial entre las islas con mayor diversidad vegetal, cuenta con unas 7 500 especies de plantas por lo que la conservación de la flora cubana es una tarea de importancia nacional, regional y mundial; de acuerdo con las estrategias y convenios mundiales, así como de la Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad y los lineamientos del PCC (González, *et al.*, 2013).

*Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes (Britton *et al.*, 1996), es un género monotípico de la familia Fabaceae que pertenece a la subfamilia Mimosoideae y es una especie endémica de Cuba (The Plant List, 2021), su distribución es muy restringida y disyunta hacia montes secos del oriente y el occidente de Cuba (Bässler, 1998). Aparece en la costa sur de las provincias de Granma, Santiago de Cuba, Guantánamo, Matanzas y Mayabeque (Bässler, 1998, Greuter y Rankin, 2017, Greuter y Rankin (2022) y también registro del Herbario Nacional de Cuba (HCA), la ubican en la región central de la provincia de Matanzas (Municipio Pedro Betancourt). Recientemente se encontró una nueva localidad para *P. cubana* en Punta Guanós, localizada en la costa norte de Matanzas, Cuba (J. Sánchez, comunicación personal, 18 de septiembre, 2022).

A pesar de esta condición no existen referencias sobre las características morfológicas de los frutos y semillas y la composición fitoquímica de plantas de *Pseudosamanea cubana*, aspectos que constituye uno de los pasos iniciales para la conservación y protección de la especie y que permite aportar información para la identificación de caracteres de posible valor taxonómico.

**Problema profesional:**

La especie endémica *Pseudosamanea bana* (Britton & P. Wilson) Barneby & J.W. Grimes posee potenciales medicinales para el desarrollo agropecuario y las industrias farmacéutica; sin embargo, no se reportan estudios fitoquímicos que avalen los usos potenciales de la misma.

**Hipótesis:**

El estudio morfométrico de los frutos y fotoquímico foliar de la especie endémica de Cuba *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson) Barneby & J.W. Grimes contribuirá al conocimiento científico en función de una estrategia de conservación y de las potencialidades medicinales para su futuro uso en la industria agropecuaria y farmacéutica.

**Objetivo general:**

Caracterizar la morfometría de los frutos y de manera preliminar la composición química foliar de la especie endémica *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson) Barneby & J.W. Grimes.

**Objetivos específicos**

- ❖ Describir las variaciones morfológicas de los frutos y simientes de la especie endémica *Pseudosamanea cubana*.
- ❖ Evaluar la composición fitoquímica de los frutos de la especie.

## II. DESARROLLO

### II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### II.1. Familia Fabaceae. Género *Pseudosamanea*. Características botánicas.

La familia Fabaceae es considerada una de las familias más diversas debido a su variabilidad morfológica, fisiológica y ecológica que presentan las especies que la integran (Azani *et al.*, 2017), reúne especies con variadas formas de vida como árboles, arbustos y hierbas perennes o anuales, fácilmente reconocida por su fruto tipo legumbre y sus hojas compuestas y estipuladas (Aguilar *et al.*, 2021). Estos autores describen la legumbre como un fruto seco, dehiscente, pluriseminado que cuando madura se abre por dos líneas correspondientes a una sutura. Respecto a su conformación floral, Azani *et al.*, (2017) mencionan que la familia posee como características generales la presencia de un único carpelo superior con lóbulo, placentación marginal y generalmente dos a varios óvulos dispuestos en dos filas alternas en una sola placenta.

Los organismos de esta familia se encuentran prácticamente en todos los hábitats, frecuentemente son dominantes en las comunidades, mayormente representadas en ambientes tropicales, sin embargo, muchas de ellas también se sitúan en llanuras templadas, bosques y desiertos (Duane *et al.*, 2018).

La familia Fabaceae (= Leguminosae) se divide en las subfamilias Caesalpinioideae, Mimosoideae y Papilionoideae e incluye aproximadamente 750 géneros y 20 000 especies distribuidas en todo el mundo (Bianco, 2020). Muchas especies de esta familia son económicamente importantes por su calidad forrajera y tienen una función trascendente en la contribución de proteínas a la dieta de los rumiantes. Asimismo, son capaces de producir una buena cantidad de biomasa y mejorar la calidad del suelo. Por otro lado, algunas leguminosas son importantes comercialmente ya que producen madera, leña, carbón y productos farmacológicos, entre otros. Algunas especies de los géneros *Albizia*, *Erythrina* e *Inga* también se utilizan como plantas que dan sombra en cultivos que dan sombra en cultivos como el cacao y el café (Sprent *et al.*, 2017). Estos autores refieren además como otro aspecto relevante de esta familia es

que muchas leguminosas nativas son candidatas ideales para su uso en proyectos de restauración y rehabilitación de tierras, ya que son resistentes a la sequía y mejoran la fertilidad del suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno (FBN).

Las plantas de esta familia mejoran la absorción de carbono en los suelos, lo que significa que parte de las emisiones naturales de CO<sub>2</sub> resultan capturadas por la propia tierra productiva. Con estrategias inteligentes que incluyan las legumbres en sus protocolos de desarrollo rural, los países pueden favorecer sistemas agrícolas muy eficaces para afrontar el cambio climático, por ejemplo, con la eventual producción de las variedades más eficientes en determinadas zonas clave o a través de una rotación racional de cultivos (FAO, 2016 c).

Cuñarro *et al.*, 2018 revelan que las legumbres, además, no requieren fertilizantes nitrogenados, puesto que fijan su propio nitrógeno tomándolo básicamente de la atmósfera dentro de sus suelos. Esta extraordinaria autosuficiencia evita, por tanto, la emisión de gases de efecto invernadero derivados de la fabricación y empleo de este tipo de abonos

Valladolid (2016) plantea que la mayor importancia de estas especies radica en su utilidad alimenticia. Sus granos contienen altos niveles de proteínas (22 a 28%); vitaminas del complejo B, como el ácido fólico, indispensable en las madres gestantes y el desarrollo humano, la Tiamina y la Niacina; minerales, principalmente, hierro, fósforo y potasio a niveles superiores al de la carne de vacuno; además de calcio, magnesio y yodo.

Análisis filogenómico reciente, (Ringelbert *et al.* 2022), plantean que el género *Pseudosamanea* presenta follaje macrophyllidius con flores pequeñas, en capítulos umbelados con flores periféricas claramente pediceladas y una sola flor central sésil agrandada y los frutos son planocomprimidos, estipitados, indehiscentes o tardíamente dehiscentes. Foliolos descoloridos con una sola nervadura central con venación secundaria pinnada.

### **II.1.2. Localización, taxonomía y descripción botánica de la especie**

***Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes.**

Localización

*Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes (Britton et al., 1996), es un género monotípico de la familia Fabaceae que pertenece a la subfamilia Mimosoideae y es una especie endémica de Cuba (The Plant List, 2021), su distribución es muy restringida y disyunta hacia montes secos del oriente y el occidente de Cuba (Bässler, 1998). Aparece en la costa sur de las provincias de Granma, Santiago de Cuba, Guantánamo, Matanzas y Mayabeque (Bässler, 1998, Greuter y Rankin, 2017, Greuter y Rankin (2022) y también registro del Herbario Nacional de Cuba (HCA), la ubican en la región central de la provincia de Matanzas (Municipio Pedro Betancourt). Recientemente se encontró una nueva localidad para *P. cubana* en Punta Guanós, localizada en la costa norte de Matanzas, Cuba (J. Sánchez, comunicación personal, 18 de septiembre, 2022).

La especie *Pseudosamanea cubana* se encuentran en bosques estacionalmente secos caducifolios y sabanas de palmeras y a lo largo de cursos de aguas por debajo de los 50 m (Barneby y Grimes ,1996).

Por otra parte, Sánchez *et al.*; (2018), consideran a la especie no pionera teniendo en cuenta su mecanismo de regeneración y su hábitat de preferencia seco.

Books *et al.*, (2020), plantean que *P. cubana* sirve de sustrato a otras especies endémicas y amenazadas, fundamentalmente del género *Tillapsia*. En la Reserva de la Biosfera Baconao se encuentra en zonas boscosas cerca de los márgenes de los dos ríos de importancia del área, Cajobabo y Papayo, donde se contabilizaron más de 150 individuos y no se observaron plántulas ni juveniles de la especie amenazada.

Figueredo *et al.*, (2013) reportan al analizar los tipos biológicos en la Reserva de la Biosfera Baconao, que la especie *Pseudosamanea cubana* es micro-mesofanerófita (Mc-MsP), es una planta leñosa cuyas yemas de reemplazo se encuentran por encima de los 50 cm del nivel del suelo, alcanzando 10 m de altura.

## Taxonomía

Greuter & Rankin, (2017) refieren que *Pseudosamanea cubana* pertenece al orden Fabales, familia *Fabaceae*, subfamilia *Mimosoidae*, es un género monotípico, única especie y endémico de Cuba.

En estudios recientes de estos autores plantean *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson) Barneby & J. W. Grimes, es sinonimia de *Albizia cubana* Britton & P. Wilson y *Pithecellobium bacona* Urb. y corrobora lo planteado anteriormente que es endémica de Cuba (Greuter & Rankin,2022).

Barneby y Grimes (1996), refieren que la especie objeto de estudio, es un árbol perenne no trepador, con los nombres vernáculos Almiquí y Bacona

#### Características botánicas

Árboles macrofilídicos de 6 a 12 m con tronco de corteza escamosa, las ramitas en vernación densamente pilosuladas pero en la madurez glabrescentes, las hojas oliváceas opacas bicolores, parecidas al papel glabras y venulosas por encima, por debajo más pálidas y al menos a lo largo de algunas nervaduras, a menudo en general, finamente estrigulosas-pilosulosas con pelos finos pálidos, en su mayoría procumbentes o algunos subapresados hasta 0,4-0,9 mm. Estípulas (pocas vistas) triangulares-lanceoladas de 2-4 mm, caducas muy tempranas. La inflorescencia finamente tomentulosa, los capítulos umbeliformes nacen sobre un robusto pedúnculo solitario de 5-9,5 cm en la axila de algunas viente distal, inmersos en follaje, brácteas caducas (no se ve ninguna); flores fuertemente heteromórficos, los periféricos elevados sobre un delgado pedicelo (4-)5-6,5 x 0,3-0,6 mm, 5-mero, cáliz finamente campanulado de 5-7,5 x 1,6-2,5 mm, los dientes obtusos triangulares-lanceolados desiguales de 0,5-2 mm; corola 11-13 mm, los lóbulos lanceolados desiguales 2-4,5 mm; androceo 20-28-mero,  $\pm 2,5$ -2,7 cm, la estemonozona  $\pm 1$  mm, el tubo 8 mm, la borla blanca, amarillo desteñido, la flor terminal sésil, el perianto 6-7-mero, todos sedosos-pilóseos externamente, carentes de espigas fértiles; cáliz 7-10 x 3-4 mm; corola 12-19 mm; los estambres a 44,  $\pm 3$  cm, la estemonozona a 3 mm, el tubo a 16 mm; ovario de todas las flores delgadamente fusiforme, simétrico en la punta; estilo casi tan largo como los estambres más largos, dilatados turbinadamente en el ápice. Vainas solitarias o hasta 6 por capítulo, a la vez estipitadas (el estípite robusto de 2-4 mm) y estrechadas en la base en un pseudo-estípite de hasta  $\pm 1$  cm, el cuerpo ancho-linear, comprimido en piano, recto o casi, de 15-22 x 2,2-3,2 cm, con 24-30 semillas, en el ápice redondeado y apiculado, las valvas marrones, rígidamente parecidas al papel, poco corrugadas, densamente tomentulosas, internamente pálidas pero no satinadas, enmarcadas por suturas

casi rectas de 1-1,6 mm de ancho; dehiscencia esencialmente nula, la fruta cae tardíamente y se desintegra en el suelo, las suturas no se separan, las válvulas se agrietan transversalmente solo bajo presión; semillas transversales en el centro de la vaina en el funículo filiforme, separadas  $\pm 6-7$  mm, comprimidas pero regordetas, en contorno amplio estrechamente oblongo-elíptico 6.5-7.4 x 3.4-4.3 mm, la testa crustácea lisa, ocre-beige, el pleurogramo completo 3.5-4 x 1.7-2.3 mm (WFO [World Flore Online], 2023).

Martínez *et al.*, (2008) describen a las semillas que poseen comúnmente una línea fisural en forma de herradura en cada cara.

Los rasgos morfológicos de semillas podría ser una importante herramienta para optimizar el proceso de conservación *ex situ* de especies de un ecosistema altamente amenazado y se asocian a menudo con la regeneración natural de las especies y con factores abióticos de cada hábitat donde se desarrollan los organismos.

### **II. 1.3. Categoría de amenaza de *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson)**

Lazcano *et al.*, (2005) propone la categoría de En Peligro (EN) a la especie endémica (E) *Pseudosamanea cubana* por la reducción de la población en más de un 50% en los últimos 10 años o tres generaciones, basado en una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat, por los niveles de explotación reales o potenciales, además refiere estar presente en bosques siempreverde micrófilo (BSiMi): cerca de las costas, con árboles de hojas menores de 6 cm, dos estratos de árboles, de hasta 15 m, con arbustos generalmente espinosos y epifitas secas, destacando la presencia de cactáceas columnares o arborescentes.

Books *et al.*, (2020), proponen como objeto de conservación de la flora a *P. cubana*, con categoría de En Peligro crítico, agregan además que sobre la población existe presión por su comercio (artesanía, medicinal, maderable). Por otra parte, Figueredo (2016), refiere que la especie, es un árbol bandera, endemismo multisectorial de oriente y occidente, categorizada En Peligro.

A nivel nacional se han establecido metas de conservación dirigidas a la protección de este endemismo. Además, que se requiere incrementar el nivel de conocimiento, en un período de cinco años. La población se encuentra con poca

colecta, baja representatividad en los herbarios y de distribución puntual; es por ello que se convierten en objeto de conservación que comparten un mismo tipo de acción inmediata de manejo que es la relocalización de sus poblaciones (Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental, 2010, Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2013).

## **II. 2. Metabolitos secundarios en las plantas**

Los metabolitos primarios de las plantas están implicados en su crecimiento, desarrollo y reproducción, mientras que los metabolitos secundarios juegan un papel muy importante en su adaptación ante el estrés ambiental y en la defensa frente a potenciales depredadores y patógenos (organismos que causan enfermedades). Las plantas producen y liberan estos metabolitos cuando se encuentran en condiciones de estrés, ocasionadas por otros organismos vivos, factores no vivos o por desastres naturales. Se han descubierto los enormes beneficios de los metabolitos secundarios en los sectores de la industria farmacéutica, cosmética, agrícola y nutracéutica (alimentos), principalmente (Lustre, 2023).

Hasta ahora se han descubierto más de 50,000 metabolitos secundarios en las plantas (Teoh, 2016). La enorme diversidad vegetal existente es proporcional a la gran variedad de metabolitos secundarios descubiertos.

Rioja (2020) plantea que existen distintas clasificaciones de los metabolitos secundarios según su diversidad en estructura, función y biosíntesis (proceso en el que compuestos simples se convierten en otros más complejos).

Ávalos y Pérez (2009) agrupan a los metabolitos secundarios en cuatro clases principales:

Terpenos. Entre los que se encuentran hormonas, pigmentos o aceites esenciales.

Compuestos fenólicos. Cumarinas, flavonoides, lignina y taninos.

Glicósidos. Saponinas, glicósidos cardiacos, glicósidos cianogénicos y glucosinolatos.

Alcaloides.

Por otra parte, Adeyemi (2011) los clasifican en tres grandes clases químicas: terpenoides (compuestos aromáticos y volátiles que dan aroma y sabor a las plantas), fenólicos (compuestos que tienen función de protección frente a otros

organismos, así como de generador de colores atractivos para la polinización de las plantas y dispersión de semillas) y alcaloides (compuestos naturales para alejar a los organismos herbívoros).

Actualmente, los metabolitos secundarios se emplean en la elaboración de productos farmacéuticos (antibióticos, agentes antitumorales, antimicrobianos), para cosméticos (fragancias, tintes), para mejorar la productividad agrícola (plaguicidas, insecticidas), como promotores del crecimiento de plantas y animales, en la fórmula de productos químicos finos y, más recientemente, para ampliar la pirámide de nutrición saludable, al formar parte de pigmentos y nutraceuticos (Thirumurugan *et al.*, 2018). Así, los metabolitos secundarios, tienen un gran potencial en diversas áreas de investigación y aplicación para la solución de problemas socioambientales, por lo que representan productos de gran valor económico (Thirumurugan *et al.*, 2018), de manera que se requiere de mayor investigación científica sobre ellos.

Kennedy (2019) manifiesta que varios fitoquímicos tienen efectos cognitivos y sobre la atención/excitación del hombre y están ampliamente relacionados con los papeles ecológicos de sus grupos fitoquímicos. Los fenólicos son intrínsecos para una buena salud y función cardiovascular/cerebrovascular como parte de una dieta habitual. Sin embargo, la evidencia de beneficios adicionales a la función cognitiva y al estado de ánimo después de un periodo corto de suplementación es actualmente débil. Este perfil de efectos funcionales va de acuerdo a sus papeles en las plantas como protectores generales. Los terpenos y alcaloides, que no son componentes naturales e inevitables de la dieta, tienen papeles ecológicos que incluyen interacciones con el sistema nervioso central de los simbioses y/o herbívoros y por lo tanto es de esperarse que ejerzan efectos más sorprendentes en la función cerebral (Johnston *et al.*, 2017).

Los alcaloides, como los componentes arquetípicos de defensa de las plantas, generalmente tienen efectos intensos en la neurotransmisión tanto en herbívoros como en los consumidores humanos. Los efectos cognitivos y de estado de ánimo por los extractos son atribuidos típicamente por el contenido de cafeína, a pesar de la presencia de altos niveles de polifenoles y saponinas triterpénicas.

Estos pueden mejorar las pruebas de atención, función ejecutiva y memoria de trabajo. Así como generar, dependiendo de la dosis incrementos en la atención, satisfacción y rendimiento en la prueba de memoria (Pomportes *et al.*, 2014).

## **II. 2.1. Estudios químicos y actividad biológica de la Familia Fabaceae.**

La familia Fabaceae se caracteriza por la presencia de numerosas sustancias bioactivas de diversa naturaleza química en corteza, hojas y raíz. De esta familia se han caracterizado y reportado alcaloides, flavonoides y polifenoles. La bioactividad de este tipo de metabolitos de plantas está asociada a su efecto antidiabético, antiinflamatorio y antimicrobiano (Martínez *et al.*, 2011). Así mismo en la familia de las fabáceas se encuentran especies las cuales reportan diversos estudios a nivel fitoquímico: *Inga vera*, *Crotalaria retusa*, *Caesalpinia coriaria*, *Cassia fistula*, *Bauhinia variegata*, otras especies pertenecientes a la familia (Parra, 2017). Se han obtenido sesquiterpenos, monoterpenos como componentes principales de los aceites esenciales de algunas especies vegetales pertenecientes a la familia (Chaverri & Cicció, 2015). Muchos de los estudios entorno a los aceites esenciales que se han reportado para la familia, indican que algunas especies pertenecientes tienen una actividad antimicrobiana eficiente, tales como *Lupinus ballianus*, estudio que revela la actividad antimicrobiana de los flavonoides y alcaloides presentes en dicha especie (Parra, 2017).

## **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **III. 3. Sitio de estudio y recolección del material vegetal**

La recolecta se realizó en el remanente del matorral xeromorfo costero y subcostero de Punta Guanos, al norte de la provincia de Matanzas (23°, 91' N, 81° 38' W), con 345 ha de extensión (Figura 1). Esta vegetación se encuentra sobre la llanura cársica costera en condiciones muy secas, con registros medios de precipitación entre 900 y 1600 mm (Sánchez *et al.*, 2022). Según mapa de suelos del Ministerio de la Agricultura (MINAG) 1:25 000, los suelos predominantes en el área son ferralítico rojo típicos sobre caliza dura, saturados,

poco profundos, humificados, sobre arcilla caolinítica, muy rocosos y de ondulados a llanos.

Según Molerio (2017), este ecosistema muestra un particular desarrollo de un karst en rocas carbonatadas del Mioceno Superior-Cuaternario. Este paisaje costero ha sido formado bajo el control conjunto de la actividad neotectónica de un sistema de fallas Cretácico-Paleógenas orientadas predominantemente 120° que se reactivó durante el Neógeno-Cuaternario y otras netamente más recientes, Plio-Cuaternarias o más jóvenes, y por las fluctuaciones del nivel del mar durante las glaciaciones del Cuaternario. Esos efectos combinados se reconocen en tres grupos de formas cársticas bien diferenciadas: a) Pasajes subterráneos freáticos abandonados sobre el nivel del mar actual; b) Cuevas marinas (abrasivas y de flanco marginal) elevadas y c) Manantiales submarinos. La neotectónica es aún activa y el efecto de ascenso actual del nivel del mar asociado al cambio climático introduce restricciones importantes en la gestión ambiental de un territorio cárstico costero, en el que se combinan la exploración y explotación gasopetrolífera, el turismo de sol y playa y sectores con especies vegetales endémicas estrictas que están sometidas a necesidades especiales de protección.

La denominación del área fue determinada por la presencia de *Coccothrinax borhidiana* O. Muñiz, palma endémica local categorizada En Peligro Crítico (Enríquez *et al.*, 2006; González-Torres *et al.*, 2016). El sitio Punta Guanos fue considerado un área protegida, con 65 ha de extensión, aprobada según acuerdo 235/1984 del Comité Ejecutivo Provincial, con la categoría de Reserva Florística Manejada (Enríquez *et al.*, 2006), y de acuerdo al último diagnóstico persisten 46 especies típicas del matorral xeromorfo costero y subcostero, pertenecientes a 25 familias y un 28% de endemismo, lo cual evidencia sus valores florísticos (Domínguez *et al.* 2010). Recientemente en el área se localizó la especie objeto de estudio *Pseudosamanea cubana* (J. Sánchez, comunicación personal, 18 de septiembre, 2022).

Este ecosistema se encuentra severamente afectada por la explotación petrolera, la construcción de caminos, la presencia de plantas invasoras, el pastoreo y frecuentes fuegos (Domínguez *et al.*, 2010) (Anexo 1).



Figura 1. Mapa satelital del área Punta Guaneros. Foto tomada Ilsa M. Fuentes Marrero. 2022.

Se colectaron frutos maduros de *Pseudosamanea cubana* (Fig. 2), provenientes de cinco ejemplares adultos, después de caer de las plantas madres de forma natural. Los frutos fueron depositados en una bolsa de papel (Müller *et al.*, 2011), marcados con la procedencia (lugar, fecha de colecta, descripción del área de colecta e individuo) y trasladados para el laboratorio de Botánica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas. Para el beneficio de los frutos, se colocaron sobre papel periódico para la limpieza que consistió en la separación de restos de hojas, ramas y material inerte, se descartaron las que presentaron ataques de insectos o patógenos, daños en el embrión y/o en el endospermo. Posteriormente se procedió a abrir las legumbres para extraer las semillas manualmente. Luego se seleccionaron las semillas de color blanco, característica que infieren la madurez y estado viable de las mismas (Rodríguez, 2022).



Figura 2. Colecta de frutos de *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes. Foto tomada Mabelkis Terry Rosabal 2022

Se toman muestras de hojas maduras y sanas de cinco plantas seleccionadas al azar para la preparación del extracto fitoquímico.

### III. 3.1. Morfometría de los frutos y semillas

Para conocer la variabilidad en el tamaño del fruto y las semillas recolectadas, se midió el largo, ancho del fruto (vainas) y la semilla, además del conteo de las semillas en cada legumbre. La medición se realizó con 25 frutos y 25 semillas seleccionados al azar con ayuda de regla graduada (figura 3).

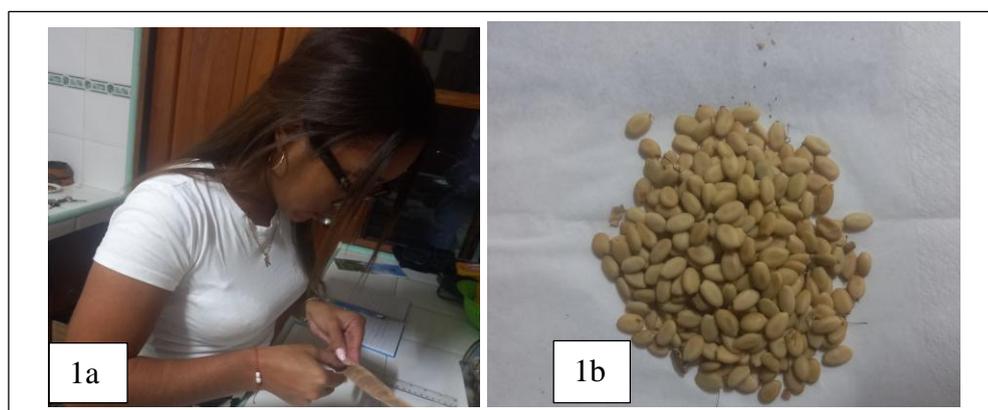


Figura 3. Medición de los frutos (1a) y semillas (1b). Foto tomada por Neidys Guerrero 12 de junio 2023.

A los datos numéricos de los muestreos realizados de cada variable medida se le realizó un análisis descriptivo, resaltando entre las medidas de posición la media y entre las medidas de variación el error estándar, usando el programa STATGRAPHIC. Plus versión 5.0. También se determinó el intervalo de confianza de la media. Las variables medidas son: ancho y largo del fruto, ancho y largo de las semillas

Se seleccionaron 25 semillas al azar y se les determinó, de manera individual: masa fresca (g), masa seca (g), contenido de humedad inicial (%), largo (mm), ancho (mm) y grosor (mm). La masa fresca y seca de las semillas se determinó en una balanza analítica Sartorius 210 g/0,1 mg (USA) y el contenido de humedad inicial se obtuvo al secar las semillas en la estufa a 60 °C hasta peso constante.

### **III. 3.2. Estudios fitoquímicos foliar de la especie**

La caracterización fitoquímica foliar se realizó en los laboratorios pertenecientes al Centro de Estudios Biotecnológicos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas, Cuba.

#### **III. 3.2.1. Preparación de los extractos**

Las hojas colectadas de este cultivar fueron lavadas con agua destilada para eliminar el polvo y posteriormente se procedió al secado en una estufa (Boxun) a 45°C. Las hojas secas fueron trituradas en un molino eléctrico hasta pulverizar (Niranjan, Sathiyaseelan, & Jeyaseelan, 2013). Se mezclaron 3 g de polvo de las hojas secas de ambos cultivares por separado con 30 ml de etanol 96% y agua destilada en erlenmeyers de 250 ml con tapones de algodón y se colocaron en agitación sobre una zaranda orbital (HDL® APPARATTUS) a 160 rpm por 24 h, a 30 °C. Transcurrido este tiempo las muestras fueron filtradas con cinco capas de papel de filtro. Posteriormente el filtrado se colectó. Los extractos fueron conservados a 4°C para los ensayos posteriores.

#### **3.2.2. Análisis fitoquímico de los extractos**

##### **3.2.2.1. Análisis cualitativo de los metabolitos secundarios**

Para la determinación de los metabolitos secundarios se utilizó la metodología descrita por Chigodi, Samoei, and Muthangya (2013):

Prueba para flavonoides: se adicionó 1 ml de NaOH 0,1 mol. L-1 a 100 mg de extracto y posteriormente se agregó igual volumen de HCL 0,1 mol. L-1. La presencia de un color amarillo en la solución indicó la presencia de flavonoides.

Prueba para terpenoides: se mezclaron 100 mg de extracto con 1 ml de cloroformo y a continuación se adicionaron 2 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. La coloración rojo-parda en la interfase indicó la presencia de terpenoides.

Prueba para antocianinas: se mezclaron 100 mg de extracto con 3 ml de agua destilada y posteriormente se adicionó 1 ml de HCL 2 mol. L-1 y solución amoniacal 2 mol. L-1 a 1 ml de la mezcla anterior. La presencia de un color rosado-rojo que se torna azul-violeta indicó la presencia de antocianinas.

Prueba para taninos: se mezclaron 100 mg de cada extracto con 2 ml de agua destilada y la mezcla se calentó en baño María. Posteriormente se filtró y al sobrenadante se adicionaron dos gotas de solución de cloruro férrico al 1% en metanol (1:1). La presencia de taninos se identificó mediante la formación de un color verde oscuro en la solución.

Prueba para antraquinonas: se mezclaron 200 mg de cada extracto con 3 ml de HCl al 10% y la mezcla se calentó a 100°C durante 3 minutos en baño María. Posteriormente la mezcla se filtró y el sobrenadante se dejó enfriar a temperatura ambiente. Seguidamente se adición igual volumen de  $\text{CHCl}_3$  al filtrado y a continuación unas gotas de solución de amonio al 10% y se volvió a calentar la mezcla. La formación de una coloración rosada indicó la presencia de antraquinonas.

Prueba para glucósido cardiotónico: se mezclaron 200 mg de cada extracto con 5 ml de agua destilada. La mezcla se agitó vigorosamente y luego se filtró. Se tomaron 3 ml del sobrenadante y se adicionaron 2 ml de ácido glacial acético que contenía una gota de solución de cloruro férrico al 1%. A la mezcla se adicionó cuidadosamente 1 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado por las paredes del tubo de ensayo. La presencia de desoxiazúcares característicos de los compuestos cariotónicos, se observó por la formación de un anillo pardo en la interface junto a un anillo púrpura por debajo.

Prueba para saponinas: se mezclaron 100 mg de cada extracto con 3 ml de agua destilada, se agitó vigorosamente y posteriormente la mezcla se calentó a 100°C. La formación de espuma o una mezcla cremosa con pequeñas burbujas mostró la presencia de sapogeninas.

Prueba para flobataninos: se mezclaron 100 mg de cada extracto con 3 ml de agua destilada. La mezcla se agitó y posteriormente se filtró. El sobrenadante se mezcló con una solución de HCl al 2% y se calentó a 100 °C. La presencia de flobataninos se determinó por la formación de un precipitado rojo.

Prueba para esteroides: se mezclaron 100 mg de cada extracto con 3 ml de  $\text{CHCl}_3$  y luego se agitó la mezcla. Posteriormente se adicionaron 2 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado cuidadosamente por los lados del tubo de ensayo. La formación de un color rojo en la capa superior y una coloración verde fluorescente en la capa de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  indicó la presencia de esteroides en el extracto.

Prueba para cumarinas: se mezclaron 100 mg de cada extracto con 3 ml de agua destilada. La mezcla se agitó y posteriormente se filtró. Se adicionó 1 ml de NaOH al 10% a un mililitro del filtrado. La formación de una coloración amarilla indicó la presencia de cumarinas en la muestra.

Prueba para emodinas: se mezclaron 100 mg de cada extracto con 3 ml de agua destilada. La mezcla se agitó y posteriormente se filtró. A 1 ml del filtrado se adicionaron 1 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  y 2 ml de benceno. La formación de una coloración roja indicó la presencia de emodinas.

El contenido de los metabolitos se determinó de manera cualitativa a través del sistema no paramétrico de cruces:

Contenido: (+++ =alto, ++ = moderado, + =bajo, - = ausencia).

### **III. 3.2.3. Cuantificación de azúcares reductores**

El contenido de azúcares reductores se determinó por el método del ácido dinitrosalisílico y se empleó la D-glucosa (Sigma) como azúcar patrón (Miller, 1959). La absorbancia se midió a una longitud de onda de 456 nm.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Morfometría de los frutos y semillas

Los rasgos morfológicos son indicadores de las estrategias ecológicas de las especies y ayudan a la comprensión de la dinámica de las comunidades ante factores ambientales y antrópicos.

Como se refleja en la tabla 1 y figura 1, los valores mínimos y máximos para el ancho y largo de los frutos fueron entre 1,8 cm y 3 cm y 9,50 cm y 22 cm con un error estándar de 0,02, respectivamente.

Tabla 1. Datos morfométricos del fruto y la semilla.

VARIABLES	Intervalos de confianza de la Media	Error estándar
Ancho/Fruto	$1,8 \leq M \leq 3,0$	$\pm 0,02$
Ancho/Semilla	$3,0 \leq M \leq 5,0$	$\pm 0,005$
Largo/Fruto	$9,5 \leq M \leq 22,0$	$\pm 0,02$
Largo/Semilla	$5,0 \leq M \leq 7,0$	$\pm 0,02$

Torres *et al.*, (2022) refieren que el tamaño del fruto es un rasgo a tener en cuenta para su recolección y manejo. Además, estos autores, refiriéndose a la especie objeto de estudio de esta investigación plantearon que los frutos no sobrepasan los 30 cm, que los mismos son conocidos popularmente como vainas, que es un fruto monocarpelar, se abren por la sutura ventral y por el nervio medio del carpelo, es polispermia y su forma es plana, alargada y comprimida. Por otra parte, Ringelbert *et al.*, (2022), refieren que los frutos presentan corteza exfoliante, son planocomprimidos y de textura parecido al papel.

Barneby y Grimes (1996) manifiestan en su investigación, que el tamaño del fruto de *P. cubana* es de 12-22 x 2-4,5cm, lo que corrobora los resultados obtenidos en esta investigación.

Uno de los rasgos morfológicos más estudiados en la ecología de semillas es el tamaño de las semillas, por ser uno de los elementos que ha evolucionado asociado a otros rasgos morfológicos y fisiológicos.

En el caso de las simientes de *P. cubana* se obtuvo como valores mínimos y máximos para el ancho y largo de 0,3 mm y 0,5 mm; 0,5 mm y 0,7 mm con un error estándar de 0,02, respectivamente.

El tamaño pequeño de las semillas sería una ventaja al momento de transportar y almacenar la cantidad suficiente de semillas para su conservación a largo plazo, debido a que se necesitaría menor espacio de almacenamiento (Romero y Pérez, 2016).

El tamaño conjuntamente con la masa y el contenido de humedad de las semillas son rasgos asociados con la tolerancia a la desecación y germinación (Daws *et al.*, 2005).

De las variables morfofisiológicas que se estudiaron en las semillas de *P. cubana* la masa fresca y seca no mostraron diferencia significativa en un intervalo de tiempo de 15 días (tabla 1) Estos resultados significan que existe correspondencia entre los valores morfométrica obtenidos de las variables seleccionadas.

Variables	Tiempo inicial	Tiempo 1	Tiempo 2
Masa fresca g	20, 2000 g		
Masa seca g		19,7300 g	19,4766 g

Otros de los rasgos que se identificó es el número de semillas por fruto.

En este caso se encontró que la cantidad de semillas por legumbre fue entre 23 y 27 simientes, encontrándose dentro del rango obtenido por Torres *et al.*, (2022) y Rodríguez (2022) los cuales refieren que los frutos de *Pseudosamanea cubana* contienen de 24-30 semillas.

La cantidad de semillas por fruto también ha sido asociada con el tipo de fruto y el comportamiento de almacenamiento de las semillas. Hong y Ellis (1996) encontraron que especies que produjeron muchos aquenios, así como bayas, cápsulas y vainas con muchas semillas tienden a presentar un comportamiento ortodoxo, manteniendo así su viabilidad tras ser almacenadas por largo tiempo.

Los rasgos morfológicos de las semillas están involucrados en procesos durante el ciclo de vida de las plantas. Sin embargo, dichos rasgos no han sido bien estudiados desde el punto de vista funcional en diferentes hábitats, especialmente en zonas secas tropicales, donde existe gran diversidad de

especies con alto riesgo de amenaza (Romero y Pérez, 2016), añaden además que la identificación de rasgos funcionales en semillas también ha sido un elemento importante en la ecología e historia evolutiva de las plantas, los mismos afectan directamente a procesos de dispersión, colonización y establecimiento de las plántulas.

#### **IV.4.2. Caracterización preliminar fitoquímica foliar de *P. cubana*.**

En la Tabla 1 se muestran los contenidos de los diferentes metabolitos estudiados en hojas de *Pseudosamanea cubana*.

Como se puede observar en la tabla se identificó la presencia de flavonoides, terpenos, esteroides, saponinas, taninos y cumarinas. No se detectó la presencia de antocianinas, emodinas, antraquinonas, flobataninos y glucósidos cardiotónicos.

De manera general, el etanol resultó ser un mejor solvente que el agua para la extracción de la mayoría de los metabolitos, lo cual pudiera relacionarse con la diferencia de polaridad que existe entre ambas sustancias (Anexo 2).

Tabla 1. Contenidos relativos de metabolitos en extractos etanólicos de hojas de *Pseudosamanea cubana*.

Flavonoides	+
Terpenos	++
Antocianinas	-
Esteroides	+++
Saponinas	+
Taninos	+++
Cumarinas	+
Emodinas	-
Antraquinonas	-
Flobataninos	-
Glucósidos cardiotónicos	-

Contenido: +++ = alto, ++ = moderados, + = bajo, - = ausencia

La presencia o ausencia de los metabolitos secundarios, puede estar relacionado con diversos factores como son: el momento de la colecta, la edad de las plantas, la forma de cosecha, el secado, el genotipo, los factores ambientales y las técnicas de detección utilizadas (Omodamiro *et al.*, 2014).

Las plantas sintetizan una gran variedad de productos secundarios que contienen un grupo fenol. Estas sustancias reciben el nombre de compuestos fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides y derivan todas ellas del fenol, un anillo aromático con un grupo hidroxilo (Ávalo y Pérez, 2009).

La presencia de compuestos fenólicos (taninos, flavonoides y cumarina) en los extractos evaluados pueden indicar un uso potencial en trastornos asociados con el estrés oxidativo, como la aterosclerosis, las enfermedades de Parkinson y Alzheimer, Diabetes mellitus, el cáncer, las enfermedades coronarias, entre otras (Abubakr *et al.*, 2013).

Aunque los fenoles se describen típicamente como antioxidantes, sus efectos en los consumidores pueden atribuirse a su capacidad de interactuar dentro de las vías de transducción de señales celulares que llevan información dentro de las células, típicamente hacia el núcleo. Algunos ejemplos incluyen información sobre el estado de energía interno y externo de la célula, y actividad externa, estresores, inflamación e infección. El efecto de estos metabolitos es la modulación de una amplia gama de respuestas celulares, que pueden resultar en, por ejemplo, antioxidantes endógenos, respuestas vasodilatadoras y antiinflamatorias en el cuerpo. En términos del cerebro, los mismos mecanismos pueden incluir interacciones directas con los receptores de los neurotransmisores, incremento en los factores de crecimiento que transmiten la plasticidad sináptica y la síntesis de la molécula vasodilatadora de óxido nítrico (NO), llevando a un incremento en el flujo sanguíneo cerebral local, que a su vez promueve la angiogénesis/neurogénesis (Kennedy, 2019).

Un mecanismo adicional que se está valorando es el papel de los fenoles en la modulación de las comunidades microbianas del intestino, lo que juega un papel bidireccional en la función cardiovascular y cerebral, un papel que refleja su control en la absorción de nutrientes, poblaciones microbianas simbióticas en el sistema de raíces de las plantas (Kennedy, 2019).

La presencia abundante de taninos sugiere un uso potencial contra enfermedades infecciosas provocadas por bacterias, hongos y otros parásitos. Estos compuestos reaccionan con proteínas ricas en prolina para la formación de complejos irreversibles que provocan la inhibición de la síntesis de proteínas (Jiménez *et al.*, 2012). Las plantas que presentan taninos como componente

astringente principal han sido utilizadas para el tratamiento de desórdenes intestinales como diarrea y disentería (Dharmananda, 2003).

Los mecanismos antioxidantes de los flavonoides se han relacionado con la capacidad de eliminar las ERO, así como a la acción quelatante de metales de transición como el cobre y el hierro; los cuales, en presencia de peróxido de hidrógeno, pueden generar otros radicales más potentes que afectan el funcionamiento de numerosas macromoléculas esenciales y estructuras celulares (Del Valle, 2016).

Los flavonoides en particular han exhibido otras actividades biológicas como analgésica, antialérgica y citostáticas. Estudios de Sujano *et al.*, (2020) revelan el efecto inmunoestimulador por la presencia de este metabolito secundario ya que estos compuestos tienen diferentes actividades biológicas entre estas, la modulación del sistema inmunológico.

En estudios realizados por Zhang y Tsao (2016) agregan que los flavonoides consisten en una estructura básica de un núcleo de tres anillos que se modifica para producir subclases como las antocianinas (pigmentos), proantocianidinas o taninos condensados (disuasivos de la alimentación y protectores de la madera), los isoflavonoides (activos en la defensa de la planta y la señalización) y las flavonas y flavonoles (agentes antiinflamatorios en animales). . Estudios anteriores de Kasote *et al.*, (2015) revelan que los flavonoides más básicos, como las flavonas, flavonoles y flavanones, están muy extendidos en el reino vegetal y por lo general absorben rayos UV dañinos.

Las cumarinas que actúan como agentes antimicrobianos y como inhibidores de germinación. Algunas muestran fototoxicidad frente a insectos tras activarse por luz UV, acción llevada a cabo por bloqueo de la transcripción y de la reparación de DNA, provocando la muerte celular (Venancio *et al.*, 2021).

Dentro de los compuestos fenólicos o polifenoles, las cumarinas son probablemente algunos de los productos naturales más abundantes y comprenden una gran diversidad (existen cumarinas simples, bi-cumarinas, fenil-cumarinas, furano- y/o pirano-cumarinas tanto lineales como angulares, entre otras) (Erb y Kliebstein, 2020). Las cumarinas se les atribuye un papel como parte del sistema de defensa de las plantas, ya que se ha demostrado que poseen actividad bactericida, fungicida y/o fungistática y principalmente posee una eficiente actividad como insecticidas por su toxicidad, lo que provoca el

rechazo que producen a su ingesta por tratarse de compuestos químicos supresores del apetito. Tal y como ocurre con la mayoría de los productos naturales, se ha demostrado que, ciertas cumarinas, resultan ser también compuestos bioactivos con interesantes propiedades farmacológicas, algunas que incluso se sugieren podrían ayudar en el tratamiento de muchas enfermedades y padecimientos tales como algunos tipos de cáncer, la enfermedad de Alzheimer o el síndrome de la inmunodeficiencia adquirida (SIDA) (Venancio y Pérez, 2021).

El efecto sinérgico de los flavonoides, las saponinas y los taninos está asociado a la actividad antiinflamatoria y antipirética, por lo tanto, se puede justificar el uso tradicional de la planta en el tratamiento de varias dolencias, como el dolor de cabeza y el resfriado común (Castro, 2021).

En los extractos etanólicos de la hoja de *Pseudosamanea cubana* se observó la presencia de terpenos lo que corrobora los reportes de Chaverri & Cicció (2015) en la familia Fabaceae, lo que supone que la planta puede realizar una actividad antimicrobiana eficiente.

La presencia de compuestos de naturaleza terpenoide en los extractos puede sugerir un uso potencial de los mismos como antifúngicos. Dicho efecto fue referido por Abubacker *et al.* (2013) con extractos acuosos de *Hamelia patens* Jacq. contra diferentes especies de hongos como *Aspergillus fumigatus* NCBT 112, *Candida albicans* NCBT 140, *Fusarium oxysporum* NCBT 156 y *Rhizoctonia solani* NCBT 194. En estudios similares con *Juniperus barbadense* L var. Lucayana (Britt.) se logró la identificación de nueve sesquiterpenos, cuatro de los cuales mostraron una fuerte actividad antifúngica contra *Botritiscinerea* (Ortiz *et al.*, 2007).

Muchos terpenos son pegajosos, aceitosos, y con olor desagradable, lo que le confiere propiedades repelentes por sus efectos tóxicos por lo que son utilizados por los granjeros como protector contra plagas (Babu *et al.*, 2016). Estos compuestos también sirven como defensa frente a herbívoros masticadores, ellos son almacenados en pelos glandulares o cavidades secretoras en las hojas o los frutos y son volatilizados cuando el tejido es masticado y otros terpenos atraen herbívoros beneficiosos, como son parásitos de gusanos y artrópodos predadores (Saha *et al.*, 2016).

La presencia abundante de esteroides en las hojas de *P. cubana* pudiera sugerir la alta actividad biológica y su efecto antimicrobiano, reafirmando los estudios clínicos de extractos metanólicos de hojas de *Solanum melongena* por Mendoza *et al.*, (2022), lo cual demostró su actividad antifúngida.

La saponina presente en el extracto foliar de la especie puede estar relacionada con sus actividades biológicas antioxidante, antiinflamatoria, neuroprotectora y antibacteriana (Ruiz *et al.*, 2017).

#### **IV. 4. 3. Cuantificación de azúcares reductores**

En los estudios realizados se obtuvo 32, 7 mg/mL de azúcar reductor. Los azúcares facilitan la asimilación de elementos nutrientes y su transporte por la planta ya que reduce la presión osmótica con lo que mejora su entrada en los tejidos vegetales. En momentos de estrés, su aporte adicional es crucial ya que supone para la planta un ahorro energético al incorporarlos directamente a la savia sin tener que sintetizarlos.

## V. CONCLUSIONES

1. El análisis fitoquímico preliminar, reveló la presencia de metabolitos secundarios de tipo de taninos, esteroides, terpenos, flavonoides, saponinas y cumarinas lo cual está de acuerdo con estudios previos reportados para la familia.
2. La presencia de los metabolitos secundarios sugiere potencialidades medicinales que pudieran ser consideradas para posteriores estudios.
3. La morfometría de los frutos y simientes de *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes demostraron correspondencia entre las variables largo y ancho de los frutos y las simientes lo que indica homogeneidad entre los individuos.

## V. RECOMENDACIONES

1. Diseñar proyectos de investigación que permitan la evaluación de la calidad de las simientes como recurso para el manejo de poblaciones, para la reforestación, para la conservación del germoplasma vegetal de la especie *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes.
2. Continuar con otros trabajos fitoquímicos para la identificación de metabolitos secundarios de diferente procedencia, que permitan el análisis comparativo dentro de este grupo taxonómico.
3. Realizar estudios para la profundización de la influencia de las condiciones ambientales en el contenido de los metabolitos como posibles marcadores.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abubacker, M., Sirag, N., Osman, I., Abakar, S., Aboul-Enien, A.M. 2013. Anticancer and antioxidant activities of *Guiera senegalensis*. 8(3): 135-140.
2. Adeyemi, M. (2011). A review of secondary metabolites from plant materials for post-harvest storage. International Journal of Pure Applied Sciences Technology, 6(2), 94–102.
3. Aguilar M.G, León G.A.P., Mejía F.D.B. 2021. Botánica aplicada: *Fabaceae*. Revista Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
4. Ávalos, A. y Pérez, Elena. 2009. Metabolismo secundario de plantas Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 119-145, ISSN: 1989-3620.
5. Ávalos, G. A., y Pérez-Urria C. E. 2009. Metabolismo secundario de plantas. Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal, 2(3), 119-145.
6. Azani N., Babineau, C.D. Baoley, H. Banks, A. Barbosa, R. Barbosa, J. S. Boatwright, L.M. 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon* 66(1), 44- 77.
7. Babu, K. S., Naik, V. K. M., Latha, J. y Ramanjaneyulu, K. 2016. Pharmacological review on natural products (*Azadirachta indica* Linn). *International Journal of Chemical Studies*. 4: 01-04.
8. Barneby, R. & Grimes, J. 1996. Silk Tree, Guanacaste, Monkey' Earring. The New York Botanical Garden, Bronx, New York.
9. Bassler, M. 1998. Mimosaceae. Flora de la Republica de Cuba. Serie A. Plantas vascular.2, Ruggell, Leechttenstein. : Ganthier, 1998, Vol. 2.
10. Bianco, L. 2020. Main aspects of the nodulation and biological fixation of nitrogen in Fabáceas. IDESIA. Volumen 38, Nº 2. Páginas 21-29
11. Britton & P.Wilson; Barneby & J.W.Grimes. 1996. *Pseudosamanea cubana* - Uses, Benefits & Care Mem. New York Bot. Gard.74(1): 116

12. Brooks Laverdeza, Rosa M., Figueredo Cardona, Luz M y Blanco Ojeda, Josefina. 2016. Revista Cubana de Ciencias Biológicas RNPS: 2362 • ISSN: 2307-695X • VOL. 4 • N.o 3 • pp 76-82
13. Brooks, Rosa María; Deroncelé, Maritza; Acosta, Giraldo; Figueredo, Luz Margarita. 2020. Propuesta de objetos de conservación de la reserva natural el retiro, Santiago de Cuba, Cuba Foresta Veracruzana, vol. 22, núm. 2, 2020 Recursos Genéticos Forestales, México Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49766661008>.
14. Castro, Susana. 2021. Potencialidades del capulín (*Muntingia calabura* L.) para el desarrollo del sector agropecuario. Propuesta de proyecto científico productivo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Matanzas.
15. Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental. 2010. Estrategia Ambiental Nacional de Cuba. CIGEA. Agencia de Medio Ambiente. CITMA. 56 pp.
16. Centro Nacional de Áreas Protegidas. 2013. Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2014-2020. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, Cuba.
17. Chaverri, C., & Cicció, J. 2015. Leaf and flower essential oil compositions of *Gliciricida sepium* (Fabaceae) from Costa Rica. American Journal of Essential Oils and Natural Products, 18-23.
18. Chigodi, M.O., Samoei, D.K. and Muthangya, M. 2013. Phytochemical screening of *Agave sisalana* Perrine leaves (waste). International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology. 4 (4): 200-204.
19. Cuñarro, R.; Hernández, Idalmis; Urra, I.; Ruiz, F.; Díaz, María Elena; Fito, Elaine; Sánchez, Caridad; Polón, R.; Riopedre, Thaylin; Benítez, Midyanis, Ing. Abadin, J., Confesor, J. 2018. The cultivation of some legumes for the local production of food and the mitigation of climate change. Ciencia Universitaria. Monografía. Vol 16 No 1.
20. Daws, M.I., Garwood, N.C., Pritchard, H.W. 2005. Traits of recalcitrant seeds in a semi-deciduous tropical forest in Panamá: Some ecological implications. *Functional Ecology* 19: 874-885.

21. Del Valle, Beatriz. 2016. Caracterización morfoanatómica y fitoquímica de la especie amenazada *Fraxinus caroliniana* subsp. *cubensis* (Griseb.) Borhidi. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo.
22. Dharmananda, S. 2003. Gall nuts and the uses of tannins in Chinese medicine. In: Proceedings of Institute for Traditional Medicine, Portland, Oregon.
23. Domínguez, B., Robledo, L., Enrique, A., González, A. y Barrios, D. 2010. *Coccothrinax borhidiana* Muñiz. Estado de la flora acompañante y conservación. CD de Monografías, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
24. Duane Isely, BL Turner 2018. *Fabales*. Enciclopedia Britannica <https://www.britannica.com/plant/Fabales>
25. Enríquez A., Robledo, L. y Cruz, R. 2006. Notas sobre la distribución y conservación de *Coccothrinax borhidiana* (Arecaceae) en Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional Universidad Habana*. 27: 145-146.
26. Erb, M., y Kliebstein, D. (2020). Plant Secondary Metabolites as Defense, Regulators, and Primary Metabolites: The Blurred Functional Trichotomy. *Plant Physiology*, 184, 39-52.
27. FAO 2016. Legumbres semillas nutritivas para un futuro sostenible. 196 p.
28. Figueredo, L.M. 2017. Prioridades para la conservación de la diversidad vegetal de las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas* 5(1):82-94.
29. Figueredo, L.M.; Acosta, F.; Reyes, O.J. y Fornaris, E. 2013. Caracterización de la vegetación de las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba, Cuba. *Brenesia* 78:25-33.
30. González-Torres, L. R., Palmarola, A., González-Oliva, L., Bécquer, E. R., Testé, E. y Barrios, D. 2016. Lista roja de la flora de Cuba. *Bissea*. 10 (número especial 1): 1-352.
31. González-Valdez, L.S., Almaraz-Abarca, N., Proal-Nájera, J.B., RoblesMartinez, F., Calencia-Del-Toro, G. and Quintos-Escalante, M. 2013. Surfactant properties of the saponins of *Agave durangensis*, aplicación on arsenic removal. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*. 4(2): 87-94.

32. Hong, T.D., Ellis, R.H. 1996. *Ex situ* biodiversity conservation by seed storage: multiple-criteria to estimate seed storage behaviour. *Seed Science and Technology* 25: 157-161.
33. Jiménez-Suárez, V., Reyes-Munguía, A., Pérez-Berúmen, C., Alvarado Sánchez, B. 2012. Separación cromatográfica del extracto de *Hameliapatens*. *Revista Académica de Investigación*. 11: 1-10.
34. Johnston, R., K. Doma, and M. Crowe 2017. Nicotine effects on exercise performance and physiological responses in nicotine-naïve individuals: a systematic review. *Clin. Physiol. Funct. Imag.* 38:527-538.
35. Kasote, D. M., Katyare, S. S., Hegde, M. V. y Bae, H. (2015). Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications *International Journal of Biological Sciences*. 11: 982-991.
36. Kennedy, D. 2019. Fitoquímicos derivados de plantas para mejorar la función cognitiva y la atención. *Sports Science Exchange* (2019) Vol. 29, No. 193, 1-5.
37. Kennedy, D.O. 2019. Phytochemicals for improving aspects of cognitive function and psychological state potentially relevant to sports performance. *Sports Med.* 49(Suppl 1): S39-S58.
38. Lazcano Lara, J.C., Berazaín Iturralde, R., Leiva Sánchez, A.T. & Oldfield, S. 2005. Memorias del Primer Taller de Categorización de Árboles Cubanos. Grupo de Especialistas de Plantas de Cuba, Flora y Fauna Internacional. Jardín Botánico Nacional, Mayo 11-13, 2004
39. Lustre Sánchez, H. 2022. Los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa. *Revista Digital Universitaria*, Vol. 23, núm. 2 marzo-abril 2022, Universidad Nacional Autónoma de México <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.2.10>
40. Martínez, A. y González, R. 2008. LEGUMINOSAE I. Flora de Veracruz. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México. Fascículo 147.
41. Martínez, M., Ocampo, D., Galvis, J., & Valencia, A. 2011. Actividad antibacteriana y citotoxicidad in vivo de extractos etanólicos de *Bauhinia variegata* L. (Fabaceae). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*.

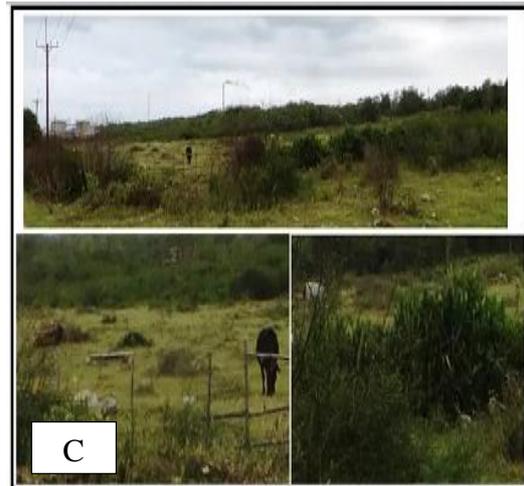
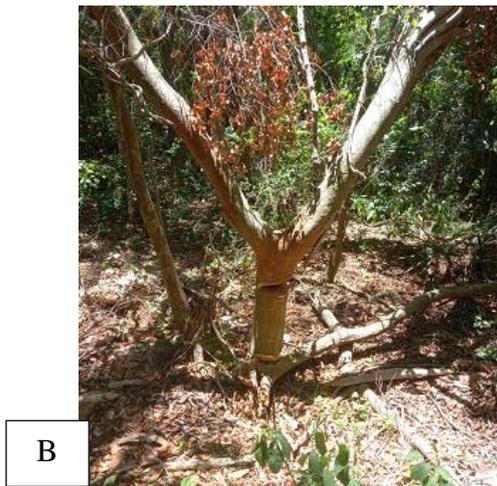
42. Mendoza, Jannelle; Fuertes, C.; Jahuir, Martha. 2022. Análisis fitoquímico preliminar y actividad antifúngica in vitro del extracto etanólico de las hojas *Solanum hispidum* pers. colectadas en la localidad Obraje-Perú. Revista peruana de Medicina experimental y salud pública. vol 39 no 3 [http:// dx. doi .org / 10.17843/rpmesp](http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp).
43. Miller, G. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31: 426-428.
44. Molerio, I., 2017. Neotectónica y patrones de cavernamiento en Punta Guanos, Matanzas, Cuba (I). El entorno geológico. *Gota a gota*, nº 13: 29-39. Grupo de Espeleología de Villacarrillo, G.E.V. (ed.)
45. Müller, E., Cooper, E. J., & Alsos, I. G. 2011. Germinability of arctic plants is high in perceived optimal conditions but low in the field. Botany, 89(5), 337–348.
46. Niranjana, K., Sathiyaseelan, V. and Jeyaseelan, E.C. 2013. Screening for antimicrobial and phyto chemical properties of different solvents extracts of leaves of *Pongamiapinnata*. International Journal of Scientific and Research Publications. 3(1).
47. Omodamiro, O.D., Unekwe, P.C., Nweke, I.N. and Jimoh, M.A. 2014. Evaluation of diuretic activity of ethanol extract and its fractions of *Agave sisalana*. Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2 (1): 1-6
48. Ortiz, Y., Spengler, I., González, I. and Hernández, R. 2007. Sesquiterpenes from the wood *Juniperus lucayana*. Phytochemistry. 68:2409-14.
49. Parra, C. 2017. Actividad antimicrobiana y caracterización química del aceite esencial de *Ulex europaeus* L. (FABACEAE) pdf. Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Licenciado en Química. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ciencias y Educación.
50. Pomportes, L., K. Davranche, I. Brisswalter, A, Hays, and J. 2014. Brisswalter variability and cognitive function following a multi-vitamin and mineral supplementation with added guarana (*Paullinia cupana*). Nutrients 7:196-208.
51. Rankin, R. y Greuter. W. 2017. Plantas Vasculares de Cuba Inventario preliminar. Berlin, Germany : Botanischer Garten und Botanisches

- Museum Berlin Zentraleinrichtung der Freien Universität Berlin, 2017. Vols. ISBN 978-3-946292-18-0.
52. Ringelberg, J.; Koenen, E.; Iganci, J.; de Queiroz, L.; Murphy, D.; Gaudeul, M.; Bruneau, A.; Luckow, M.; Lewis, G. & Hughes C. 2022. Phylogenomic analysis of 997 nuclear genes reveals the need for extensive generic re-delimitation in Caesalpinioideae (Leguminosae). In: Hughes CE, de Queiroz LP, Lewis GP (Eds) *Advances in Legume Systematics* 14. Classification of Caesalpinioideae Part 1: New generic delimitations. *PhytoKeys* 205: 3–58. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.205.85866>
53. Rioja Soto, T. C. 2020. Los metabolitos secundarios de las plantas y potencial uso en el manejo de plagas agrícolas en agroecosistemas desérticos. *Idesia (Arica)*, 38(1), 3-5. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000100003>. Consultado 21 de noviembre 2023.
54. Rodríguez, Karella. 2022. Morfometría y desenvolvimiento post seminal de *Pseudosamanea cubana* (Britton & P. Wilson ex Britton & Rose) Barneby & J.W. Grimes. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias agropecuarias. Universidad de Matanzas.
55. Romero, J. M., Pérez, C. 2016. Rasgos morfológicos de semillas y su implicación en la conservación ex situ de especies leñosas en los bosques secos Tumbesinos. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente Ecosistemas* 25(2): 59-65 Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-2.07
56. Ruiz, E. y Moreira, M. 2017. Metabolitos secundarios en plantas medicinales usadas para problemas gastrointestinales. Una revisión sobre medicina ancestral ecuatoriana. *Revista Bases de la Ciencias*. ISSN 2588-0764. Vol 2. No 3. (1-16).
57. Saha, T., Kumari, K. y Ray, S. N. 2016. Secondary Plant Metabolites: Mechanisms and Roles in Insect Pest Management. *Plant Secondary Metabolites: Volume 3: Their Roles in Stress Ecophysiology*. pp. 135-168: Apple Academic Press.
58. Sánchez, J. 2022. Proyecto Acciones para la conservación de especies de vegetales de matorral xeromorfo costero y subcostero (inédito).
59. Sánchez, J.; Pernús, Mayté; Torres, Y., Barrios, D. y Dupuig, Yilian 2019. Dormancia y germinación en semillas de árboles y arbustos de Cuba:

- implicaciones para la restauración ecológica. *Acta Botánica Cubana*. ISSN 2519-7754. Vol. 218, No.2: 77-108
60. Sprent, J.I.; Ardley J.; James E.K. 2017. Biogeography of nodulated legumes and their nitrogenfixing symbionts. *New Phytologist*, 215: 40-56.
61. Sujano, T.A., Dian Kusumowati, I.T. y Munawaroh, R.I.M.A. 2020. Immunomodulatory activity of *Muntingia calabura* L. fruits using carbon clearance assay and their total flavonoid and phenolic contents. *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 13 (2): 140-145.
62. Teoh E. S. (2016). Secondary Metabolites of Plants. En *Medicinal Orchids of Asia*. (pp. 59-73). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24274-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24274-3_5).
63. The Plant List. 2021. Version 1.1. Disponible en <http://www.theplantlist.org/> [consultado: 16 de septiembre de 2023].
64. Thirumurugan, D., Cholarajan, A., y Vijayakumar, S. S. R. a. 2018. An Introductory Chapter: Secondary Metabolites. En R. Vijayakumar, y S. S. Raja (Eds.), *Secondary Metabolites. Sources and Applications*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen>. Consultado 21 de noviembre de 2023
65. Torres, A.; Sánchez, J.; Pernús, M. 2022. Manual de semillas para la restauración de ecosistemas limítrofes al manglar. Editorial AMA, La Habana.
66. Valladolid, A. 2016. Leguminosas de grano. "Semillas nutritivas para un futuro sostenible" Biblioteca Nacional del Perú N° xxxx. GALU GRAF S.A.C. [www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe) Consultado 23 de noviembre de 2023
67. Venancio, C., Pérez, Claudia y Ibarra, E. 2021. Cumarinas: metabolitos secundarios de amplia actividad en plantas. Portal Comunicación Veracruzana. INECOL. Instituto de Ecología.
68. WFO. 2023. *Pseudosamanea cubana* (Britton & P.Wilson) Barneby & J.W.Grimes. Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000194240>. Consultado: 21 Nov 2023
69. Zhang, H. y Tsao, R. (2016). Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science*. 8: 33-42

## ANEXOS

Anexo 1. Afectaciones de la especie por la acción del hombre. A y B Tala de árboles de *Pseudosamanea cubana*. C. Pastoreo de ganado vacuno en el área.



La prospección petrolera en la zona es una de las amenazas fundamentales en la conservación del Ecosistema de Punta Guanos.

Anexo 2.1 Resultados fitoquímicos preliminar de la especie *Pseudosamanea cubana* utilizando como solvente el agua Foto tomada por Kelly Betancourt. 22 de noviembre de 2023.



Anexo 2.2. Resultados fitoquímicos preliminar de la especie *Pseudosamanea cubana* utilizando como solvente el etanol. A. Saponina, B. Esteroides. C. Terpenos. Foto tomada por Kelly Betancourt. 22 de noviembre de 2023.

