

**CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE FRUTO, SEMILLA Y PLANTULA DE  
*Alchornea latifolia* Sw. (EUPHORBIACEAE)**



**NATHALY ERAZO RENGIFO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2013**

**CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE FRUTO, SEMILLA Y PLANTULA DE  
*Alchornea latifolia* Sw. (EUPHORBIACEAE)**

**NATHALY ERAZO RENGIFO**

**Trabajo De Grado Como Requisito Para Optar Al Título De Bióloga**

**DIRECTOR:  
DIEGO JESUS MACIAS PINTO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
PROGRAMA DE BIOLOGIA  
POPAYÁN  
2013**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Director: Diego Jesús Macias Pinto**

---

**Jurado: Giovanni Varona**

---

**Jurado: Roman Ospina**

**Popayán, 16 de Agosto de 2013.**

## DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo y por cuidar de Juan Esteban en los momentos de mi ausencia.

A mi hijo Juan Esteban por enseñarme lo que es el amor incondicional.  
¡¡Te amo infinitamente hijo!!

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser mi guía e iluminar mi camino en momentos difíciles

A todos y cada uno de los miembros de mi familia; mi madre, mis hermanos; por sus consejos, apoyo, inspiración, durante toda mi carrera.

A mi gordo por ser mi compañero en todo momento.

Al profe Diego y mi profe Giovanni por su orientación y confianza.

A mi amiga Nohemy, Deisy, Marly con las cuales compartí momentos inolvidables en el transcurso de mi trayectoria académica.

A mi colega y amigo Juan Fernando por brindarme su amistad, su ayuda incondicional.

A todos las personas que aunque no nombre han dejado con una sonrisa, una palabra, un gesto, una huella imborrable en mi vida... ¡GRACIAS!

## CONTENIDO

	Pag.
<b>RESUMEN</b>	
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3 MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 LA FAMILIA EUPHORBIACEAE:</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1.1 Descripción del género <i>Alchornea</i></b> .....	<b>14</b>
<b>3.1.2 Descripción general de la especie</b> .....	<b>15</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1 AREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1.1 Principal problemática ambiental del corregimiento</b> .....	<b>19</b>
<b>4.2 CARACTERIZACION MORFOLOGICA DEL FRUTO, Y LA SEMILLA</b> ....	<b>19</b>
<b>4.3 SIEMBRA Y GERMINACION</b> .....	<b>20</b>
<b>4.4 ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	<b>21</b>
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>22</b>
<b>5.3 MORFOLOGIA DE GERMINACION Y PLANTULA</b> .....	<b>24</b>
<b>5.4 GERMINACION Y DESARROLLO DE PLÁNTULA</b> .....	<b>36</b>
<b>5.5 EJE DE LA PLÁNTULA</b> .....	<b>37</b>
<b>5.6 DIFERENCIACION FOLIAR</b> .....	<b>37</b>
<b>6 DISCUSION</b> .....	<b>40</b>
<b>7 CONCLUSIONES</b> .....	<b>44</b>
<b>8 RECOMENDACIONES</b> .....	<b>45</b>
<b>9 BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>46</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pag
<b>Tabla 1.</b> Dimensión (mm) de fruto y semilla de <i>Alchornea latifolia</i>	24
<b>Tabla 2.</b> Resultados descriptivos de longitud y diámetro (cm) del Epicótilo ( <b>E</b> ) e Hipócotilo ( <b>H</b> ). coeficiente de variación ( <b>CV</b> ).	37
<b>Tabla 3.</b> Prueba no paramétrica <b>W Wilcoxon</b> para Epicótilo ( <b>E</b> ) e Hipócotilo ( <b>H</b> ). Se relaciona la longitud y diámetro entre los ejes	37
<b>Tabla 4.</b> Estadística descriptiva entre longitud vs ancho de hoja en cada estado de desarrollo. Coeficiente de variación ( <b>CV</b> ). D (Hoja Derecha), I (hoja izquierda).	38
<b>Tabla 5.</b> Prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se contrastan la longitud y ancho entre pares (Hojas cotiledonares; nomófilo 1 y 2; nomófilo 3 y 4). D (Hoja derecha), I (Hoja izquierda)	38
<b>Tabla 6.</b> Prueba no paramétrica de Friedman. Se contrastan las hojas cotiledonares y los nomófilos respecto a las medidas de dimensión, longitud y ancho. D (Hoja derecha), I (Hoja izquierda)	39

## LISTA DE FIGURAS

	Pag
<b>Figura 1.</b> Ubicación del área de estudio	20
<b>Figura 2.</b> Fruto <i>A. latifolia</i>	24
<b>Figura 3.</b> Semilla <i>A. latifolia</i>	25
<b>Figura 4.</b> Morfología de hojas <i>A. latifolia</i>	26
<b>Figura 5.</b> Emergencia de raíz primaria <i>A. latifolia</i>	27
<b>Figura 6.</b> Desarrollo de raíz primaria <i>A. latifolia</i>	28
<b>Figura 7.</b> Hojas cotiledonares <i>A. latifolia</i>	29
<b>Figura 8.</b> Hojas cotiledonares <i>A. latifolia</i>	30
<b>Figura 9.</b> Epicótilo y primer nomófilo <i>A. latifolia</i>	31
<b>Figura 10.</b> Nomófilos <i>A. latifolia</i>	32
<b>Figura 11.</b> Morfología de plántula <i>A. latifolia</i>	33
<b>Figura 12.</b> Morfología de plántula <i>A. latifolia</i>	34
<b>Figura 13.</b> Secuencia de la germinación y plántula <i>A. latifolia</i>	35
<b>Figura 14.</b> Germinación de semillas <i>A. latifolia</i>	36
<b>Figura 15.</b> Estados de desarrollo	36
<b>Figura 16-17.</b> Gráficas de dispersión para los variables longitud y ancho (D=Derecha; I=Izquierda). Se relacionan los datos entre variables observando la distribución de valores de acuerdo al estado de desarrollo	39



## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pag.</b>
<b>Anexo A.</b> Registro de observación para fruto	52
<b>Anexo B.</b> Registro de observación para semilla.	53
<b>Anexo C.</b> Registro de observación para semillas germinadas	54
<b>Anexo D.</b> Registro de observación para plántulas	55
<b>Anexo E.</b> Disposición de los nomófilos en eje derecho e izquierdo	56

## RESUMEN

***Alchornea latifolia*** pertenece a la familia Euphorbiaceae, es una especie arbórea, de gran importancia ecológica. Se hace necesario disponer de un mayor número de datos e información sobre su ciclo biológico para su respectiva comprensión y aprovechamiento en un ecosistema natural. El objetivo de este trabajo de grado fue describir la morfología de fruto, semilla y plántulas de dicha especie.

Para su descripción morfológica se utilizaron 50 frutos y 50 semillas escogidas aleatoriamente. Los caracteres utilizados para el reconocimiento taxonómico fueron, germinación, diferenciación foliar, estructura y organización de cotiledones, hipocótilo y epicótilo. Los frutos fueron descritos considerando, el tamaño, tipo, color, textura, dehiscencia y número de semillas. Con relación a la descripción de la semilla, se tuvo en cuenta sus características externas, haciendo alusión al tamaño, color, textura y presencia de carúncula; características internas, referente a la forma del embrión y endospermo. Para el registro de longitud y ancho tanto en frutos como semillas, se utilizó un calibrador digital, expresando los datos en milímetros (mm). Para la descripción de plántulas se sembraron 1000 semillas en condiciones de vivero semi- descubierto. Para el tratamiento de datos, se aplicó estadística descriptiva y estadística inferencial.

El fruto de ***Alchornea latifolia*** es seco, tipo capsula de forma globosa, con estilos persistentes dehiscente y generalmente con dos semillas. La semilla es plano convexa, de color grisáceo, muriculada, cubierta por un arilo rojo, embrión recto, el endosperma ocupa gran parte de la semilla.

La germinación es epigea y se inicia con la emergencia de la radícula de 20 a 25 días después de la siembra. La plántula presenta nomófilos alternos con margen serrado, ápice acuminado o cuspidado, trinervia en su base. El desarrollo de la plántula es rápido bajo condiciones de invernadero y permite la obtención de numerosas plántulas sanas y vigorosas que pueden ser usadas en programas de restauración de ecosistemas

**Palabras clave:** Morfología, fruto, semilla, germinación, ***Alchornea latifolia***.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una forma de comprender la diversidad de especies vegetales presentes en los ecosistemas naturales, parte de la recolección de información sobre los ciclos biológicos, en términos de morfología, estrategias de reproducción, germinación y regeneración; en este sentido la descripción e ilustración de caracteres morfológicos de semillas y plántulas son útiles para el conocimiento de fases de desarrollo poco estudiadas de especies nativas (Kuniyoshi, 1983).

La identificación de plantas en estadios juveniles contribuye a un mejor entendimiento de la biología de la especie; a la ampliación de estudios taxonómicos y al entendimiento de su ecología, en aspectos de regeneración por semillas en áreas naturales (Salles, 1987).

Como parte del estudio de las plantas es necesario intensificar la investigación detallada del fruto y la semilla para cada especie, sus características morfológicas, fisiológicas, sus mecanismos de latencia y germinación, su longevidad (ecológica potencial) y su posible uso para la propagación y la conservación de las especies vegetales, e indirectamente la fauna que habita los bosques y muy seguramente a la recuperación de los mismos (Fletcher, 2007).

Murillo y Franco (1995), afirman que la familia Euphorbiaceae cuenta con un número de géneros y especies importantes en la economía nacional y en el ámbito local, principalmente la región Caquetena; no obstante la importancia de esta familia desde el aspecto de diversidad y potencialidad ecológica, ha sido poco estudiada; sin embargo, existen trabajos que brindan un aporte de carácter taxonómico, morfológico y ecológico, para algunas de sus especies, Murillo y Franco (1995), Murillo (1996), Murillo (1999a), Murillo (1999b), Murillo (2004), Murillo (2009), Mahecha *et al.* (2004), Fletcher (2007), Maya y Agudelo (2010), Barrera (1992), Rios *et al.* (2004) y de forma exclusiva para el género *Alchornea* se tiene el trabajo de Renteria (1994).

Para hacer un uso exitoso de las especies nativas de cada región en programas de desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles, restauración ecológica y reforestación, es indispensable profundizar nuestro conocimiento sobre la biología, la ecología, la propagación y el manejo de las especies disponibles (Vázquez *et al.*, 1999). Sin embargo la información sobre *A. latifolia* es general y aspectos como germinación y desarrollo de la plántula, necesarios para los programas de restauración, son poco profundizados.

Hecha las consideraciones anteriores, en este trabajo se describe la morfología del fruto, la semilla y la plántula de esta especie, considerada por Mahecha *et al.*,

2004) apropiada para la protección de cuencas hidrográficas e importante en la recuperación de terrenos degradados (Vásquez *et al.*, 1999).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

- Describir la morfología de fruto, semilla y plántulas de *Alchornea latifolia*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Registrar los caracteres morfológicos externos del fruto, semilla y plántulas de *Alchornea latifolia*.
- Describir el proceso de germinación de *Alchornea latifolia*, hasta la aparición de nomófilos.

### 3. MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES

#### 3.1 LA FAMILIA EUPHORBIACEAE:

Según Steinmann (2002), la familia Euphorbiaceae es una de las más grandes a nivel mundial y ocupa el sexto lugar en diversidad después de Orchidaceae, Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, y Rubiaceae; su distribución es cosmopolita y aunque esta mejor representada en las regiones tropicales y subtropicales, varios representantes se extienden a las zonas templadas de ambos hemisferios; la familia es sumamente importante, ya que muchos de sus miembros se cultivan para uso medicinal, industrial alimenticio y ornamental.

Se reconoce por ser hierbas, arbustos o árboles de bosque secundario o maduro dioicos o monoicos. Las hojas son alternas y simples, normalmente con estipulas que algunas veces son inconspicuas y caedizas; lamina foliar de borde dentado, lobulado, serrado o liso, trinervia; con o sin látex; algunas especies presentan glándulas en las hojas, en ocasiones con exudado oscuro. Flores unisexuales, con perianto reducido; fruto capsular tricoco o drupa (Mendoza y Ramírez, 2004).

##### 3.1.1 Descripción del género *Alchornea*

***Alchornea Sw.*** Prodr. 98 (1788). Árboles o arbustos dioicos; indumento de pelos estrellados; sin látex; con estipulas axilares, diminutas. Hojas simples, alternas, aserradas o crenadas, con dientes glandulares excepto *A. castaneifolia*; lamina con glándulas basilaminares, venación generalmente acrodroma algunas veces pinadabroquidodroma o craspedodroma, generalmente con domacios conspicuos. Inflorescencia axilar a veces terminal, en racimos, espigas o panículas; las flores masculinas en glomérulos, las femeninas solitarias; brácteas glandulares; flores pequeñas sésiles o subsésiles; sin pétalos; cáliz gamosépalo con 2-4 (-6) lóbulos. Flor masculina con 2 sépalos unidos antes de la antesis; generalmente con 8 estambres, filamentos muy cortos, ensanchados y unidos en la base, anteras con líneas transversales muy notorias. Flor femenina con ovario bilocular, un ovulo por lóculo, dos estilos persistentes, generalmente largos e indivisos. Fruto capsular, bilobulado. Semilla globosa o plano convexa, muricada rodeada por un arilo, sin carúncula (TROPICOS, 2012).

En Colombia está representado por 16 especies (Renteria, 1994). Las Alchorneas son típicamente andinas, en donde se distribuyen hasta los 2900 m de altitud (Murillo y Franco, 1995).

### 3.1.2 Descripción general de la especie

***Alchornea latifolia Sw.*** se le conoce comúnmente como Algodoncillo hojianocho; presenta dos sinónimos *A. cyclophylla* Croizat y *A. platyphylla* Mull. Arg., pertenecientes a la familia Euphorbiaceae.

El árbol alcanza los 20 m de altura y los 50 cm de diámetro en su tronco, de corteza algo fisurada y de color gris; su copa es irregular y rala; su ramificación es escasa; sus ramas son medianamente gruesas; sus ramitas son de color castaño verdoso, vidrioso y delgado. **Las hojas** miden hasta los 20 cm de largo por los 15 cm de ancho, son simples, alternas, están dispuestas en forma helicoidal, tienen tres nervios y varias glándulas en la base de su lamina, por su frente poseen puntos de color amarillo, en sus bordes tienen dientes glandulares, en las partes terminales presentan pelos estrellados (pubescentes), terminan en punta roma y su base es redondeada; presentan estipulas libres. **Las flores** se encuentran al final de sus ramitas o en las axilas de estas, son de color blanco y tienen tonalidades de color morado, son pequeñas, poseen entre los cinco y los seis pétalos y tienen muchos estambres; las masculinas se encuentran dispuestas en forma de panículas y las femeninas en forma de racimos. **Los frutos** son capsulas que se abren por si solas (dehiscentes) en una o dos cavidades, poseen estilos largos y persistentes y cada uno contiene entre uno y dos semillas. **Las semillas** son de color rojo, lisas y poseen una carnosidad de color blanco que las rodea (arilo).

**Distribución geográfica:** Se encuentra en la cordillera oriental; en el departamento de Cundinamarca se observa en las zonas cafeteras, entre otros lugares. Habita entre los 1000 y 1700 msnm, en el bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) y en el bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB). Es una especie nativa.

**Propagación y crecimiento:** por semillas. Es una especie de crecimiento rápido, requiere algo de sombra en su estado juvenil, y al madurar, de abundante luz solar, es común encontrarla en los cafetales u otros cultivos de las zonas montañosas con ambientes húmedos, pierde parcialmente sus hojas.

**Usos:** el arilo de sus semillas es consumido por las aves (avifauna); su madera se emplea como leña y para hacer postes para cercas; es una especie apropiada para la protección de las cuencas hidrográficas y es reciclador orgánico (Mahecha *et al.*, 2004).

### 3.1.3 Antecedentes

En nuestro país los trabajos taxonómicos para la familia Euphorbiaceae iniciaron con Cuatrecasas (1957), quien estudio un pequeño género andino de árboles *Tetrorchidium* del cual encontró ocho especies. Dentro de los trabajos siguientes, para esta familia se destaca el de Renteria (1994), exclusivamente para el género *Alchornea* mediante la construcción de una clave para la identificación de 16 especies y descripciones morfológicas para las mismas. El investigador Jose Murillo es una de las personas que más ha contribuido en el conocimiento de esta familia en el país tal muestra se ve reflejada en los siguientes trabajos:

En la región de Araracuara en el departamento del Amazonas Murillo y Franco (1995) realizan una caracterización taxonómica de las especies de Euphorbiaceae encontradas; dan a conocer la descripción de 64 especies pertenecientes a 36 géneros ilustrando la mayoría de ellas y construyendo claves sinópticas, en el que se registra por primera vez para Colombia 9 especies.

Murillo (1996) presentó una revisión del género *Conceveiba* para Colombia en donde incluyó la sinopsis y clave de 6 especies; realiza a manera de catálogo taxonómico la revisión del genero *Croton*, donde presenta una lista de las 19 secciones y 83 especies presentes en el país, incluyendo anotaciones altitudinales y geográficas (Murillo, 1999a); en ese mismo año presenta la revisión sistemática de la subtribu Conceveibinae para Colombia (Murillo, 1999b); también hace un listado con las especies de Euphorbiaceae encontradas en Colombia, haciendo referencia a los ejemplares encontrados en el Herbario Nacional Colombiano (Murillo, 2004); en el 2004 también presenta el estado taxonómico actual del género *Tetrorchidium* para Colombia y Ecuador.

Mahecha *et al.*, (2004) realiza una serie de descripciones en una obra llamada vegetación del territorio CAR 450 especies de sus llanuras y montañas, que aporta informaciones de descripciones, uso, distribución.

Maya y Agudelo (2010) desarrollan un estudio taxonómico sobre la familia Euphorbiaceae en el departamento del Quindío, Colombia, logrando hacer un inventario, claves dicotómicas notas diagnósticas y descripciones morfológicas de esta familia presentes en esta región. Se reconocieron 16 géneros entre los cuales se encuentran dos especies del género *Alchornea*.

Aunque son pocos los trabajos sobre morfología de plántulas, para Colombia, entre ellos se reporta el trabajo de Barrera (1992), donde describe las plántulas de 45 taxa de Dicotiledoneas obtenidas mediante la germinación de semillas en condiciones de vivero semi-descubierto, donde se incluyen algunos géneros de la familia Euphorbiaceae, las familias con mayor número de especies estudiadas corresponden a los órdenes Fabales y Myrtales.



Rios *et al.*,(2004), brindan información que facilitan la identificación de las especies a través de sus frutos y semillas su obra se llama, guía de frutos y semillas de 219 plantas

Otros trabajos donde se realizan descripciones morfológicas generales de *Alchornea* son: González (2009), Martínez *et al.* (2002), Secco (2004) y finalmente, Elias *et al.*,(2008) donde se describen algunos aspectos foliares.

Uno de los países que más ha profundizado en la caracterización morfológica de fruto semilla o plántulas de diversas especies es Brasil, de esta manera reporta gran número de trabajos para la familia Euphorbiaceae, dentro de los cuales están: Añez *et al.*(2005), Barroso *et al.*(1999), Oliveira y Pereira (1987), Cordeiro (1992), Cosmo *et al.*(2009), Leonhardt *et al* (2008), Ricardi (1996), Paoli *et al.*(1995), Oliveira (2007).

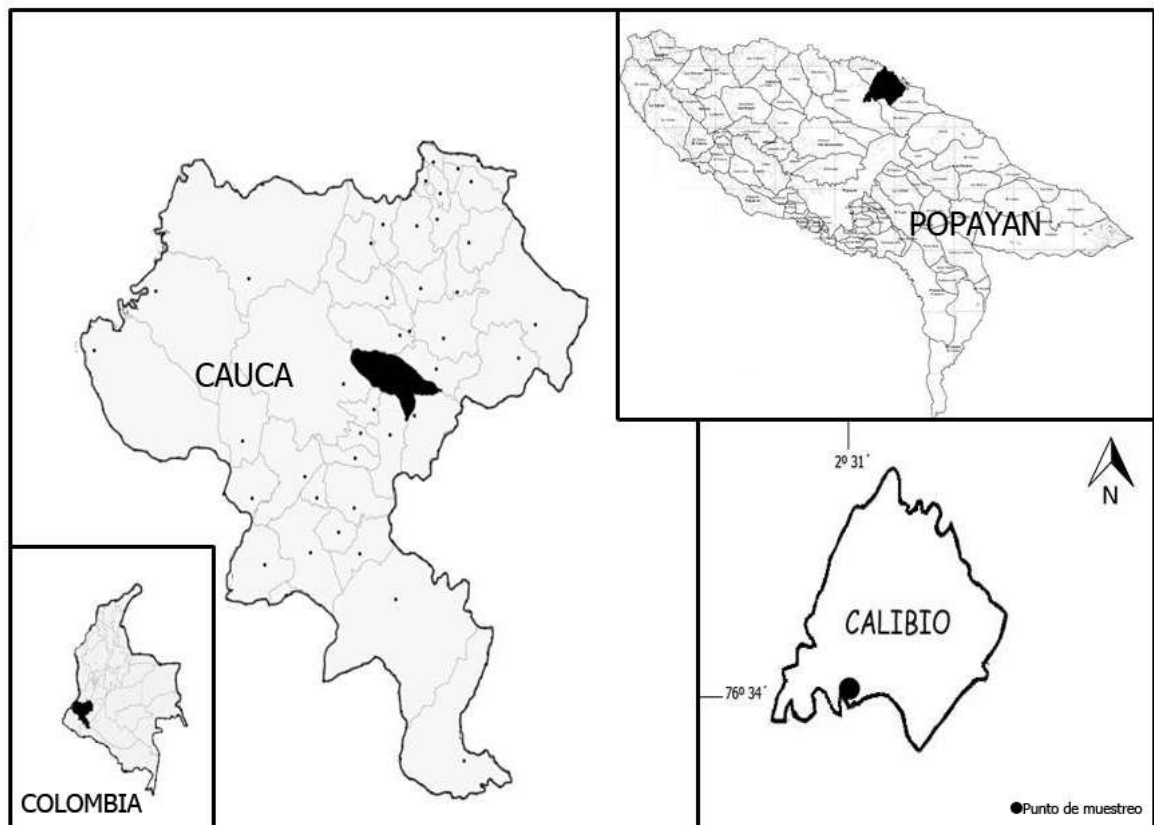
Para la especie *Alchornea latifolia* se reporta una breve descripción taxonómica, datos sobre su distribución ecológica, usos y germinación observada en campo Francis (1993).

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. AREA DE ESTUDIO

El material vegetal (frutos y semillas) fue obtenido en el corregimiento de Calibío, localizado a 17 km, al norte de la ciudad de Popayán, sobre la cuenca del río Palacé, posee un área de 2107 hectáreas. Altura entre los 1600 y 1800 metros (POT, 1999). Llegada por la vía panamericana sector la Cabuyera aproximadamente al Kilómetro 6 en donde se toma la vía veredal, 2 km más adelante se ingresa a la finca del Señor Cigifredo Ortiz, que colinda con dos fincas, entre ellas la hacienda de los herederos Simonds Arboleda, compartiendo un relicto de bosque secundario bordeando el “zanjón Calibío” sub cuenca que desbordara en el río Palacé.

**Figura 1.** Ubicación del área de estudio



**Fuente:** Modificado de Umata Popayán 2007.

#### **4.1.1 Principal problemática ambiental del corregimiento**

El bosque protector solo aparece sobre la microcuenca del río Blanco; las quemas, la deforestación y el desfase hídrico son predominantes. El bosque está siendo utilizado como fuente energética, para construcción y para cercas. Se presenta contaminación hídrica por lavado de cabuya. Limitaciones de uso del suelo Alto grado de erosión, pendientes fuertes y baja fertilidad. (POT, 1999).

**Uso actual de suelo:** Pastizales (988.3 has), hortalizas (0.9 has), frijol, (4.9 has). Frutales (0.1 has), otros cultivos (0.9 has), rastrojos (110.5 has), café (235.7 has). Caña (11.8 has), espárragos (119.8 has), plátano (2 has), maíz (14 has), fique (3.73 has), morera (0.1 has), bosque plantado (218 has). Tiene una extensión agrícola de 2107 hectáreas. El área de bosque es de 1 ha (POT, 1999).

**Los criterios utilizados para seleccionar la especie fueron los sugeridos por (Zevallos y Flores 2003):**

- Importancia y uso actual o potencial de la especie.
- Disponibilidad de semillas en cantidades suficientes

La realización de este trabajo implicó tres tipos de actividades: la primera relacionada con el trabajo de recolección de frutos y semillas en campo; la segunda con el trabajo de caracterización de fruto y semilla en laboratorio; y la tercera con el trabajo de siembra en vivero.

Una vez identificados los individuos, se colectaron de forma manual, para la extracción total de las semillas, los frutos se secaron al sol hasta que el fruto que es una capsula dehiscente se abriera totalmente, seguidamente se removió la fibra o material inerte, y se extrajeron las semillas. Las semillas ya limpias y en condiciones saludables se almacenaron en bolsas de papel durante dos semanas, en tanto se tenían las condiciones para su siembra.

Del material obtenido y de acuerdo a los anteriores criterios se seleccionaron las unidades necesarias para el respectivo estudio morfológico como también para la prueba de tetrazolio (Lakon 1942) y siembra.

#### **4.2. CARACTERIZACION MORFOLOGICA DEL FRUTO, Y LA SEMILLA**

El procedimiento metodológico tanto para fruto, semilla y terminología empleada, así como los parámetros observados para las descripciones fueron basados en los trabajos de Zevallos y Flores (2003) Fletcher (2007) Cosmo *et al.* (2009).

Esta fase se realizó en el laboratorio de la Universidad del Cauca. Para la descripción morfológica de fruto y semillas se utilizaron 50 frutos y 50 semillas, escogidas de forma aleatoria. Los frutos fueron descritos considerando los siguientes aspectos: tamaño, tipo, color, textura, dehiscencia, y número de semillas (Anexo A). En el estudio de semilla las características externas observadas fueron: tamaño, color, textura, presencia de carúncula. Las características internas fueron: forma del embrión y presencia de endosperma (Anexo B); para esto las semillas fueron seccionadas con un bisturí y examinadas en estereoscopio. La longitud y el ancho de frutos y semillas fueron medidos utilizando un calibrador digital expresado en milímetros (mm), fue calculado la media, la desviación típica, coeficiente de variación, intervalo de confianza.

Antes de la siembra se realizó una prueba de tetrazolio (Lakon 1942), para determinar la viabilidad de las semillas; se seleccionaron 50 unidades de forma aleatoria, dejándolas en agua por un espacio de 24 horas; seguidamente se removió su tegumento, se les realizó cortes longitudinales exponiendo así el embrión. Tras el pre-acondicionamiento y preparación, las semillas fueron totalmente sumergidas en la solución de tetrazolio (0.5 %) en recipientes de plástico color negro previamente tapados, manteniéndolos en oscuridad y a temperatura ambiente por espacio de 6 horas. Esta prueba actuó tiñendo de color las células vivas (embrión), las células muertas permanecieron incoloras. Se consideraron viables aquellas semillas que presentaran más de un 60% de área colorida.

#### **4.3. SIEMBRA Y GERMINACION**

Para la descripción de las plántulas, basada en la metodología de Zevallos y Flores (2003). Se sembraron 1000 semillas en condiciones de vivero semi-descubierto. Los caracteres observados útiles para el reconocimiento taxonómico fueron: germinación, diferenciación foliar, estructura y organización de los cotiledones, hipocótilo, y epicótilo.

Las semillas y el sustrato no se sometieron a ningún tratamiento físico o químico que acelerara el proceso de germinación, pues con ello se alteraría el tiempo natural de inicio de dicho proceso (Ricardi, 1996). Las semillas se consideraron germinadas cuando en la superficie del sustrato se observó las hojas cotiledonares fuera de la envoltura seminal a consecuencia del alargamiento y erección del hipocótilo (emergencia de la plántula).

La descripción de las plántulas se efectuó a partir del material biológico procedente de la prueba de germinación (Anexo D). Las observaciones se realizaron diariamente y se prolongaron hasta los 150 días, a partir de la fecha de siembra y se suspendieron cuando después de algunos conteos no se registró

germinación alguna. Con base a las observaciones y a los registros de emergencia se estableció el porcentaje total de germinación, y su representación grafica del tiempo en días, desde el inicio hasta el final de la emergencia total. Se realizaron ilustraciones manuales desde la fase radícula hasta la aparición del cuarto nomófilo.

Se sembraron dos semillas, en cada bolsa de polietileno de color negro de 1 lb, cada una con una serie de orificios en su base para evitar exceso de agua; cada bolsa se llenó de sustrato (tierra negra), hasta la parte superior de su boca, dejando 1 cm libre, las semillas se depositaran a una profundidad de 2 cm aproximadamente (evitando así que el riego las descubra), se adicono agua cada vez que fue necesario; cada bolsa contenía información que permitió su identificación, además de la fecha en la cual se inició el proceso de germinación (Anexo C).

Además se tomaron medidas de longitud y ancho para las hojas (cotiledonares nomófilos), para hacer comparaciones de su desarrollo, el (Anexo E) muestra la definición o dispocisión de los nomófilos en eje derecho e izquierdo para el contraste de los resultados

#### **4.4. ANÁLISIS DE DATOS**

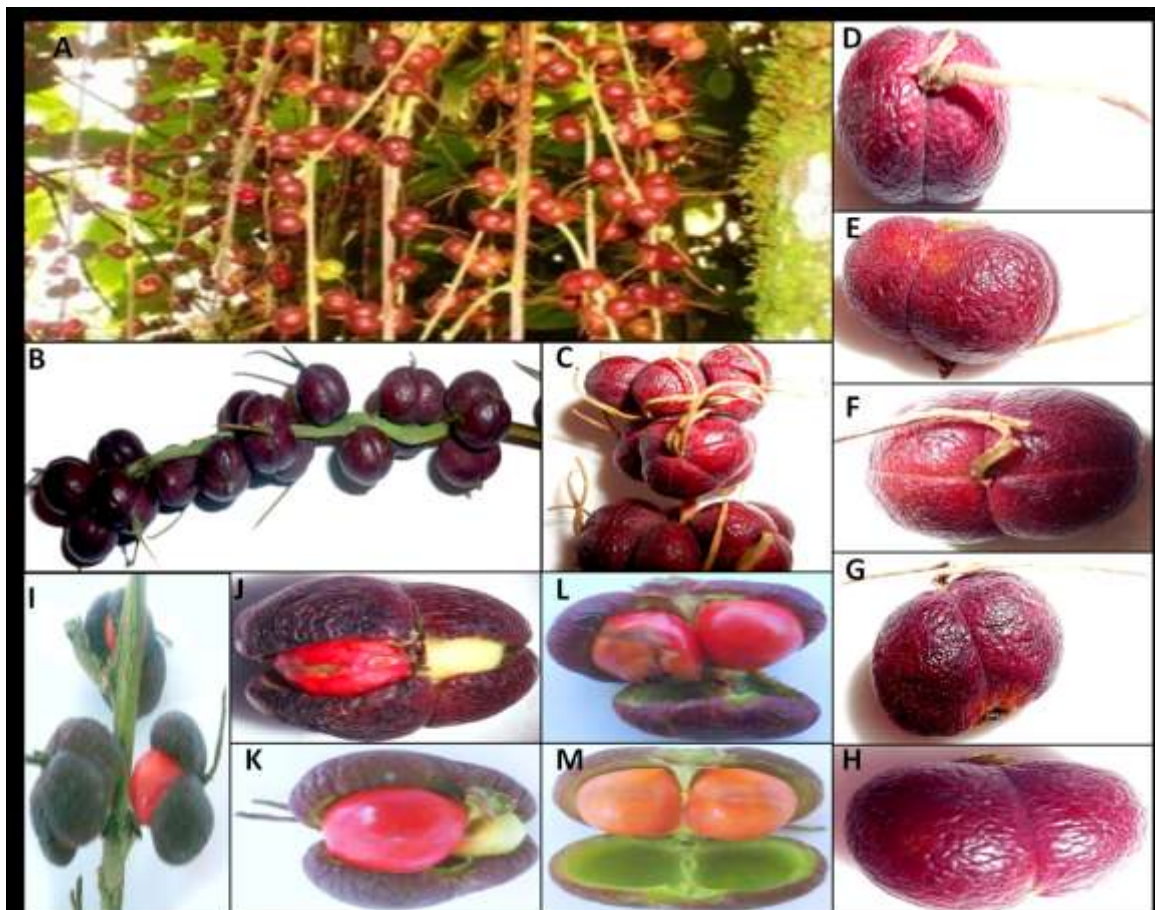
Los resultados obtenidos en laboratorio y en la prueba de germinación fueron sistematizados en el programa Excel. El análisis de los datos para plántula se realizó con el programa SPSS versión 19, donde se aplicó estadística descriptiva y pruebas no paramétricas de W Wilcoxon para 2 muestras relacionadas (comparación eje de plántula y diferenciación foliar alterna) y Friedman para k muestras relacionadas (diferenciación foliar), con un valor de significancia  $p \geq 0,05$ .

## 5. RESULTADOS

### 5.1 MORFOLOGIA DEL FRUTO.

Los frutos se originan en panículas que cuelgan (A-B-C), son de tipo capsula, secos, dehiscentes, sésiles, con forma globosa, con una longitud de 8.16-10.0 y 10.82-12.05 mm de ancho (G) superficie lisa, brillante y de coloración verde claro en estado inmaduro, tornándose vino tinto y con apariencia rugosa durante la maduración, con estilos largos, persistentes situados en el ápice y con forma de antena (D-H). Con 2 líneas laterales, 2 dorsales (F) que permiten su dehiscencia; la que ocurre longitudinalmente y desde su base causando su separación en cuatro valvas (I-M).

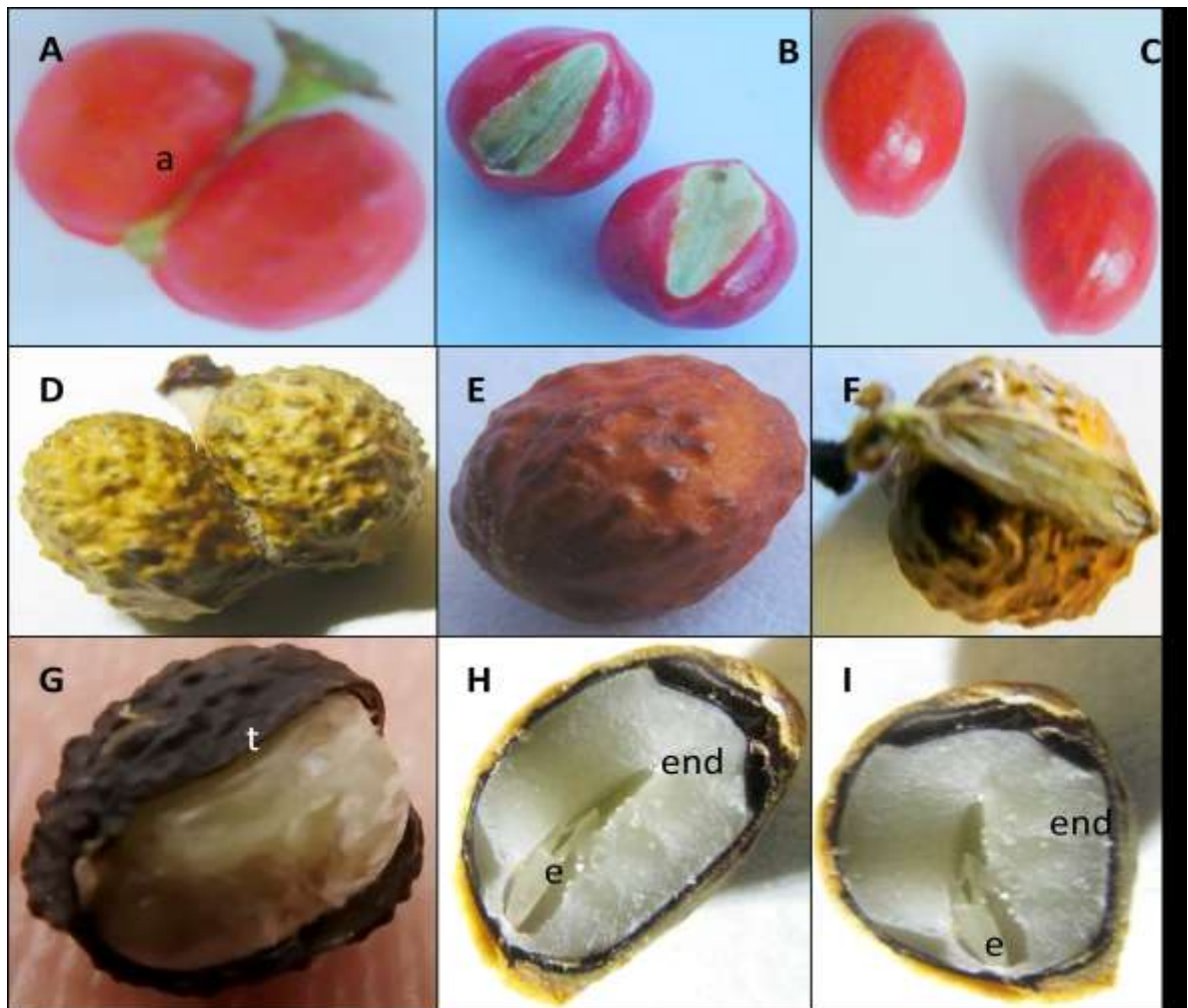
**Figura 2.** Fruto de *Alchornea latifolia*. **ABC:** Infrutescencia pendular. **DH:** aspecto externo del fruto. **IM:** secuencia de apertura de la capsula durante la dehiscencia.



## 5.2 MORFOLOGIA DE LA SEMILLA:

La semilla madura (A) tiene forma redonda con dorso convexo (C) y fase ventral (B), con una longitud de 6.22-7.06 y 5.1-6.03 mm de ancho, con una cubierta delgada y carnosa de color rojo brillante llamada arilo que la envuelve completamente, a medida que esta desaparece a causa de su deshidratación se observa la superficie de la semilla, de color negro grisáceo y consistencia muriculada, o con estrías longitudinales (D-G), generalmente dos semillas por fruto las que se mantienen unidas (A, D). Embrión semi-recto de color blanco de consistencia blanda, el endospermo es de color blanco cremoso de consistencia dura ocupa gran lugar dentro de la semilla (H-I).

**Figura 3.** Semilla de *Alchornea latifolia*. **ABCDEF:** aspectos morfológicos externos de semilla **a:** arilo, **t:** tegumento. **GHI:** aspecto internos de semilla **end:** endospermo, **e:** embrión.



Como se puede apreciar en la **Tabla 1**, tanto las semillas como los frutos de **A. latifolia** tienen dimensiones relativamente pequeñas. Los valores de desviación fueron bajos indicando la relativa homogeneidad de la muestra obtenida, las mayores variaciones fueron encontradas para las características de fruto dentro de las cuales el largo tiene la mayor variación.

**Tabla 1.** Dimensión (mm) de fruto y semilla de *Alchornea latifolia*.

		<b>Estadística Descriptiva</b>			
<b>Variab</b>		<b>Media</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>CV</b>	<b>Inter Confia.</b>
<b>Fruto</b>	Largo	9,058	0,376	4,151	8,16-10
	Ancho	11,651	0,379	3,253	10,82-12,5
<b>Semilla</b>	Largo	6,726	0,188	2,795	6,22-7,06
	Ancho	5,621	0,212	3,772	5,1-6,03

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 MORFOLOGIA DE GERMINACION Y PLANTULA

La germinación de las semillas de *Alchornea latifolia* es epigea fanerocotiledonar con emergencia inicial curvada.

La germinación fisiológica, inicia con la rehidratación de la semilla que aumenta su volumen de 2 a 4 mm, debido a la absorción de agua por sus diferentes tejidos, que se da unas horas después de la exposición de las semillas al sustrato húmedo. Seguidamente se observa la apertura del tegumento externo de la semilla. La **radícula** rompe el tegumento en la base de la semilla entre el día 6 y 9 después de la siembra, siendo visible el inicio de la germinación. Inicialmente la raíz primaria es de forma cónica, curva de color blanca y a medida que ocurre su alargamiento adquiere un color castaño con presencia de pelos absorbentes, cortos y escasos (**Figura 5**).

Con el transcurso de los días el **hipócotilo** inicialmente curvo (**Figura 6**), se torna recto, esto ocurre a consecuencia de su alargamiento, es de forma cilíndrica, delgada, herbácea.

Los **cotiledones** se sitúan en el ápice del hipócotilo insertados en el nudo cotiledonar, sésiles opuestos, carnosos, blancos (**Figura 6 B**).

Las **hojas cotiledonares** aparecen entre los días 40 y 42 después de la siembra son opuestas, sésiles, lamina ovada entera, margen entero, ápice obtuso o



redondeado, base redondeada o truncada con tres nervaduras saliendo desde la base, (**Figura 4A** y **Figura 8**), la lámina de la hoja tiene 16,62 mm de longitud, 11,68 mm de ancho, de color verde claro (haz y envés)

El **epicótilo** se evidencia entre los 43 y 44 días después de la siembra de color verde claro superficie lisa, y cuando se inicia la formación de los nomófilos adquiere una coloración más oscura (**Figura 9**).

El **primer nomófilo**: se origina entre los días 45 y 47, alterno, simple, glabra, peciolo corto plano y acanalado, lamina de la hoja con 32,80 mm de longitud y 15,03 mm de ancho nerviación camptódroma, ápice acuminado a cuspidado, base redonda, el haz de color verde y brillante, el envés de color verde mucho más claro, y opaco (**Figura 4B, Figura 9**).

El **segundo nomófilo**: se origina entre los días 54 y 58, alterno, simple, peciolo corto plano y acanalado, lamina de la hoja con 31,12 de longitud y 14,41 mm de ancho, nerviación camptodroma, ápice acuminado a cuspidado, base redonda, margen aserrado el haz de color verde y brillante el envés de color verde claro, glabra (**Figura 4B, Figura 10**).

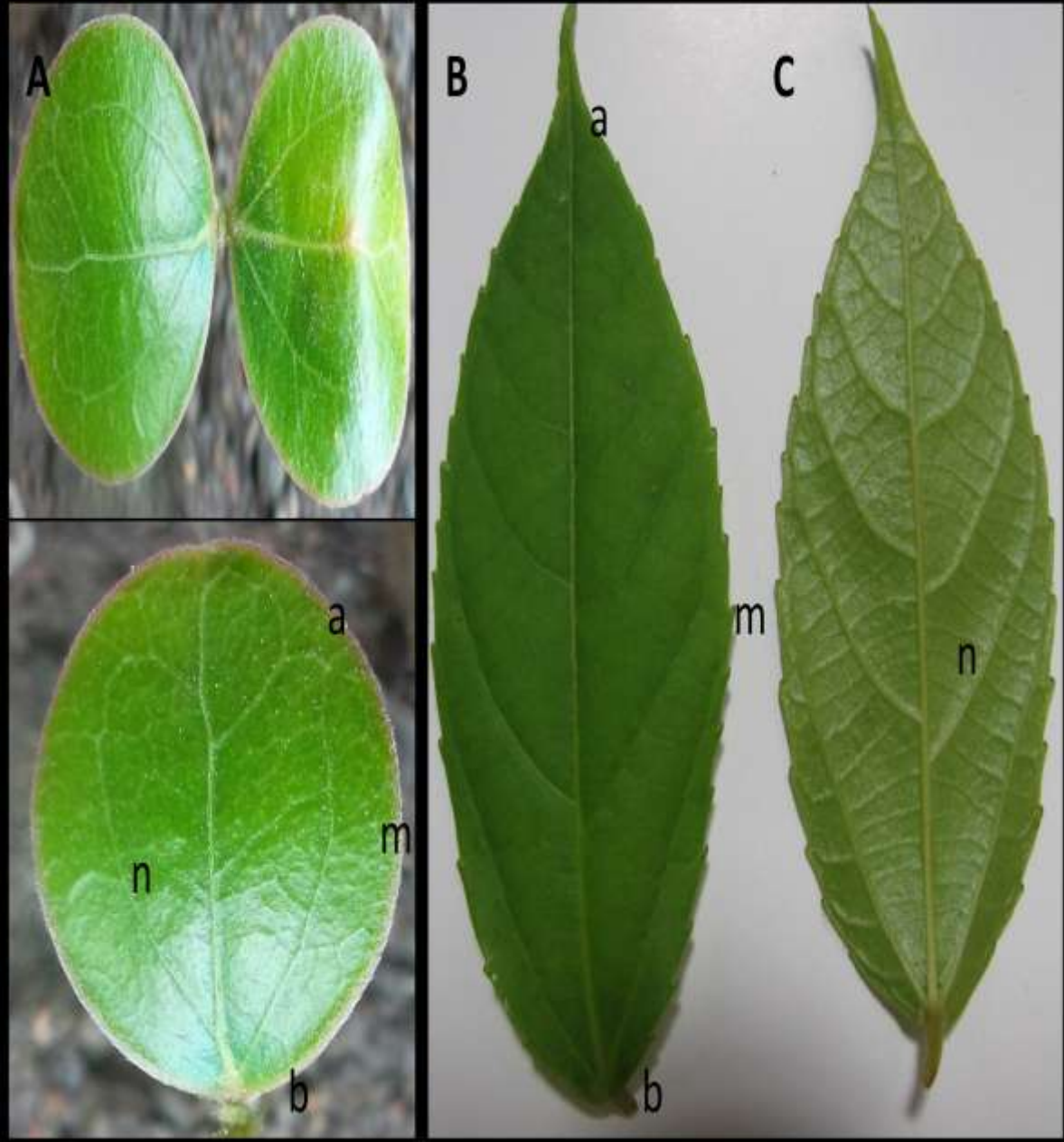
El **tercer nomófilo**: se origina entre los días 68 y 72, alterno, simple, peciolo medianamente largo, plano y acanalado, lamina de la hoja con 52,40 mm de longitud, 23,80 mm de ancho, nerviación camptódroma, ápice acuminado a cuspidado, base redonda, margen aserrado, el haz verde oscuro, envés verde claro (**Figura 4B, Figura 11**).

El **cuarto nomófilo**: se origina entre los días 79 y 81, alterno, simple, peciolo medianamente largo, plano y acanalado, lamina de la hoja 49,02 mm de longitud, 22,64 mm de ancho, nerviación camptodroma, ápice acuminado a cuspidado, base redonda, margen aserrado, haz verde oscuro, envés verde claro (**Figura 4B, Figura 12**).

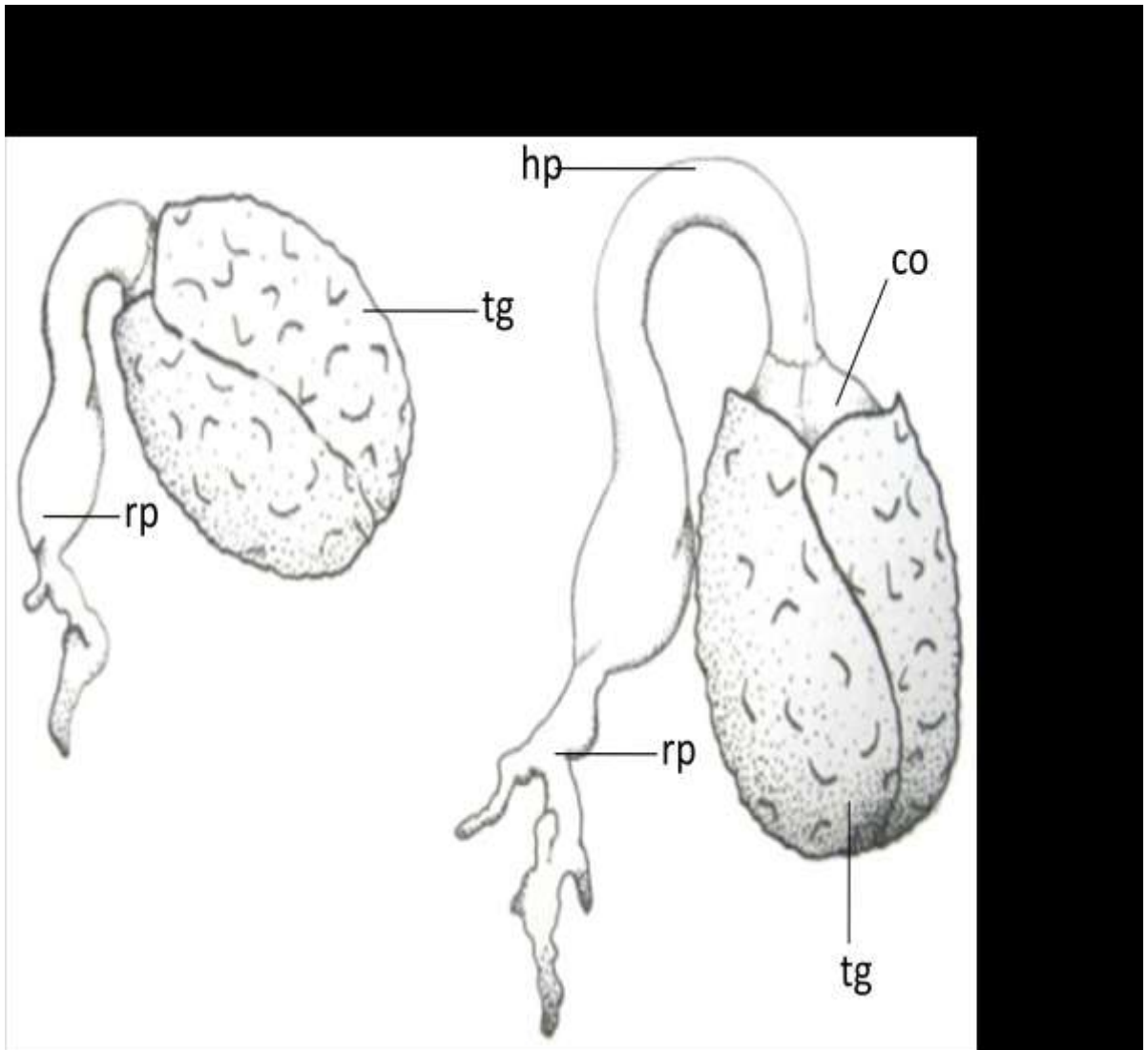
En la (**Figura 13**), se muestra la secuencia de la germinación completa para la especie en estudio.

Las hojas cotiledonares o embrionales permanecen funcionales por un periodo de 70 días aproximadamente, espacio durante el cual se tornan de color amarillo hasta su completo marchitamiento, que cuando caen del tallo deja ver una pequeña cicatriz.

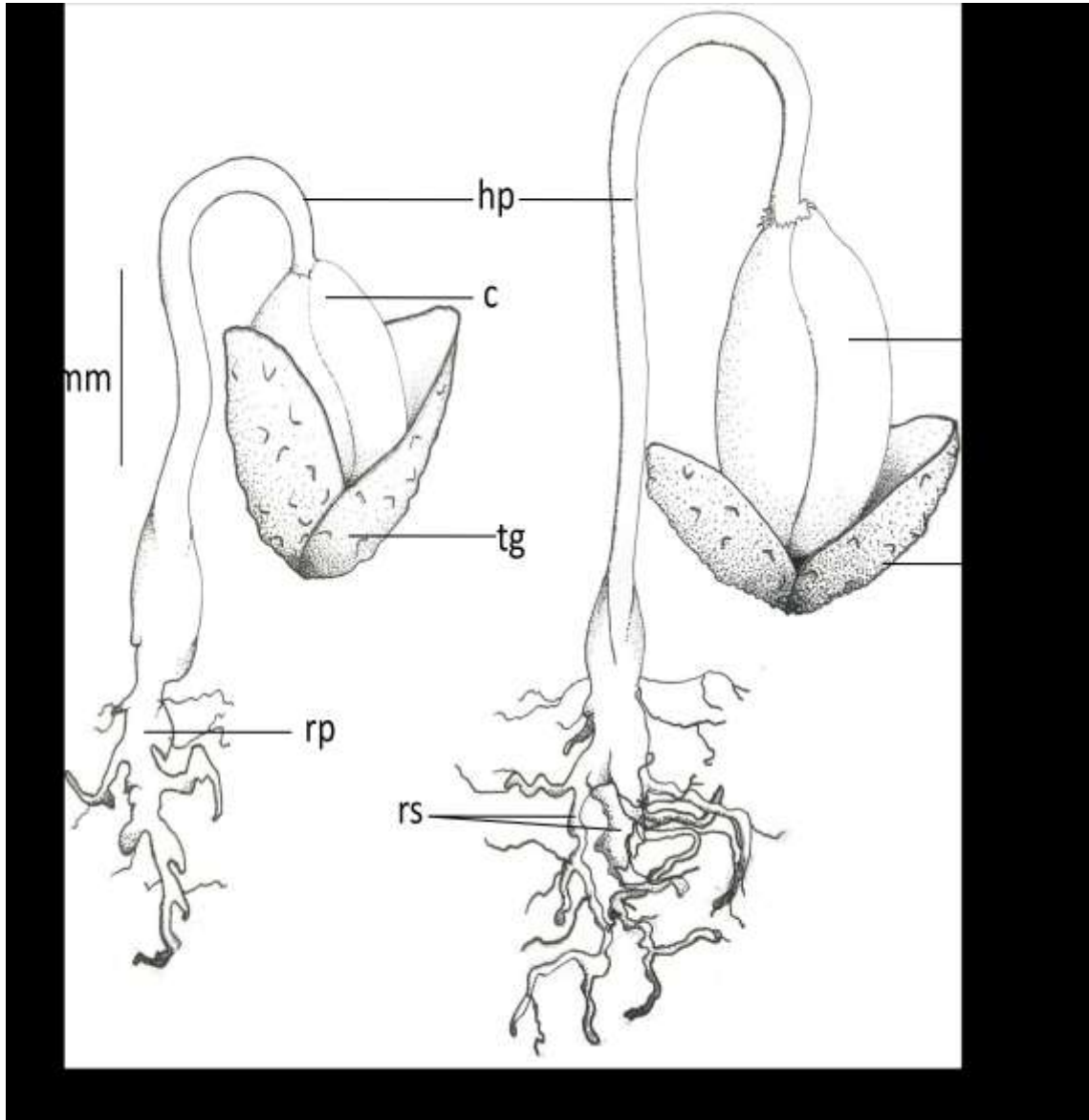
**Figura 4.** Morfología de hojas. **A:** hojas embrionarias o cotiledonares, **B:** haz del nomófilo. **C:** envés de nomófilo. a: ápice, n: nervadura, m: margen, b: base.



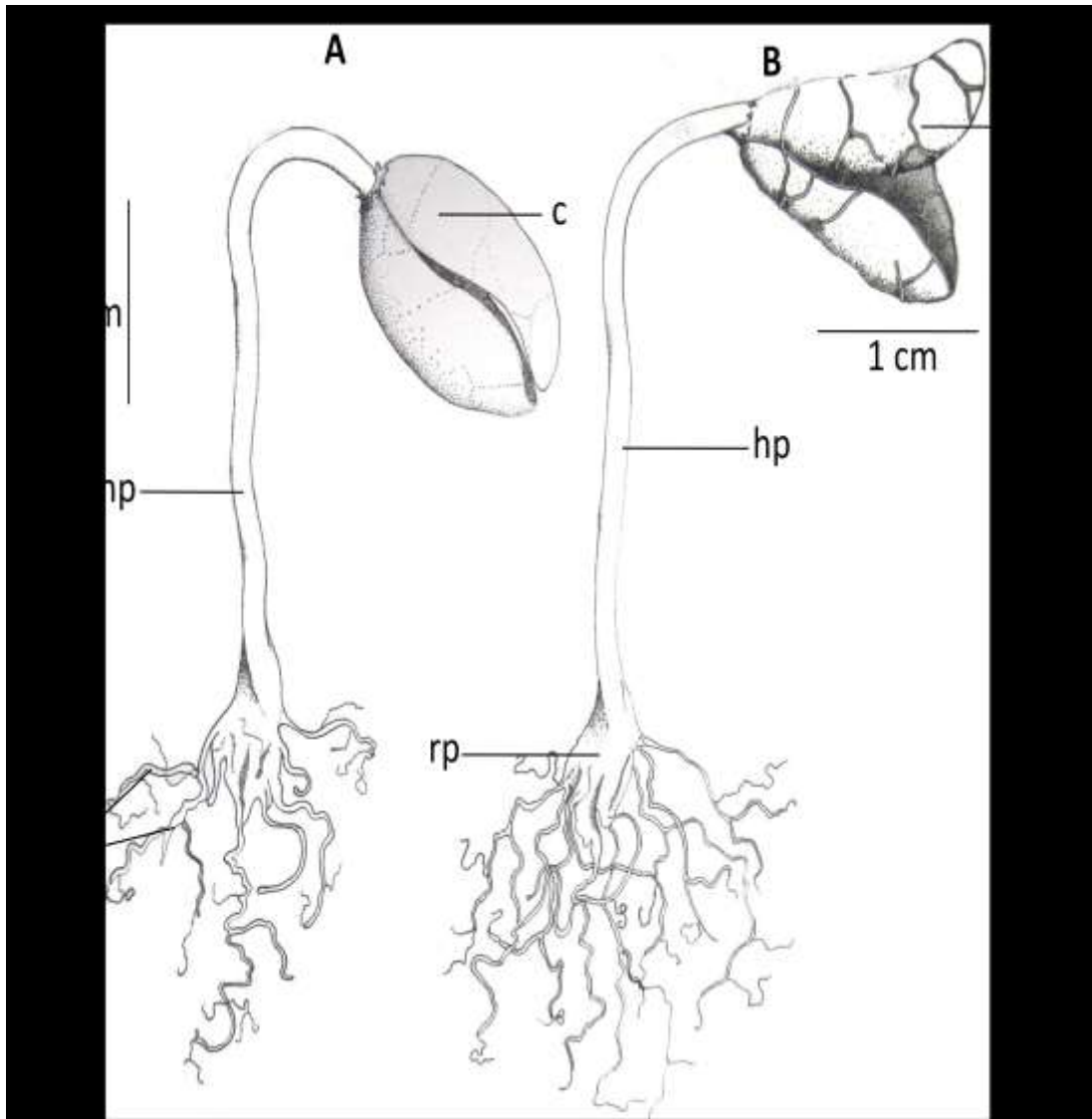
**Figura 5.** Emergencia de raíz primaria de *Alchornea latifolia*. **A:** morfología de raíz primaria. **B:** alargamiento de las raíces secundarias. **hp:** hipocotilo, **co:** cotiledón, **tg:** tegumento, **rp:** raíz primaria.



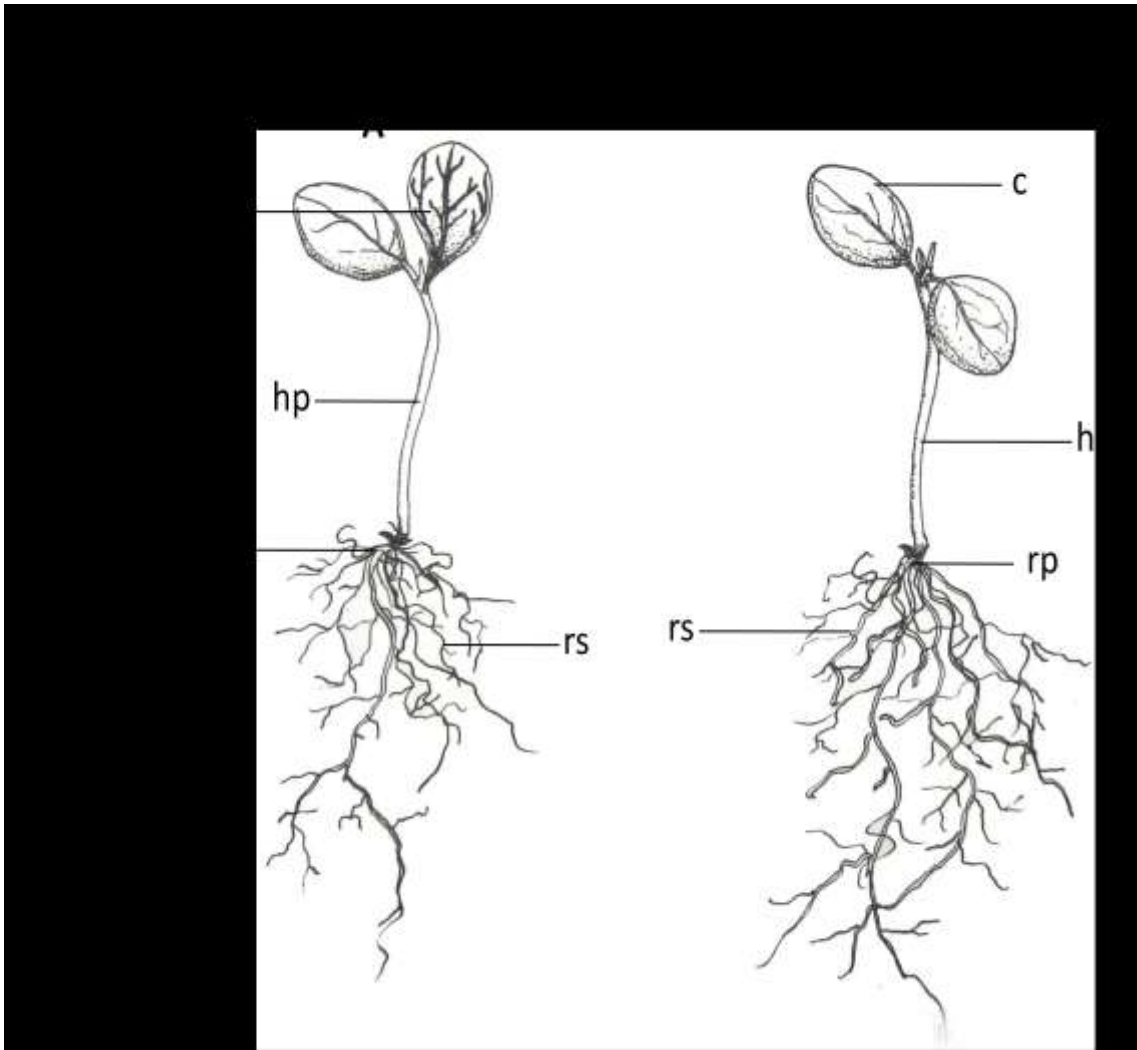
**Figura 6.** Desarrollo de raíz primaria de *Alchornea latifolia*. **A:** alargamiento del hipocotilo. **B:** emisión de las raíces secundarias. **hp:** hipocotilo, **c:** cotiledon, **tg:** tegumento, **rp:** raíz primaria, **rs:** raíces secundarias.



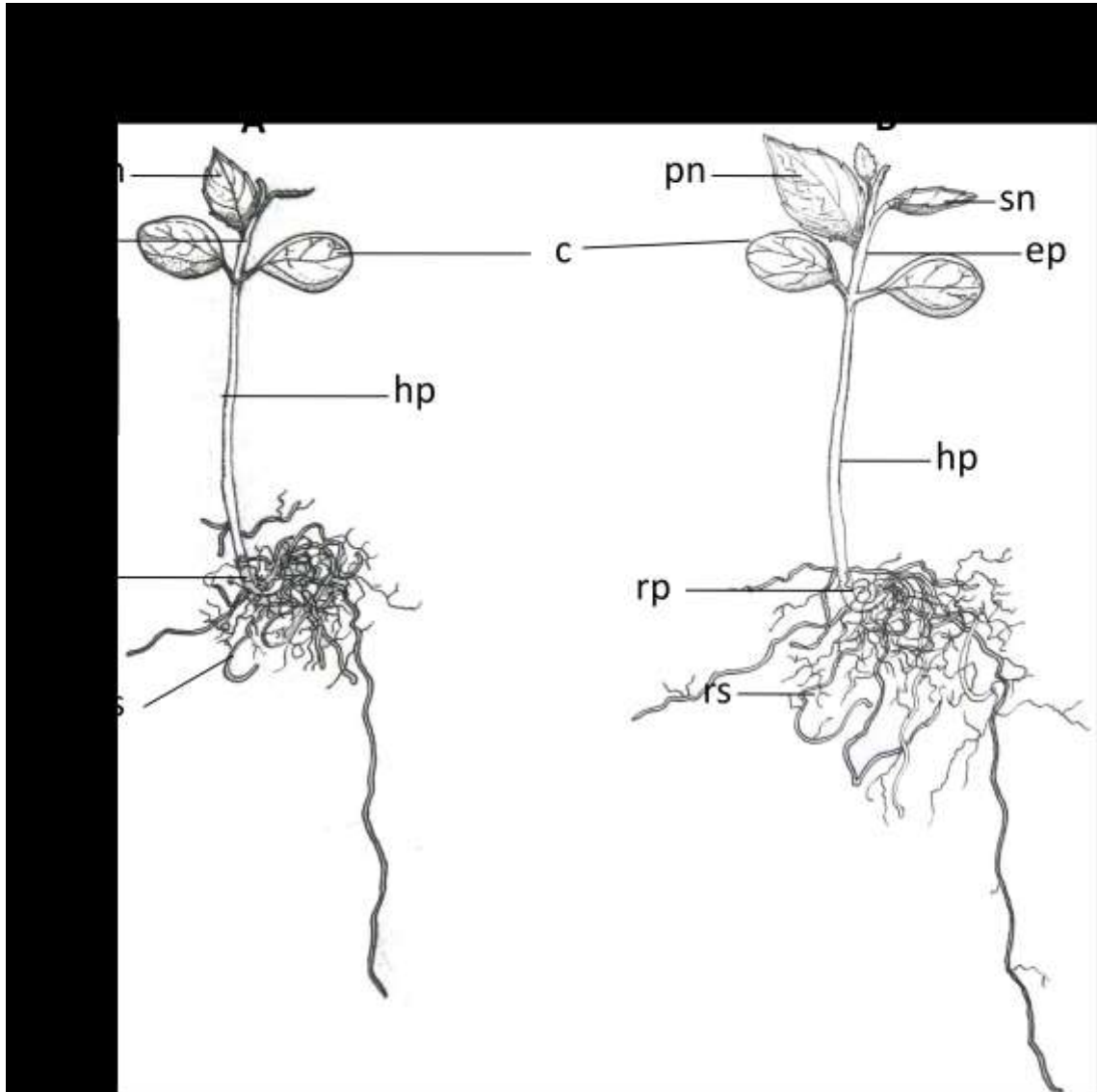
**Figura 7.** Hojas cotiledonares *Alchornea latifolia*. **A-B:** emergencia y apertura de hojas cotiledonares. **hp:** hipocotilo **rp:** raíz primaria **rs:** raíces secundarias. **c:** hojas cotiledonares.



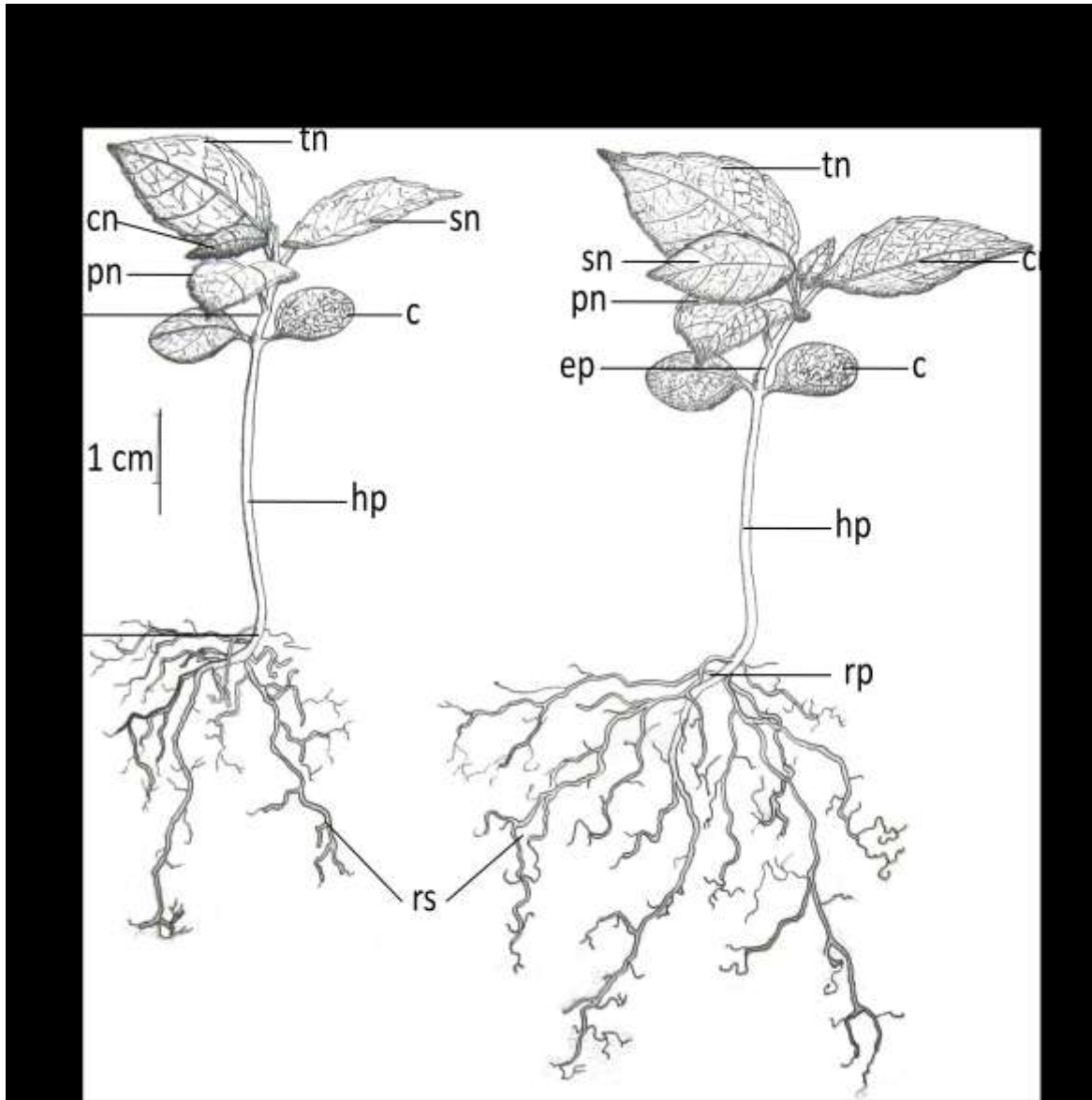
**Figura 8.** Hojas cotiledonares de *Alchornea latifolia*. **A-B:** apertura total de hojas cotiledonares. **hp:** hipocotilo, **rp:** raíz primaria, **rs:** raíces secundarias, **c:** hojas cotiledonares.



**Figura 9.** Epicótilo y primer nomófilo de *Alchornea latifolia*. **A-B:** secuencia de la morfología, emisión del epicótilo y nomófilos. **hp:** hipócotilo, **ep:** epicótilo, **rp:** raíces primarias, **rs:** raíces secundarias, **pn:** primer nomófilo, **sn:** segundo nomófilo, **c:** hojas cotiledonares.

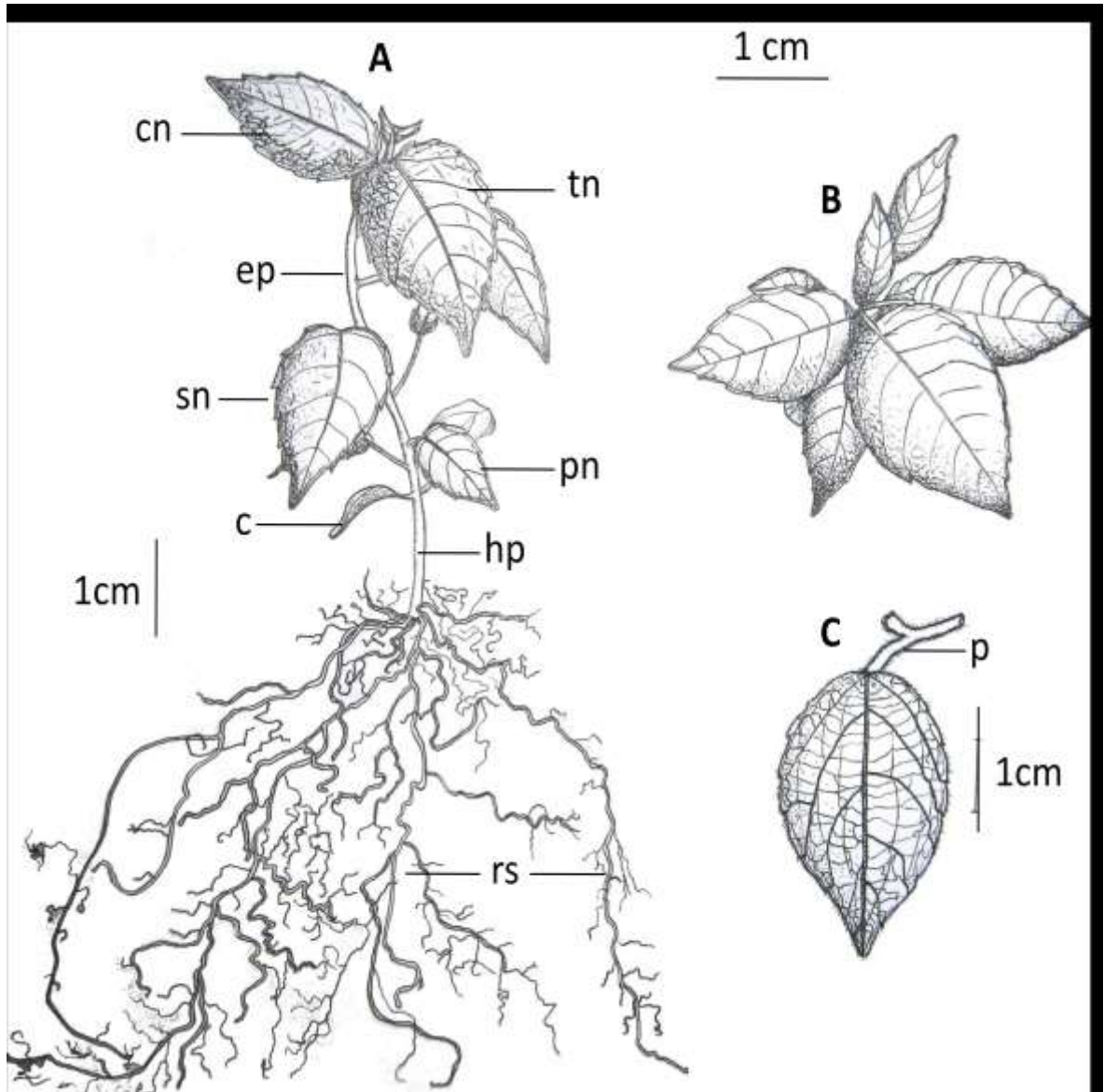


**Figura 10.** Nomófilos de *Alchornea latifolia*. **A-B:** morfología y emisión de nomófilos. **hp:** hipocotilo, **ep:** epicótilo, **rp:** raíz primaria, **rs:** raíz secundaria, **pn:** primer nomófilo **sn:** segundo nomófilo, **tn:** tercer nomófilo, **cn:** cuarto nomófilo.

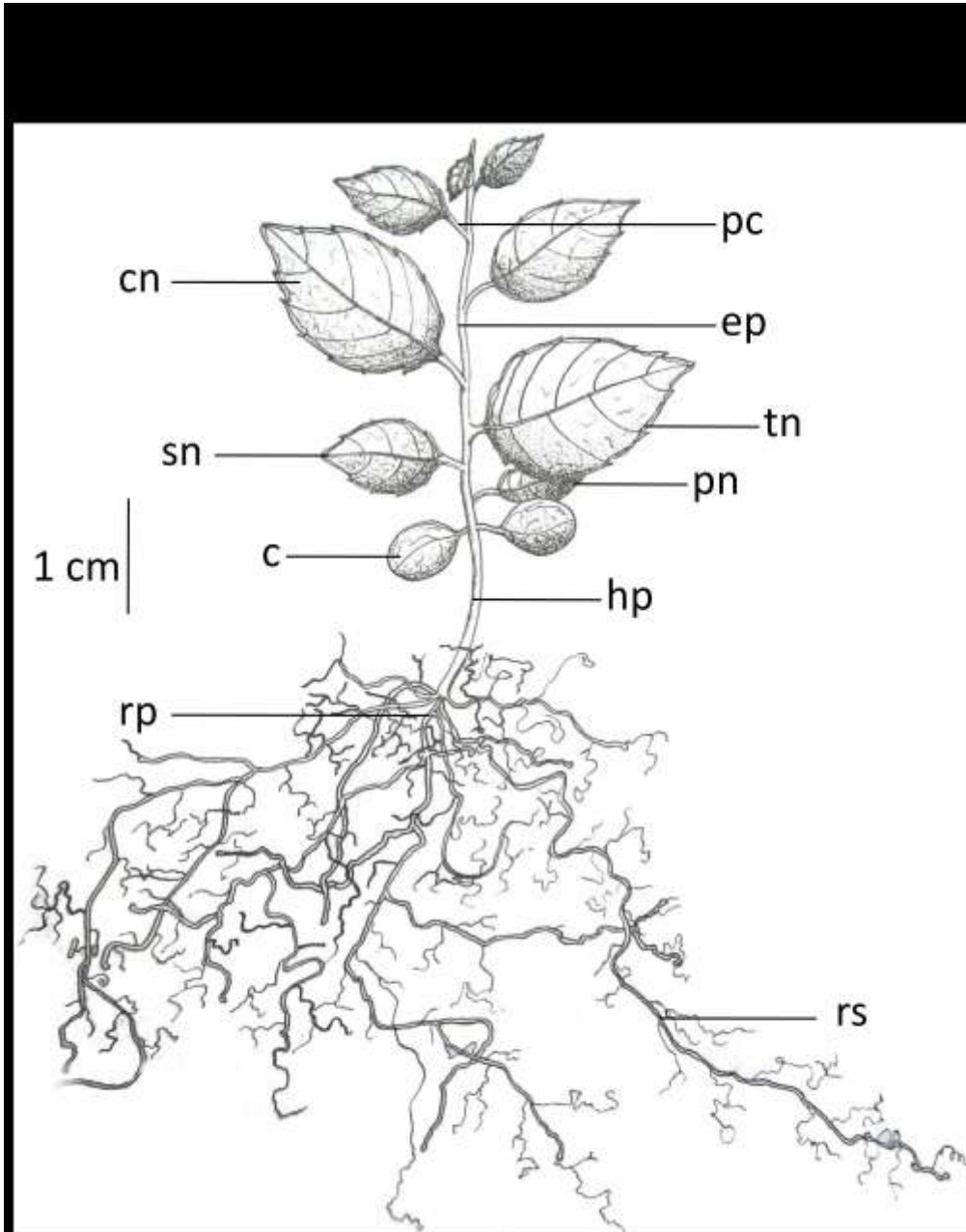




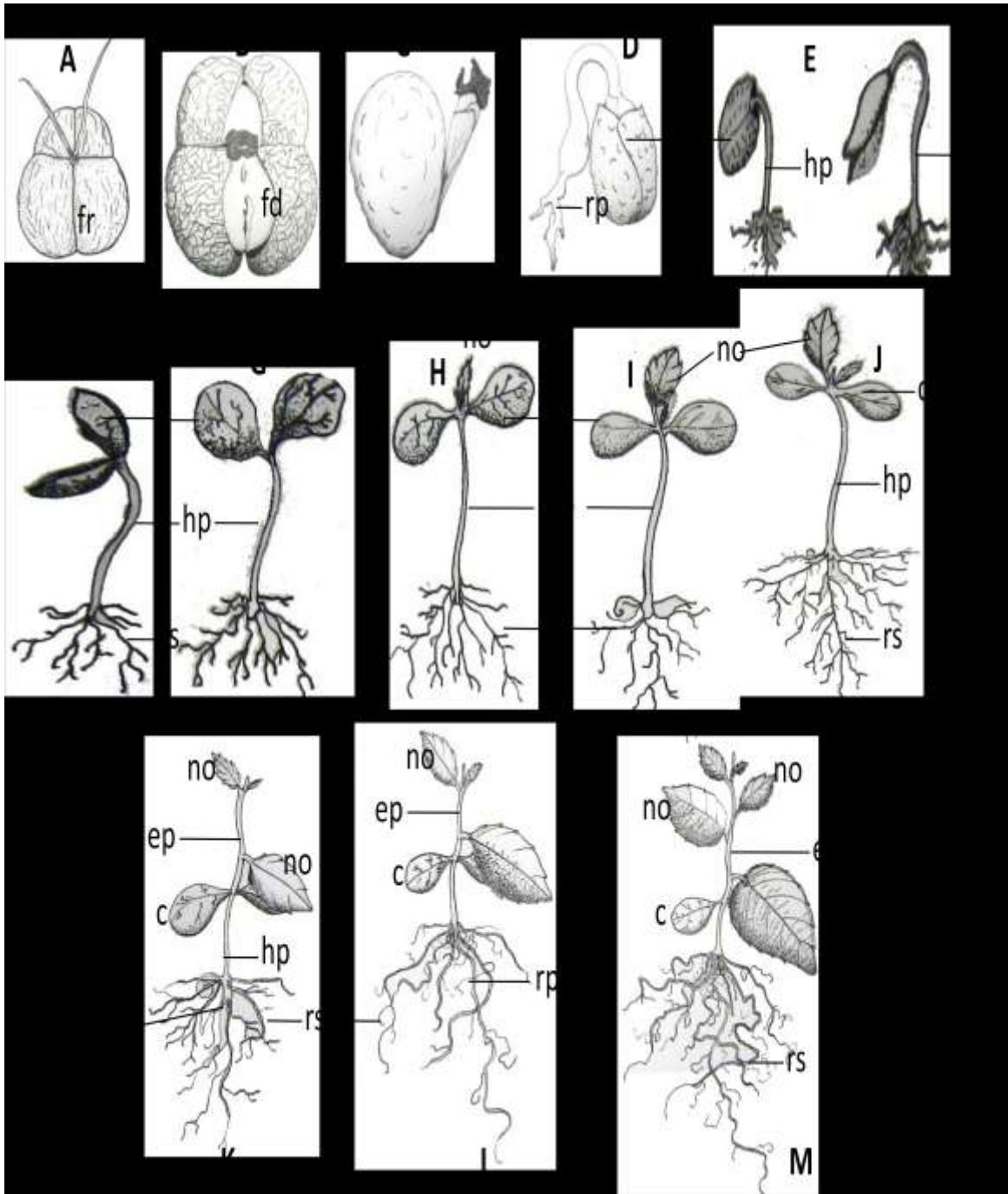
**Figura 11.** Morfología de plántula *Alchornea latifolia*. **A:** plántula de 120 días. **B:** plántula vista desde el ápice. **C:** detalle de hoja o nomófilo. **hp:** hipocotilo **ep:** epicótilo, **rp:** raíz primaria, **rs:** raíz secundaria, **c:** hojas cotiledonares, **p:** peciolo, **pn:** primer nomófilo, **sn:** segundo nomófilo, **tn:** tercer nomófilo, **cn:** cuarto nomófilo.



**Figura 12.** Morfología de plántula *Alchornea latifolia*. **A:** morfología de la plántula **hp:** hipocotilo, **ep:** epicótilo, **rp:** raíz primaria, **rs:** raíces secundarias, **c:** hojas cotiledonares, **pn:** primer nomófilo, **sn:** segundo nomófilo, **tn:** tercer nomófilo, **cn:** cuarto nomófilo, **pc:** peciolo.



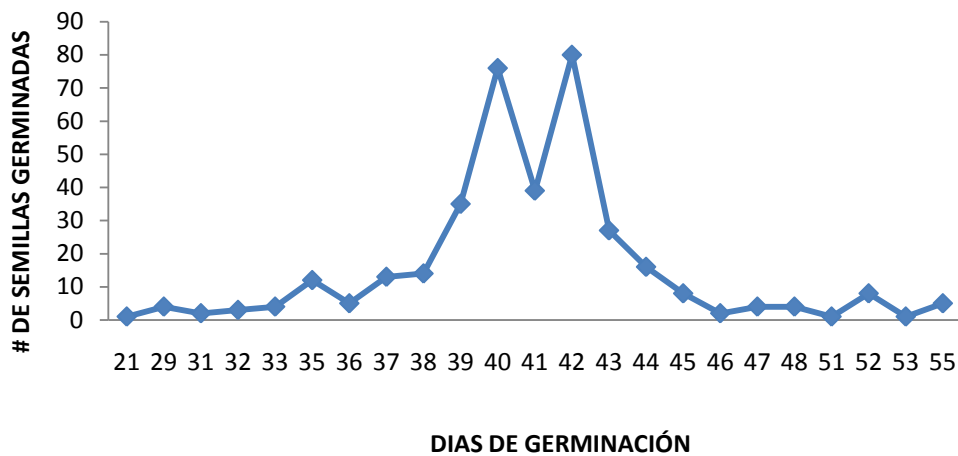
**Figura 13.** Secuencia de la germinación y plántula. **A-B:** fr: fruto fd: fruto en dehiscencia; **C:** semilla **D-M** fases de desarrollo. **rp:** raíz primaria **rs:** raíces secundarias, **hp:** hipocotilo, **ep:** epicótilo, **c:** hojas cotiledonares, **no:** nomófilos



## 5.4 GERMINACION Y DESARROLLO DE PLÁNTULA

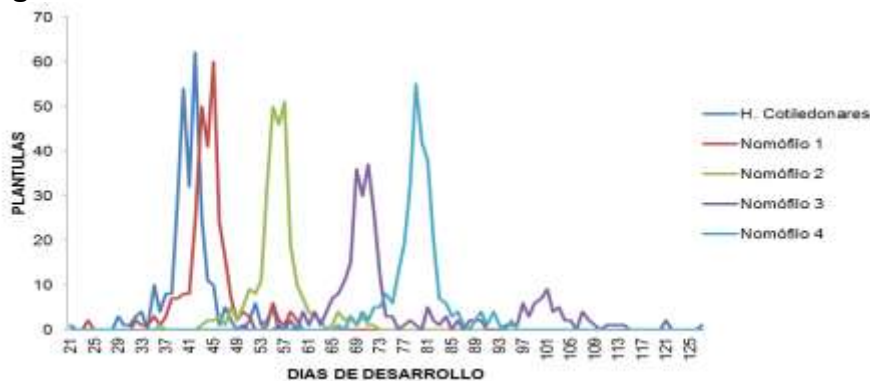
La **Figura 14** muestra el proceso de germinación de las semillas, el cual inicio el día 21 de mayo de 2012 y finalizo el día 55 después de la siembra. Se observa que el comportamiento no es homogéneo; existe un fuerte incremento en la pendiente a partir del día 40, un descenso el día 41 y nuevamente un incremento el día 42.

**Figura 14.** Germinación de semillas *Alchornea latifolia*.



Este trabajo describe 3 estados de desarrollo (**Figura 13**); el primero denominado estado de hojas embrionarias o cotiledonares cuya máxima expresión se identifica en el día 42; el segundo haciendo alusión al nomófilo 1 y 2 con picos altos en el día 47 y 58 respectivamente; el tercero entre los nomófilos 3 y 4 con picos máximos en el día 72 y 81.

**Figura 15.** Estados de desarrollo.



## 5.5. EJE DE LA PLÁNTULA

### Epicotilo vs hipocótilo

En la **Tabla 2** se muestra los resultados de estadística descriptiva; con base en esta tabla, se procede a realizar una prueba de W Wilcoxon (**Tabla 3**), encontrando diferencias significativas tanto para el diámetro ( $P \leq 0,05$ ) como para la longitud ( $P \leq 0,05$ ) entre el Epicotilo e Hipocotilo.

**Tabla 2.** Resultados descriptivos de longitud y diámetro (cm) del Epicótilo (**E**) e Hipocótilo (**H**) coeficiente de variación (**CV**).

Variables	Estadística descriptiva				
		Media	Desv. Tip.	CV	Inter. Cofia
Longitud	Eje E	6,598	2,059	31,201	6,33-6,83
	Eje H	31,137	3,908	12,551	30,13-30,68
Diametro	Eje E	1,672	,046	2,737	1,66-1,67
	Eje H	1,405	,084	6,002	1,39-1,41

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.** Prueba no paramétrica **W Wilcoxon** para Epicótilo (**E**) e Hipocótilo (**H**). Se relaciona la longitud y diámetro entre los ejes.

Estadísticos de contraste(c)		
	Diametro Eje E-H	Longitud Eje E-H
Z	-14,7605 <sup>a</sup>	-14,7627 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	0,001	0,001
a. Basado en los rangos negativos		
c. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.		

Fuente: Elaboración propia

## 5.6 DIFERENCIACION FOLIAR

### Hojas cotiledonares, nomófilos.

En la **Tabla 4** se muestran los resultados de estadística descriptiva de todos los estados de desarrollo. La mayor longitud y ancho de la hoja se observa en el

nomófilo. Al comparar los 290 individuos, los nomófilos 3 y 4 presentan la mayor variación en términos de desviación y coeficiente de variación (**CV**).

**Tabla 4.** Estadística descriptiva entre longitud vs ancho de hoja en cada estado de desarrollo. Coeficiente de variación (**CV**). D (Hoja Derecha), I (hoja izquierda).

Variables	Estadística Descriptiva				
	Media	Desvi. Tip.	CV	Inter. Confia	
Longitud D	H. Cotiledonares	16,4192	1,75076	10,66287	16,21-16,62
	Nomófilo 1	32,3904	3,55058	10,96182	31,98-32,80
	Nomófilo 3	51,0468	11,71663	22,95275	49,69-52,40
Longitud I	H. Cotiledonares	16,4306	1,74309	10,60878	16,22-16,63
	Nomófilo 2	30,6048	4,49237	14,67862	30,08-31,12
	Nomófilo 4	47,5660	12,57823	26,44376	46,10-49,02
Ancho D	H. Cotiledonares	11,5594	1,08879	9,419071	11,43-11,68
	Nomófilo 1	14,8568	1,50187	10,10897	14,68-15,03
	Nomófilo 3	23,0881	6,23389	27,00043	22,36-23,80
Ancho I	H. Cotiledonares	11,5634	1,08857	9,413897	11,43-11,68
	Nomófilo 2	14,1363	2,40702	17,02727	13,85-14,41
	Nomófilo 4	21,8869	6,54656	29,91085	21,12-22,64

Fuente: Elaboración propia

Para comparar hojas cotiledonares entre sí, nomófilo 1 vs nomofilo 2, nomófilo 3 vs nomófilo 4, se aplica una prueba no paramétrica de Wilcoxon (**Tabla 5**); no se encontraron diferencias significativas entre el ancho y la longitud de las hojas cotiledonares ( $p \geq 0,05$ ); respecto a los otros estados de desarrollo, si existe diferencia significativa entre estas 2 medidas morfológicas, con un  $p \leq 0,05$ .

**Tabla 5.** Prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se contrastan la longitud y ancho entre pares (Hojas cotiledonares; nomófilo 1 y 2; nomófilo 3 y 4). D (Hoja derecha), I (Hoja izquierda).

	Estadísticos de contraste (.C)					
	Long. H. Cotiledonares	Anch. H. Cotiledonares	Long. A Nomófilo 1-2	Anch. A Nomófilo 1-2	Long. B Nomófilo 3-4	Anch. B Nomófilo 3-4
Z	0	0 <sup>a</sup>	-4,804 <sup>b</sup>	-3,985 <sup>b</sup>	-6,4 <sup>b</sup>	-5,561 <sup>b</sup>
Sig. Asintót. (bilateral)	1	1	0,001	0,001	0,001	0,001

a. La suma de rangos negativos es igual a la suma de rango positivos

b. Basado en los rango positivos

c. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 6** se comparan las longitudes y ancho de todos los estados de desarrollo de la plántula, encontrando diferencia significativa con un  $p \leq 0,05$ ; estas diferencias significativas se pueden observar en la gráfica de dispersión (**Figura 16 y 17**), donde se ubica en el eje **Y** longitud (D-I) y en el eje **X** ancho (D-I) de los estados de desarrollo (Hojas cotiledonares, Grupo A y Grupo B; se observa que a medida que los estados de desarrollo avanzan, existe una mayor variabilidad o dispersión de datos principalmente en el Grupo B (Nomófilos 3-4).

**Tabla 6.** Prueba no paramétrica de Friedman. Se contrastan las hojas cotiledonares y los nomófilos respecto a las medidas de dimensión, longitud y ancho. D (Hoja derecha), I (Hoja izquierda).

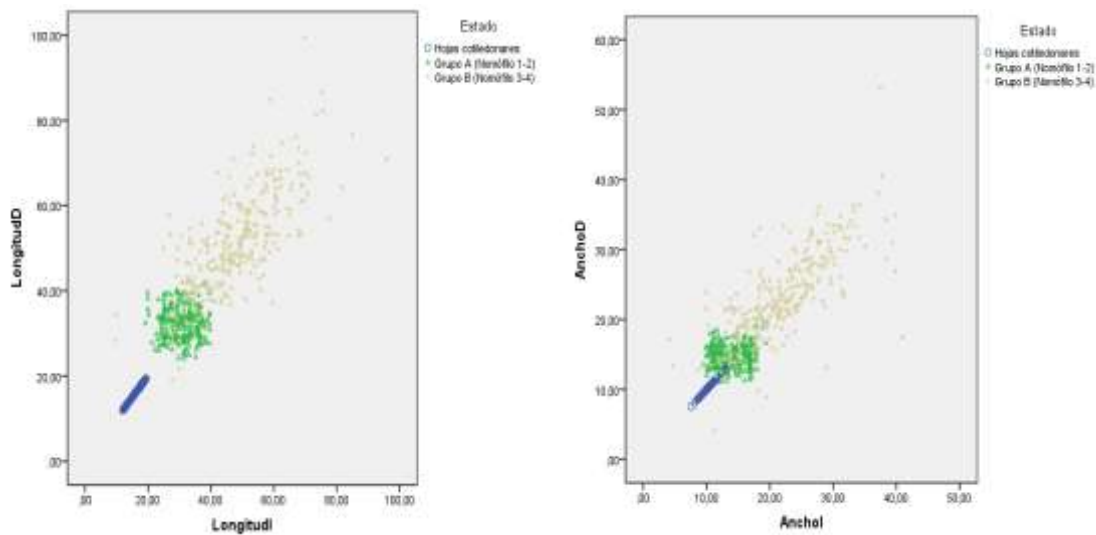
	Estadístico de contraste a,b			
	Long. D	Long. I	Anch. D	Anch. I
	H. Coti-Nom1-Nom3	H. Coti-Nom2-Nom4	H. Cot-Nom1-Nom3	H. Cot-Nom2-Nom4
N	290	290	290	290
Chi-Cuadrado	553,352	488,407	465,041	355,017
gl	2	2	2	2
Sig. Asintót.	0,001	0,001	0,001	0,001

a. Prueba de Friedman

b. Variable de agrupación: Estado (Hojas cotiledonares, Nomófilo 1, 2, 3, 4)

Fuente: Elaboración propia

**Figura 16-17.** Gráficas de dispersión para los variables longitud y ancho (D=Derecha; I=Izquierda). Se relacionan los datos entre variables observando la distribución de valores de acuerdo al estado de desarrollo.





## 6. DISCUSION

Según los resultados del presente trabajo y corroborando la descripción hecha por Murillo y Franco (1995), Maya y Agudelo (2010), Mahecha *et al.* (2004), sobre algunas características morfológicas del fruto de *Alchornea latifolia*, se reafirma que se origina en panículas de tipo capsula, dehiscente, bilobulado, textura lisa, estilos persistentes, adicional a esto y según lo observado en el presente trabajo los estilos se sitúan en el ápice del fruto, son largos, y con forma de antena, de 2 cm a 3 cm, según Barroso *et al.*,(1999), en la familia Euphorbiaceae el cáliz y los estilos generalmente persisten en los frutos, presentan formas y dimensiones variables; asegura también que otras estructuras persistentes pueden servir de marcas para identificar taxones.

Maya y Agudelo (2010), afirman que el fruto es de color verde en estado inmaduro y negro brillante en la madurez, algo que difiere a lo descrito en el presente trabajo, ya que se observó de color vinotinto brillante o lustroso en estado maduro; esto muestra la variabilidad existente en el fruto para este carácter en diferentes regiones de Colombia. Se sabe que el cambio de color es una de las características más notorias en muchos frutos durante su maduración y por esta razón se utiliza como principal criterio para definir su estado. Según Kays (2004), la transformación más importante es la degradación del color verde, la cual está asociada con la síntesis o desenmascaramiento de pigmentos, cuyos colores oscilan entre el amarillo (carotenoides) y el rojo-morado (antocianinas). La madurez de un fruto desencadena procesos o mecanismos que tiene como principal objetivo expulsar la semilla, y del mismo modo dar paso a su germinación.

En términos de fruto, la descripción de *Alchornea latifolia* expuesto en este trabajo, es muy similar a la descripción hecha para la especie *Alchorena triplinervia*; según Barroso *et al.*(1999), presenta un fruto tipo capsula circundante, con forma globosa y aberturas en el contorno del fruto, la cual comienza a abrirse lateralmente de abajo hacia arriba sobre la nervadura media de los carpelos, formando dos valvas más o menos cóncavas, más largas que anchas; este proceso ocurre una vez el fruto ha llegado a su madurez; su fruto es originado de un ovario ínfero, bicarpelar bilocular, levemente deprimido. Afirma también, que los frutos son dehiscentes en razón de su estructura anatómica y no por un propósito especial. A medida que el fruto se aproxima a la maduración, el pericarpio se torna seco, el resecamiento diferencial de las paredes parenquimáticas y esclerenquimáticas del pericarpio crea tensiones que determinan la apertura de folículo a lo largo de la línea de unión de los carpelos. Roth (1977) en Barroso (1999) plantea que la dehiscencia implica formación de tejidos de separación y requieren una estructura especial de todo el pericarpio, como diferenciación de tejidos duros y blandos, y un arreglo



especial de células. Los mecanismos de dehiscencia están basados en general, en movimientos de tejidos vivos o muertos.

Con respecto a los resultados obtenidos en el estudio morfológico de semilla, de igual forma se corrobora la descripción hecha por Murillo y Franco (1995), sobre algunas características morfológicas; se plantea que la semilla es plano convexa, superficie muriculada de color pardo claro y con un arilo rojizo, observaciones que coinciden con Maya y Agudelo (2010). Aunque existe una controversia en la superficie de la semilla, ya que Maya y Agudelo (2010) afirman que la superficie es lisa. Los resultados de este trabajo adicionan información, para la descripción de la semilla, encontrando estrías longitudinales, endospermo con consistencia dura, color blanco crema, el cual ocupa gran parte de la semilla; el embrión se ubica en el centro, con forma semi-recta, de color blanco y consistencia blanda. Barroso *et al.* (1999) plantea que, con excepción de *Amanoa* e *Discocarpus*, todas las semillas de las Euphorbiaceae tienen abundante endospermo, carnosos ricos en reservas de aceite; El embrión es recto con cotiledones planos, membranáceos redondos con nerviación marcada y el eje del hipocotilo cilíndrico y recto.

También se observó que el arilo rodea completamente la semilla, de color rojo lustroso o brillante lo que lo hace muy vistoso y llamativo, según Flores (1999), contienen, usualmente, compuestos que no se encuentran en la planta y al parecer tiene importancia en la dispersión de la semilla por endozoocoria. Según Armesto (1987), citado por Fletcher (2007), las especies que desarrollan frutos carnosos como bayas o drupas y semillas ariladas o con propágulos, de colores llamativos son mucho más comunes dentro de los bosques maduros y secundarios, los cuales están directamente relacionados con la zoocoria. Las semillas ariladas son más abundantes en especies de regiones tropicales y subtropicales que en regiones frías y templadas (Fletcher, 2007).

Tanto las semillas como los frutos de *Alchornea latifolia* tienen dimensiones relativamente pequeñas. Los valores de la desviación estándar fueron bajos, lo que indica la relativa homogeneidad de la muestra obtenida. Las mayores variaciones se encontraron para las características de las semillas, dentro de las cuales el fruto tiene la mayor variación.

La germinación bajo condiciones de invernadero apenas alcanzó el 29%, relativamente bajo si se compara con el 72 % de viabilidad logrado en la prueba de tetrazolio. Esta diferencia podría estar dada porque las semillas no fueron sembradas inmediatamente después de su recolección y estuvieron expuestas a condiciones de transporte y de almacenamiento ó porque no se realizaron pretratamientos como el sugerido por Francis (1993) de cribación o por lo que sucede en condiciones naturales al pasar por el tracto digestivo de los dispersores.

Por lo anterior puede decirse que la germinación en el vivero fue baja debido a que las condiciones de temperatura a las que fueron sometidas las semillas no eran las más adecuadas.

La representación gráfica del proceso de germinación presentó un comportamiento irregular, pues se observaron ascensos y descensos desordenados. Grinbergs *et al.*, (1986) en: Barton (1953) plantea que esta germinación irregular, a saltos, se presenta a menudo en plantas silvestres no cultivadas y muchas veces asegura la sobrevivencia de la especie. Se debe tener en cuenta que no se maneja ningún tipo de tratamiento para que la germinación se diera de forma natural. Wahtley *et al.*, (2004) en: Santos (2008) plantean que para las especies cuyas semillas consiguen germinar en condiciones de baja luminosidad el crecimiento siguiente de la plántula es muchas veces lento hasta que se halla formado un punto de entrada de luz. Normalmente estas especies poseen semillas con gran cantidad de reserva, que posibilita el desarrollo de las plántulas durante este periodo crítico, en que hay poca luz.

De acuerdo con Correa (2012), cada especie y variedad tiene sus requisitos y éstos están determinados por factores hereditarios y por las condiciones bajo las cuales se forma la semilla. Parece existir correlación entre los factores ambientales y las condiciones ecológicas del hábitat de la planta. Los factores ambientales más importantes que afectan el proceso son el agua, la temperatura, los gases y en algunas semillas la luz; todos interactúan, ninguno actúa independientemente de los demás (Correa, 2002). La importancia de la madurez del embrión y las modificaciones que debe presentar la testa, para que las condiciones anteriores puedan influir sobre el desarrollo de la nueva planta; ya que muchas veces aunque las condiciones sean óptimas el proceso no se inicia hasta que los requerimientos morfológicos de la estructura seminal no sean los propicios.

El desarrollo de la plántula de *Alchornea latifolia* se da después de que la raíz primaria ha emergido, el **hipocotilo** se alarga y durante este proceso de elongación se curva, de esta manera se protege al delicado ápice caulinar de posibles daños, ya que es arrastrado en vez de ser empujado a través del suelo, la curva o gancho (como se suele llamar), alcanza la superficie del suelo, se endereza elevando los cotiledones y la plúmula por encima del nivel del suelo. Tal razón explica por qué el hipocótilo presentó mayor tamaño en longitud y menor diámetro.

Las hojas embrionarias o cotiledonares son opuestas, tienen igual forma y tamaño además son muy persistentes o duraderas, caen tardíamente debido al aumento del grosor del hipocótilo.

Los nomófilos presentaron iguales características morfológicas, aunque difieren en tamaño y color; los nomófilos ubicados en la parte superior de la plántula presentaron un mayor tamaño y un color más oscuro en el haz de la lámina, y su desarrollo es mucho más rápido; además en algunas de las estructuras de las plántulas presentaron partes de color rojo. Según Guardiola (1990), la superficie foliar total de la planta y la distribución espacial y geométrica del follaje, determinan junto a la eficacia de las hojas, la capacidad fotosintética total de la planta. La distribución espacial y la geometría del follaje tienen una importancia particular por las diferencias en la radiación que reciben las hojas en función de su posición en la planta, que hace que mientras aquellas en posición más favorable (las más externas del follaje, normalmente las más jóvenes) pueden recibir una radiación saturante desde el punto de vista fotosintético; las situadas internamente están lejos del punto de saturación y aun su fijación neta de CO<sub>2</sub> puede ser negativa. Una distribución e inserción de las hojas en el tallo que permitan una penetración mayor de la radiación hacia el interior de la planta aumentan la fotosíntesis total de esta; este carácter determinado genéticamente, provoca parte de las diferencias en fotosíntesis total entre variedades o cultivares de una misma especie (Guardiola, 1990).

Durante la germinación y el posterior desarrollo de la plántula, los nutrientes almacenados en los cotiledones se dirigen y se transportan a las partes de la joven plántula que están creciendo. Gradualmente los cotiledones disminuyen de tamaño, se debilitan se marchitan y eventualmente caen. Entonces la plántula ya se ha establecido; esto es, ya no dependerá de las reservas de los cotiledones para su nutrición. La plántula se ha convertido en un organismo autótrofo fotosintetizador. El tiempo que transcurre entre la germinación de la semilla y el establecimiento de la plántula como un organismo independiente es la fase más decisiva en la vida de la planta.

***Alchornea latifolia*** se caracteriza por presentar una amplia variación foliar, tanto en la forma como en tamaño y el tipo de venación (bronquidodroma y actinodroma en algunos individuos) Secco (2004).

## 7. CONCLUSIONES

- El fruto de *Alchornea latifolia* es de tipo capsula, seco, dehiscente, sésil con forma de globo, superficie lisa, brillante y de coloración verde claro en estado inmaduro, tornándose vino tinto y con apariencia rugosa durante la maduración, con líneas laterales y dorsales que permiten su dehiscencia, presenta estilos apicales, persistentes, en forma de antena. Tiene de dos a tres semillas.
- La semilla, es redonda con dorso convexo y fase ventral, con una cubierta delgada y carnosa de color rojo brillante llamada arilo que la envuelve completamente, con tegumento de color negro grisáceo, consistencia muriculada y estrías longitudinales. Embrión semi-recto de color blanco de consistencia blanda, el endospermo es de color blanco cremoso de consistencia dura ocupa gran lugar dentro de la semilla.
- La germinación de la semilla es de tipo epigea, con emergencia inicial curvada, con cotiledones sésiles, opuestos de color blanco. La plántula presenta numerosas raíces secundarias, cortas, ramificadas, nomófilos simples, alternos de forma lanceolada con ápice acuminado o cuspidado, margen aserrado; base redonda.
- La sucesión foliar en esta especie solo presenta dos tipos de hojas, las hojas cotiledonares, que son opuestas, sésiles, lamina ovada, margen entero ápice obtuso, base redonda con tres nerviaciones y los nomófilos que son alternos, simples, nerviación camptodroma, ápice acuminado a cuspidado base redonda lo cual permite identificar la especie desde su estado de plántula.
- Si se considera la importancia de incluir *Alchornea latifolia* en planes de restauración de ecosistemas, en vista de los múltiples usos potenciales que tiene, resulta muy alentador el comprobar que su reproducción en invernadero es fácil, rápido, y además permite transplantar las plántulas en pocos meses.

## 8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el estudio fenológico y el análisis de poblaciones de la especie *Alchornea latifolia*, que genere información sobre la disponibilidad de recursos a lo largo del año y determinar las estrategias de colecta de frutos, la calidad y cantidad de semillas para la producción de nuevas plántulas y las posibles áreas para utilizar en restauración.
- Debido al bajo porcentaje de germinación de semillas de *A. latifolia* y con el interés que despierta evaluar y comparar dicho proceso en condiciones diferentes a las planteadas en el presente trabajo, se recomienda realizar la germinación con diferentes tratamientos con el objetivo de evaluar y comparar el mejor.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Alcaldía mayor de Popayán. 2002. Plan de ordenamiento territorial del municipio de Popayán (POT), Popayán.
- Añez, L.; Coelho, M.; Albuquerque, M.; Dombroski, J. 2005. Revista Brasileira de Botánica. Sao Paulo, 28 (3): 563-568.
- Barroso, G.; Morim, M.; Peixoto, A.; Ichaso, C. 1999. Frutos y Sementes – Morfología aplicada a sistemática de Dicotiledoneas. Brasil. Editora UFV. Pág. 264-273.
- Barrera, E. 1992. Plántulas de algunas especies leñosas nativas y connaturalizadas del bosque subandino Sylvania-Cundinamarca-Colombia. Agronomía Colombiana. 9:131-160.
- Castañeda, S; Garzón, A.; Cantillo, M.; Torres, M.; Silva, L. 2007. Análisis de la respuesta de ocho especies nativas del bosque alto andino ante dos métodos de propagación. Colombia Forestal. 10(20):79-90.
- Cordeiro, I. 1992. Flora da Serra do Cipo, Minas Gerais: Euphorbiaceae. Boletim de Botanica da Universidade de Sao Paulo. 13:169-217.
- Correa, J. 2002. Fisiología de semillas y plántulas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Pág. 47.
- Cosmo, N.; Nogueira, A.; Lima, J.; Kuniyoshi, Y. 2009. Morfología de fruto, semente e plantula de *Sebastiania commersoniana*, Euphorbiaceae. Floresta 40 (2):419-428.
- Cuatrecasas, J. 1957. The Colombian species of *Tetrorchidium*. Brittonia, 9:76-82.
- De Castro Oliveira E. y Pereira T. 1987. Euphorbiaceae Morfología da germinação de algumas espécies II. Brasileira da Sementes. 9 (1):31-51.
- Departamento técnico administrativo del medio ambiente (DAMA). 2009 protocolo distrital de restauración ecológica. Pág.9.
- Elias, M.; Martinez, M.; Espinosa, S. 2008. Caracteres foliares del género *Alchornea* Sw. Euphorbiaceae en Mesoamerica. Candollea. 63:39-55.

- Fletcher, L. 2007. Caracterización morfológica de frutos y semillas de dicotiledóneas leñosas del cerro Híspala, vereda Híspala, municipio de Puracé, Cauca-Colombia. Trabajo grado, Departamento de Biología, Universidad del Cauca, Colombia. Pág. 238.
- Flores, Vindas, E. 1999. La planta. Estructura y función, vol.2. Libro universitario Regional, Costa Rica. Pag.
- Francis, J. K. *Alchornea latifolia* Sw. Achiotillo.1993.31-35.
- González, J. 2009. Flora digital de la selva. Organización para estudios tropicales.
- Guardiola, J & Garcia, A. 1990. Fisiología Vegetal I :Nutrición y Transporte Grinbergs, E.; Valenzuela, E.; Ramirez, C. 1986.Germinación in nitro de *Gevuina avellana* Moll. (Proteaceae). Bosque 7 (2): 95-101.
- Kays, S. 2004. Postharvest biology. Exon Press, Athens, Georgia. Pag.568.
- Kuniyoshi, Y. 1983. Morfologia da semente e da germinacao de 25 especies arbóreas de uma floresta com Araucaria. Pág. 2.
- Laikon, G. 1942. Prueba topográfico de tetrazolio para la determinación de la viabilidad de semillas.
- Leonhardt, C.; Bueno, O.; Calil, A.; Busnello, A.; Rejane, R. 2008. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia serie botánica. 63 (1): 5-14.
- Mahecha, G.; Ovalle, A.; Camelo, D.; Rozo, A.; & Barrero, D. 2004. Ovalle A., Camelo D., Rozo A., Barrero D. *Vegetación del territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas*. Corporación autónoma regional de Cundinamarca Bogotá, Colombia. pag.
- Martinez, M.; Jiménez, J.; Cruz, R.; Juárez, E.; Garcia, R.; Cervantes, A.; Mejía, R. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México (PARTE B). Anales del instituto de biología. Serie botánica.73:197-219.
- Maya C. y Agudelo C. 2010. Euphorbiaceae del Quindío. Centro de estudios e investigaciones en biodiversidad y biotecnología. Armenia Quindío, Colombia. Pag 10-23.

- Mendoza, H. y Ramírez, B. 2004. Plantas con flores de la planada, guía ilustrada de familias y géneros. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Santafé de Bogotá. Pág. 70.
- Moscoso, F.; Vanegas, C.; Sanchez, J. 1980. Efecto de condiciones ambientales en la germinación. Bogota, D. E. Trabajo de grado. Pag. 12.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia. Pág.87.
- Murillo, J. y Franco, P.1995. Las euforbiáceas de la región de Araracuara. Estudios en la Amazonia Colombiana. Tropenbos Colombia. Pág. 18
- Murillo, J. 1996. El género *Conceveiba* (Euphorbiaceae) en Colombia. *Caldasia*. 18(2): 239-246.
- Murillo, J. 1999<sup>a</sup>. Composición y distribución del género *Croton* (Euphorbiaceae) en Colombia, con cuatro especies nuevas. *Caldasia*. 21(2):41-166.
- Murillo, J. 1999b Revisión Sistemática de la subtribu Conceveibinae (Euphorbiaceae). Tesis de Maestría, Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- Murillo, J. 2004. Las Euphorbiaceae de Colombia. *Biota de Colombia* 5(2):183-200.
- Murillo, J. 2009. El género *Tetrorchidium* (Euphorbiaceae) en Colombia y Ecuador. *Caldasia*. 31(2):213-225.
- Murillo, J.; Berry, P.; Arbelaez, M. 2000. Una Nueva especie de *Crotón* (Euphorbiaceae) de la Guayana Colombiana.
- Oliveira, E. & Pereira, T.1987 Euphorbiaceae morfologia da germinação de algumas espécies. II. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 9 (1):31-51.
- Oliveira, J. 2007. Morfologia, anatomía e desenvolvimento do fruto e semente de *Manihot caerulescens* Pohl. e *M. tripartita* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). *Biota Neotropica*, 13 (2).
- Orozco, F.; Franco, N.; Taborda, L. 2010. Evaluación de tres métodos de escarificación en semillas de algarrobo (*Hymenaea courbaril* L.). *Investigativa Universidad Quindío* 20: 36-41.



- Paoli, A.; Freitas, L.; Barbosa, J. 1995. Caracterizacáo morfológica dos frutos, sementes e plântulas de *Croton floribundus* Spreng e de *Croton urucurana* Baill (Euphorbiaceae). *Brasileira de Sementes*, 17:57-68.
- Pérez, B. 2011. Observaciones sobre la germinación de tres especies del género *Citharexylum* Jacq. Empleadas en restauración ecológica. *Colombia Forestal*. (2):137 -143.
- Raven, P.; Evert, R.; Eichhorn, S. 1992. *Biología de las plantas*. Ed. Reverte.
- Recasens, J. & Conesa, J. 2009. *Malas hierbas en plántula. Guía de identificación*.
- Renteria, S. 1994. *Contribución al conocimiento del genero Alchornea Sw., (Euphorbiaceae), en Colombia*. Trabajo de de grado, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.
- Ricardi M. 1996. Morfología de plántulas de árboles de un bosque montano bajo. *Plantula* 2:1-72.
- Rios, M.; Giraldo, P. Correa D. 2004. *Guía de frutos y semillas de la cuenca media del rio Otún*. Fundación EcoAndina, Wildlife Conservation Society, Colombia. Pag. 218.
- Salles, H. 1987. Expressáo morfológica de sementes e plântulas I. *Cephalocerus fluminensis* (MIQ) Britton e Rose (Cactaceae). *Brasileira de Sementes*, 9:73-81.
- Sánchez O. & Hernández C. 2004. Estudio morfológico de plántulas de Bombacaceae en Quintana Roo, México. *Foresta Veracruzana*, 6:1-6.
- Santos, S. 2008. Germinação, morfologia e sanidade de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* Berg E *Myrceugenia gertii* Landrum–Myrtaceae. Tesis de maestria.
- Secco, R. (2004). Alchorneae (Euphorbiaceae) (Alchornea, Aparisthmium e Conceveiba). *Flora Neotropica monograph* 93. Pág. 108.
- Steinmann V. 2002 Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta botánica Mexicana*, 61:61-93.
- Swartz. O, P. (1788). *Nova genera et especies plantarum seuprodromus*.

- TROPICOS 2012, Disponible en <http://www.tropicos.org/PublicationReferences.aspx?titleid=1050>. Consultado el 24 de febrero 2012
- Valente R, (2001). Comportamento alimentar de aves em *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em rio claro, São Paulo. Iheringia, Sér. Zool. 91: 61-66.
- Vázquez, C.; Batis, A.; Alcocer, M.; Gual, M.; Sánchez, C. 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO Instituto de Ecología, UNAM. Instituto de ecología Universidad Autónoma de México.
- Zevallos, P. & Flores, Y. 2003. Caracterización morfológica de plántulas de "uña de gato" *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Roemer & Schultes) D. C. y *U. guianensis* (Aublet) Gmelin del Bosque Nacional Alexander Humboldt. Ecología Aplicada. 2 (1):41-46.

# **ANEXOS**

**Anexo A:**

Registro de observación para fruto.

<b>FRUTO</b>					
Tamaño	Tipo	Color	Textura	Dehiscencia	# Semillas por fruto

Tomado de Fletcher (2007).

## Anexo B

Registro de observación para semilla.

SEMILLA						
Características externas				Características internas		
Tamaño	Color	Textura	Presencia carúncula	de	forma embrión	de Endospermo

Tomado de Fletcher (2007).



### Anexo D.

Registro de observación para plántulas.

<b>TIPO DE GERMINACION</b>					
Hipogea		Epigea		Semihipogea	
<b>EJE DE LA PLANTULA ( hipocótilo y epicótilo )</b>					
Sección transversal:					
Longitud:			Diámetro:		
Superficie:					
Color:					
Presencia de exudaciones o látex.					
<b>ELEMENTOS FOLIARES (cotiledones, nomófilos)</b>					
Número	Disposición	Duración	Consistencia	Inserción	Divisiones
Forma	Ápice	Base	Márgen	Tamaño	Color
Dirección	Superficie	Marcas o Huellas	Venación	Presencia de Estipulas	Exudaciones

## Anexo E

Disposición de los nomófilos en eje derecho e izquierdo

