

**FENOLOGÍA DE LA ESPECIE *Brownea rosa-de-monte* Bergius,  
EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA SALINAS, CORREGIMIENTO  
LA CARBONERA, MUNICIPIO DE BOLIVAR, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

**DANIEL ALEJANDRO GÓMEZ MOSQUERA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2010**

**FENOLOGÍA DE LA ESPECIE *Brownea rosa-de-monte* Bergius,  
EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA SALINAS, CORREGIMIENTO  
LA CARBONERA, MUNICIPIO DE BOLIVAR, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

**DANIEL ALEJANDRO GÓMEZ MOSQUERA**

**Trabajo de Grado Presentado como Requisito parcial para Optar al Título de Biólogo**

**Director:  
Diego Macías Pinto**

**Asesor:  
Camilo Andrade**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2010**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Giovanni VaronaBalcázar  
Jurado.

---

Hernando Vergara Varela  
Jurado.

---

Diego Macías Pinto  
Director.

**Fecha de sustentación:** 3 de septiembre de 2010

*Para mi padre, mi madre y mi abuela  
Ustedes son mi familia, mis mejores amigos y la inspiración  
para seguir adelante*

*Gracias por su amor, comprensión y confianza brindados  
hacia mi...*

¡Ah qué grande es el mundo a la luz de las lámparas!  
¡Y qué pequeño es a los ojos del recuerdo!

Charles Baudelaire

Pero recuerda...

Llegará un día que nuestros recuerdos  
Serán nuestra riqueza.

Paul Géraldy

## AGRADECIMIENTOS

Son tantas las personas que no hay lugar, tiempo, ni palabras para expresar la gratitud que llevo dentro.

Doy gracias a Dios por la oportunidad de aprender, de equivocarme, por los tropiezos y por todas aquellas oportunidades en las cuales de una u otra manera me levanté y conocí más de mí; oportunidades en las cuales sufrí, pero también reí, en las cuales perdí, pero también gané, en las cuales soñé, pero también desperté.

La universidad es una etapa en la vida que estoy feliz de poder vivirla, de poder sentirla y más importante aún, el de poder aprovecharla. Son tantas las aventuras vividas que al mirar atrás dejan recuerdos imborrables y una sensación de tristeza, pero más importante de felicidad por el logro de un sueño, de un objetivo, de una meta.

Agradezco

*A Dios*, por ser mi guía, por darme valor y por estar siempre a mi lado

*A mis padres*, quienes siempre me han apoyado, sin lo que no hubiera sido posible alcanzar este logro. Gracias papá y mamá por enseñarme, por acompañarme y por creer en mí siempre. Los amo con todo mi corazón.

*A mi abuela*. Eres mi segunda madre, mi mejor amiga y el motivo de alegría por el cumplimiento de este sueño. Gracias abuelita.

*Al profesor Diego Macías Pinto*, por su continua motivación hacia mí, por ser el director de este trabajo de grado. Gracias “profe” por su confianza, guía y apoyo durante el desarrollo y momentos difíciles del proyecto de investigación.

*Universidad del Cauca*, Departamento de Biología.

*Jurados*, Giovanni Varona y Hernando Vergara por su disposición y sugerencias para con este trabajo.

*A mi compañero de trabajo de grado*, Alejandro López. A pesar que no hicimos el trabajo de grado juntos siempre estuvo dispuesto para ayudar en todo lo necesario.

*A mi colega y amigo*, Walter Guzmán por brindarme su amistad, su ayuda incondicional y por enseñarme el valor del compañerismo durante toda la carrera. Especial agradecimientos por las ilustraciones que ayudaron para la elaboración de esta investigación.

*Al profesor Camilo Andrade*, por su valiosa asesoría en la elaboración del documento final y su guía para encontrar el mejor camino en la búsqueda de respuestas a muchas de las preguntas que surgieron durante la realización del trabajo.

Al *Biólogo Fernando Muñoz* por su ayuda en la elaboración del mapa para el área de estudio.

Al *ingeniero Luis Jorge González* por su amable ayuda para la obtención de los datos climatológicos.

*A todas las personas en La Carbonera*, a Diana por ser el contacto y por estar pendiente de mi seguridad durante cada viaje, a Doña Yolima por sus atenciones, su amabilidad y por toda su valiosa ayuda, a Don Rogelio, su esposa e hijos, quienes no tuvieron inconveniente para brindarme su ayuda y por hacerme sentir como parte de la familia durante todo el desarrollo del trabajo de grado. Muchas gracias a todos.

*A Natalia Montoya Caicedo*, una gran persona que nunca tuvo reparo para brindarme su ayuda tanto para la realización de este proyecto como para mi vida personal. Muchas gracias por tu ayuda, tu apoyo y por acompañarme durante todo este tiempo dándome ánimo para no rendirme.

*A mi familia y amigos*, son muchas las personas que intervinieron para la realización de este trabajo de grado. Quiero darles las gracias por todo, por lo bueno y lo malo, de lo cual aprendí y me fue preparando para enfrentarme a los futuros retos que la vida traiga en el camino. Gracias por haberse cruzado en mi camino, por estar en todo lugar sin importar la hora y la distancia, por compartir tantos momentos y por su valiosa compañía en los momentos de duda.

Infinitas gracias por enseñarme que *“una persona puede cambiar el mundo...”*

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	16
<b>1. INTRODUCCION</b>	17
<b>2. OBJETIVOS</b>	19
<b>2.1 OBJETIVO GENERAL</b>	19
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	19
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	20
<b>3.1 FENOLOGÍA EN ARBOLES TROPICALES</b>	20
<b>3.2 DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO <i>Brownea</i> Jacq.</b>	22
3.2.1 Descripción general de la especie <i>Brownea rosa-de-monte</i>	22
<b>4. ÁREA DE ESTUDIO</b>	24
<b>5 METODOS</b>	27
<b>5.1 FENOFASES</b>	28
<b>5.2 ANÁLISIS DE DATOS</b>	29
5.2.1. Análisis de correspondencia bidimensional	29
5.2.2. Análisis de regresión lineal simple	29



	pág.
<b>6. RESULTADOS</b>	31
<b>6.1. DESCRIPCION GENERAL DEL ARBOL PARA EL AREA DE ESTUDIO</b>	31
<b>6.2. CARACTERISTICAS DE LOS INDIVIDUOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO FENOLÓGICO</b>	35
<b>6.3. FASES FENOLÓGICAS DEL PALO CRUZ (<i>B. rosa-de-monte</i>)</b>	35
6.3.1. Foliación	36
6.3.2. Caída de follaje	36
6.3.3. Floración	38
6.3.3.1. Botón dela inflorescencia	38
6.3.3.2. Inflorescencia abierta	41
6.3.4.. Frutos	45
<b>6.4 CARACTERISTICAS DE LAS FENOFASES DEL PALO CRUZ</b>	49
6.4.1 Duración	49
6.4.2. Frecuencia	53
6.4.3. Sincronía	54
6.4.4. Amplitud	55

	pág.
<b>6.5. PARÁMETROS AMBIENTALES</b>	56
6.5.1. Paralelo entre las variables climatológicas con las fenofases	57
<b>6.6. ANALISIS ESTADÍSTICO</b>	60
6.6.1. Análisis de correspondencia	60
6.6.2. Análisis de regresión lineal	61
<b>7. DISCUSION</b>	63
<b>8. CONCLUSIONES</b>	68
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	69
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b>	70
<b>ANEXOS</b>	78

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1</b> Distribución geográfica de <i>Brownea rosa-de-monte</i> Bergius	23
<b>Figura 2</b> Distribución altitudinal de los individuos muestreados de <i>B. rosa-de-monte</i> en el área de estudio	24
<b>Figura 3</b> Área de estudio con los muestreos realizados, corregimiento La carbonera	25
<b>Figura 4</b> Zona de estudio.	26
<b>Figura 5</b> Marcaje de los individuos de <i>B. rosa-de-monte</i>	27
<b>Figura 6</b> Calculo de la altura de los individuos de <i>B. rosa-de-monte</i> .	27
<b>Figura 7</b> Árbol Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> )	31
<b>Figura 8</b> Hojas de <i>B. rosa-de-monte</i> .	32
<b>Figura 9</b> Inflorescencia de <i>B. rosa-de-monte</i> .	32
<b>Figura 10</b> Infrutescencia de <i>B. rosa-de-monte</i>	33
<b>Figura 11</b> Frutos y semillas de <i>B. rosa-de-monte</i>	33
<b>Figura 12</b> Plántulas encontradas en los alrededores de los individuos en estado juvenil de <i>B. rosa-de-monte</i>	34
<b>Figura 13</b> Foliación del Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> )	36
<b>Figura 14</b> Foliación de <i>B. rosa-de-monte</i> entre abril de 2009 y Marzo de 2010.	37
<b>Figura 15</b> Botones de la inflorescencia de <i>B. rosa-de-monte</i> en diferentes etapas de desarrollo.	38
<b>Figura 16</b> Diferenciación de los estados de desarrollo en los botones florales de <i>B. rosa-de-monte</i>	39

	pág.
<b>Figura 17</b> Medidas tomadas para la diferenciación de los estados de desarrollo en los botones de la inflorescencia.	40
<b>Figura 18</b> Medidas tomadas para la diferenciación de los estados de desarrollo en inflorescencias del palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ).	41
<b>Figura 19</b> Estado 1 de la inflorescencia abierta de Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ).	42
<b>Figura 20</b> Estado 2 de la inflorescencia abierta de Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ).	42
<b>Figura 21</b> Estado 3 de la inflorescencia abierta de Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ).	43
<b>Figura 22</b> Estado 4, diferentes etapas de desarrollo de la inflorescencia en este estado de <i>B. rosa-de-monte</i> .	44
<b>Figura 23</b> Medidas tomadas para la diferenciación de los estados de desarrollo en los frutos del palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ).	45
<b>Figura 24</b> Estado 1 de los frutos de Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ).	46
<b>Figura 25</b> Estado 2 de los frutos de Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ).	47
<b>Figura 26</b> Estado 3 de los frutos de Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ).	47
<b>Figura 27</b> Estado 4 de los frutos de Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ).	48
<b>Figura 28</b> Frecuencia general de los individuos de <i>B. rosa-de-monte</i> (N=6), en un bosque seco del municipio de bolívar (Cauca) en un periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010.	53
<b>Figura 29</b> Floración (botones y flores) y fructificación de <i>B. rosa-de-monte</i> en un bosque seco del municipio de Bolívar.	54
<b>Figura 30</b> Amplitud en las diferentes fenofases de los individuos de <i>B. rosa-de-monte</i> (N=6), en un bosque seco del municipio de Bolívar (Cauca), en un periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010.	55
<b>Figura 31</b> Parámetros ambientales para el estudio de Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ), en un periodo comprendido entre enero de 2009 y abril de 2010	57

<b>Figura 32</b>	Análisis de correspondencia entre la aparición de las fenofases de botón de la inflorescencia, floración y fructificación comparadas en un periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010.	61
<b>Figura 33</b>	Análisis de regresión y correlación entre el número de inflorescencias y la precipitación.	62
<b>Figura 34</b>	Análisis de regresión y correlación entre humedad relativa y surgimiento de las inflorescencias y entretemperatura y surgimiento de las infrutescencias.	62

## LISTA DE TABLAS

		Pág.
<b>Tabla 1</b>	Individuos seleccionados para el seguimiento fenológico	35
<b>Tabla 2</b>	Presencia/ausencia de fenofases en palo de cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ).	35
<b>Tabla 3</b>	Medidas tomadas para el seguimiento de los botones de inflorescencias en tronco y ramas de <i>B. rosa-de-monte</i> encontrada en los alrededores de la microcuenca de la quebrada Salinas, municipio de Bolívar (Cauca).	50
<b>Tabla 4</b>	Medidas tomadas para el seguimiento de las inflorescencias abiertas en tronco y ramas de <i>B. rosa-de-monte</i>	51
<b>Tabla 5</b>	Medidas tomadas para el seguimiento de las infrutescencias en tronco de <i>B. rosa-de-monte</i> .	52
<b>Tabla 6</b>	Duración (en días) de las etapas fenológicas de la especie <i>Brownea rosa-de-monte</i>	52
<b>Tabla 7</b>	Amplitud de las fenofases de <i>B. rosa-de-monte</i> , especificada por el predominio de un estado de desarrollo sobre otro en el periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010.	56
<b>Tabla 8</b>	Datos climatológicos y promedio de las estructuras de las fenofases por mes durante el periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010, en un relicto de bosque ubicado en la vereda La carbonera en una zona de vida de bosque seco tropical.	58
<b>Tabla 9</b>	Calendario fenológico de la especie <i>Brownea rosa-de-monte</i> , en el periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010. Estudio realizado en un relicto de bosque ubicado en la vereda La carbonera en una zona de vida de bosque seco tropical.	59
<b>Tabla 10</b>	Tabla de contingencia de la intensidad de las fenofases durante el periodo de abril de 2009 y marzo de 2010.	60

## LISTA DE ANEXOS

	Pag.
<b>ANEXO A.</b> Esquema ilustrativo de los individuo seleccionados para el estudio fenológico.	79
<b>ANEXO B.</b> Inflorescencia de <i>B. rosa-de-monte</i>	82
<b>ANEXO C.</b> Infrutescencias encontradas en el área de estudio de <i>B. rosa-de-monte</i> .	83
<b>ANEXO D.</b> Registro cuantitativo del proceso de foliación en los individuos de Palo cruz ( <i>B. rosa-de-monte</i> ), en el periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010 en los alrededores de la microcuenca de la quebrada Salinas ubicada en el corregimiento La carbonera, municipio de Bolívar (Cauca).	84
<b>ANEXO E.</b> Seguimiento al periodo de foliación de la especie <i>B. rosa-de-monte</i> .	85
<b>ANEXO F.</b> Matriz para la realización del seguimiento fenológico	86
<b>ANEXO G.</b> Frecuencia de los periodos (botón de la inflorescencia, inflorescencia y fruto) en la especie <i>B. rosa-de-monte</i> encontrada en los alrededores de la microcuenca de la quebrada Salinas, municipio de Bolívar (Cauca).	88
<b>ANEXO H.</b> Análisis de regresión lineal entre la intensidad de las fenofases con las variables climatológicas en los individuos de <i>B. rosa-de-monte</i> .	89
<b>ANEXO I.</b> Análisis de regresión lineal entre el surgimiento de las fenofases con las variables climatológicas en los individuos de <i>B. rosa-de-monte</i> .	95

## RESUMEN

Durante el último semestre del año 2009 y primer semestre del año 2010, se realizó un estudio observacional descriptivo del periodo reproductivo de la especie *Brownea rosa-de-monte*, en un relicto de bosque ubicado en la vereda La Carbonera en el municipio de Bolívar-Cauca. El área de estudio corresponde según Holdridge (1978) a una zona de vida de bosque seco tropical, el cual varios autores refieren como uno de los ecosistemas más amenazados del neotrópico (Janzen, 1988), ya que ha sido foco de desarrollo agrícola y objeto de una intensa transformación (Janzen, 1983; Ceballos 1995).

Para la obtención de la información se empleó el método de “transecto para el seguimiento fenológico” descrito en trabajos realizados por Frankie *et al.* 1974a; White 1994; Bencke & Morellato 2002a y se realizó medición de los datos obtenidos empleando el método semi-cuantitativo propuesto por Fournier (1974). Finalmente las bases de datos se construyeron y se analizaron mediante la aplicación del programa estadístico PAST (Palaeontological Statistics versión 2006) empleando el análisis de correlación de variables aleatorias (CVA) y el análisis de regresión y correlación lineal aplicando el programa SPSS versión 11,5.1.

Según los resultados obtenidos, el calendario fenológico para esta especie consta de una frecuencia de 2 ciclos anuales en la que regularmente se presentan las 4 fases fenológicas estudiadas (foliación, botón de la inflorescencia, floración y fructificación). De igual manera se realizó un análisis comparando la intensidad de las diferentes fases fenológicas con las variables climatológicas obtenidas de la estación meteorológica de Bolívar, obteniendo una relación inversa entre el surgimiento de los eventos fenológicos de floración y fructificación, con las variables, temperatura y humedad relativa y entre la cantidad de inflorescencias con la variable de precipitación, asumiendo que el periodo reproductivo de la especie es asincrónico y que depende aunque en no gran medida de las variables climatológicas.



## 1. INTRODUCCION

En los últimos años una gran cantidad de árboles en los bosques tropicales está siendo arrasada por la deforestación generalmente causada por la expansión de la frontera agrícola y ganadera, la obtención de madera, leña, carbón así como también la expansión del urbanismo. Todo esto ha conducido a la reducción cada vez mayor en el tamaño de los ecosistemas naturales, destruyendo micro-hábitats y potenciando la desaparición de especies vulnerables, tanto vegetales como animales. Según esto y, conociendo que son muchos los factores que están causando la reducción e incluso en varios casos la extinción de muchas poblaciones, se reconoce que son aun pocos los datos que tenemos sobre las pérdidas en nuestra flora nativa (Pagiola *et al.*, 2004). Esta situación perjudica la dinámica del ecosistema, ya que los datos sobre la variación de especies forestales no solo es importante para obtener beneficios de ellas ya sea en madera o en frutales, sino también para la búsqueda de estrategias de conservación que garanticen o bien se propongan reducir el deterioro ambiental (Agudelo & Gómez 2003). En este sentido, los estudios fenológicos tienen gran trascendencia tanto para el entendimiento de la dinámica de los ecosistemas tropicales como de los procesos evolutivos en diferentes regiones (Rathcke & Lacey 1985, Van Schaik *et al.*, 1993). Sin embargo el estudio de los ritmos biológicos cíclicos enfrenta grandes retos debido a la gran complejidad de los ecosistemas tropicales, por lo cual, esta investigación además de aportar datos en cuanto a la fenología y ecología de la especie *Brownea rosa-de-monte*, puede servir de base para futuros trabajos de investigación en la zona, lo cual servirá para generar información que posteriormente permita establecer o propiciar estrategias de conservación.

En la actualidad, el conocimiento sobre las dimensiones humanas y biofísicas en el bosque seco tropical está en las etapas iniciales del descubrimiento académico (Mooney *et al.*, 1996; Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2005). Es bien conocido que Colombia es uno de los países con mayor diversidad de especies vegetales en el mundo, pero esto contrasta con los pocos estudios florísticos realizados, en especial para este tipo de ecosistemas (IAvH, 1998).

El calentamiento global, el deterioro de la capa de ozono, la lluvia ácida, la desertificación de los suelos, la disminución de los recursos y la biodiversidad, son muchos de los problemas que afectan al planeta hoy en día. El desequilibrio en el que nos encontramos, produce un incremento en los desastres naturales, así como la extinción de muchas especies tanto florísticas como faunísticas, lo cual ha causado un incremento en muchas de las enfermedades, la hambruna y la pobreza, todo esto debido en gran medida a nuestra poca conciencia ambiental. Por siglos hemos desperdiciado recursos valiosos y no hemos escuchado nuestro entorno natural, al contrario abruptamente lo hemos intervenido sin ningún cuidado o precaución y esto sumado al desgaste natural al que se somete cualquier organismo vivo, ha traído continuamente consecuencias irreversibles para el planeta. En particular para Colombia, el bosque seco tropical es considerado entre los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y especialmente menos conocidos, en donde cifras estimativas señalan que de los bosques secos a subhúmedos en nuestro país solo existe cerca del 1.5% de su cobertura original de 80.000 km<sup>2</sup> aproximadamente (Etter, 1993).

Miles *et al.*, (2006), afirman que un 97% del Bosque seco Tropical se encuentra en peligro de destrucción; y a pesar de sus altos niveles de endemismo y diversidad florística se encuentran mal protegidos (Pennington *et al.*, 2006). Por otra parte Prance, (2006) subraya que la vasta extensión de ese ecosistema frecuentemente no se ha contemplado en los esfuerzos de conservación, a los cual Colombia no se queda ajena (Ruiz & Fandiño, 2007; Arango *et al.*, 2003; IDEAM, SINCHI, IAvH, IIP, INVEMAR, 2002).

Según Condit *et al.*, 1996 y Clark & Clark, 1994, casi todo nuestro conocimiento de la dinámica forestal, está basado en la conducta de bosques primarios. En contraste, el conocimiento sobre la ecología y crecimiento de los bosques secundarios tropicales han quedado retrasados (Brown y Lugo, 1990; Finegan, 1996). En este sentido, son importantes para el entendimiento de la ecología vegetal, estudios como el de Newstrom *et al.*, (1994), en el cual se señalan los estudios fenológicos como un importante componente de la biología de poblaciones de plantas y la ecología de comunidades, haciendo énfasis en que los patrones de crecimiento temporal y reproducción en plantas tienen una importante influencia en la estructura y dinámica de comunidades animales y además, aunque en bosques tropicales la estacionalidad es menos pronunciada que en climas templados, los estudios fenológicos como el que se muestra en el presente trabajo, pueden responder sustancialmente a las preguntas actuales de la biología de poblaciones vegetales como lo son la dinámica, ecología y evolución de la diversidad de muchas especies tanto florísticas como faunísticas.

La comprensión de los patrones fenológicos de especies arbóreas en ecosistemas naturales son de interés básico en estudios ecológicos sobre biodiversidad, productividad y organización de las comunidades y de las interacciones de las plantas con la fauna; además, reviste gran importancia en programas de conservación de recursos genéticos, manejo forestal y planificación de áreas silvestres (Mooney *et al.*, 1980, Huxley 1983). La importancia del conocimiento fenológico de las especies vegetales se ha reconocido gradualmente a través del tiempo, ya que permite identificar los fenómenos de floración, fructificación, germinación y dispersión de semillas, así como el estado vegetativo y brote de yema, con la perspectiva de lograr un mejor manejo de ellos y su conservación como aspecto principal; además, genera información sobre las variaciones que ocurren en las plantas para entender las respuestas de estas frente a las condiciones climáticas y la dinámica de las comunidades vegetales. Estos estudios permiten prever diversos aspectos orientados hacia un mejor aprovechamiento de los recursos forestales, tales como la recolección de semillas y material vegetativo para su propagación (Bello, 1988).

En particular, para el departamento del Cauca son muy pocos los estudios adelantados a cuanto a reportes fenológicos realizados en la flora que muestren el comportamiento de muchas especies bajo las condiciones ambientales *in situ* (Güarigüata & Kattan 2002), razón por la cual el presente trabajo muestra de manera detallada la relación de las diferentes fenofases de 6 individuos de la especie *B. rosa-de-monte* con respecto a algunas variables climatológicas, resumiendo finalmente un calendario en el cual se especifica la frecuencia y duración de cada una de ellas con el propósito de estudiar la frecuencia de los eventos biológicos repetitivos y su relación con otros factores bióticos, abióticos y ambientales.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. GENERAL

Determinar el calendario fenológico de la especie *Brownea rosa-de-monte*, en la microcuenca Salinas, Municipio de Bolívar, Cauca.

### 2.2. ESPECÍFICOS

- Describir los eventos fenológicos de la especie *Brownea rosa-de-monte*.
- Identificar las fases y frecuencias fenológicas de individuos en edad reproductiva de la especie *Brownea rosa-de-monte*.
- Correlacionar parámetros climáticos de temperatura, precipitación y humedad relativa con los eventos fenológicos de la especie.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. FENOLOGIA EN ARBOLES TROPICALES

El termino fenología aparentemente usado por primera vez en 1853 por Charles Morren (Hopp 1974), se deriva de los vocablos griegos “Phaino” (aparecer o mostrar) y “logos” (estudio o tratado). Desde este punto de vista la fenología debe entenderse como un campo del conocimiento o una subdisciplina de la ecología, encargada del estudio de la temporalidad de los eventos biológicos cíclicos (Gentry 1974) y aunque el término “fenología” es relativamente nuevo, las observaciones de carácter fenológico son tan antiguas como la humanidad misma ya que es probable que durante el largo periodo en el que la supervivencia humana dependió del conocimiento detallado de los ritmos de la naturaleza, los antiguos pobladores hayan notado coincidencias entre eventos tales como la aparición de frutos comestibles, el arribo de pájaros o también la aparición de plagas (Güarigüata&Kattan 2002).

Los estudios en el campo de la fenología brindan información sobre aspectos tales como las épocas de floración, fructificación, germinación y dispersión de semillas, la cantidad de follaje, brotación de hojas y frutos, y su relación con factores climáticos o estímulos ambientales (Céspedes, 1991). Con relación a esto, el tratamiento fenológico a determinada especie puede contribuir a la solución de muchos problemas forestales, ya que según los datos que se tenga sobre los periodos de cada planta individualmente y como parte de una comunidad, se contribuye al conocimiento de la biología de la reproducción de las especies y la dinámica de las comunidades (Vílchez y Murillo, 1995).

Entre algunos de los estudios fenológicos ejecutados en el campo forestal, se encuentran los realizados por Fournier, (1969);Mori y Kallunki, (1976);Newstrom *et al.*, 1994;Cuadros, (1978)Reich y Borchert, (1984); Suárez, (1995); Frankie *et al.*, (1974); Franco, (1978); Bullock *et al.*, (1990); Duarte *et al.*, (1993); Alvim, (1964); Ibarra *et al.*, (1991); Duarte *et al.*, (1993);Hemingway y Overdoff, (1999); Aide, (1993); Gentry, (1974); Milton (1991); Arenas y Buiza (2004); Martos *et al.*,(2008); Romay y Sanzetenea, (2008) yAgudelo y Gómez (2003), por medio de los cuales se encuentran datos importantes como lo son el tamaño propicio de la muestra y la frecuencia de las observaciones óptimas para efectos de estudios fenológicos,la correlación entre la máxima caída de hojas asociado al incremento de la precipitación en algunas especies o por lo contrario que durante los meses de menor precipitación, así como en los de fuertes lluvias, la actividad fenológica es poca y que el incremento en las fenofases aparece al final de la época seca, después de las variaciones en el follaje. De igual manera se muestra que en algunas especies no se encontraron evidencias de la influencia de las variaciones estacionales de fotoperiodo y temperatura sobre el desarrollo de los árboles, mientras que en otras cada evento fenológico posee una estrecha relación con los patrones estacionales climáticos. También encontraron que relacionando la caducifolia de las especies con parámetros climáticos y edáficos, hay especies que brotan las hojas nuevas antes de que caigan las viejas, no presentando sus copas desprovistas de ellas y que por lo general, esto sucede durante la época de lluvias; con lo cual evidencian

que en árboles caducifolioses muy probable que se establezca una competencia por alimentos y sustancias hormonales entre el follaje y las yemas florales, por lo que, tanto la caída del follaje puede favorecer a la floración, así como es posible que también suceda con la fructificación.

Otros estudios importantes en cuanto a metodologías empleadas para llevar a cabo estudios fenológicos son los realizados por: Fournier (1974); Fournier & Charpentier (1975) y Neves & Morellato (2004); en que aportan un método para analizar los resultados de forma cuantitativa y hacer el seguimiento de la dinámica de las comunidades forestales de una manera ordenada y precisa. Este método se mantiene actualmente por su facilidad y eficacia; de igual manera plantean que la recolección de datos en estudios fenológicos puede afectar el diseño de los resultados si el tamaño de la muestra no es el apropiado según la especie que se trabaje, por lo cual se concluye que el tamaño de la muestra depende de la especie y, finalmente se realiza una comparación entre los métodos más usados para los estudios fenológicos, los cuales se definen en parcelas, cuadrantes, colección y colectores. Aunque cada una de estos métodos presenta una alta confiabilidad, según recomendaciones realizadas por Bencke & Morellato (2002a), el de transecto presenta mayor facilidad tanto a la hora de trabajo en campo como para el posterior análisis, ya que además de describir las características de cada una de las fenofases presentes, permite un trabajo efectivo y rápido en campo, al igual que un análisis simple que permite ver el ciclo fenológico de la especie con claridad, a diferencia de los otros métodos que involucran otra gran cantidad de variables que hacen el trabajo más complejo y dificultoso, razón por la cual en este trabajo se emplea esta metodología.

Finalmente en cuanto a los estudios realizados en Colombia, se reconocen entre otros los realizados por Hilty, (1980), en su estudio sobre Podocarpaceae; Ruiz, (2000), quienes realizaron seguimiento a las cactáceas en el enclave seco de la Tatacoa (Colombia); Acosta *et al.*, (1995) en su trabajo sobre la fenología y del frijol común; Agudelo & Gómez, (2003), quienes evaluaron la dinámica de la fase de floración de la *Guadua angustifolia* en el Quindío y el norte del Valle del Cauca; Bedoya y Guevara (2001), quienes realizaron un estudio sobre la estructura poblacional y la fenología de *Juglans neotropica* (cedro negro); así como Carbonó, (1997) sobre la fenología de *Dictyocaryum lamarkianum* en la sierra nevada de Santa Marta y Ospina (2009) de *Weinmannia mariquitae*, en la vereda El cofre del municipio de Totoró (Cauca).

El conocimiento que se tiene actualmente en Colombia sobre el género *Brownea*, esta soportado por los estudios hechos por Quiñones (1986 y 1997), quien realizó una recopilación de las especies pertenecientes al género y describe la nueva especie de *Brownea chocoana*, conocida solamente en el Choco. Estos estudios solamente reportan distribuciones indicando que *Brownea rosa-de-monte* se halla en hábitats entre 50 y 640 msnm y que también ha sido cultivada en Medellín a una altura de 1500 metros.

### **3.2. DESCRIPCION DEL GENERO *Brownea Jacq.***

Según la filogenia, el género *Brownea* pertenece a la tribu Detarieae de la subfamilia Caesalpinioideae (Cowan & Polhill, 1981). Se trata de un género estrictamente Neotropical y endémico del Norte de América del Sur. Presenta 22 especies conocidas (Klitgaard, 1991), de las cuales según Quiñones (1986), 12 crecen en Colombia, 2 crecen en Panamá, 10 en Venezuela, 3 en Las Antillas, 1 en la Guyana, 5 en Ecuador y 5 en Perú. Es un género de plantas leñosas que pueden ser árboles de porte pequeño ramificados desde muy cerca de la base, o árboles gigantes con un tronco simple que se ramifica a más de 3 metros de altura y sus individuos pueden medir de 3 a 20 metros.

Según la descripción realizada por Quiñones, (1986), las flores son tetracíclicas, hipóginas y heterómeras; su tamaño varía entre 2-8 cm de longitud (sin incluir el pedicelo); presentan un hipantioobcónico, acopado o tubular, estriado, generalmente glabro por fuera y densamente pubescente interiormente, dentro del cual se aloja el ginóforo o estípite que sostiene el ovario. Cada yema que origina una inflorescencia se encuentra protegida por catafilos o tegmentos dispuestos en forma espiralada, los cuales aumentan de tamaño de la base hacia el ápice del pedúnculo. Son anchamente ovados, cóncavos, tomentosos a pubérulos y generalmente estriados y caducos excepto en *B. rosa-de-monte*, especie en la cual persisten hasta la maduración del fruto; cada nudo de la inflorescencia presenta una bráctea en cuya axila nace una flor.

Las hojas son compuestas y paripinnadas con foliolos opuestos. El nervio medio puede ser plano, impreso o prominente por el haz y prominente por el envés. Las venas secundarias son planas o impresas por la haz, y pueden aparecer prominulas o prominentes por el envés. Los tallos son típicamente teretes, con tendencia a ser angulados o canaliculados en la parte apical de las ramas. Todas las especies presentan lenticelas conspicuas y numerosas. Las ramas jóvenes son péndulas y se encuentran cubiertas por catafilos lanceolados, estriados, de diferentes tamaños y de color rosado o blanco-verdoso, los cuales protegen las hojas en formación.

El ambiente apropiado para las especies de *Brownea*, lo ofrecen tanto bosques húmedos como secos, desde el nivel del mar hasta los 1500 m de altitud. Se localizan esencialmente a orillas de los ríos, caños o quebradas donde comúnmente forman grandes poblaciones, trayendo como consecuencia que la gran cantidad de individuos que hacen parte de las poblaciones naturales, se encuentren en un área relativamente pequeña estando sus ejemplares en diversos estadios de desarrollo (Quiñones, 1986).

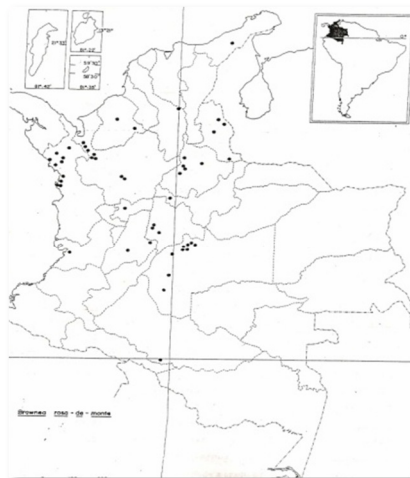
#### **3.2.1. Descripción general de la especie *Brownea rosa-de-monte*.**

Según Quiñones, (1986), son árboles entre 6 y 20 metros de altura, las ramas jóvenes son densamente tomentosas o lanosas, las inflorescencias están sobre el tronco o sobre las ramas pedúnculo de 1.5-3 cm de longitud, tomentoso; tegmentos o catafilos rosados, persistentes, blanco tomentoso externamente, anchamente ovados de 2-5 cm de longitud,

brácteas ovado-elípticas, tomentosas o lanosas externamente, blanquecinas y caducas; eje floral tomentoso a pubérulo, pelos blancos de 2.5-5 cm de longitud; pedicelos lanosos o villosos, pelos amarillos de 0.4 a 0.7 cm de longitud; tubo del receptáculo estriado de 1.5 a 2.2 cm de longitud, villosos a lanosos internamente; sépalos blancos angostamente elípticos u obovado-elípticos, de 2.5 a 3.1 cm de largo y de 0.6 a 0.8 cm de ancho.

Las hojas son compuestas y paripinnadas con folíolos opuestos, alternos o subopuestos y presentan gran variabilidad en cuanto al número, tamaño y forma dentro de la misma planta dependiendo de la posición de la hoja en la rama y de esta sobre el tallo o tronco, las cuales cuando jóvenes presentan dos estipulas filiformes que se pierden muy pronto (caducas). El peciolo mide por lo general de 0.05 a 1.5 cm de diámetro, el raquis presenta pubescencia en estado juvenil y después es glabro, generalmente canaliculado con lenticelas conspicuas. En general las ramas floríferas presentan menos folíolos los cuales son también más pequeños que los demás. Los folíolos basales y los terminales de cada hoja son siempre opuestos, en tanto que los intermedios son alternos o subopuestos. Los basales son menores, ovados u ovado-elípticos, largamente acuminados o caudados y tienen la base cordada o redondeada, en tanto que los terminales e intermedios son de mayor tamaño y presentan gran diversidad de formas entre las cuales se encuentran elípticas, oblongos, ovado-elípticos y oblongo-elípticos. Los folíolos son generalmente glabros en ambas caras; su número puede variar, encontrándose alrededor de 1 y 16. Su superficie es rugosa y la nerviación es típicamente brachidodroma.

De acuerdo con Quiñones, (1986), *Brownea rosa-de-monte* es una de las 22 especies conocidas para este género de más amplia distribución en Colombia. Quiñones sostiene que esta planta crece bien en diferentes hábitats localizados entre el nivel del mar y los 640 metros de altitud y su distribución se extiende por los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Choco, Córdoba, Cundinamarca, Guajira, Meta, Norte de Santander, Santander, Tolima y Valle, además de que también se conocen registros en Panamá y Venezuela (figura 1).



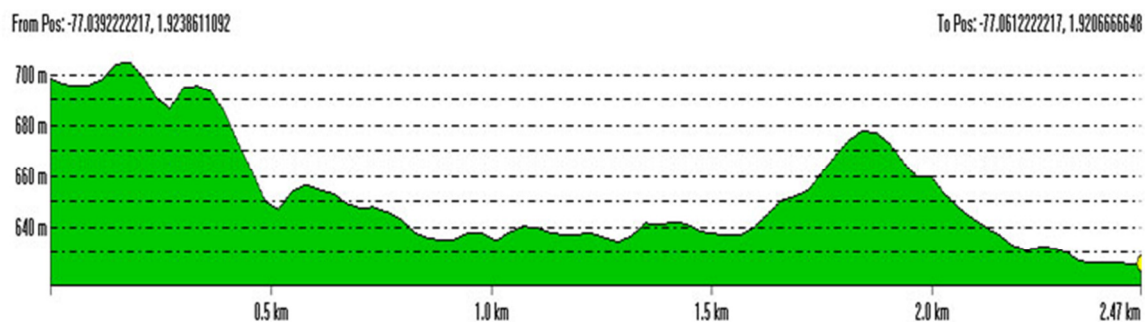
**Figura 1.** Distribución geográfica de *Brownea-rosa-de-monte* (Fuente: Quiñones, 1986).

#### 4. ÁREA DE ESTUDIO

Según el Anuario estadístico DANE, proyección 2007, El municipio de Bolívar Cauca, Cuenta con una extensión de 755 Km<sup>2</sup> y se encuentra ubicado sobre el costado occidental de la Cordillera Central, Sur del Departamento del Cauca, haciendo parte del denominado Macizo Colombiano. El municipio limita al Norte con los Municipios de Patía y Sucre, al Sur con los Municipios de Santa Rosa y el Departamento de Nariño con los Municipios de San Pablo y la Cruz, al Oriente con los municipios de Almaguer y San Sebastián y al Occidente con los Municipios de Florencia y Mercaderes.

El corregimiento La carbonera, lugar donde se encuentra la especie objeto de estudio, está atravesada por la microcuenca de la Quebrada Salinas. El área de estudio se encuentra ubicada entre unas coordenadas geográficas de N 01° 55' 42,7'' W 77° 03' 40,2'' y N 01° 55' 28,1'' W 77° 03' 1,4'' a una altura entre 620 y 710 msnm (figura 2). Presenta una topografía moderada a fuertemente empinada, los suelos son originados a partir de arcillas caolinitas, con un desarrollo pedogenético incipiente. La precipitación anual promedio es de 1772 mm y la temperatura media es de 18,6 °C.

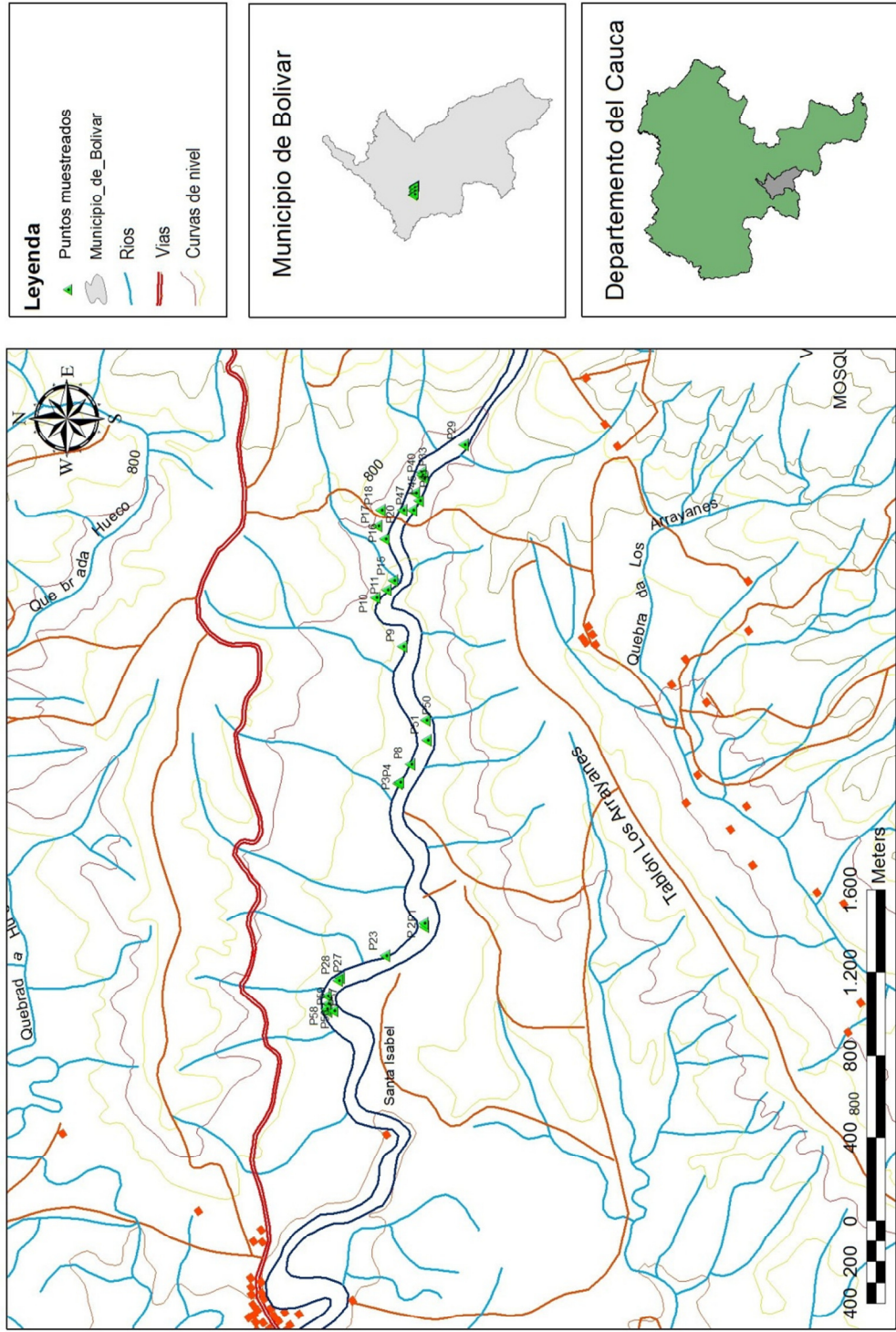
El área de estudio (Figuras 3 y 4) corresponde a la zona de vida denominada Bosque seco tropical, según Holdridge, (1978). La cobertura vegetal es escasa, con vegetación intermedia con manchas de bosque secundario y un alto grado de deforestación debido a la presión antrópica. El grupo étnico predominante en la zona baja del municipio es la comunidad afrocolombiana que corresponde a una parte de los corregimientos de Capellanías, Carbonera, Guachicono y Lerma. La principal actividad económica es la agricultura destacándose principalmente el cultivo del maíz, el café y la caña de azúcar. También presenta diversidad de productos de consumo propios de la zona caliente como la piña, papaya, plátano, los cuales son productos cultivados en estos Corregimientos y según el Anuario estadístico DANE, proyección 2007, dentro de las amenazas ambientales, se presentan las quemadas, la erosión, la deforestación y la contaminación de aguas y suelos, ocasionando la desaparición o reducción del caudal en las quebradas principalmente de los corregimientos de Capellanías y La Carbonera, convirtiéndose en corrientes temporales.



**Figura 2.** Distribución altitudinal de los individuos muestreados de *B. rosa-de-monte* en el área de estudio (Fuente: Global Mapper 10)



## AREA DE ESTUDIO CORREGIMIENTO LA CARBONERA



**Figura 3.** Área de estudio con los muestreos realizados, corregimiento La carbonera



a



b



c



d



e



f

**Figura 4.** Zona de estudio. a-b. Panorámica corregimiento La carbonera.; c-d. Microcuenca de la quebrada Salinas, parte media; e-f. Zona boscosa.

## 5. METODOS

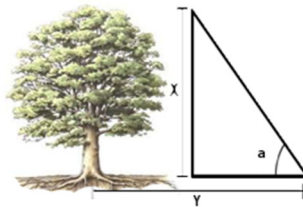
Una vez reconocida el área de estudio, gracias a la guía de habitantes del lugar y fijados como límite sur, el casco urbano y norte la bocatoma que surte de agua a las veredas, se realizó la búsqueda de individuos de *Brownea* que se encontraran en los alrededores de la quebrada y se efectuó el censo poblacional, reconociendo individuos en estado de madurez avanzada, en estado reproductivo y plántulas.

De lo anterior y siguiendo las recomendaciones de Fournier&Charpantier(1975), se seleccionaron seis individuos en estado reproductivo (dos a orillas de la carretera, dos en el interior del relicto del bosque y dos en cercanías a la bocatoma), que se encontraran en lugares de fácil acceso y con distancias entre ellos no menores a 50 metros. Cada individuo fue georeferenciado, se tomaron datos de altitud, altura, área basal y DAPy se marcaron utilizando cinta flaggin (figura 5), se realizó un esquema ilustrativo de cada uno de ellos desde dos perspectivas opuestas que permitieran señalar el estado de cada una de las fenofases en el momento de la toma de datos (Anexo A).



**Figura 5.** Marcaje de los individuos de *B. rosa-de-monte*

La altura de los individuos seleccionados fue tomada aplicando la “ley de senos”, en la cual se tomaron datos de ángulo base ( $90^\circ$ ), ángulo de inclinación y distancia al individuo, derivando la formula en:  $\tan \alpha = \text{sen } X / \text{cos } Y$  (figura 6).



**Figura 6.** Calculo de la altura de los individuos de *B. rosa-de-monte*. a. Angulo de inclinación; Y. Distancia desde el centro del árbol hasta el ángulo; X. Altura

El seguimiento durante el transcurso del año se llevó a cabo una vez establecidos los rangos para la metodología semi-cuantitativa para estudios fenológicos propuesta por Fournier, (1974), que consiste en identificar las medidas proporcionales del desarrollo de cada una de las fenofases y su intensidad. Para la observación de cada fenofase, se emplearon binoculares 8 x 25, los cuales permitieran enfocar claramente las copas de los árboles a poca y larga distancia.

## 5.1. FENOFASES

Teniendo en cuenta que un año de evaluación se considera el mínimo para determinar frecuencia y regularidad de las fenofases (Newstrom & Franki, 1994), se hicieron observaciones cada 15 días siguiendo las recomendaciones de Gentry, (1974). En cada salida se tomaron datos de la intensidad de cada fenofase según el formato propuesto por Fournier, (1974). Las observaciones y métodos específicos de los eventos fenológicos realizadas fueron las siguientes:

**Follaje:** Durante cada salida y con el fin de estimar la caída de hojarasca se limpió manualmente cada uno de los individuos marcados en un radio de 2 metros; no fueron utilizadas trampas de caída de hojas con el fin de no afectar plántulas presentes en el área. En esta fenofase, se registraron datos de caída y de surgimiento de nuevo follaje, ya que las fases de pleno desarrollo (PD) y cambio de color (CC) presentan cierta dificultad por la altura de los individuos y por la gran área basal de los mismos. El reconocimiento del tipo de árbol según este comportamiento siguió la clasificación sugerida por Puentes *et al.*, (1993), en árboles caducifolios, semi-caducifolios y perennifolios.

**Floración:** Se hicieron seguimientos detallados con ayuda de binoculares y escalera del surgimiento de brotes florales en periodos de tiempo más continuos (cada 8 días), revisando tronco y ramas debido a que esta especie es de tipo cauliflora. Se marcaron con cinta flaggin inflorescencias en diferentes estados (desde botón hasta el inicio de la maduración de los ovarios). Se tomaron medidas de crecimiento de inflorescencias durante cada salida para analizar el tiempo de cambio de una etapa de desarrollo a otra, y se calculó cantidad, duración, sincronía, amplitud y frecuencia de esta fenofase y así ubicarla en alguna de las categorías del sistema de clasificación propuesto por Sarmiento & Monasterio (1983), como especies con floración continua, con floración temprana, retardada, tardía u oportunista.

**Fructificación:** Durante cada salida se contó el número de infrutescencias presentes en cada individuo, seleccionando infrutescencias de fácil acceso y marcándolas con cinta flaggin en diferentes estados (desde el crecimiento inicial del fruto hasta su dehiscencia); a estas últimas se le tomaron datos de número de frutos por infrutescencia, color y tamaño de las vainas presentes (Anexo C), para analizar el tiempo de cambio de una etapa de desarrollo a otra, y se calculó cantidad, duración, sincronía, amplitud y frecuencia de esta fenofase y así ubicarla en alguna de las categorías del sistema de clasificación propuesto por Castillo & Carabias (1982), el cual dependiendo de la duración y época de fructificación, la especie puede ser clasificada como: especie de fructificación continua, de fructificación irregular, de fructificación estacional, fructificada durante una temporada amplia o especie fructificada durante una temporada corta.

Todos los datos fueron consignados en una tabla de Excel, que facilita graficar y hacer análisis comparativo y poder analizar tanto el tiempo de cada una de las fenofases a excepción de la foliación, así como la ocurrencia y amplitud que conllevan cada una de ellas. Los datos obtenidos para cada individuo fueron tratados como muestra total, buscando finalmente si hay algún patrón específico entre los individuos estudiados.

Finalmente, se compararon los datos de las fenofases registrados en campo con las variables climatológicas de temperatura, humedad relativa y precipitación obtenidas de la estación meteorológica del municipio de Bolívar IDEAM (2010) entre el periodo comprendido entre marzo de 2009 y abril de 2010 y se realizó un análisis integral que permitió generar el calendario fenológico de la especie *B. rosa-de-monte*, siguiendo las recomendaciones de Rodríguez & Muñoz (2009).

## **5.2. ANÁLISIS DE DATOS.**

Los análisis que frecuentemente se realizan en estudios fenológicos son dos; el primero es sobre la relación entre la ocurrencia entre las diferentes fenofases y la época del año y el segundo se da a nivel de especies. Mientras que en el primero va incluido lo concerniente a la relación de época-fenofase y variables climatológicas, en el segundo es posible analizar la época, la sincronía, la duración y la amplitud de cada fenofase (Newstrom & Frankie, 1994). En este trabajo las tablas Excel mencionadas arriba fueron tratadas mediante el programa estadístico PAST (Palaeontological Statistics versión 2006), empleando el análisis de variables de correspondencia bidimensional y el análisis de regresión lineal aplicando el programa SPSS versión 11.5.1, lo que permitió generar el análisis descriptivo entre la relación de la mayor intensidad de la fenofase, comparándola con la época de ocurrencia y entre la aparición de las diferentes fenofases con relación a las variables climatológicas obtenidas.

### **5.2.1. Análisis de correspondencia bidimensional**

Analiza desde un punto de vista gráfico, las relaciones de dependencia e independencia de un conjunto de variables categóricas (fenofase o estados 1, 2, 3, 4) a partir de los datos de una tabla de contingencia. Para ello asocia a cada una de las modalidades de la tabla, un punto en el espacio “R” de forma que las relaciones de cercanía/lejanía entre los puntos calculados reflejen las relaciones de dependencia y semejanza existentes entre ellas.

### **5.2.2. Análisis de regresión lineal simple.**

Permite relacionar una(s) variable dependiente (surgimiento de botones de la inflorescencia, inflorescencia abierta e infrutescencia) y una variable explicativa o independiente (época y variables climáticas). El propósito es obtener una función sencilla de la variable explicativa, que sea capaz de describir lo más ajustadamente posible la variación de la variable dependiente. Como los valores observados de la variable dependiente difieren generalmente de los que predice la función, ésta posee un error. La función más eficaz es aquella que describe la variable dependiente con el menor error posible o, dicho en otras palabras, con

la menor diferencia entre los valores observados y predichos. La diferencia entre los valores observados y predichos (el error de la función) se denomina variación residual o residuos. Para estimar los parámetros de la función se utiliza el ajuste por mínimos cuadrados. Es decir, se trata de encontrar la función en la cual la suma de los cuadrados de las diferencias entre los valores observados y esperados sea menor. Finalmente la hipótesis planteada se acepta cuando la significancia de menor al 5% de error y por lo contrario es rechazada (Parker, 1996).

## 6. RESULTADOS

### 6.1. DESCRIPCION GENERAL DEL ÁRBOL PARA EL ÁREA DE ESTUDIO

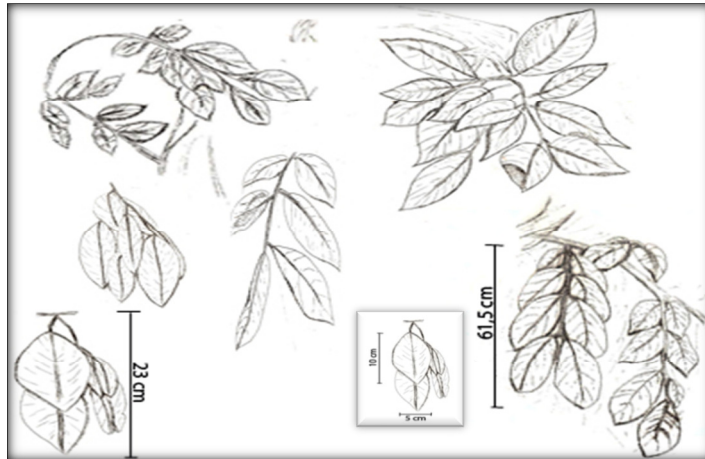
La especie *Brownea rosa-de-monte* es conocida en el lugar como “*palo de cruz macho*”; debido a la marca en forma de cruz que se forma al cortar transversalmente las ramas principales y por presentar flores caulinares.

Aportando a la descripción realizada por Quiñones, (1986), según observaciones realizadas, el árbol de palo cruz (*B. rosa-de-monte*) (figura 7), alcanza una altura aproximada entre 20 y 30 metros y un diámetro en su tronco entre 40 y 50 cm. Son árboles rectos en la mayoría de los casos cuando no han tenido problemas de crecimiento o problemas de competencia por luz o nutrientes. Presentan un color grisáceo en la corteza de tronco y ramas. Su copa es muy densa presentando ramificaciones en sus ramas secundarias y presenta unos colores más claros en sus hojas en la parte más apical. Las ramificaciones del tallo crecen oblicuamente y de forma simpodial. En los individuos que han alcanzado la madurez no hay presencia de fenofases, que por lo regular son individuos con un DAP mayor a 40 cm, mientras que individuos con un DAP intermedio (20-40 cm), se observan buenos periodos de floración y fructificación.



**Figura 7.** a. Árbol del Palo cruz (*B. rosa-de-monte*); b. Tronco de palo cruz

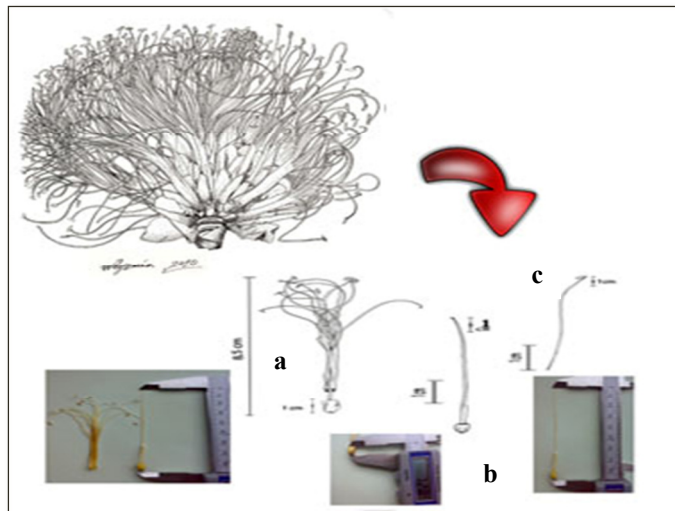
La especie *B. rosa-de-monte*, presenta hojas paripinadas de 14 y 37 cm de largo, con 2 a 8 pares de folíolos de ancho elípticos a lanceolados entre 5.5 y 10 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho; el peciolo mide entre 1 y 1.5 cm de largo; Base atenuada o redondeada y el ápice acuminada; peciolulos entre 0,3 y 0,7 cm de largo (figura 8).



**Figura 8.** Hojas de *B. rosa-de-monte*.

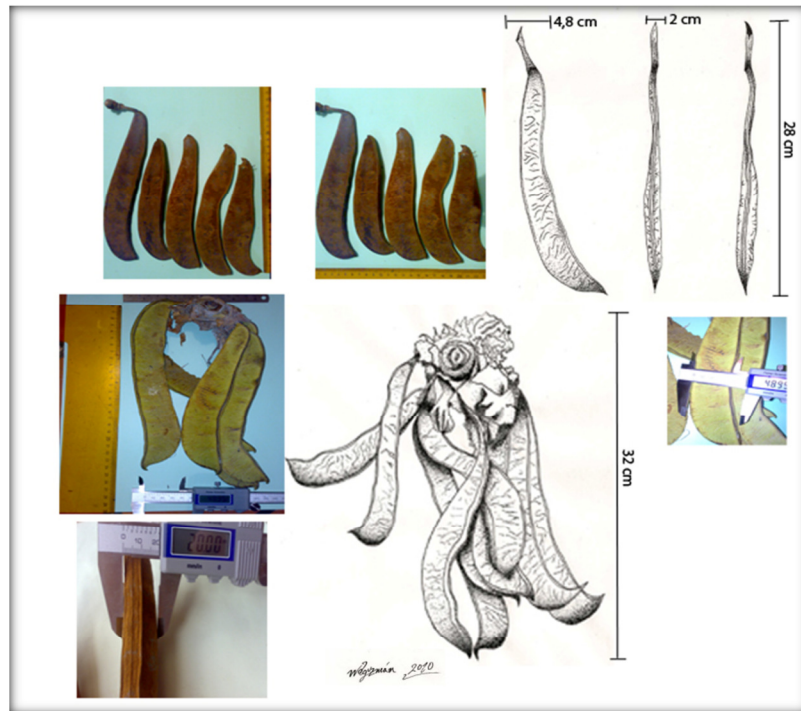
Presenta flores grandes entre 5 y 10 cm de largo (figura 9 y anexo B); tubo del receptáculo estriado entre 1.5 y 2.2 cm; pétalos obovados, espatulados u obovado-espatulados de 5.5 cm de largo por 2.6 cm de ancho; estambres exertos de 6.5 a 12 cm, tubo estaminal de 2.0 a 5.36 cm de largo, filamentos gruesos; anteras ovadas, u oblongo-ovadas de 0.3 - 0.35 cm de largo y 0.2 cm de ancho; ovario ligeramente arqueado en la parte superior, lanoso, glabro con unas medidas de 2 a 2.5 cm de largo (Quiñones, 1986).

Fruto marrón oscuro, tipo legumbre (figura 10 y anexo C), tomento blanquecino; estípites de 2.8 cm de largo. Vainas de 5,2 a 28 cm de largo y 0,5 a 2 cm de grosor. Las semillas pueden ser alargadas, redondas, cuadrangulares, presentan color marrón claro y miden entre 1,5 y 3,5 cm de largo y aproximadamente 1 y 2 cm de grosor (figura 11).

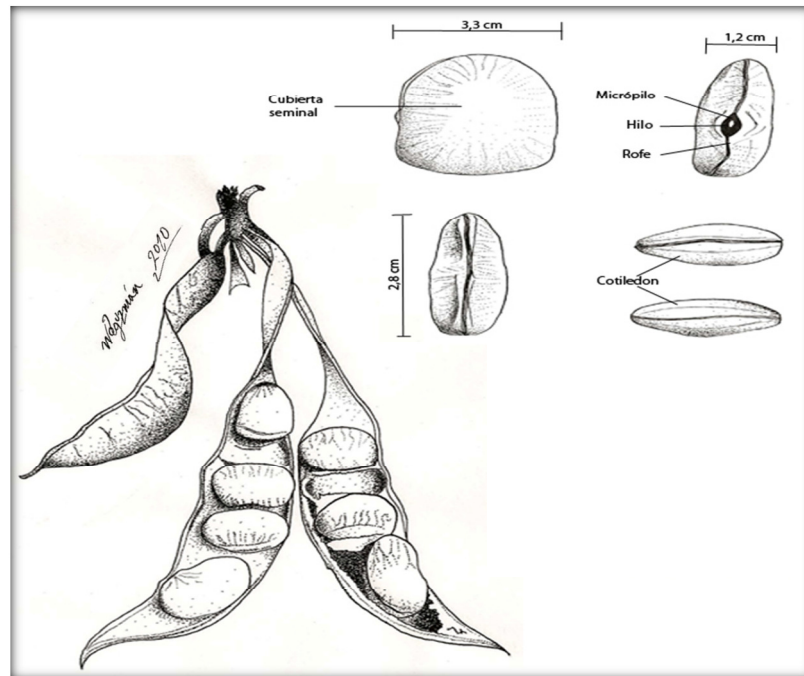


**Figura 9.** Inflorescencia de *B. rosa-de-monte*. a. Flor con perianto removido; b. Pistilo; c. Estambre.





**Figura 10.**Infrutescencia de *Brownea rosa-de-monte* Bergius.



**Figura 11.**Frutos y semillas de *Brownea rosa-de-monte* Bergius.

En cuanto a la zona estudiada se pudo observar, tanto en sus alrededores como en sitios aledaños, gran cantidad en estado de plántula (figura 12); También se encontraron semillas con apertura cotiledonar en buenas condiciones y muchas con alto grado de deterioro debido a herbívora. Todas las semillas se encontraban principalmente en los alrededores de los individuos en estado reproductivo y realizando una búsqueda más minuciosa se encontraron en el lecho de la quebrada que en el transcurso del trabajo presentaba corriente muy reducida, lo cual evidencia que el proceso de dispersión es ayudado por la corriente.



**Figura 12.**Plántulas encontradas en los alrededores de los individuos en estado juvenil de *B. rosa-de- monte*

## 6.2. CARACTERISTICAS DE LOS INDIVIDUOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO FENOLÓGICO.

Las coordenadas geográficas, así como los datos de altura y la zona en donde se ubican los individuos seleccionados para el estudio se resumen en la tabla 1.

**Tabla 1.** Individuos seleccionados para el seguimiento fenológico

M	Coordenadas	Altitud (msnm)	DAP (cm)	Altura (m)	Área basal	Margen del rio	Ubicación
1	N 01°55'22,8" W 77°02'21,8"	686	35,4	20	985,89	Derecha	Carretera
2	N 01°55'24,5" W 77°01'57,8"	692	34,1	14	913,26	Derecha	Carretera
3	N 01°55'24,6" W 77°02'43,6"	667	37	16	1075,20	Derecha	Bosque
4	N 01°55'30,8" W 77°02'46,6"	668	35,5	17	992,02	Derecha	Bosque
5	N 01°55'21,1" W 77°01'47,7"	721	28,5	13	639,73	Izquierda	Bocatoma
6	N 01°55'19,2" W 77°02'16,5"	687	39,8	25	1244,10	Izquierda	Bocatoma

DAP: Diámetro a la altura del pecho

## 6.3. FASES FENOLOGICAS DEL PALO CRUZ (*Brownea rosa-de-monte*).

Durante el presente estudio se evaluaron las fases fenológicas de los 6 individuos de palo cruz encontrándose 5 de ellas como se indica en la tabla 2.

**Tabla 2.** Presencia/ausencia de fenofases en palo de cruz (*B. rosa-de-monte*).

FENOFASE	PRESENCIA/AUSENCIA
<b>Caída de follaje (defoliación)</b>	Presencia
<b>Brotación de follaje (foliación)</b>	Presencia
<b>Floración</b>	Presencia
<b>Fructificación</b>	Presencia
<b>Dispersión de semillas</b>	Presencia
<b>Reposo</b>	Ausencia

### 6.3.1. Foliación

Según los resultados obtenidos para la evaluación de esta fenofase, se encontró que el máximo valor de ramilletes de nuevo follaje (conjunto de hojas péndulas que surgen en los extremos de ramas jóvenes en un individuo de palo cruz, fue de 13 ramilletes; por lo cual según esto se estimó como valores limitantes para la identificación del estado de la fenofase en campo los siguientes valores:

- Reposo → 0 ramilletes
- Estado 1 → 1 - 3 ramilletes de nuevo follaje
- Estado 2 → 4 - 6 ramilletes de nuevo follaje
- Estado 3 → 7 - 9 ramilletes de nuevo follaje
- Estado 4 → 10 - 13 ramilletes de nuevo follaje

La brotación de nuevo follaje es caracterizada por la forma y color que presentan las nuevas hojas. Se observa cómo sus folíolos presentan un color verde claro, además de no tener un gran tamaño (figura 13 y anexo D).

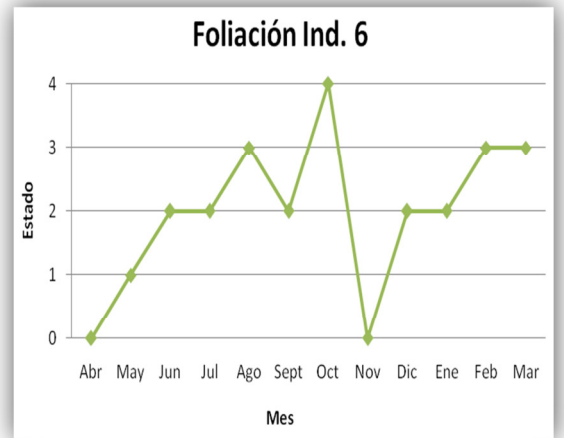
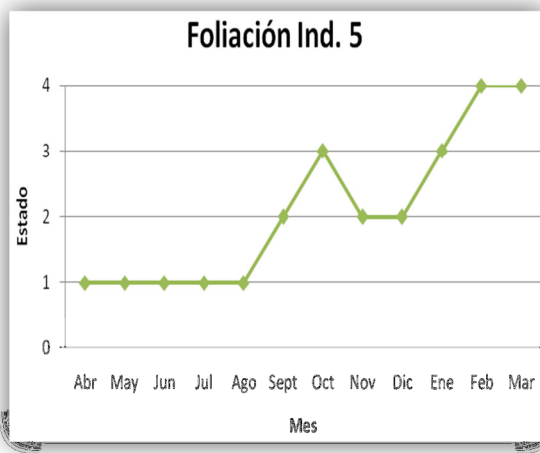
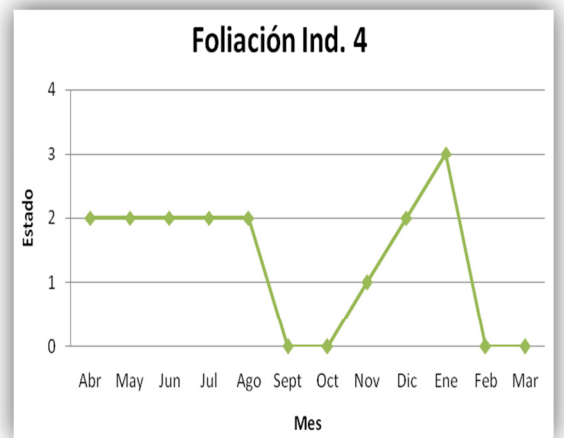
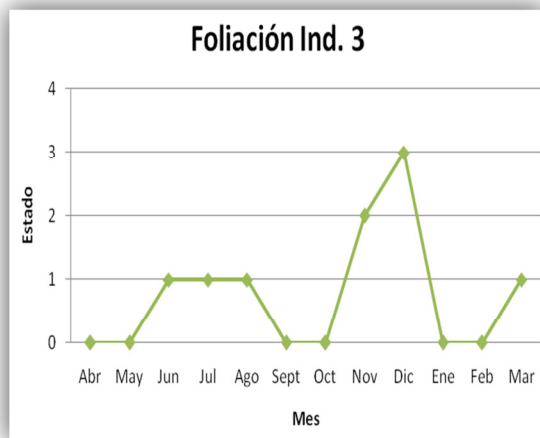
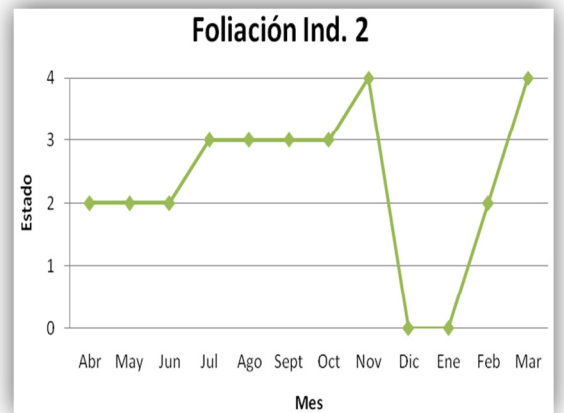
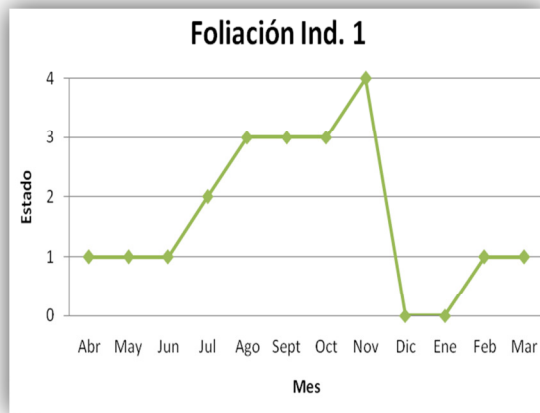


**Figura 13.** Foliación del Palo cruz (*B. rosa-de-monte*)

La duración de esta fenofase se estimó con una regularidad entre 2 y 4 semanas en los estados 1 y 2; entre 1 y 2 semanas en el estado 3 y entre 5 y 9 días en el estado 4. Se observaron periodos de reposo entre 2 y 4 meses en todos los individuos, salvo en el individuo número 5 que no presentó ninguna época de reposo en periodo observado (figura 14).

### 6.3.2. Caída de follaje.

Se logró apreciar de manera cualitativa el proceso de amarillamiento en algunas hojas que indicaban el inicio del proceso de la defoliación. La medición realizada con la cantidad de hojarasca presente en los alrededores de cada individuo fue constante, por lo cual se estima que la defoliación en esta especie ocurre durante todo el año (anexo E)



**Figura 14.** Foliación de *B. rosa-de-monte* entre abril de 2009 y Marzo de 2010.

Finalmente según datos anteriores, se asume que la especie *B. rosa-de-montes* de tipo perennifolia ya que siempre se conservan frondosos y las pérdidas y el desarrollo de las hojas es paulatino a través del tiempo.

### 6.3.3. Floración.

Se diferenciaron 2 etapas: La de botón de la inflorescencia y la de inflorescencia abierta. A cada una de ellas se le tomó medidas y se analizaron características (forma, color y crecimiento). Finalmente se realizó seguimiento exclusivo en ciertas épocas del año a algunos botones e inflorescencias en diferentes estados, con el fin de calcular el tiempo que tardan de pasar de un estado al otro y la duración total del ciclo de la floración.

#### 6.3.3.1 Botón de la inflorescencia.

El trabajo en campo permitió evaluar fundamentalmente, el tamaño y la forma que muestran los botones en sus diferentes fases de desarrollo (figura 15). Posteriormente la recolección y posterior evaluación de los botones permitió dar una idea de los posibles momentos en que ocurren los cambios de estado basándose en la forma y tamaño de los mismos (figura 16); un aspecto importante a tener en cuenta es que los estados 1 y 2 fueron reconocidos mediante la forma y tamaño, 3 y 4 fueron reconocido además de estos aspectos por el color; el cual se torna cada vez más blanco en cuanto avanza su desarrollo.

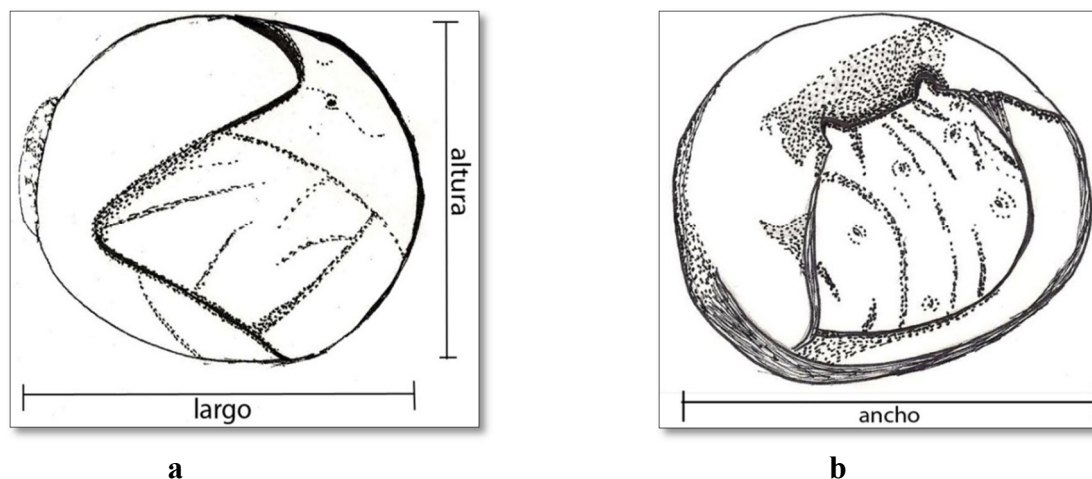


**Figura 15.** Botones de la inflorescencia de Palo cruz (*B. rosa-de-monte*) en diferentes etapas de desarrollo.

Los cuatro estados de desarrollo cuentan con una caracterización física del largo, ancho y altura (figura 16 y 17).



**Figura 16.** Diferenciación de los estados de desarrollo en los botones florales de Palo cruz (*B. rosa-de-monte*). Estados 1, 2, 3 y 4.



**Figura 17.** Medidas tomadas para la diferenciación de los estados de desarrollo en los botones de la inflorescencia. a. Vista lateral; b. Vista frontal.

A continuación se describen las características y medidas de los cuatro estados de los botones de las inflorescencias.

**Botón de la inflorescencia estado 1 (BE1):** Los rangos de las mediciones observadas para este estado fueron las siguientes:

Largo → 0,1-1,58cm  
 Altura → 0,6-1,74cm  
 Ancho → 0,6-1,80cm

**Botón de la inflorescencia estado 2 (BE2):** Se observa un alargamiento más pronunciado que en el estado 1, se puede apreciar un ligero cambio de color, su tonalidad sigue oscura predominando el verde y los rangos fueron los siguientes:

Largo → 1,59– 3,17cm  
 Altura → 1,75– 3,48cm  
 Ancho → 1,81– 3,61cm

**Botón de la inflorescencia estado 3 (BE3):** Se observó cambio de forma, tornándose arredondeada; así como cambio hacia un color más claro, la consistencia se torna más blanda aunque sigue siendo firme y dura como los anteriores estados. Los valores medidos son los siguientes:

Largo → 3,18– 4,76cm  
 Altura → 3,49– 5,22cm  
 Ancho → 3,62– 5,42cm

**Botón de la inflorescencia estado 4 (BE4):** Su color es totalmente blanquecino salvo en los más desarrollados, los cuales presentan una decoloración amarilla, lo cual indica el final de



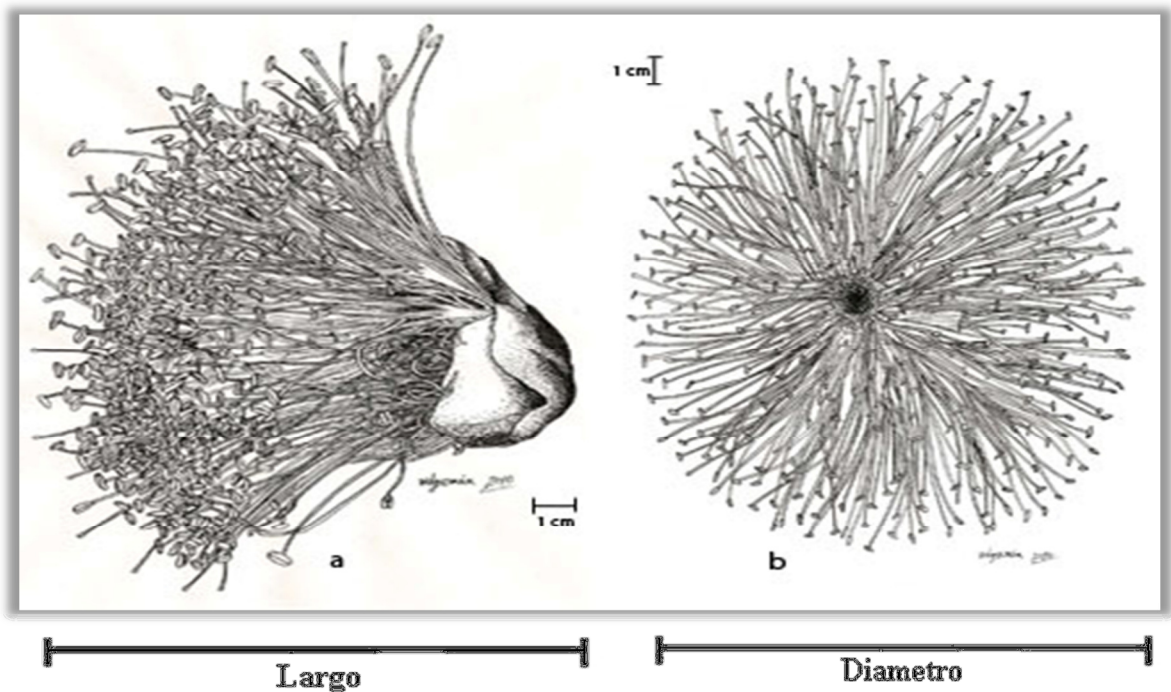
la etapa de desarrollo del botón floral; Su consistencia es blanda y su forma es redondeada. En este caso, los límites para la diferenciación que se observaron fueron el cambio de color y el cambio de textura hasta cuándo se comienza a apreciar los estambres los cuales indican el cambio a la etapa de flor. Los datos en cuanto a medidas tomadas para este estado son los siguientes:

Largo → 4,77– 6,35 cm  
Altura → 5,23– 6,97 cm  
Ancho → 5,43– 7,23 cm

Lo anterior significa que la apertura de las brácteas de la inflorescencia constituye el punto final del estado cuatro y el inicio de la observación de las inflorescencias en antesis.

### 6.3.3.2 Inflorescencias abiertas.

Como se pudo observar durante el desarrollo del trabajo, el desarrollo de la inflorescencia se da cuando hay un surgimiento de los estambres, los cuales van desenrollándose desde la periferia hacia el eje central de la misma. Las medidas usadas para la determinación de los estados fueron el largo y diámetro (figura 18). Otras características como el color y la forma son de igual importancia ya que estos además de brindar una identificación del estado de desarrollo, indican si la flor ha sufrido daños debido principalmente a deshidratación.



**Figura 18.** Medidas tomadas para la diferenciación de los estados de desarrollo en inflorescencias del palo cruz (*B. rosa-de-monte*). a. Vista lateral; b. Vista frontal.

Se reconoció que a medida que iban surgiendo los estambres hay un cambio significativo en el diámetro de la inflorescencia. Lo anterior permitió reconocer los siguientes cuatro estados:

**Inflorescencias estado 1 (FE1):** Presenta un color blanquecino intenso, forma esférica y su característica principal que la separa del botón de la inflorescencia estado cuatro es la visualización de los estambres aun enrollados (figura 19). En cuanto a las medidas tomadas se estimaron los siguientes rangos:

Largo → 6,36 – 7,35cm

Diámetro → 7,24 – 8,26 cm



**Figura 19.** Estado 1 de la inflorescencia abierta de Palo cruz (*B. rosa-de-monte*).

**Inflorescencias estado 2 (FE2):** Las brácteas se han separado mas y los estambres empiezan a desenrollarse (figura 20). Los rangos de valores estimados fueron:

Largo → 7,36– 8,34 cm

Diámetro → 8,27– 9,28 cm

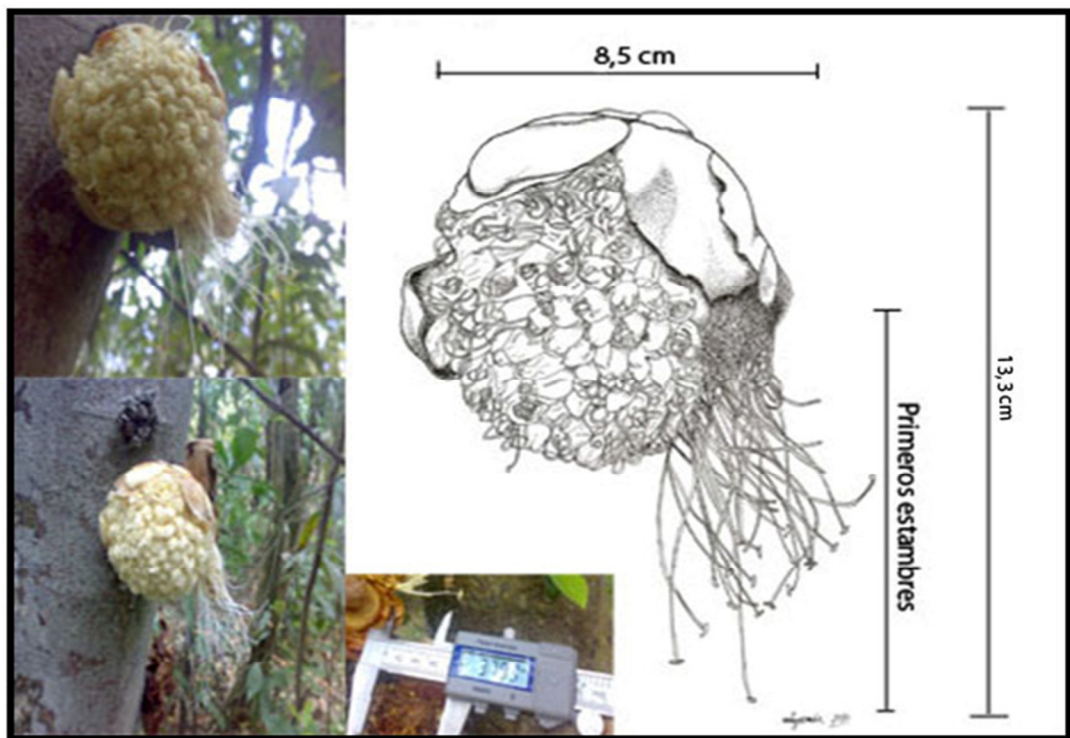


**Figura 20.** Estado 2 de la inflorescencia abierta de Palo cruz (*B. rosa-de-monte*).

**Inflorescencias estado 3 (FE3):** Ya que el desprendimiento de los estambres de la inflorescencia se da desde los extremos hacia el centro, una buena característica para la identificación de este estado y que además es fácil de identificar en campo, es cuando por la parte marginal empiezan a evidenciarse conjuntos de estambres totalmente desarrollados, dando la apariencia de un mechón (figura 21). En este estado las medidas se tomaron desde la base hasta los estambres más alejados (largo) y como característica importante es que el diámetro presenta unas medidas similares al estado dos, obteniendo el rango de valores estimados para este estado los siguientes:

Largo → 8,35– 13,33 cm

Diámetro → 8,3– 9,3 cm

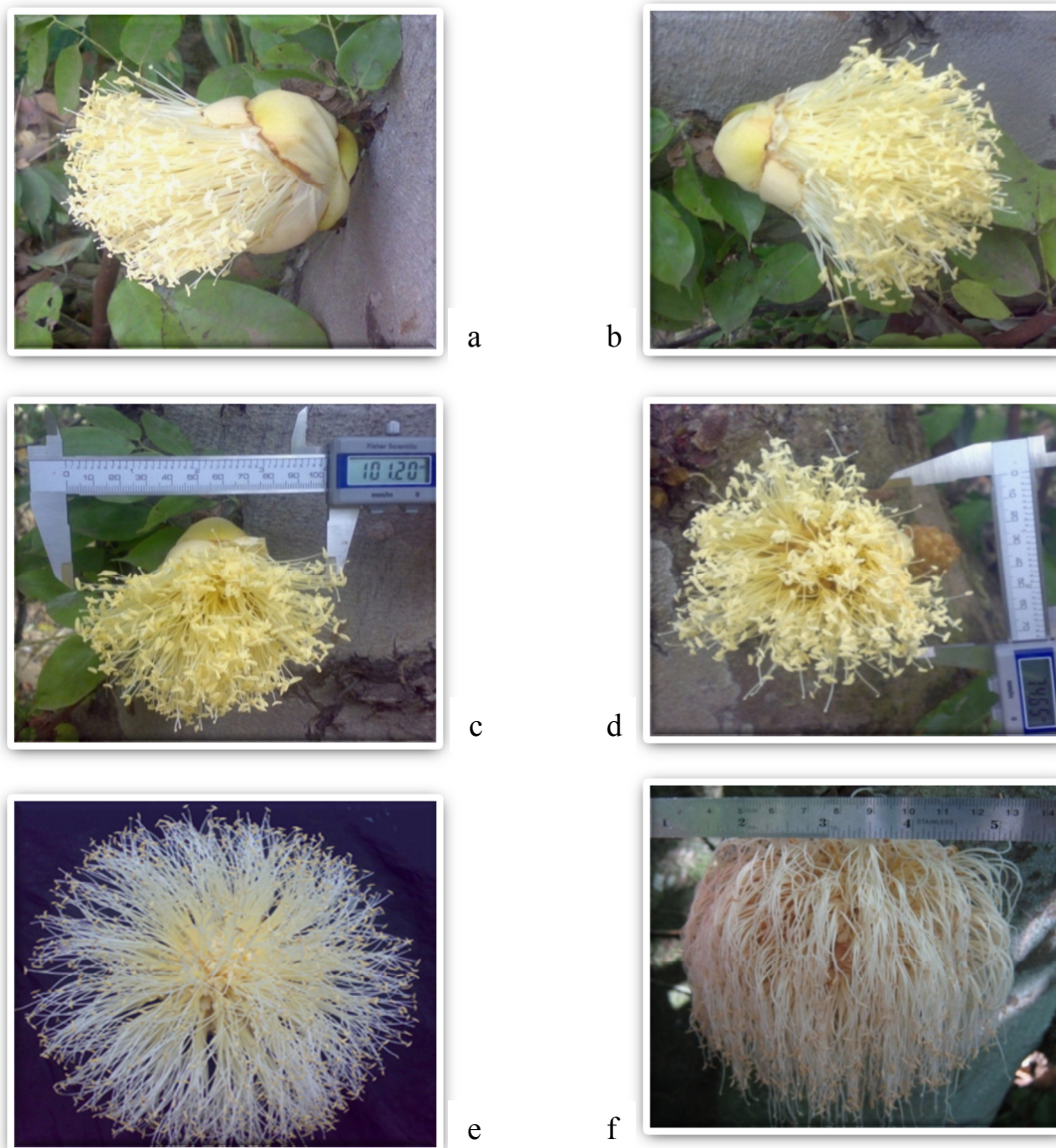


**Figura 21.** Estado 3 de la inflorescencia abierta de Palo cruz (*B. rosa-de-monte*).

**Inflorescencias estado 4 (FE4):** El último estado estimado para la floración, se reconoce desde que se encuentra la inflorescencia con todas las flores en antesis, hasta el “marchitamiento”; la inflorescencia ha alcanzado su máximo tamaño, presenta formas entre circular, ovalada a elipsoide; su color es de amarillo a blanco intenso y además se percibe un aroma dulzón (figura 22). En cuanto a los rangos estimados para este estado son los siguientes:

Largo → 13,34– 15,3cm

Diámetro → 9,4– 12,2cm



**Figura 22.** Estado 4, diferentes etapas de desarrollo de la inflorescencia en este estado de *B. rosa-de-monte*. a -b. Etapa inicial; c-d. Etapa intermedia; e-f. Etapa final.

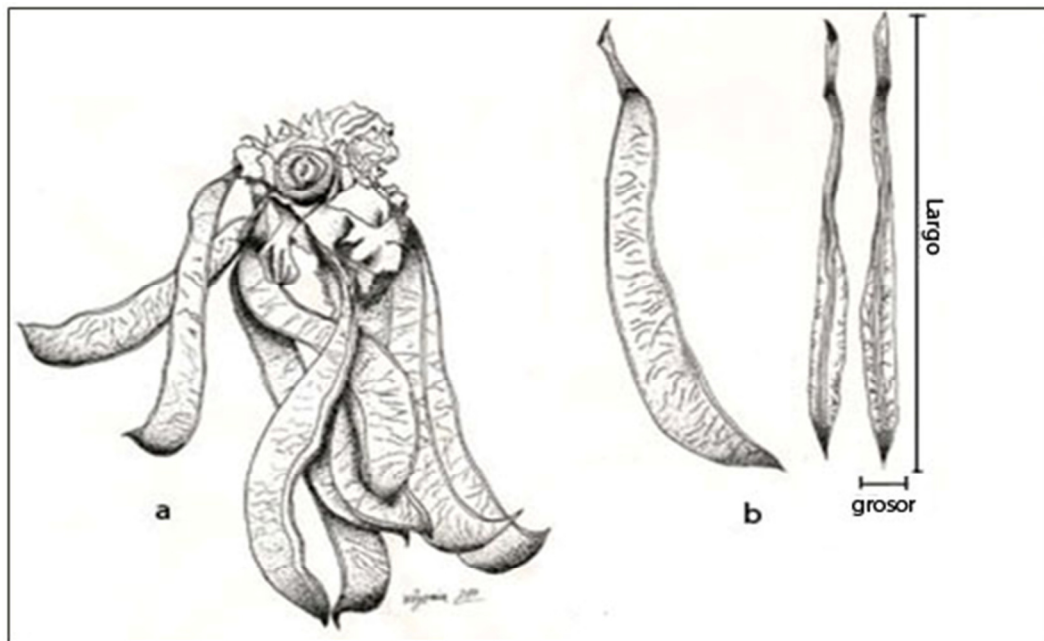
La inflorescencia de Palo cruz atraviesa por una gama de colores los cuales son un factor importante que la identifican en los diferentes estados. En el estado 4 los estambres en una primera etapa se encuentran de un color claro entre amarillo y blanco, lo cual indica que recién han acabado de surgir del interior de la inflorescencia. Seguidamente en una etapa intermedia, sus colores son un poco más intensos y se puede notar como los estambres se están desplegando de manera circular a su alrededor. Finalmente este órgano adquiere un color blanco muy llamativo en donde mirando de manera frontal a la inflorescencia se aprecia una figura esférica, la cual es de un gran tamaño; en este momento se observó que la inflorescencia ha alcanzado su máximo desarrollo y a partir de aquí, los estambres

empiezan a declinar y luego a caer, adquiriendo una coloración amarillosa, lo cual indica que está a punto de terminar el periodo de floración y está apunto de comentar el de fructificación.

Los datos anteriores y siguiendo la clasificación descrita por Sarmiento y Monasterio (1983), sugieren que la especie *B. rosa-de-monte* presenta una floración continua; ya que durante cada visita realizada a la zona de estudio se encontraba al menos un individuo en estado de floración; ya sea en botón de la inflorescencia o en inflorescencia en desarrollo. Según estos hallazgos se puede decir que los individuos estudiados denotan que la floración ocurre durante todo el año independientemente de si es en época seca o lluviosa. De igual manera, la recolección de datos permitió hacer un seguimiento del tiempo total delos estados de desarrollo de la inflorescencia y registrar el ciclo fenológico reproductivo de la especie.

#### 6.3.4. Frutos.

Se determinaron como estados de desarrollo 1, 2 y 3 desde el momento que surgen los primeros frutos hasta la maduración y el estado 4, desde que los frutos cambian de color hasta la pérdida completa de las semillas. Gracias a las características que presenta la infrutescencia de *B. rosa-de-monte*, como lo son el gran tamaño que presentan los frutos, el color y la forma que van adquiriendo con forme a su desarrollo, se pudo realizar de una manera sencilla el reconocimiento en campo en sus diferentes estados. Se diferenciaron los estados tomando las medidas como se muestra en la figura 23, diferenciándolos especialmente por tamaño y color.

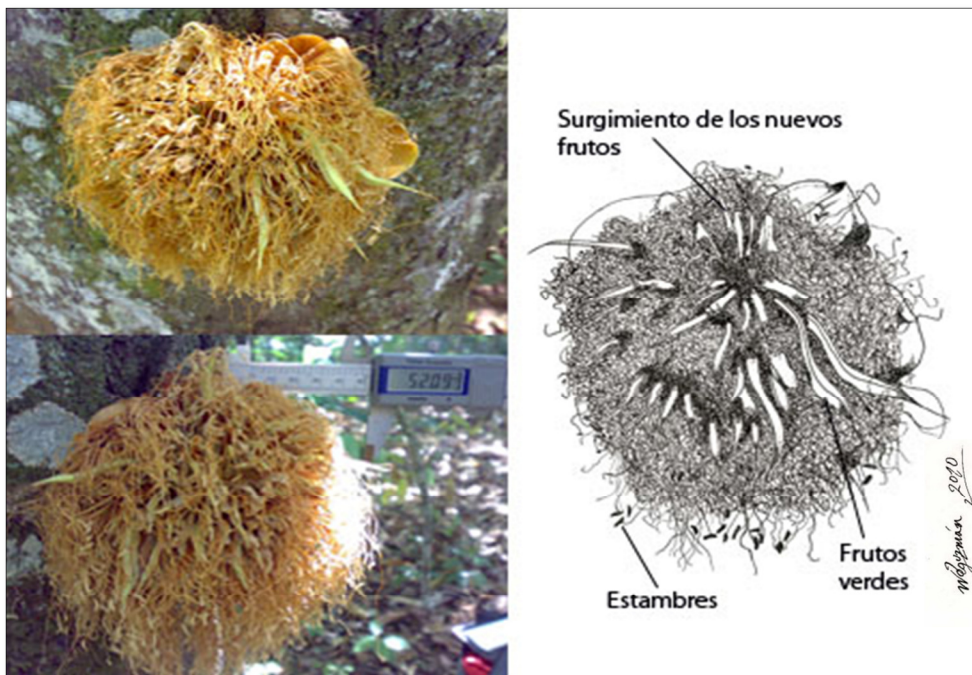


**Figura 23.** Medidas tomadas para la diferenciación de los estados de desarrollo en los frutos del palo cruz (*B. rosa-de-monte*). a. Vista frontal de la infrutescencia; b. Vista lateral y posterior de la vaina.

La diferenciación de los estados se realizó como se describe a continuación:

**Fruto estado 1 (Fr1):** Los frutos son pequeños y presentan un color verde claro y como característica fundamental es que aún están presentes en medio de una gran cantidad de estambres aunque estos decolorados (Figura 24). Las medidas determinadas para este estado están comprendidas en el siguiente rango tomando como parámetros únicamente el largo de los frutos y el grosor de cada uno de ellos.

Largo → 5–7,2 cm  
Grosor → 0,27–0,5 cm



**Figura 24.** Estado 1 de los frutos de Palo cruz (*B. rosa-de-monte*).

**Fruto estado 2 (Fr2):** Por encontrarse en crecimiento presentan un mayor tamaño que el estado 1; la coloración permanece aun verde y el pericarpo sigue siendo de textura blanda. Como característica fundamental, la gran mayoría de los estambres se han secado y caído, evidenciando los frutos que finalmente se desarrollarán (figura 25). Las vainas presentan una forma curvada y las medidas determinadas para el rango en el cual se encuentra este estado son las siguientes:

Largo → 7,51–20,6 cm  
Grosor → 0,51–0,8 cm



**Figura 25.** Estado 2 de los frutos de Palo cruz (*B. rosa-de-monte*).

**Frutos estado 3 (Fr3):** Durante el transcurso del trabajo, este estado fue el que presentó la mayor dificultad en cuanto a su identificación, debido a que sus características lo hacen muy parecido al estado 2. La coloración que presentan los frutos en este estado es todavía de color verde aunque se vuelve más opaca conforme avanza su desarrollo. El pericarpo es un poco más duro que en el estado 2 pero se presenta algo de dificultad identificar este cambio debido a que no es muy significativo (figura 26). En este estado se identificó como característica especial, la cual hiciera fácil su identificación, además de la cantidad y el tamaño, la forma que adquieren los frutos en la infrutescencia, la cual es más definida sin muchas curvas como en el estado 2. Los datos tomados para la clasificación de un rango que permitiera determinar las medidas fueron los siguientes:

Largo → 20,61 - 29,1cm  
 Grosor → 0,81 - 1,4cm



**Figura 26.** Estado 3 de los frutos de Palo cruz (*B. rosa-de-monte*).

**Fruto estado 4 (Fm4):** La coloración cambia a un tono marrón y ha comenzado el proceso en el cual se pueden apreciar aunque externamente la maduración de las semillas en el interior de cada uno de los frutos, debido al engrosamiento que ha tenido cada uno de ellos; el pericarpo ha endurecido y debido al proceso de turgencia, se puede apreciar que los frutos en la última etapa de desarrollo están a punto de abrirse expulsando las semillas de una forma estrepitosa hacia sus alrededores (figura 27). Este estado fue el que presentó mayor facilidad en cuanto a su identificación en campo y a pesar que la medida de largo es muy similar en los estados 3 y 4, el registro pudo ser realizado visualmente y en la mayoría de los casos no requirió la toma de las medidas para su identificación, salvo en el trabajo realizado para la determinación del tiempo que tarda el proceso de fructificación. Finalmente los datos determinados para la identificación de este estado fueron los siguientes:

Largo → 20,61 - 29,1cm  
 Grosor → 1,41- 2,1 cm



**Figura 27.** Estado 4 de los frutos de Palo cruz (*B. rosa-de-monte*).



El proceso de fructificación de la especie *B. rosa-de-monte* según la clasificación de Puentes *et al.*, 1993, es de tipo continua debido a que se evidencian frutos en diferentes estados en los individuos durante todo el año; dando a entender que este proceso se lleva a cabo tanto en la época seca como en la época lluviosa.

La fructificación culmina con el estado de dispersión total de las semillas, la cual simplemente fue reconocida mas no evaluada en intensidad, duración, frecuencia ni amplitud, debido a que se requería un proceso de observación mas continuo el cual no se llevó a cabo por las implicaciones económicas y de tiempo disponible para el seguimiento específico de esta fenofase.

## **6.4. CARACTERISTICAS DE LAS FENOFASES DEL PALO CRUZ**

### **6.4.1. Duración**

Definida como el espacio de tiempo de cada evento fenológico, para hallar la duración, se realizó seguimiento a los eventos de floración y fructificación en diferentes estados, tomando medidas de largo, ancho y altura para el botón de la inflorescencia; largo y diámetro para la inflorescencia abierta y largo y grosor para las vainas de las infrutescencias.

Según los resultados obtenidos, los eventos fenológicos de la especie varían en cuanto a duración e intensidad, siendo más común encontrar brotes florales distribuidos principalmente a lo largo del tronco donde se evidenciaron conjuntos de uno hasta cinco brotes en un mismo sitio y presentando un desarrollo más acelerado que los muestreados en las ramas, los cuales se encuentran en la parte basal de las ramas secundarias al contrario de la parte apical donde la intensidad es baja e incluso nula. Se encuentra una diferencia significativa, en que desde el surgimiento de nuevos brotes hasta la terminación de la fase fenológica de botón de la inflorescencia, aproximadamente por cada 2 brotes florales encontrados en las ramas, 1 logra pasar a la siguiente fenofase; mientras que por cada 11 brotes encontrados en el tronco, 8 logran pasar a la fenofase de inflorescencia abierta (tabla 3). La duración total estimada para la fenofase de floración se presume entre 16 y 32 días en el tronco y entre 16 y 48 días en ramas.

En el estudio sobre la duración del periodo de la inflorescencia abierta, se vio la necesidad de realizar con mayor intensidad el seguimiento (cada 3 días), pues los cambios en esta fenofase son rápidos considerando que durante todos los muestreos, a pesar de realizar en algunas ocasiones el seguimiento cada ocho días, no se obtuvieron resultados que mostraran los cuatro estados estimados para su desarrollo (tabla 4).


Para el análisis de este periodo, se realizaron 17 marcajes a las inflorescencias, 15 de las cuales se encontraban sobre el tronco, presentando estas al igual que para el estado de botón de la inflorescencia un desarrollo más acelerado que las encontradas sobre las ramas. Se evidencia que la duración máxima en cambiar a estado de fruto abarca alrededor de 20 días en las muestras estudiadas del tronco y aproximadamente 37 días en las inflorescencias

encontradas en las ramas, a no ser que se presenten procesos de atrofia como muy posiblemente sucedió con el botón del muestreo 8, el cual se realizó sobre las ramas.

**Tabla 3.** Medidas tomadas para el seguimiento de los botones de inflorescencias en tronco y ramas de *B. rosa-de-monte* encontrada en los alrededores de la microcuenca de la quebrada Salinas, municipio de Bolívar (Cauca).

M	L	H	A	L	H	A	L	H	A	L	H	A	L	H	A
	<i>20-Jul-09</i>			<i>30-Jul-09</i>			<i>06-Ago-09</i>			<i>24-Ago-09</i>			<i>12-Sep-09</i>		
1	0,96	0,86	1,14	Caída											
2	0,95	0,90	1,06	2,79	1,92	2,12	3,70	3,60	3,70	4,95	5,00	5,12	Inflorescencia		
3	0,75	0,82	0,90	2,90	1,99	2,40	4,39	5,11	4,80	Inflorescencia abierta					
4	0,94	0,90	1,49	2,85	2,49	2,53	4,04	5,08	4,09	Inflorescencia abierta					
5	0,96	1,16	1,24	2,96	2,75	2,31	4,35	4,74	4,55	Caída					
6	0,44	0,61	0,63	2,44	2,35	2,71	3,45	4,00	3,64	Caída					
	<i>05-Ago-09</i>			<i>25-Ago-09</i>			<i>12-Sep-09</i>			<i>25-Sep-09</i>			<i>14-Oct-09</i>		
7	0,74	0,85	0,83	3,68	3,85	3,92	3,78	3,99	3,95	3,88	4,07	4,12	Inflorescencia		
8	1,66	1,82	2,47	4,22	4,39	4,52	Caída								
9	1,07	1,07	1,36	3,92	4,25	4,30	Inflorescencia abierta								
10	0,94	1,05	1,65	3,75	4,12	4,32	Inflorescencia abierta								
11	0,99	1,06	1,52	3,85	4,00	4,52	Inflorescencia abierta								
12	2,62	2,14	2,93	3,92	4,42	4,20	Inflorescencia abierta								
13	1,29	1,07	1,33	3,82	3,93	4,00	Inflorescencia abierta								
	<i>12-Sep-09</i>			<i>26-Sep-09</i>			<i>14-Oct-09</i>			<i>29-Oct-09</i>			<i>13-Oct-09</i>		
14	2,74	2,92	3,14	4,76	3,58	4,53	Caída								
15	2,88	3,14	3,5	4,69	3,95	5,41	5,92	6,89	7,13	Inflorescencia abierta					
16	3,27	3,63	3,62	4,78	5,52	6,03	Inflorescencia abierta								
	<i>26-Sep-09</i>			<i>14-Oct-09</i>			<i>29-Oct-09</i>			<i>13-Nov-09</i>			<i>22-Nov-09</i>		
17	0,84	0,95	0,74	0,89	0,95	0,74	0,93	1,06	0,84	Caída					
18	0,94	0,86	1,05	0,96	0,86	1,06	0,97	0,96	1,24	Caída					
19	0,77	0,87	0,81	0,78	0,88	0,83	0,98	1,04	0,98	0,99	1,11	0,98	1,08	1,12	1,04

**M:** muestreo; **L:** largo; **H:** altura; **A:** ancho; (valores en cm)

 : Botones encontrados en el  tronco. Botones encontrados en las ramas.

**Tabla 4.** Medidas tomadas para el seguimiento de las inflorescencias abiertas en tronco y ramas de *B. rosa-de-monte*.

M	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	
	<i>20-Jul-09</i>		<i>30-Jul-09</i>		<i>06-Ago-09</i>		<i>24-Ago-09</i>		<i>12-Sep-09</i>		
1	7,52	8,82	8,93	9,03	Fruto						
2	14,12	10,93	14,32	10,81	Fruto						
3	7,53	8,35	9,03	9,18	Fruto						
4	14,03	11,31	14,05	11,21	Fruto						
	<i>05-Ago-09</i>		<i>25-Ago-09</i>		<i>12-Sep-09</i>		<i>25-Sep-09</i>		<i>14-Oct-09</i>		
5	8,49	9,23	Fruto								
6	6,45	7,43	9,93	9,13	Fruto						
7	9,98	8,35	Fruto								
8	6,45	7,53	7,65	8,73	7,67	8,78	7,71	8,79	7,87	8,80	
9	7,24	8,04	8,89	8,97	13,47	9,63	Fruto				
	<i>12-Sep-09</i>		<i>25-Sep-09</i>		<i>14-Oct-09</i>						
10	9,52	9,23	13,35	11,32	Fruto						
11	9,49	10,75	9,40	10,52	Fruto						
12	9,62	9,12	Caída								
13	13,40	10,72	Fruto								
14	9,52	8,72	Caída								
	<i>26-Sep-09</i>		<i>02-Oct-09</i>		<i>14-Oct-09</i>		<i>29-Oct-09</i>				
15	6,52	7,53	7,93	8,33	9,05	9,30	Fruto				
16	7,56	8,53	8,54	9,23	13,93	11,31	Fruto				
17	8,32	9,13	9,53	9,29	13,43	10,59	Fruto				

**M:** muestreo; **L:** largo; **D :** Diametro.

 : Inflorescencias encontradas en el tronco.

 : Inflorescencias encontradas en las ramas.

Para el periodo de fructificación, se obtiene una duración aproximada entre 16 y 37 días desde el surgimiento de los primeros frutos hasta el momento de la semillación. Todos los muestreos fueron realizados en infrutescencias encontradas en el tronco, ya que a pesar que se evidenciaban frutos en las ramas, por la altura eran inasequibles para realizar en ellas el seguimiento. Solo se notó que de los 7 muestreos realizados, 1 presentó daño al tener signos de herbivoría lo cual culminó en su caída (tabla 5).

**Tabla 5.** Medidas tomadas para el seguimiento de las infrutescencias en tronco de *B. rosa-de-monte*.

M	L	G	L	G	L	G	L	G	L	G
	20-Jul-09		30-Jul-09		06-Ago-09		25-Ago-09			
1	26,32	1,95	29,01	1,99	29,03	2,05	Semillacion			
	06-Ago-09		25-Ago-09		12-Sep-09		26-Sep-09			
2	7,10	0,45	21,68	1,12	28,73	1,91	Semillacion			
3	5,72	0,28	20,02	0,95	27,93	1,96	Semillacion			
	25-Ago-09		12-Sep-09		26-Sep-09		02-Oct-09		14-Oct-09	
4	14,02	0,79	21,82	1,58	27,95	1,93	28,01	2,00	Semillacion	
5	8,93	0,76	20,13	1,11	25,45	1,69	Semillacion			
6	5,23	0,48	20,15	1,42	27,53	1,83	Semillacion			
	26-Sep-09		02-Oct-09		14-Oct-09		29-Oct-09		12-Nov-00	
7	19,03	0,75	22,93	0,82	caída					

**M:** muestreo; **L:** largo; **G:** grosor.

Finalmente según los resultados obtenidos se propone la duración en días de las fenofases de floración y fructificación y sus diferentes estados de desarrollo tanto en tronco como en ramas (tabla 6).

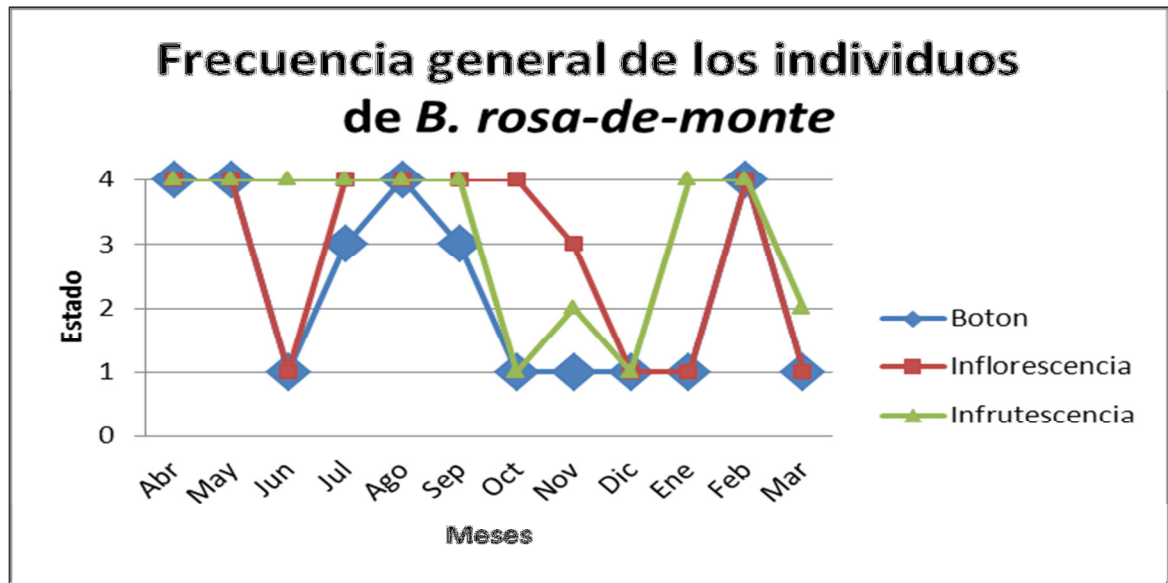
**Tabla 6.** Duración (en días) de las etapas fenológicas de la especie *Brownea rosa-de-monte*

FLORACION		FRUCTIFICACION	DISPERSION DE SEMILLAS
BOTON DE LA INFLORESCENCIA	INFLORESCENCIA ABIERTA		
Tronco: 16 – 32 Ramas: 16 - 48	Tronco: 10 - 20 Ramas: 37	16 - 37	1 – 3
Duración total en troco= 26 – 52 Duración total en ramas = 53 - 85		Duración total = 17 – 40	
$\Sigma$ días floración, fructificación y dispersión de semillas en tronco = 43 - 92 $\Sigma$ días floración, fructificación y dispersión de semillas en ramas = 70 – 125			

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la duración de la fenofase de floración es mayor en las ramas (53 – 85 días), que en el tronco (26 – 52 días); En cuanto a la fructificación, dado que no se pudo hacer la comparación en tronco y ramas se calcula la duración de esta fenofase entre 17 y 40 días incluyendo el periodo de dispersión de semillas (1 – 3 días).

### 6.4.2. Frecuencia

Definida como el número de ciclos por año con respecto a una fase, la frecuencia se calculó realizando una sumatoria de los estados de cada fenofase por individuo durante cada mes, considerando al estado de mayor cantidad como el predominante; en los casos en los que coincidieran los valores entre los estados, se tomó el de mayor desarrollo como el estado actual en el que se encontraba la fenofase. Finalmente los resultados obtenidos por individuo se registran en el anexo G. En la figura 28 se sintetiza la frecuencia de los estados fenológicos reproductivo de *Brownea rosa-de-monte*.



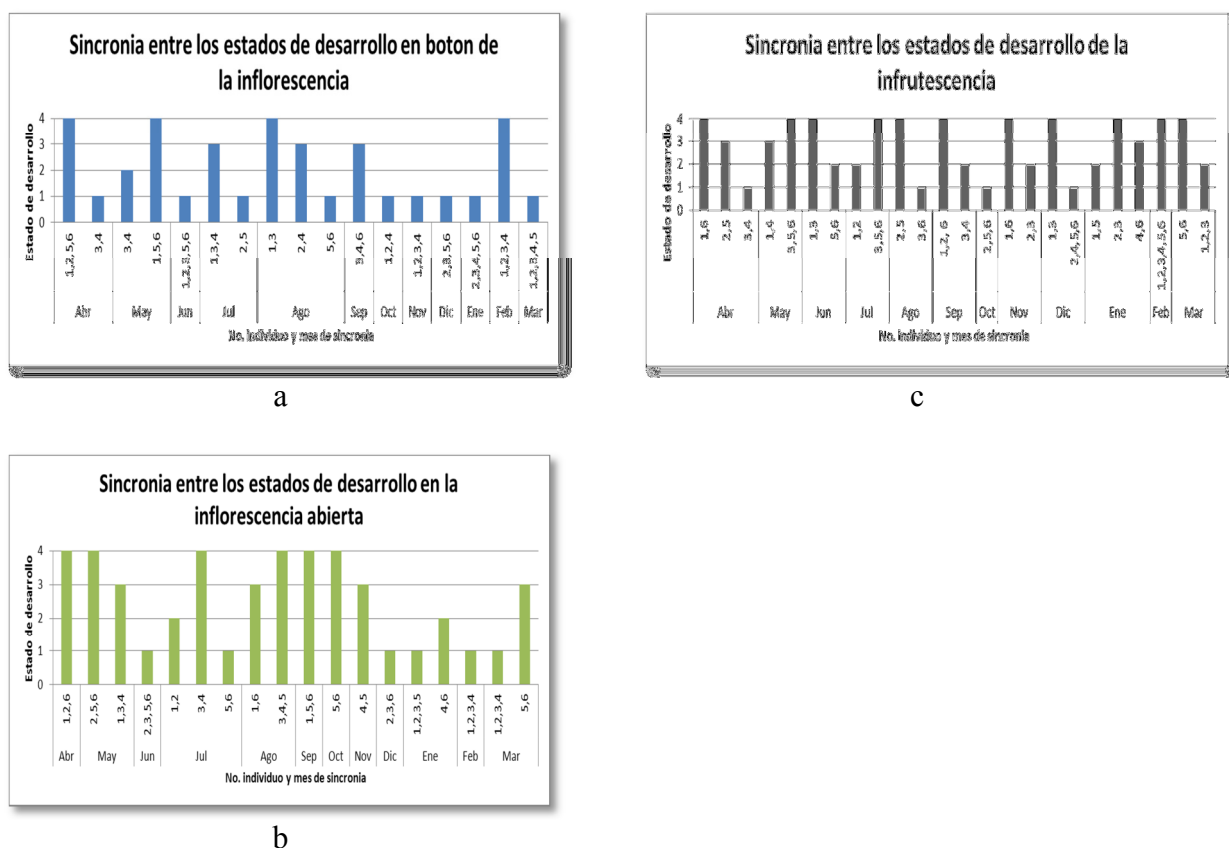
**Figura 28.** Frecuencia general de los individuos de *B. rosa-de-monte* (N=6), en un bosque seco del municipio de Bolívar (Cauca), entre abril de 2009 y marzo de 2010.

La frecuencia encontrada para la especie, muestra que ocurren dos ciclos anuales en las que se presentan todos los estados de las fenofases, clasificando a la especie dentro del grupo de floración y fructificación continua, ya que como se observa en la figura 28, todas las épocas del año presentan las fenofases en diferentes estados, lo cual indica que la floración y fructificación ocurren durante todo el año.

Se observa que en cuanto al periodo comprendido de abril a septiembre, es representativo puesto que se encuentran la mayor cantidad de frutos en estado 4, el cual es óptimo para la recolección de semillas y, en cuanto a las fenofases de botón de la inflorescencia e inflorescencia abierta, se nota una similitud entre la época de sus ciclos, haciendo pensar que de la cantidad de brotes florales producidos por la especie, la gran mayoría logran pasar a la fenofase de inflorescencia abierta.

### 6.4.3. Sincronía

Definido como la ocurrencia simultánea de una fenofase; para hallar la sincronía a nivel poblacional, se comparó los estados de las fenofases entre los 6 individuos estudiados, para lo cual, partiendo de su frecuencia, se procedió a analizar si hay igualdad entre el estado de desarrollo predominante en cada fenofase durante los meses con cada uno de los individuos. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 29, en la que se observa que existe relación entre las diferentes fenofases y los individuos durante ciertos meses, pero esta relación no está marcada por la ubicación de los individuos, ya que como se menciona anteriormente todos ellos fueron seleccionados de lugares diferentes dentro del área de estudio (bosque, bocatomá y carretera), encontrándose similitud entre el estado de las fenofases y todos los individuos.

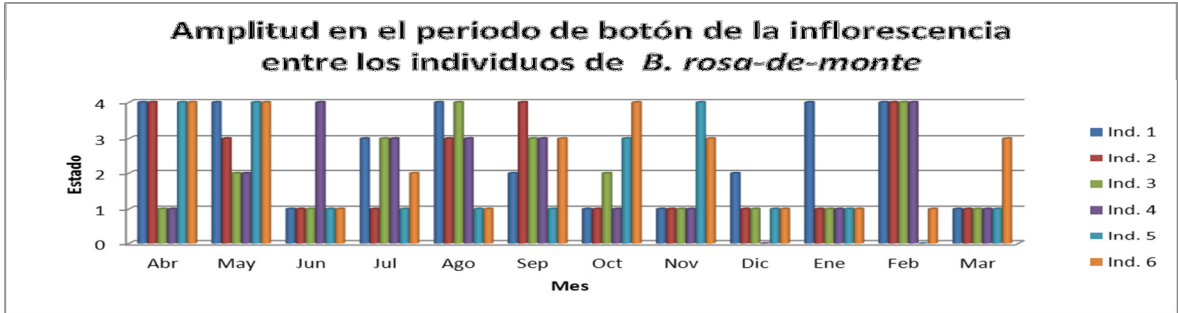


**Figura 29.** Sincronía entre estados de desarrollo entre abril de 2009 y marzo de 2010 en *B. rosa-de-monte* (N=6) en un bosque seco del municipio de Bolívar. a. botón de la inflorescencia; b. inflorescencia abierta; c. infrutescencia.

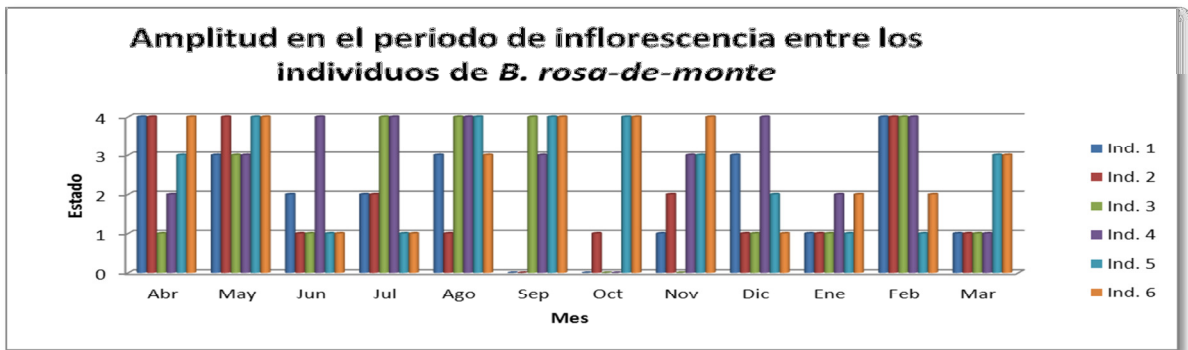
Los datos anteriores sugieren que hay una relación asincrónica entre las fenofases de botón de la inflorescencia, inflorescencia abierta e infrutescencia en los 6 individuos, siendo el mes de febrero el único que presentó sincronía en la fenofase de infrutescencia entre todos los individuos estudiados.

#### 6.4.4. Amplitud

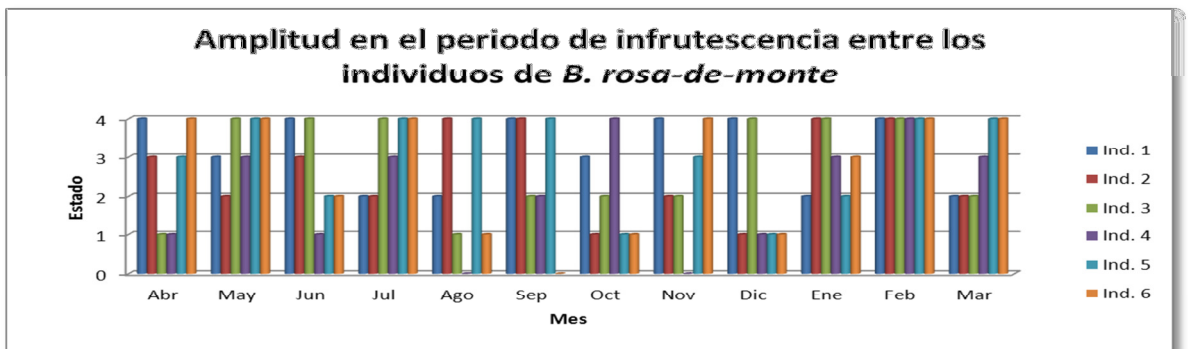
Definida como la intensidad o cantidad de la fenofase, la amplitud fue calculada estableciendo el número de veces que se presenta cada estado de la fenofase durante un año. Los resultados obtenidos se registran por individuo en la figura 30.



a



b



c

**Figura 30.** Amplitud en las diferentes fenofases de los individuos de *B. rosa-de-monte* (N=6), en un bosque seco del municipio de Bolívar (Cauca), en un periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010. a. botón de la inflorescencia. b. inflorescencia abierta. c. fructificación.

Los resultados anteriores se sintetizan respecto al número de veces anuales en los que se encontraron los diferentes estados (tabla 7).

**Tabla 7.** Amplitud de las fenofases de *B. rosa-de-monte*, especificada por el predominio de un estado de desarrollo sobre otro en el periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010.

<b>Estado</b>	<b>Botón de la inflorescencia</b>	<b>Inflorescencia abierta</b>	<b>Infrutescencia</b>
1	34 veces al año	22 veces al año	12 veces al año
2	6 veces al año	9 veces al año	16 veces al año
3	12 veces al año	12 veces al año	11 veces al año
4	18 veces al año	23 veces al año	30 veces al año

En la etapa de botón de la inflorescencia se pudo observar siempre la presencia del estado 1 durante el año, promediando el surgimiento de los botones a nivel poblacional, se calcula que cada individuo produce nuevos brotes aproximadamente 3 veces al mes; no todos los botones de desarrollan hasta completar el estado cuatro (figura 30a), lo cual se evidenció en muchos de los individuos marcados.

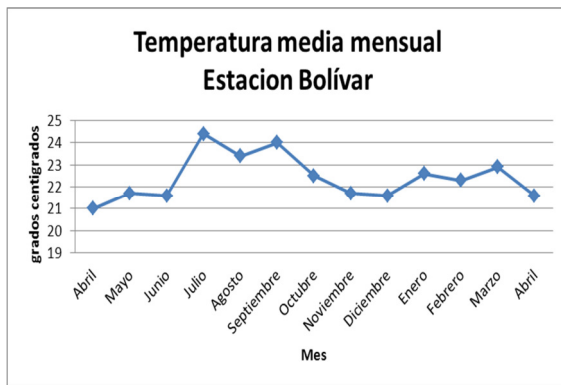
Respecto a la inflorescencia abierta también fue observada durante todo el año, con dos picos de desarrollo entre los meses de febrero a mayo y de julio a agosto por encontrarse en diferentes estados de desarrollo (figura 30b)

Finalmente respecto a la fructificación se observa que en el año son 30 veces en las que los individuos presentan un predominio del estado 4 de la infrutescencia, el cual es el catalogado como el óptimo para la recolección de semillas y, al compararlo con la sincronía de la especie, se estima que alrededor de los meses de mayo, julio y septiembre se presentan la mitad de los individuos listos para la recolección de semillas, siendo como característica principal, que el mes de febrero fue la época en la todos individuos presentaban lafructificaron en su mayor estado, considerando finalmente que estos meses son los mejores para la colecta de semillas (figura 30c).

## **6.5. PARAMETROS AMBIENTALES**

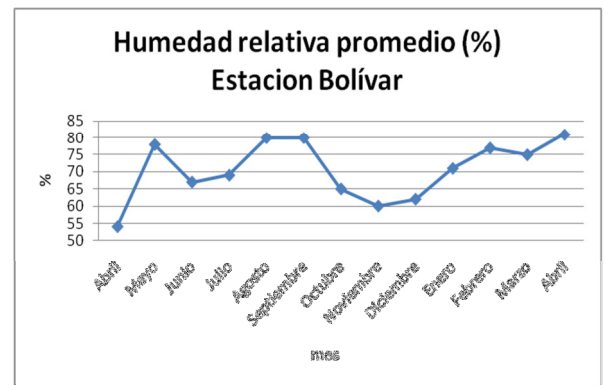
Se registraron los datos de temperatura media(°C), humedad relativa media (%) y precipitación total (mm), obtenidos de la estación meteorológica de Bolívar (suministrados por el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM, 2010).Figura 31.





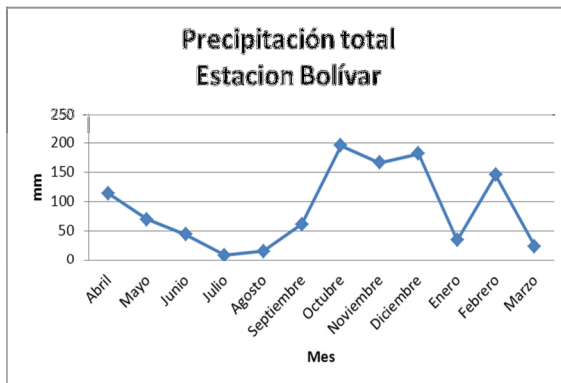
a

Media	24.8
Maxima absoluta	32.0
Minima absoluta	15.4
Media de minimos	18.6
Media de maximos	27.0



b

Media	70
Minima absoluta	33



c

Total:	937.6
No. Días lluvia:	121
Máxima en 24 horas:	64.4

**Figura 31.** Parámetros ambientales entre abril de 2009 y marzo de 2010. a. temperatura media mensual (°C). b. precipitación total (mm); c. humedad relativa (%).

Respecto a la temperatura se observa que se encontraron dos picos altos, el primero de ellos entre julio a septiembre y el segundo de enero a marzo. Los valores de humedad relativa el valor mínimo de 33 % y el valor máximo de 78 % y respecto a la precipitación, reconoce el periodo de octubre a diciembre como el de máximo nivel de lluvias.

### 6.5.1. Paralelo entre las variables climatológicas con las fenofases.

Con los datos anteriores se realizó un paralelo entre los datos obtenidos de las variables climatológicas con el promedio de la cantidad de las estructuras presentes en cada muestreo que presentó la especie *B. rosa-de-monte* (tabla 8).

**TABLA 8.**Datos climatológicos y promedio de las estructuras de las fenofases por mes durante el periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010, en un relicto de bosque ubicado en la vereda La carbonera en una zona de vida de bosque seco tropical.

Mes	P	T	HR	Botones	Inflorescencias	Infrutescencias	Ramilletes de nuevo follaje
<b>Abr</b>	114,4	21	54	115	49	47	12
<b>May</b>	69,6	21,7	78	50,5	42,5	39	13
<b>Jun</b>	43,9	21,6	67	38	38,5	53,5	19
<b>Jul</b>	8,6	24,4	69	32,5	39,5	26,5	25
<b>Ago</b>	15,8	23,4	80	44	43,5	11,5	32
<b>Sep</b>	61,4	24	80	40	24,5	11	26
<b>Oct</b>	195,3	22,5	65	56	19	27,5	36
<b>Nov</b>	166,1	21,7	60	27,5	30	14,5	33
<b>Dic</b>	181,6	21,6	62	28,5	21	18,5	19
<b>Ene</b>	34,1	22,6	71	55,5	39	35	18
<b>Feb</b>	145,5	22,3	77	28,5	22	42	24
<b>Mar</b>	24	22,9	75	82,5	35	29	31

P: Precipitación total mensual (mm); T: Temperatura media mensual (°C); HR: Humedad relativa media mensual (%).

Según los resultados obtenidos en cuanto a la comparación de los datos climatológicos con la cantidad de estructuras presentes en cada fenofase, se observan unas épocas en las que hay mayor intensidad de las mismas, pero a nivel poblacional, se demuestra que durante todo el año hubo presencia de todas las fenofases.

Correlacionando las variables ambientales con el promedio de la sumatoria de las estructuras de cada fenofase, se observa una relación entre la intensidad del número de inflorescencias con la variable precipitación, reconociendo que a medida que aumenta este parámetro ambiental, disminuye el número de inflorescencias, siendo la época de marzo a agosto la que se caracteriza por la mayor cantidad de estas. De igual manera se evidencia que hay mayor cantidad de infrutescencias en la época entre enero y junio, pero no se observa relación de esta con las variables climatológicas, y finalmente se analiza que el periodo de nuevo follaje, tiene su mayor intensidad en la época comprendida entre agosto y noviembre, en la cual se hallan los mayores valores de precipitación, temperatura y humedad relativa, sugiriendo que en esta época la planta utiliza toda su energía para su ciclo vegetativo y que esté esta relacionado con los mayores valores de las variables climatológicas, ya que la cantidad de estructuras reproductivas están en su más baja intensidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, se determina que el ciclo fenológico de la planta abarca su mayor intensidad en el desarrollo de las estructuras reproductivas en la época comprendida entre enero y agosto, periodo en el cual se halla la producción de nuevo follaje en su más

baja intensidad. Contrario a esto, la época comprendida entre agosto y noviembre, es caracterizada por presentar la mayor cantidad de nuevo follaje y la menor en cuanto a estructuras reproductivas, determinando de esta manera el calendario fenológico de la especie como se muestra en la tabla 9.

**Tabla 9.** Calendario fenológico de la especie *Brownea rosa-de-monte*, en el periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010. Estudio realizado en un relicto de bosque ubicado en la vereda La carbonera en una zona de vida de bosque seco tropical.

FENOFASE	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
BOTON	I.MM		I.B				I.M	I.B		I.M	I.B	I.MM
INFLORESCENCIA	I.MM						I.B	I.M	I.B	I.M	I.B	I.MM
INFRUTESCENCIA	I.MM		I.M	I.B					I.MM			
FOLIACION	I.B			I.MM					I.B			
DEFOLIACION	PRESENTE DURANTE TODO EL AÑO											

I.MM: Intensidad máxima

I.M: Intensidad media

I.B: Intensidad baja

El calendario determinado para la especie, muestra que en relación a la cantidad de estructuras tanto reproductivas como vegetativas, se observan dos periodos; uno reproductivo, comprendido entre la época de enero a agosto, en el cual las plantas utilizan su energía en la producción de flores y frutos, y el otro vegetativo, comprendido entre la época de agosto a diciembre, en el cual las plantas de esta especie enfocan su energía en la producción de nuevas hojas. Teniendo en cuenta que durante todo el año se evidenció la presencia de todas las fenofases, aunque presentado periodos de menor intensidad; el calendario fenológico se determinó con los valores máximos de producción de estas fenofases, concluyendo que los periodos mencionados no se superponen y que según las observaciones realizadas al beneficiarse el desarrollo de las inflorescencias con la disminución en los valores de precipitación y encontrándose en el ciclo vegetativo los valores más altos de este parámetro ambiental, se deduce que el periodo reproductivo es beneficiado por la época seca y el vegetativo por la época de más altas lluvias.

## 6.6. ANALISIS ESTADISTICO

Con el fin de analizar si la variación de datos es significativa respecto a la cantidad y aparición de las fenofases estudiadas, se empleó el análisis de regresión lineal aplicando el programa SPSS versión 11.5.1, lo cual indicara si existe relación entre las fenofases de botón de la inflorescencia, inflorescencia abierta e infrutescencia, con las diferentes variables climatológicas. Para la comparación entre los meses y la intensidad de los estados en los eventos fenológicos, se empleó el análisis de correspondencia, aplicando el programa estadístico PAST, el cual produjo una comparación netamente observacional descriptiva (figura 32). La realización del análisis de correspondencia se hizo partiendo de los datos registrados en el anexo F, que permitieron generar la tabla de contingencia, la cual compara en promedio la cantidad de botones, inflorescencias e infrutescencias con los muestreos realizados (tabla 10). Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

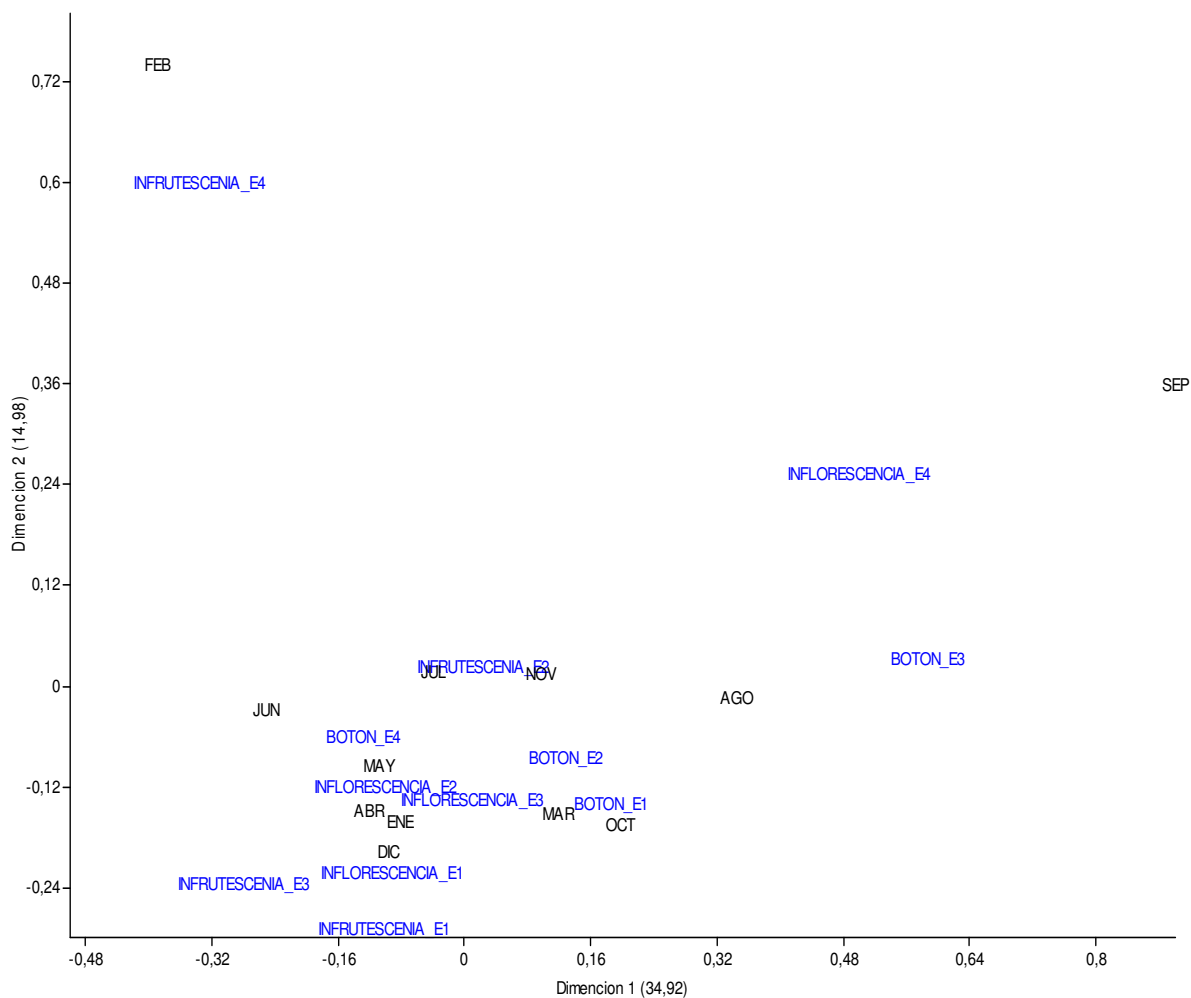
**Tabla 10.** Tabla de contingencia de la intensidad de las fenofases durante el periodo de abril de 2009 y marzo de 2010.

MES	BOTON E1	BOTON E2	BOTON E3	BOTON E4	INFLORESCENCIA E1	INFLORESCENCIA E2	INFLORESCENCIA E3	INFLORESCENCIA E4	INFRUTESCENCIA E1	INFRUTESCENCIA E2	INFRUTESCENCIA E3	INFRUTESCENCIA E4
ABR	5	6	2,66666667	5,5	4,33333333	2,83333333	4,16666667	5	4,83333333	3,16666667	4,16666667	3,5
MAY	4,5	3,5	3,83333333	5	4	3	3,5	3,66666667	2,16666667	3	4,33333333	3,5
JUN	6	2,83333333	1,5	2,33333333	4,5	2,66666667	2	3,66666667	3,83333333	4,33333333	4,33333333	5,33333333
JUL	2,83333333	2,83333333	3,16666667	2	4,16666667	3	2	4	1,5	1,66666667	2,33333333	3,33333333
AGO	4,5	3,83333333	3,16666667	3,16666667	2,5	2	2,66666667	7,33333333	1,83333333	0,5	0,5	1
SEP	4,5	2,33333333	6,5	0	0,16666667	0,16666667	0,66666667	7,16666667	0	2,16666667	0	1,5
OCT	5,66666667	4	4,66666667	4,33333333	1,5	1,5	0,16666667	3,16666667	4	2,83333333	1,16666667	1,16666667
NOV	4,33333333	1,5	1,5	1,83333333	2,83333333	1,5	1,66666667	4	0,5	1,33333333	1,16666667	1,83333333
DIC	4,83333333	1,33333333	1	2,33333333	2,16666667	1,66666667	1,16666667	2	2,83333333	0,66666667	1	1,66666667
ENE	8	4,33333333	3,16666667	3	6	3	2	2	2,66666667	3,66666667	1,83333333	3,5
FEB	2,66666667	2	1,16666667	3,66666667	1,33333333	1,5	1	3,5	1,16666667	1,83333333	0,66666667	10,33333333
MAR	13,166667	3,6666667	6,6666667	4	5	2,16666667	2,66666667	1,83333333	2,83333333	1,33333333	1,5	4

01: Primera quincena. 02: segunda quincena. 1: BE1; 2: BE2; 3: BE3; 4: BE4; 5: FE1; 6: FE2; 7: FE3; 8: FE4; 9: Fr1; 10: Fr2; 11: Fr3; 12: Fr4.

### 6.6.1. Análisis de correspondencia

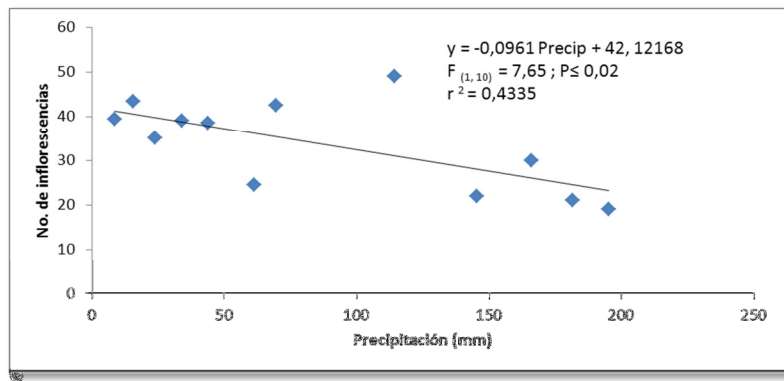
Con una varianza del 48,28 %, el análisis de correspondencia muestra una relación principalmente en 3 aspectos: la cantidad de inflorescencias totalmente desarrolladas (estado 4), fueron más evidentes en el mes de agosto; entre el surgimiento tanto de las inflorescencias como de infrutescencias (estado 1), en su mayor cantidad en los meses de diciembre y enero; y el estado 4 de fructificación, considerado la época más evidente de producción de semillas, abarcando todo el mes de febrero. Por otra parte el proceso de desarrollo de botones, no mostró relación entre los meses y su presencia, evidenciando una discontinuidad en su desarrollo, lo cual indica que los botones pueden surgir en cualquier época del año sin alguna dependencia a factores climáticos (figura 32).



**Figura 32.** Análisis de correspondencia entre la aparición de las fenofases de botón de la inflorescencia, floración y fructificación comparadas en un periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010.

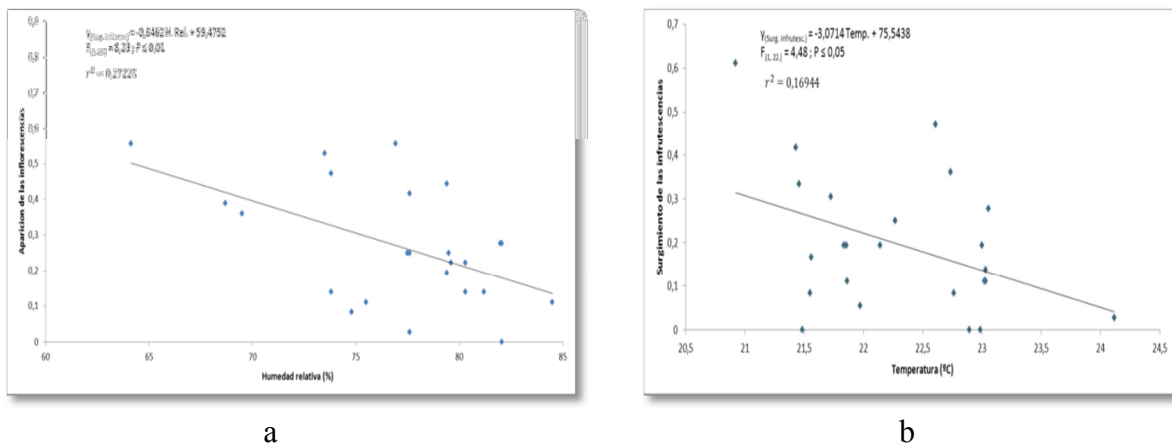
### 6.6.2. Análisis de regresión lineal

Se compararon las variables independientes precipitación (mm), temperatura (°C), humedad relativa (%) y época del año, con las variables dependientes: cantidad de estructuras de cada fenofase (botón de la inflorescencia, inflorescencia y fructificación) y el surgimiento de cada una de ellas. Los datos obtenidos se registran en los anexos G, I y se esquematizan las gráficas de regresión lineal en la figura 33 y 34.



**Figura 33.** Análisis de regresión y correlación entre el número de inflorescencias y la precipitación.

Con un error estimado inferior al 2%, se obtiene una correlación de 43,35 % entre la cantidad de inflorescencias y la precipitación ambiental de tipo inversa (figura 33); es decir, que a medida que aumenta la precipitación, surge una tendencia hacia la disminución del número de inflorescencias. No se encontraron otras relaciones entre la cantidad de las fenofases de botón de la inflorescencia e infrutescencia con alguno de los parámetros ambientales.



**Figura 34.** Análisis de regresión y correlación entre: a. Humedad relativa y surgimiento de las inflorescencias; b. Temperatura y surgimiento de las infrutescencias.

Según el análisis de regresión y correlación lineal, solo se halla una relación significativa entre la aparición de las inflorescencias con la variación en la humedad relativa y entre el surgimiento de las infrutescencias con la variación en la temperatura. Con relación a esto se obtuvo que el surgimiento de las inflorescencias está relacionada en un 27,2 % de los cambios de la humedad relativa, siendo una relación tipo inversa (figura 34a). Por otra parte, en cuanto al surgimiento de las infrutescencias, se puede observar que al igual que la anterior es de tipo inversa con respecto a la variación en la temperatura, estando relacionada en un 16,94 % en los cambios de esta (figura 34b).

## 7. DISCUSION

Con una extensión aproximada de 2 Km<sup>2</sup> y una muestra seleccionada de seis individuos distribuidos aleatoriamente en los alrededores de la microcuenca de la quebrada Salinas, ubicada en la vereda La carbonera en el municipio de Bolívar del departamento del Cauca, se realizó el estudio fenológico a la especie *B. rosa-de-monte*, brindado además de este, algunos aportesa la descripción morfológica presentada por quiñones, (1986), como lo son el número de flores por inflorescencia (128), constituidas por 11 estambres y el pistilo; se encontró que cada vaina de la infrutescencia alberga entre 3 y 5 semillas en su interior y que cada infrutescencia puede tener hasta 32 frutos; se realizó un conteo de la altura registrada para los individuos en estado reproductivo, concluyendo que ésta es superior a los 20 metros en todos los individuos, presentando un DAP entre 30 y 50 cm y resaltando finalmente que estos árboles son muy llamativos, al ser una especie de tipo cauliflora, con inflorescencias de color blanco.

Teniendo en cuenta que *Brownea rosa-de-monte* es en Colombia, según Quiñones, (1986), la especie de *Brownea* de más amplia distribución; se atribuye la falta de reportes para este especie en el departamento del Cauca, a la carencia de colecciones intensivas en particular para bosques secos tropicales. Por otra parte, debido a que la dispersión de semillas para este género se hace por el agua (hidrocoria), se evidencia gran cantidad de semillas germinadas y de plántulas en las cercanías de la planta madre, concluyendo que la razón por la que hasta el momento, solo se ha encontrado esta planta a lo largo de esta quebrada (quebrada Salinas), es debido a que la viabilidad de las semillas es muy corta y a que los árboles que han logrado crecer espontáneamente en lugares lejanos de las corrientes de agua, han ido desapareciendo por procesos antrópicos.

El seguimiento fenológico de la especie, brindó información sobre la duración, amplitud, frecuencia y sincronía de las diferentes fenofases en el año comprendido para su estudio, reconociendo según observaciones realizadas que la especie presenta mayor abundancia de estructuras reproductivas en la parte media-baja del tronco y sobre la base de las ramas secundarias que sobre su parte apical. Se encontró que comparando al estudio realizado por Agudelo & Gómez, (2003), *B. rosa-de-monte* presenta cinco de las seis etapas fenológicas identificadas en su estudio sobre la fenología de especies forestales de la montaña del Ocaso, siendo la etapa de reposo la que no se presentó, ya que durante todo el año se observó que al menos un individuo tenía alguna de las fases fenológicas (botón de la inflorescencia, inflorescencia en antesis, fructificación, surgimiento y caída de follaje y dispersión de semillas).

Según los resultados obtenidos, la especie se clasifica según Puentes *et al.*, (1993), de foliación perennifolia al permanecer el árbol frondoso durante todo el año, siendo paulatina la pérdida y el surgimiento de las hojas. Por otra parte, según la definición de Sarmiento & Monasterio (1983) y Castillo & Carabias (1982), presenta una floración y

fructificación continua, ya que como se evidenció durante todos los meses evaluados, se reconoce la presencia de estas fenofases en varios de sus estados.

Los estados determinados para el seguimiento fenológico, fueron tomados como referentes para realizar un estudio cuantitativo que fuera fácil de calcular en campo; y siguiendo la metodología propuesta por Fournier, (1974), los resultados obtenidos en cuanto a las características de los estados de las fenofases estudiadas, indican que el proceso completo de floración (botón de la inflorescencia e inflorescencia) puede durar desde 52 a 85 días, dependiendo si la inflorescencia se halla en el tronco o en las ramas; ya que según las observaciones realizadas, hay una diferencia entre la duración del ciclo de un brote floral según su ubicación en el árbol, asumiendo de esta manera que puede haber factores como el nutricional que estén causando esta diferencia en la duración del desarrollo de estas estructuras.

El periodo de fructificación es un poco más corto, llegando a tener una duración aproximada de hasta 39 días, incluyendo lo que se refiere a la fase fenológica de dispersión de semillas; la cual está contemplada en una duración máxima de 3 días desde que las primeras vainas de frutos en una misma infrutescencia se abren hasta la caída total de la infrutescencia.

Los resultados obtenidos sobre los parámetros ambientales (precipitación total anual = 937.6 mm, temperatura media mensual = 24.8°C y humedad relativa media mensual = 78%), comparándolos con el análisis estadístico de regresión lineal, mostraron con un error inferior al 1 %, que hay una relación inversa entre la producción de flores con la humedad relativa y con un error inferior al 5 %, también se halla una relación de tipo inversa entre la producción de frutos con la temperatura, llevando a pensar que en lugares que alberguen condiciones de menores temperaturas y humedad relativa, beneficiarían la producción de inflorescencias e infrutescencias para esta especie. Se reconoce igualmente que evaluando la cantidad de las estructuras reproductivas con la variable de precipitación, se encuentra una relación inversa, entre la cantidad de inflorescencias con el incremento en este parámetro ambiental, ultimando que la mayor intensidad de esta fenofase se beneficia por la época seca.

Según Rowe, (1964), independientemente a las características ambientales del área de estudio, hay que reconocer que en algunas zonas hay una amplia evidencia de que los patrones de fenología en árboles y otras plantas no es simplemente una respuesta al clima, ya que también hay que tener en cuenta que el tiempo de aparición de las flores y frutos pueden ser afectados por otros factores como lo son la posición del órgano en la planta, por la edad, el sexo así como también por factores hereditarios, lo que podría explicar el hecho por el cual no están relacionados en un alto porcentaje los eventos fenológicos con las variables climatológicas.

El análisis de correspondencia y el de regresión lineal, muestran la mayor relación entre el surgimiento de inflorescencias e infrutescencias en el mes de diciembre y enero, siendo el mes de febrero en el que fue más evidente la cantidad de infrutescencias listas



para realizar colecta de semillas, tanto por su sincronía entre los individuos, como por el número de infrutescencias encontradas en el estado de maduración. A esto no hay que desconocer que a pesar que se muestran unas épocas marcadas en las que hay mayor surgimiento y mayor desarrollo de las diferentes fenofases; hay presencia de las mismas en menor intensidad y en otros estados inferiores de desarrollo; por lo cual se deduce, teniendo en cuenta las afirmaciones de Alvim, (1964), que las especies de climas tropicales pueden ser consideradas no estacionales, dejando en duda cuáles son los factores que controlan la periodicidad de estas, que en este caso particular, al obtener una relación comparando las variables climatológicas con las fenofases de esta especie, se halló una covarianza entre la estación seca y la cantidad de inflorescencias, y entre las variables de temperatura y humedad relativa, con el surgimiento de infrutescencias e inflorescencias respectivamente, notándose que no se puede hablar de una estrecha relación, debido a que esta es muy baja comprendiendo unos valores inferiores al 50%.

Con respecto a la foliación, estudios como el de Bullock *et al.*, (1990) y Duarte *et al.*, (1993), en *Hibiscus elatus* Sw., *Catostemma commune* y en *Inga* sp., encontraron que la caída de follaje de algunas especies se concentra durante la época desfavorable (seca), mientras que la etapa con mayor cantidad de hojarasca se presenta en un periodo corto y ocurre durante la época lluviosa. Según los resultados obtenidos la especie *B. rosa-de-monte*, se clasifica como de tipo perennifolia, ya que la pérdida y el surgimiento del follaje es paulatino a través del tiempo, permaneciendo de los árboles siempre frondosos y, según el calendario fenológico, la época de mayor surgimiento de follaje (agosto - noviembre), presenta los más altos valores de las 3 variables ambientales, sugiriendo que contrario a los estudios mencionados anteriormente, esta especie tiene un mayor beneficio para la época vegetativa durante la época lluviosa.

El periodo reproductivo de *B. rosa-de-monte*, según el trabajo realizado consta de una duración aproximada de entre 43 y 92 días por cada brote floral encontrado en el tronco y de 70 a 125 días por brote hallado en las ramas, teniendo similitud con la duración del periodo reproductivo en las especies forestales estudiadas por Agudelo y Gómez, (2003) de *Anacardium excelsum* (75 – 105 días), *Trophis caucana* (105 – 153 días) y *Lueheaseemannii* (120 – 165 días), pero reconociendo igualmente que hay una diferencia entre en el desarrollo de las estructuras reproductivas según su ubicación en la planta; lo cual puede deberse a varios factores, entre los cuales pueden ser fisiológicos (conducción de nutrientes y gasto energético, propiciando que entre más lejos se encuentre el órgano de las raíces más lento sea su desarrollo, o simplemente como alguna estrategia para efectos de polinización o de dispersión), genéticos o ambientales.

Teniendo en cuenta que según la definición del termino fenología, ésta involucra la estricta relación de los patrones fenológicos con los cambios climáticos; es importante considerar los impactos que tienen fenómenos ambientales como lo son “El Niño” y “La Niña” en la irregularidad fenológica; por lo cual, según el boletín informativo sobre el monitoreo de estos fenómenos proporcionado por el IDEAM (2010), se constata que “El Niño” empezó a manifestarse desde mayo de 2009, y a mediados de junio del mismo año se dio inicio de la etapa temprana de su formación, al presentarse una anomalía de

medio grado centígrado por encima de lo normal, en la temperatura superficial del mar, alcanzando su etapa máxima de desarrollo entre finales de diciembre de 2009 e inicios de enero del 2010, trayendo como consecuencia que se acentúe la temporada seca desde el mes de julio hasta inicios de septiembre de 2009 y durante los meses enero, febrero y marzo de 2010 en la región Andina con unos volúmenes bajos a nulos de precipitación presentando un déficit del 70% se sus valores normales que al compararlos con la fenología de la especie, muestra una relación entre la mayor cantidad de estructuras reproductivas (inflorescencias e infrutescencias) durante estos periodos de sequía.

De otro lado, los meses de diciembre de 2009, enero y febrero de 2010, presentan en la mayoría de las ciudades de las regiones Caribe, Andina y Orinoquia los valores de temperatura máxima por encima de los promedios históricos para esos meses, lo cual pudo influenciar que los individuos de *Brownea* estudiados presentaran los mayores valores de sincronía y de numero de infrutescencias en cuanto al periodo de fructificación, lo cual es corroborado por el análisis de regresión y correlación lineal.

Contrario a esto, se presenta el fenómeno de “La Niña”, la cual se manifiesta entre otras variables, por un enfriamiento de las aguas del Océano Pacífico Tropical central y oriental frente a las costas del Perú, Ecuador y sur de Colombia, causando efectos contrarios a los que presenta “El Niño”; debido a que mientras que este reduce las precipitaciones “La Niña” favorece el incremento de las mismas en gran parte del país en particular sobre las regiones Caribe y Andina.

Las anomalías de precipitación en el primer trimestre del año, estuvieron moderadamente por debajo de lo normal en la región Andina y sectores del Pacífico y Caribe, pero en el segundo trimestre se incrementaron los volúmenes de lluvias, estando por encima de lo normal para la época en gran parte del territorio nacional, especialmente en la región Caribe, Andina, Pacífica y sectores de la Orinoquia y Amazonia; lo cual sugiere que la fenología de esta especie puede variar año con año, debido a que los niveles de precipitación han variado significativamente, y como según el presente estudio, este parámetro beneficia el incremento de las estructuras del periodo vegetativo y disminuye la producción de estructuras reproductivas para esta especie, se evidencia la necesidad de ampliar el tiempo de estudio para poder diferenciar el comportamiento de la población durante un año con unos largos periodos de sequía como el realizado, con otro que muestre altos niveles de precipitación.

Richards, (1952) afirma que, en la mayoría de los bosques tropicales incluyendo aquellos con estación seca severa, la floración ocurre principalmente en el periodo seco y Alvin, (1964) confirma esto, indicando que la floración estacional comúnmente observada en las regiones con estaciones secas periódicas, en donde las variaciones de la duración del día son muy marcadas. Llevando esto al trabajo sobre la especie *B. rosa-de-monte*, se observa que el periodo de floración sobrepasa en siete meses por presentar su mayor intensidad en cuanto a sus estructuras reproductivas (enero, marzo - agosto), cuatro de los cuales corresponden a la estación seca o de menor precipitación registrada (julio, agosto, enero y marzo), lo cual va acorde con los planteamientos de Richards,

(1952), y Alvin, (1964); determinando de esta manera que el incremento en el desarrollo del periodo floral de la especie va más inclinada a los cambios ocurridos en la precipitación.

En cuanto el periodo de fructificación, se pudo observar que durante el año se presentó la mayor intensidad de estas estructuras durante el periodo comprendido entre enero y junio, no hallando una relación significativa entre esta, con las variables ambientales (precipitación, temperatura y humedad relativa), y aunque hasta ahora, no hay estudios reportados en los trópicos en los que se defina el momento en que deben ser recogidos los frutos, sino que para cada especie se considera el periodo de maduración en su totalidad como el propicio para ello, en el presente trabajo se reconoce que la mejor época de colecta es durante los meses de abril a julio y durante febrero; meses en los cuales se hallan los mayores valores de esta fenofase en el estado 4.

Teniendo en cuenta estas observaciones, se puede apreciar que la especie presenta un ciclo fenológico bien definido, la cual hace posible clasificarla en dos periodos; uno reproductivo que va desde el mes de enero hasta agosto, y el segundo vegetativo que va desde el mes de agosto hasta septiembre.

Se determinó que durante el año hubo presencia de 2 ciclos completos en los cuales se presentaron todas las fenofases (botón de la inflorescencia, inflorescencia, fructificación, dispersión de semillas, foliación y defoliación), estimando como el mejor periodo para la colecta de semillas los meses de abril, mayo, junio, enero y febrero; los cuales presentaron el mayor número de infrutescencias en estado de maduración y, correlacionando el periodo de fructificación de esta planta (17 – 40 días) con otras plantas de la familia Fabaceae, se encuentra que en relación a *Brownea ariza* (96 días), *Calliandrapittieri* (6 días), *Erythrinaedulis* (87 días), *Erythrina fusca* (21 días), *Erythrina poeppigiana* (14 días), *Inga codonantha* (15 días), *Inga densiflora* (98 días) y *Jacaranda caucana* (21 días), la duración de este periodo en la especie es afín, debido a la similaridad en la duración del mismo.

Finalmente el análisis estadístico presentó ciertos inconvenientes, ya que según los resultados obtenidos, la especie objeto de estudio presenta en ciertos momentos una irregularidad en cuanto a su fenología; ya que una sola planta puede presentar los cuatro estados diferentes de cada fenofase al mismo tiempo. Como se pudo notar, muchos de estos estados se repetían con igual magnitud en diversos meses del año, por lo cual se procedió a analizar los datos a través de un Análisis de correspondencias y de regresión lineal, con los cuales se contrastó la presencia de las variables fenológicas: floración y fructificación con los diferentes meses, para así de esta manera obtener la correlación entre el número de veces en que una fenofase se presentó en mayor cantidad, con relación a los meses de estudio.

## 8. CONCLUSIONES

*Brownea rosa-de-monte*, puede ser considerada como una especie de tipo perennifolia, ya que tanto la defoliación, como la producción de hojas nuevas fueron constantes durante todo el año de observación, presentándose los arboles siempre verdes y frondosos, reconociéndose la mayor cantidad de nuevo follaje en el periodo comprendido entre los meses de agosto a noviembre; periodo en el cual la precipitación, temperatura y humedad relativa, presentaban sus mayores valores, haciendo pensar que el incremento en el proceso de foliación puede estar relacionada con el periodo de lluvias.

La presencia de las fenofases de floración y fructificación en diferentes estados de desarrollo durante todo el año permite identificar a *B. rosa-de-monte* como especie de tipo continuo.

Los fenómenos de “El Niño” y de “La Niña”, tuvieron incidencia en los cambios de precipitación durante el periodo comprendido entre mediados del 2009 y mediados de 2010, generando dos periodos de sequia y ampliación del periodo de lluvias durante el segundo trimestre de 2010, lo cual pudo haber sido un factor causante de las observaciones realizadas en intensidad, duración y sincronía de las fenofases de *B. rosa-de-monte*.

Se reconoce para *B. rosa-de-monte*, que la duración del periodo reproductivo en las estructuras ubicadas en las ramas (70 - 125 días) es más extenso que el de las estructuras ubicadas en tallo (43 – 92 días), confirmando la importancia que tiene la selección de estructuras en diferentes partes de la planta (tallo y ramas secundarias), para llevar a cabo estudios en el ámbito ecológico que conlleven evaluar los ciclos reproductivos, ya que según su posición, esta puede ser afectada por diferentes procesos (fisiológicos, ambientales), causando una diferencia en la duración de su desarrollo.

El calendario fenológico determinado para la especie, evidencia que la época de floración y fructificación está relacionada principalmente con las variaciones en la precipitación; ya que estas fenofases muestran un incremento a medida que disminuye este parámetro.

Se determinó que la época propicia para la recolección de semillas son los periodos comprendidos entre abril a junio y el mes de febrero, por presentar durante ellas los mayores valores de infrutescencias en estado cuatro, el cual es el catalogado como el propicio para la colecta de semillas, para generar procesos de propagación de la especie.

## 9. RECOMENDACIONES

Cabe resaltar que el estado del conocimiento del Bosque seco Tropical en Colombia, ha sido poco explorado, encontrándose inventarios de pocos grupos proporcionando poca información sobre la historia natural y dinámica de este tipo de ecosistemas. Por otra parte a pesar de la poca importancia que se le ha conferido a los bosques secos tropicales, estos son fuente de importantes especies de uso antrópico; este es el caso de varias especies de leguminosas forrajeras, ornamentales y frutales originarias de esta formación vegetal como lo son: Matarratón (*Gliciridia sepium*), Carbonero (*Leucaena leucocephala*), Guayacanes (*Tabebuia* spp), Cactus (*Opuntia* spp, *Cereus* spp), Samanes (*Samanea saman*), Chiminangos (*Pithecellobium* spp), Pitaya (*Acanthocereus pitahaya*), Mamoncillo (*Melicoccus bijugatus*) y el Jobo (*Spondias mombin*, *S. purpurea*), entre otras.

Según la IAvH, (1995) se debe considerar que actualmente son pocos los remanentes de bosque seco tropical existentes, y sumado a esto son altas las probabilidades que presentan estos de desaparecer completamente. Por esto desde un punto de vista ecológico es urgente considerar estudios sobre efecto de la fragmentación sobre las poblaciones existentes encaminados a alimentar procesos de restauración, ampliando en estudios sobre el comportamiento de la fauna asociada al Bosque seco Tropical, migraciones locales; estudios sobre la caracterización de todos los hábitats de bosque ripario cercanos a los bosques secos, llegando en últimas a analizar la dinámica del bosque y el grado de perturbación, lo cual sirva de incentivo para generar una concientización colectiva sobre los efectos perjudiciales de la explotación sin medida hacia los recursos naturales promoviendo en última instancia estrategias y planes de control ambiental que nos ayuden a salvaguardar nuestros bosques.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, G. J.A., & White, J. 1995. Phenological plasticity as an adaptation by common bean to rainfed environments. *Crop Sci.* 35: 199-204.
- AGUDELO, C. A. & Gómez, G. D. 2003. Fenología de especies forestales del Ocaso. Universidad del Quindío. Informe proyecto de investigación.
- AIDE, T. M. 1993. Herbivory as a selective agent on the timing of leaf production in a tropical understory community. *Nature* 336: 574-575. 1993.
- AIZPURU *et al.*, 1993. Catálogo florístico de Navarra. Informe técnico. Dpto. de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra. Pamplona.
- ALVIM, P. 1964. Tree growth periodicity in tropical climates. In: *The Formation of Wood in Forest Trees*, M. H. Zimmermann (editor), Academic Press, pp 479 - 495.
- ARANGO, N., Armenteras, D.C., Gottsmann, T., Hernandez, O.L., Matallana, C.L., Morales, M., Naranjo, L.G., Rengifo, L.M., Trujillo, A.F., y H. Villarreal. 2003. Vacíos de conservación del sistema de parques nacionales naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. WWF Colombia, Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 64 p.
- ARENAS, R.V. & Buiza, J. I. 2004. Fenología reproductiva y anatomía floral de las plantas *Aloe vera* y *Aloe saponaria* (Aloaceae) en Cumaná, Venezuela. Centro de Investigaciones Ecológicas Guayacán (CIEGUDO). Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Venezuela.
- BEDOYA, P. & Guevara, I. 2001. Estructura poblacional y fenología de *Juglans neotropical* en tres bosques del departamento del Quindío. Tesis Universidad del Quindío, Facultad de educación, programa de Biología y educación ambiental. Armenia, Quindío. 82p.
- BELLO, M. 1988. Consideraciones metodológicas para estudios fenológicos en árboles templados de coníferas. *Ciencia Forestal* 13 (14): 89-109p.
- BENCKE, C. S. C. & Morellato, L. P. C. 2002a. Estudio comparativo da fenología de nueve especies arbóreas en tres tipos de floresta atlántica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25(2): 237-248.
- BROWN, S. & Lugo, A.E. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6:1-32. 1990.

- BULLOCK, S. y Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. *Biotrópica* 22: 22-35.
- BULLOCK, H. S. & Bawa, K. 1981. Sexual dimorphism and the annual flowering pattern in *Jacaratiadolichaula* (D. Smith) Woodson (Caricaceae) in a Costa Rica rain Forest. *Ecology*. 62:1494-1504.
- BULLOCK, H. S., Beach, J. H. & Bawa, K. 1983. Episodic Flowering and sexual dimorphism in *Guarearhopalocarpain* a Costa Rican rain forest. *Ecology*. 64:851-861.
- CARBONÓ, E., Sáenz, C. & Torrijos P. 1997. Fenología vegetativa y reproductiva de *Dictyocaryum lamarckianum* en la sierra nevada de santa marta. Informe de actividades y resultados, Universidad del Magdalena, Santa marta, Inédito, 11 p.
- CASTILLO, S. & Carabias. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: fenología. *Biótica* 7 (4): 551-560.
- CEBALLOS, G. 1995. Vertebrate diversity, ecology, and conservation in neotropical dry forest. En *Tropical deciduous Forest Ecosystem*. S. BULLOCK, E. MEDINA & H. A. MOONEY (eds). Cambridge Univ. Press, Cambridge. pp. 195-222.
- CÉSPEDES, R. 1991. Fenología de *Quercus semanni* Liebm. (Fagaceae) en Cartago. Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 39:243-248. De Steven, D; Windsor, DM; Putz, FE; De León, B. 1987. Vegetative and reproductive phenologies of a palm assemblage in Panama. *Biotropica*. 19:342-356.
- CLARK, D. A. & Clark, D. B. 1994. Climate-induced variation in canopy tree growth in a Costa Rican tropical rain forest. *Journal of Ecology* 82: 865-872.
- CONDIT, S.P. & Foster, R.B. 1996. Changes in tree species abundance in a Neotropical forest over eight years: impact of climate change. *Journal of Tropical Ecology* 12: 231-256.
- COWAN, R. S. & Polhill, R. M. 1981a. Detarieae. In R. M. Polhill and P. H. Raven [eds.], *Advances in legume systematics*, part 1, 117-134. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- CUADROS, H. 1978. Observaciones dendrológicas y fenológicas en algunos árboles del Bajo Calima, Departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Cespedesia* 6: 61-71.
- CUATRECASAS, J. 1984. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista Academia Colombiana Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 10 (40): 221-264.

- CVC. 1994. Informe 90-7. Comparación de la cobertura de bosques y humedales entre 1957 y 1986 con delimitación de las comunidades naturales críticas del valle geográfico del Río Cauca. Cali. Documento interno.
- DANE, Colombia, Proyecciones Municipales de población por área. 2010. Estudios censales, versión actualizada a febrero de 2001.
- DUARTE, M., D. Albert y Hernández, J. 1993. Análisis fenológico de *Hibiscus elatus* Sw. en el Parque Metropolitano de la Habana. *Fontqueria* 36: 391-398.
- ESPINAL, L. S. 1985. Geografía ecológica del departamento de Antioquia. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*, 38 (1): 24-39.
- ETTER, A. 1993. Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. En *Nuestra diversidad biótica*. CEREC y Fundación Alejandro Angel Escobar. P. 43-61.
- FINEGAN, B. 1996. Pattern and process in Neotropical secondary forests: the first 100 years of succession. *Trends in Ecology and Evolution*. 11:119-124.
- FOURNIER, L. A. & SALAS, S. 1966. Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración en el bosque seco tropical húmedo de Villa Colon. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* 14 (1): 75-85.
- FOURNIER, L. 1969. Estudio preliminar sobre la floración en el Roble de Sabana, *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl. *Revista de Biología Tropical* 15: 259-267.
- \_\_\_\_\_. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24(4): 422-423.
- FOURNIER, L. & Charpentier, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba* 25: 45-48.
- FRANCO, W. 1978. Fenología de Especies Forestales en Caparo. Su relación con el clima y el suelo. Su importancia para el manejo del bosque. Trabajo de ascenso. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 45 p.
- FRANKIE, G. W., Baker, H. G. & Opler, P. A. 1974a. Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. Pp. 287-296. In: *Phenology and seasonality modeling*. (H. Lieth, ed.). Berlin: Springer-Verlag.
- GARCÍA, J. A. & Barceló, A.M. 2006. La observación fenológica en agrometeorología y climatología. Servicio de Aplicaciones Meteorológicas del INM



- GENTRY, A. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6: 64-68.
- \_\_\_\_\_. 1982. Patterns of Neotropical plants diversity. *Evolutionary Biology* 15 : 1-84
- GÜARIGÜATA, M. R. & Kattan. G. H. 2002. Ecología y conservación de bosques Neotropicales. *Biotropica*. 612 p..
- HEMINGWAY, C. A. & Overdorff, D. J. 1999. Sampling effects on food availability estimates phenological method, sample size, and species comparison. *Biotropica* 31(2): 354-364.
- HEUVELDOP, J., Pardo, J., Quirós, S. & Espinoza, L. 1986. *Agroclimatología Tropical*. San José, CR, Editorial. Universidad Estatal a Distancia. p. 171-177.
- HILTY, S. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a Premontane Rain Forest in Pacific Colombia. *Biotropica* 12(4): 292-306.
- HOLDRIDGE, L.R., GRENKE, W. C. HATHEWAY, W. LIANG H. T. & TOSI, J. A. 1971. Forest environments in tropical life zones, a pilot study. Pergamon Press, Oxford. P. 747
- HOLDRIDGE L. R. 1978. *Ecología basada en zona de vida*. San José de Costa Rica, Interamericano de Ciencias Agrícolas. 378 p.
- HOPP. R. J. 1974. Plant phenology observation networks. Pp. 25-43 H. *en* H. Lieth. Editor. *Phenology and Seasonality Modeling*. Springer-Verlag. USA.
- HUXLEY, P. A. 1983. Phenology of tropical woody perennials and seasonal crop plants with reference to their management in agroforestry systems, p. 503-525. *In* P. A. Huxley (Ed.). *Plant research and agroforestry*. International Center for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenia.
- IBARRA, G., SÁNCHEZ B., & GONZÁLEZ, L. 1991. Fenología de lianas y árboles anemocoros en una Selva Cálido-Húmeda de México. *Biotropica* 23: 242- 254.
- IDEAM, SINCHI, IAVH, IIAP, INVEMAR. 2002. Sistema de información ambiental de Colombia (SIAC). Tomo 2, Primera generación de Indicadores de la línea base de la información ambiental de Colombia.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES EN COLOMBIA. (IDEAM). 2010. *Sistemas de información Ambiental*. [www.IDEAM.gov.co](http://www.IDEAM.gov.co). Consultado el 26 de agosto de 2010.

- INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT, IAVH. 1995. Exploración ecológica a los Fragmentos de bosque seco en el Valle del Río Magdalena (Norte del Departamento del Tolima). Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas, IAVH, Villa de Leyva. pag. 56
- INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT, IAVH. 1997. Caracterización ecológica de cuatro remanentes de Bosque seco Tropical de la región Caribe colombiana. Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas, IAVH, Villa de Leyva. pag. 76.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. 1998. Bosque seco tropical. En Chávez M. y N. Arango (Editores) Tomo 1 pp 56-71. *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia*. Bogota: Ministerio del Medio Ambiente/United Nations.
- JANZEN, D.H. 1983. Seasonal changes in abundance of large nocturnal Cag-beetles (Scarabaeidae) in Costa Rica deciduous forest and adjacent horse pasture. *Oikos*, 41: 274-283.
- JANZEN, D.H. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest. *Ann. Miss. Bot. Garden*, 75: 105-116.
- KLITGAARD, B. B. 1991 Ecuadorian *Brownea* and *Browneopsis* (Leguminosae: Caesalpinioideae): taxonomy, palynology, and morphology. *Nordic Journal of Botany* 11: 413-449
- MARTOS, J. R., Scarpati M., Rojas C. & Delgado, G. E. 2008. Fenología de algunas especies que son alimento para la pava aliblanca *Penélope* [sic] *albipennis*. *Revista Peruana de Biología*, 15: 51-58.
- MILES, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. & Gordon, J. E. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33: 491-505.
- MILTON, K. Leaf change and fruit production in six Neotropical Moraceae species. *Journal of Ecology*. 1991.
- MOONEY, H. A., Bjorkman, A., Hall, E., Medina E. & Tomlinson P. B. 1980. The study of physiological ecology of tropical plants -current status and needs. *Bio-Science* 30: 22-26.
- MOONEY, H. A., Bullock, S. H. & Medina E. (1996). Introducción. Pp 1-6. En: Bullock, S. H. A. Mooney, E. Medina (Eds.) *Seasonally dry tropical forest*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.

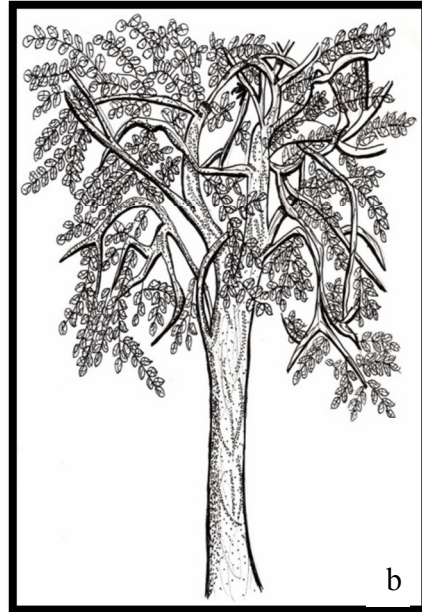
- MORI, S. & Kallunki, J. 1976. Phenology and floral biology of *Gustaviasuperba* (Lecythidaceae) in Central Panama. *Biotropica* 8(3): 184-192.
- MORI, S. A. & PRACE, G. T. 1987. Species diversity, phenology, plant animal interaction, and their correlation with climate, as illustrated by the Brazil nut family (Lecythidaceae). In R. E. DIKIBSON (ed.). *The geophysiology of Amazonia*. John Wiley & Sons, New York. Pp. 69-89
- MURPHY, P. G. & Lugo A. E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annals Review of Ecology and Systematics* 17: 67-68 .
- NEWSTROM, L. E. & Frankie, G. W. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2): 141-159
- OPLER, P. A., Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography* 3(3): 231-236.
- OSPINA, A. F. 2009. Fenología del encenillo (*Weinmanniamariquitae*), en un bosque alto andino, vereda el cofre, municipio de Totoró, departamento del Cauca. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agropecuarias. Programa de ingeniería forestal. Popayán, Cauca.
- PAGIOLA, S., Agostini, P., Gobbi, J., Haan, C., Ibrahim, M., Murgueitio, E., Ramírez, E., Rosales, M. & Ruiz, J. P. 2004. Paying for biodiversity conservation services in agricultural landscapes. Washington, World Bank. 37 p. (Environmental Economics Series no. 96).
- PARKER, R. M., Williams M. V., Baker D. W. & Nurss, J. R. 1996. Literacy and contraception: exploring the link. *ObstetGynecol*; 88:72S-77S.
- PENNINGTON, R. T., Lewis, G. P. & Ratter, J. A. 2006. Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation. Boca Raton, FL: Taylor and Francis.
- PRANCE, W. 2006. Tropical savannas and seasonally dry forests: an introduction. *Journal of Biogeography* 33:385-386.
- PUENTES, A. D. y Cols. 1993. Observaciones fenológicas en árboles tropicales. Consideraciones metodológicas. I. E. S. Academia de ciencias de Cuba Y Milena Roudna . Instituto de Botánica Pruhonice. Praga. 9pp.

- Quiñones, L. M. 1997. Una especie nueva del genero *Brownea* (Leguminosae-Caesalpinioideae). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 21(80): 225-227, 1997. ISSN 0370-3908.
- Quiñones, L. M. 1986. Revisión de las especies Colombianas del genero *Brownea* (Leguminosae-Caesalpinioideae). Tesis para optar al título de Magister en sistemática botánica. UNAL. Colombia 146 p.
- RAMIA, M. 1981. Fenología de árboles en el bosque decido tropical. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 41 (115): 9-33.
- RATHEKE, B. & Lacey, E. P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants: Annual Review of Ecology and systematics 16: 179-214.
- REICH, P. & BORCHERT, R. 1984. Water stress and tree phenology in a Tropical Dry Forest in the Lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology 72: 61-74.
- RICHARDS, P.W. 1952. The tropical rain forest. New York, Cambridge University. 450p.
- RODRIGUEZ, C. & Muñoz, B. 2009. Fenología de *Quercusilex* L. Y *Quercussuber* L. en una dehesa del centro peninsular. Proyecto fin de carrera. Escuela universitaria de Ingeniería técnica forestal. Universidad Politécnica de Madrid. 100 p.
- ROMAY, A. I. & Sanzetenea, E. S. 2008. Variaciones fenológicas de especies de Podocarpaceae en la estación seca de los Yungas (Cochabamba, Bolivia). Escuela de Ciencias Forestales, Universidad Mayor de San Simón (Bolivia), P. 447.
- ROSALES, R.S. 2001. Fenología y rendimiento del frijol en el altiplanode México y su respuesta al fotoperiodo. Programa de Frijol del Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Agrociencia, volumen 35, número 5.
- ROWE, J. S. 1964. Environmental preconditioning with special reference to forestry. Ecology 45 (2): 399-463.
- RUIZ, J. & Fandiño, M. C. 2007. Plantas leñosas del bosque seco tropical de la Isla de Providencia, Colombia, Caribe occidental. Biota Colombiana, 8:87-98.
- RUIZ, A. & Pascual J. Soriano. 2000. Estudio Fenológico de Cactaceas en el Enclave Seco de la Tatacoa, Colombia. Laboratorio de Ecología Vegetal, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, AA 4976v & Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Merida, 5101, Venezuela.

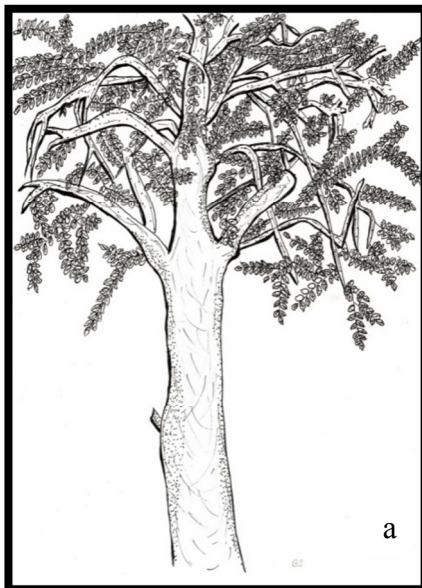
- SÁNCHEZ, A., Quesada, M. J. Rodríguez, J. M., Nassar, K. E., Stoner, A., Castillo, T., Garvin, E., Zent, J. C., Calvo-Alvarado, M. E. R., Kalacska, J.A., Gamon, P. & Cuevas-Reyes, P. (2005). Research priorities for Neotropical dryforest. *Biotropica* 37: 177-485.
- SANDOVAL, E. Z. 2005. Técnicas aplicadas al estudio de la anatomía vegetal. México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología, UNAM. Primera Edición
- SARMIENTO, G. & MONATERIO, M. 1983. Life form and phenology In: Tropical Savannas. Elsevier. Amsterdam: 79-108.
- SUÁREZ, A. 1995. Estudio Botánico - Ecológico de algunas comunidades presentes en el Arboretum El Buey. Proyecto Sierra Imataca. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela. 71 p.
- TERBORGH, J. 1982. Diversity and the Tropical Rain Forest. Scientific American Library. New York, US.
- VAN SCHAIK, C. P., Terborgh, J. W. & Wright, S. J. The phenology of tropical forest: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 353-377. 1993.
- VÍLCHEZ, B. & Murillo, O. 1995. Análisis fenológico y de la biología reproductiva del jaúl (*Alnus acuminata*) en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 12:65-73.
- VÍLCHEZ, B. & Chazdon, R. 2004. Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. *Revista Forestal (Costa Rica) Kurú* 1(2).
- WHITE, L. J. 1994. Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé Reserve, Gabon. *Journal of Tropical Ecology* 10: 289-312.

## ANEXOS

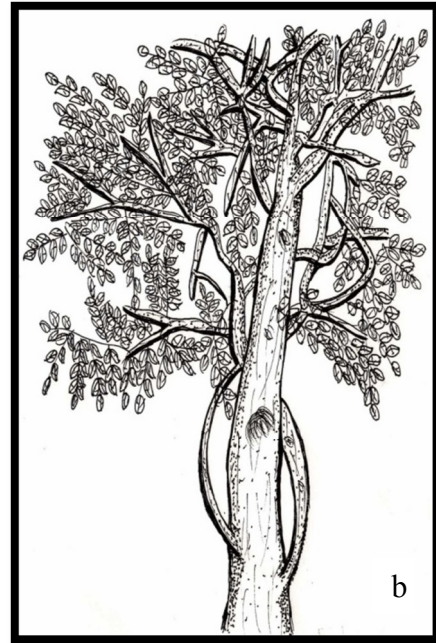
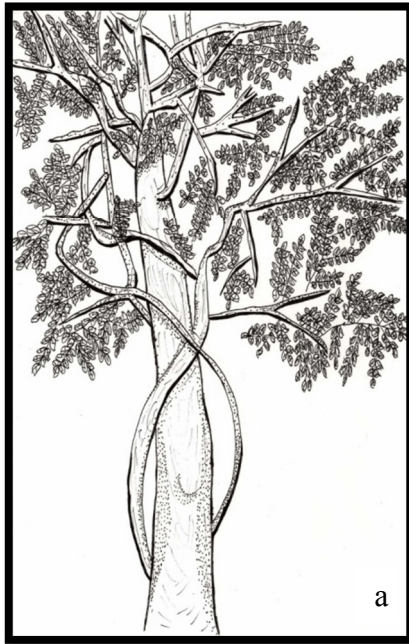
**Anexo A.1-6.**Esquema ilustrativo de los individuos seleccionados para el estudio fenológico.  
Vista a y b.



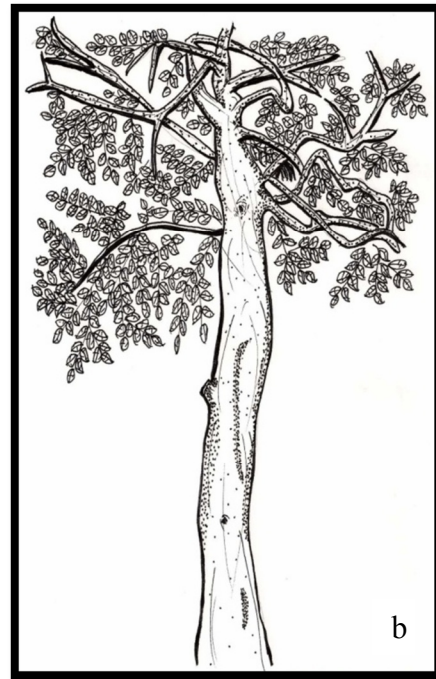
1. Individuo No. 1



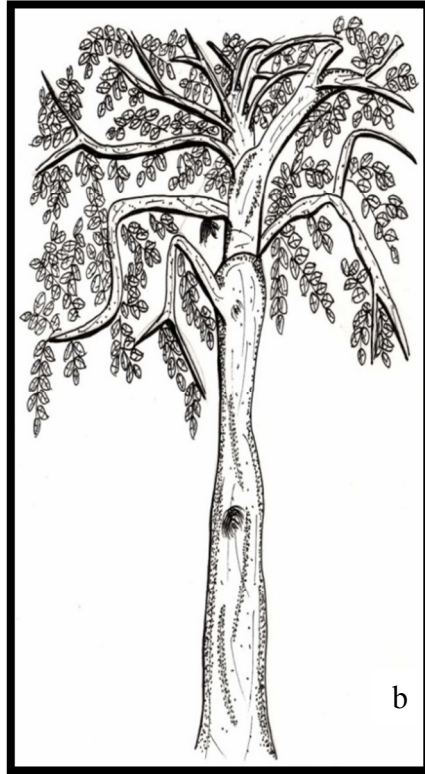
2. Individuo No. 2



3. Individuo No. 3



4. Individuo No. 4



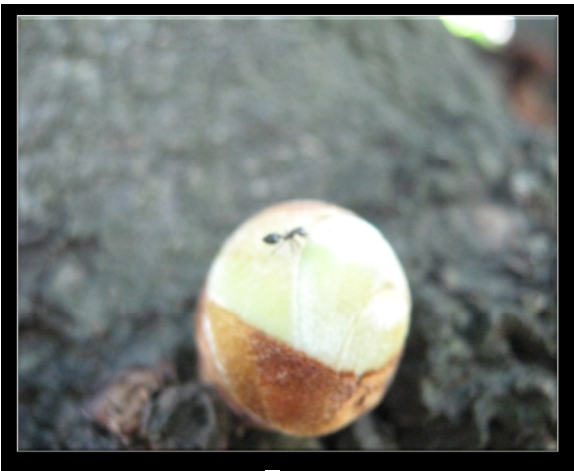
5. Individuo No. 5



6. Individuo No. 6



**Anexo B.** Inflorescencia de *B. rosa-de-monte*; a - b. Botones de la inflorescencia. c - f. Desarrollo de la inflorescencia.



a



b



c



d



e



f

Anexo C. a-f. Infrutescencias encontradas en el área de estudio de *B. rosa-de-monte*.



a



b



e



d



f



**Anexo D.** Registro cuantitativo del proceso de foliación en los individuos de Palo cruz (*B. rosa-de-monte*), en el periodo comprendido entre abril de 2009 y marzo de 2010 en los alrededores de la microcuenca de la quebrada Salinas ubicada en el corregimiento La carbonera, municipio de Bolívar (Cauca).

Mes	Individuo 1		Individuo 2		Individuo 3		Individuo4		Individuo5		Individuo 6	
	#	<i>E</i>	#	<i>E</i>	#	<i>E</i>	#	<i>E</i>	#	<i>E</i>	#	<i>E</i>
<b>Abr.</b>	2	1	4	2	0	0	4	2	2	1	0	0
<b>May.</b>	2	1	4	2	0	0	4	2	2	1	1	1
<b>Jun.</b>	3	1	4	2	2	1	5	2	1	1	4	2
<b>Jul.</b>	5	2	6	3	2	1	5	2	2	1	5	2
<b>Ago.</b>	8	3	7	3	3	1	6	2	1	1	7	3
<b>Sept.</b>	8	3	8	3	0	0	0	0	4	2	6	2
<b>Oct.</b>	11	4	7	3	0	0	0	0	7	3	11	4
<b>Nov.</b>	12	4	10	4	5	2	1	1	5	2	0	0
<b>Dic.</b>	0	0	0	0	7	3	3	2	5	2	4	2
<b>Ene.</b>	0	0	0	0	0	0	7	3	7	3	4	2
<b>Feb.</b>	1	1	6	2	0	0	0	0	10	4	7	3
<b>Mar.</b>	1	1	13	4	1	1	0	0	10	4	6	3

#: Numero de nuevos ramilletes de hojas encontrados

*E*: Estado equivalente al número de surgimiento de nuevo follaje

**Anexo E.** Seguimiento al periodo de foliación de la especie *B. rosa-de-monte*. a-b. Surgimiento de nuevo follaje.; c. Caída de follaje; d. Área limpia de hojas



a



b



c



d

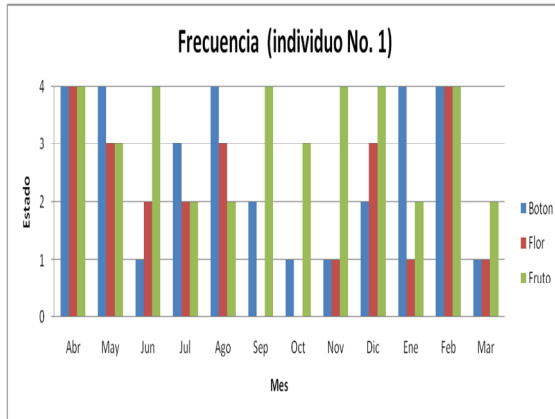
Anexo F. Matriz para la realización del seguimiento fenológico

Ind.	MES	Muest.	NUMERO DE BOTONES				TOTAL	NUMERO DE FLORES				TOTAL	NUMERO DE RAMILLETES*								TOTAL	
			E1	E2	E3	E4		E1	E2	E3	E4		E1	FRUTOS	E2	FRUTOS	E3	FRUTOS	E4	FRUTOS		
1	Abr	1	2	2	1	2	7	2	1	0	4	7	3	2	2	4	0	4	0	4	19	9
		2	2	2	1	3	8	3	1	1	1	6	0	0	2	3	2	6	0	0	4	4
	May	1	0	0	0	4	4	4	1	5	1	11	0	0	1	1	2	8	2	10	5	
		2	3	3	1	0	7	3	1	2	0	6	0	0	1	1	3	11	0	0	4	
	Jun	1	2	1	3	2	8	0	3	2	1	6	1	1	1	3	9	4	29	9		
		2	3	3	0	0	6	2	3	0	3	8	2	3	0	0	1	4	7	42	10	
	Jul	1	1	1	3	0	3	1	2	0	0	7	0	0	0	0	0	0	1	9	1	
		2	1	1	1	1	6	1	2	5	0	9	0	0	2	9	0	0	0	0	2	
	Ago	1	0	0	0	3	3	0	0	0	0	8	1	2	2	13	0	0	0	0	3	
		2	0	0	0	3	3	0	0	0	0	4	1	4	4	1	1	4	0	0	3	
	Sep	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
		2	1	1	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Oct	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	0	0	2	
		2	3	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	0	0	2	
	Nov	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	1	4	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Dic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ene	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Feb	1	0	2	2	0	4	0	0	4	0	4	0	0	0	0	4	18	5	30	9		
	2	0	0	0	5	5	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	5	24	5		
Mar	1	7	0	0	3	10	5	0	0	1	6	3	4	2	0	0	0	2	12	6		
	2	9	3	5	0	17	1	2	0	0	5	1	2	7	2	6	1	3	4			
2	Abr	1	2	5	1	2	10	2	2	3	3	14	3	4	1	4	4	8	1	9		
		2	3	3	3	3	17	2	1	3	3	13	3	4	10	2	3	21	10			
	May	1	1	2	4	1	8	2	2	1	1	6	1	1	5	6	2	7	1	14		
		2	2	0	2	4	8	1	0	1	2	4	2	3	2	3	1	5	1	10		
	Jun	1	2	0	1	1	4	3	2	1	1	7	1	2	1	1	5	3	28	10		
		2	7	0	0	2	9	1	2	1	2	6	3	3	2	2	1	2	2	19		
	Jul	1	2	5	0	0	7	3	1	2	3	9	2	2	2	4	1	1	5	6		
		2	3	2	2	2	8	2	2	2	3	6	2	2	1	2	1	5	1	4		
	Ago	1	0	0	1	0	1	5	3	2	2	10	0	0	0	0	0	0	2	10		
		2	0	0	0	0	0	14	1	0	0	12	0	0	0	0	0	0	2	3		
	Sep	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	1	5	0	0	3	4		
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	1		
	Oct	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5		
		2	0	0	0	0	0	10	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4		
	Nov	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	3		
		2	0	0	0	0	0	8	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1		
	Dic	1	4	0	5	4	13	0	0	2	0	2	2	5	0	0	1	12	1	16		
		2	8	1	0	6	15	0	0	0	2	6	3	4	0	0	0	0	2	16		
	Ene	1	5	2	0	0	10	5	1	3	0	9	0	0	2	1	0	0	2	14		
		2	3	2	0	0	9	3	4	1	5	13	0	0	0	2	2	0	2	4		
Feb	1	0	0	2	2	4	0	0	0	2	2	2	0	1	8	0	0	5	8			
	2	0	1	0	4	5	0	0	1	1	2	3	0	0	0	0	0	8	46			
Mar	1	9	0	1	3	13	5	2	1	2	10	4	5	3	0	4	24	3	29			
	2	13	5	10	1	29	4	3	2	2	12	1	2	4	18	2	27	2	14			
3	Abr	1	4	0	0	0	6	1	0	0	6	0	0	2	2	0	3	1	12			
		2	4	0	0	0	17	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	6		
	May	1	1	0	0	0	16	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11		
		2	0	0	0	0	15	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	8		
	Jun	1	0	0	0	0	9	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	13		
		2	0	0	0	0	10	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	7		
	Jul	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	8		
		2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	5		
	Ago	1	0	2	2	0	4	0	0	0	13	13	0	0	0	1	8	0	0	1		
		2	3	1	1	3	8	2	0	0	8	10	5	8	0	0	1	5	0	6		
	Sep	1	0	2	0	0	2	0	0	0	3	3	0	0	3	9	0	0	0	3		
		2	0	0	3	0	3	0	0	0	1	1	0	0	2	10	0	0	1	3		
	Oct	1	0	11	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	2	13	0	0	1	3		
		2	4	5	3	2	14	0	0	0	0	0	1	2	2	17	0	0	1	4		
	Nov	1	2	2	1	1	6	0	0	0	0	0	0	0	2	17	0	0	1	3		
		2	2	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	1	9	1	7	1	3		
	Dic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1		
		2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
	Ene	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	3		
		2	0	0	0	0	8	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	3		
Feb	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3			
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3			
Mar	1	0	0	0	0	9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2			
	2	0	0	0	0	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1			

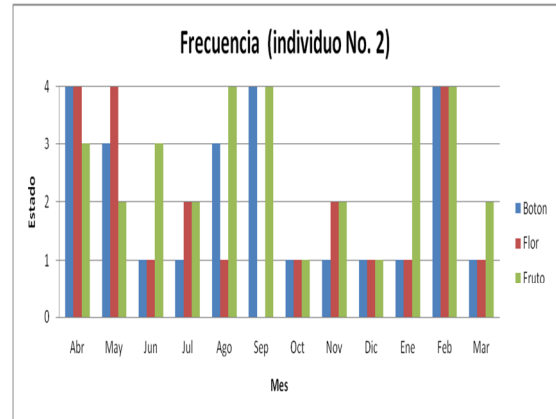
Continuación Anexo F.

Ind.	UINCEN	NUMERO DE BOTONES				TOTAL	NUMERO DE FLORES				TOTAL	NUMERO DE RAMILLETES*								TOTAL					
		E1	E2	E3	E4		E1	E2	E3	E4		E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4						
4	Abr	1	4	2	0	1	7	0	0	1	0	1	1	5	2	2	2	10	0	0	0	0	9		
	2	2	5	1	2	10	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	10	0	0	0	0	4		
	May	1	1	3	2	0	6	3	1	2	0	6	2	2	2	2	2	5	15	0	0	0	9		
	2	0	4	3	3	10	0	0	3	2	5	1	1	1	2	3	2	16	1	1	1	8	6		
	Jun	1	0	1	0	0	1	5	3	0	3	11	3	4	2	3	2	10	2	2	2	16	9		
	2	0	0	0	3	3	1	0	2	4	7	4	4	1	1	4	5	0	0	0	0	9	9		
	Jul	1	1	0	0	0	2	0	1	0	1	5	2	0	0	2	1	8	0	0	0	0	2		
	2	0	0	1	3	3	7	2	0	1	9	2	2	2	0	0	4	0	0	0	0	3	3		
	Ago	1	0	0	2	1	3	1	0	0	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	1	1	0	1	3	7	1	1	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Sep	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	2	0	0	1	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	Oct	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Nov	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Ene	1	1	1	1	1	5	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Feb	1	1	2	1	3	7	0	0	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
	2	0	0	2	1	3	3	2	0	0	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Mar	1	4	2	2	2	10	1	1	0	1	3	1	1	0	0	1	9	0	0	0	0	2		
	2	7	1	4	4	16	3	1	2	0	6	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	30	2		
Ind.	UINCEN	NUMERO DE BOTONES				TOTAL	NUMERO DE FLORES				TOTAL	NUMERO DE RAMILLETES*								TOTAL					
5	Abr	1	0	0	3	1	4	2	0	3	1	6	3	3	2	3	2	6	1	15	8				
	2	0	5	0	5	10	2	1	2	1	6	2	3	0	0	3	10	3	34	8	34				
	May	1	3	2	0	3	8	1	2	0	1	4	0	0	0	0	2	5	4	28	6				
	2	4	1	2	4	11	3	0	2	2	7	0	0	2	2	3	12	1	9	6	6				
	Jun	1	5	0	0	5	5	1	0	0	2	3	4	5	5	5	5	2	14	12	14				
	2	4	7	2	1	14	2	1	2	1	6	2	2	2	2	2	2	2	11	7	7				
	Jul	1	5	0	1	6	6	4	2	0	0	6	0	0	0	0	2	10	4	20	6				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6				
	Ago	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2				
	Sep	1	2	1	4	7	7	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Oct	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	2	5	1	1	0	0	5				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3				
	Nov	1	2	0	0	2	4	3	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
	2	0	0	1	1	2	4	3	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			
	Dic	1	0	1	0	1	2	1	3	0	2	6	0	7	0	0	1	1	0	0	0	8			
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Ene	1	5	1	3	9	9	4	1	0	0	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	10			
	2	4	2	0	3	9	7	0	1	3	0	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	28			
	Feb	1	0	0	0	0	0	3	2	0	3	8	0	0	5	59	0	0	8	19	13				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	2	19	0	0	7	83					
	Mar	1	1	0	0	1	2	2	1	3	0	6	2	2	5	2	16	3	34	8					
	2	0	1	0	0	1	2	0	1	3	5	1	0	0	0	20	0	21	3						
Ind.	UINCEN	NUMERO DE BOTONES				TOTAL	NUMERO DE FLORES				TOTAL	NUMERO DE RAMILLETES*								TOTAL					
6	Abr	1	0	0	1	1	11	1	0	0	7	24	0	0	0	0	0	0	0	0	9				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	6				
	May	1	0	0	1	1	4	1	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Jun	1	0	0	0	0	0	2	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	8				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	8				
	Jul	1	0	0	0	0	0	3	0	1	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	5				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6				
	Ago	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4				
	2	7	4	3	1	15	1	0	1	2	4	2	3	3	0	3	0	0	0	0	2				
	Sep	1	3	0	0	3	6	0	0	2	4	6	0	0	3	0	3	0	3	0	0				
	2	1	0	0	0	1	15	0	0	0	15	15	0	0	3	0	0	0	0	0	0				
	Oct	1	0	0	2	2	2	2	0	1	9	12	8	9	2	5	0	0	0	0	10				
	2	3	0	4	8	15	1	8	0	8	17	4	1	7	14	9	0	0	0	0	12				
	Nov	1	0	1	0	1	2	0	4	4	7	15	3	2	0	0	0	0	0	0	7				
	2	1	3	4	0	8	3	0	0	0	15	18	0	0	0	0	15	0	0	0	3				
	Dic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Ene	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9				
	Feb	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	12				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	7				
	Mar	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	6				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6				

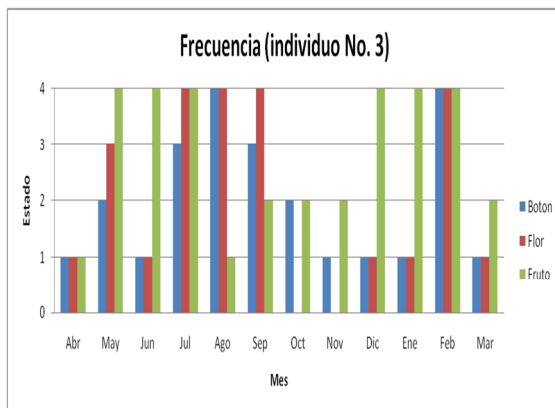
**Anexo G.** Frecuencia de los periodos (botón de la inflorescencia, inflorescencia y fruto) en la especie *B. rosa-de-monteencontrada* en los alrededores de la microcuenca de la quebrada Salinas, municipio de Bolívar (Cauca). a. Individuo 1; b. Individuo 2; c. Individuo 3; d. Individuo 4; e. Individuos 5; f. Individuo 6.



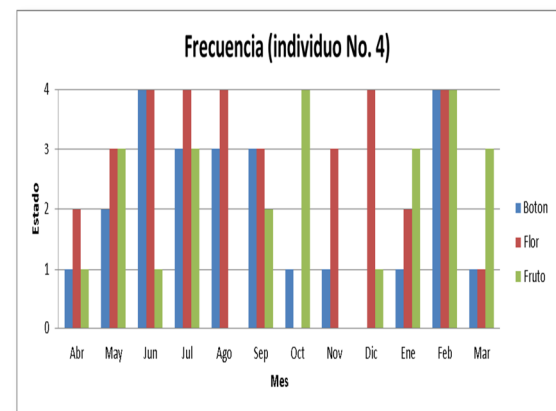
**a**



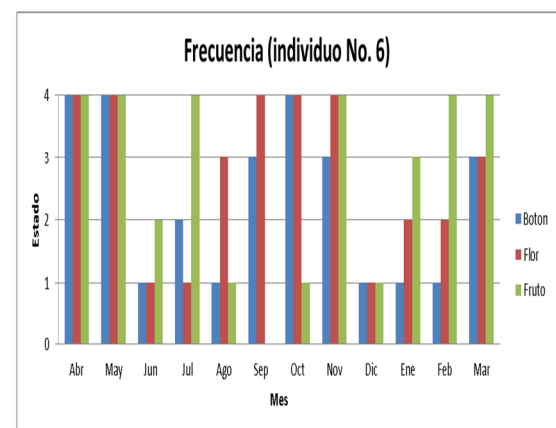
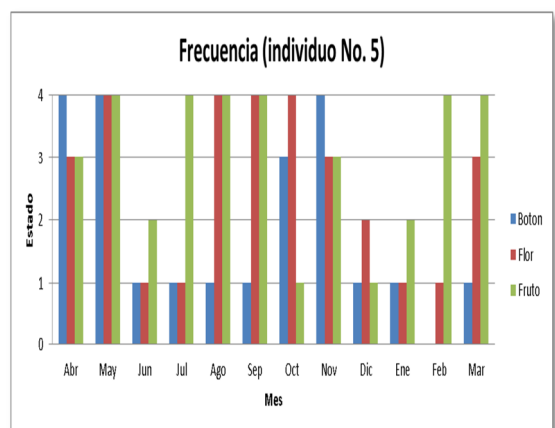
**b**



**c**



**d**



**Anexo H. Análisis de regresión lineal entre la intensidad de las fenofases con las variables climatológicas en los individuos de *B. rosa-de-monte*.**

Dependent variable.. BOTON DE LA INFLORESCENCIA Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R                   ,12346  
 R Square                    ,01524  
 Adjusted R Square       -,08323  
 Standard Error           26,93012

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	112,2500	112,25001
Residuals	10	7252,3125	725,23125

F =                   ,15478 Signif F =           ,7023

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
PRECIPIT	-,046513	,118227	-,123458	-,393	,7023
(Constant)	53,984797	13,021620		4,146	,0020

Dependent variable..BOTON DE LA INFLORESCENCIA Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R                   ,28763  
 R Square                    ,08273  
 Adjusted R Square       -,00899  
 Standard Error           25,99090

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	609,2926	609,29259
Residuals	10	6755,2699	675,52699

F =                   ,90195 Signif F =           ,3646

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
TEMP	-7,118944	7,495903	-,287634	-,950	,3646
(Constant)	209,873258	168,637412		1,245	,2417



Dependent variable..BOTON DE LA INFLORESCENCIA Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,31363  
R Square ,09836  
Adjusted R Square ,00820  
Standard Error 25,76849

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	724,4138	724,41377
Residuals	10	6640,1487	664,01487

F = 1,09096 Signif F = ,3208

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
HUMREL	-,955376	,914681	-,313632	-1,044	,3208
(Constant)	116,592083	64,306936		1,813	,0999

-----

Dependent variable.. INFLORESCENCIAS Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,65847  
R Square ,43358  
Adjusted R Square ,37694  
Standard Error 7,91694

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	479,78320	479,78320
Residuals	10	626,77930	62,67793

F = 7,65474 Signif F = ,0199

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
PRECIPIT	-,096162	,034757	-,658468	-2,767	,0199
(Constant)	42,121688	3,828107		11,003	,0000

-----

Dependent variable..INFLORESCENCIAS Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,09114  
R Square ,00831  
Adjusted R Square -,09086  
Standard Error 10,47554

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	9,1922	9,19215
Residuals	10	1097,3703	109,73703

F = ,08377 Signif F = ,7782

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
TEMP	-,874402	3,021198	-,091142	-,289	,7782
(Constant)	53,277189	67,968735		,784	,4513

Dependent variable..INFLORESCENCIAS Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,04989  
R Square ,00249  
Adjusted R Square -,09726  
Standard Error 10,50623

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	2,7538	2,75375
Residuals	10	1103,8087	110,38087

F = ,02495 Signif F = ,8776

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
HUMREL	-,058904	,372930	-,049886	-,158	,8776
(Constant)	37,738450	26,218982		1,439	,1806

Dependent variable.. INFRUTESCENCIAS Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,06604  
R Square ,00436  
Adjusted R Square -,09520  
Standard Error 14,74751

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	9,5267	9,52669
Residuals	10	2174,8900	217,48900

F = ,04380 Signif F = ,8384

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
PRECIPIIT	-,013550	,064744	-,066039	-,209	,8384
(Constant)	30,780620	7,130917		4,317	,0015

Dependent variable..INFRUTESCENCIAS Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,52652  
R Square ,27722  
Adjusted R Square ,20494  
Standard Error 12,56525

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	605,5609	605,56088
Residuals	10	1578,8558	157,88558

F = 3,83544 Signif F = ,0786

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
TEMP	-7,097110	3,623880	-,526516	-1,958	,0786
(Constant)	189,090871	81,527440		2,319	,0428

Dependent variable..INFRUTESCENCIAS Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,22734  
R Square ,05168  
Adjusted R Square -,04315  
Standard Error 14,39278

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	112,8943	112,89430
Residuals	10	2071,5224	207,15224

F = ,54498 Signif F = ,4773

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
HUMREL	-,377152	,510888	-,227336	-,738	,4773
(Constant)	55,921147	35,918131		1,557	,1505

Dependent variable.. FOLLAJE Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,13229  
R Square ,01750  
Adjusted R Square -,08075  
Standard Error 8,25745

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	12,14455	12,144551
Residuals	10	681,85545	68,185545

F = ,17811 Signif F = ,6819

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
PRECIPIT	,015299	,036251	,132285	,422	,6819
(Constant)	22,648183	3,992757		5,672	,0002

Dependent variable.. FOLLAJE Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,46966  
R Square ,22058  
Adjusted R Square ,14263  
Standard Error 7,35472

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	153,08047	153,08047
Residuals	10	540,91953	54,09195

F = 2,83000 Signif F = ,1234

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
TEMP	3,568309	2,121138	,469656	1,682	,1234
(Constant)	-56,197754	47,719832		-1,178	,2662

Dependent variable.. FOLLAJE Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,18460  
R Square ,03408  
Adjusted R Square -,06252  
Standard Error 8,18750

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	23,64847	23,648467
Residuals	10	670,35153	67,035153

F = ,35278 Signif F = ,5657

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
HUMREL	,172617	,290625	,184596	,594	,5657
(Constant)	11,945611	20,432439		,585	,5717

**Anexo I. Análisis de regresión lineal entre el surgimiento de las fenofases con las variables climatológicas en los individuos de *B. rosa-de-monte*.**

-----  
Dependent variable..BOTON DE LA INFLORESCENCIA Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R                   ,36781  
R Square                     ,13528  
Adjusted R Square         ,09598  
Standard Error             9,37059

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	302,2238	302,22378
Residuals	22	1931,7762	87,80801

F =           3,44187 Signif F =   ,0770

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MES	1,027972	,554095	,367809	1,855	,0770
(Constant)	9,818182	4,078027		2,408	,0249

-----  
Dependent variable..BOTON DE LA INFLORESCENCIA Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R                   ,13109  
R Square                     ,01718  
Adjusted R Square         -,02749  
Standard Error             9,99002

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	38,3877	38,387667
Residuals	22	2195,6123	99,800561

F =           ,38464 Signif F =   ,5415

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
PRECIP	,026376	,042528	,131085	,620	,5415
(Constant)	15,343631	2,763113		5,553	,0000

Dependent variable..BOTON DE LA INFLORESCENCIA Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,00310  
R Square ,00001  
Adjusted R Square -,04544  
Standard Error 10,07693

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,02150	,02150
Residuals	22	2233,97850	101,54448

F = ,00021 Signif F = ,9885

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
TEMP	-,039930	2,743808	-,003103	-,015	,9885
(Constant)	17,390551	61,229847		,284	,7791

---

Dependent variable..BOTON DE LA INFLORESCENCIA Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,06958  
R Square ,00484  
Adjusted R Square -,04039  
Standard Error 10,05255

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	10,8169	10,81694
Residuals	22	2223,1831	101,05378

F = ,10704 Signif F = ,7466

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
HUMREL	,143157	,437559	,069584	,327	,7466
(Constant)	5,456849	33,815684		,161	,8733

---

Dependent variable..INFLORESCENCIA ABIERTAMethod..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R                   ,08624  
R Square                    ,00744  
Adjusted R Square         -,03768  
Standard Error             6,04379

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	6,02185	6,021853
Residuals	22	803,60315	36,527416

F =           ,16486Signif F =   ,6886

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MES	-,145105	,357377	-,086243	-,406	,6886
(Constant)	10,568182	2,630223		4,018	,0006

---

Dependent variable..INFLORESCENCIA ABIERTA                   Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R                   ,17846  
R Square                    ,03185  
Adjusted R Square         -,01216  
Standard Error             5,96902

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	25,78386	25,783860
Residuals	22	783,84114	35,629143

F =           ,72367Signif F =   ,4041

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
TEMP	-1,382609	1,625280	-,178456	-,851	,4041
(Constant)	40,461408	36,269178		1,116	,2766

---



Dependent variable..INFLORESCENCIA ABIERTA Method..LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,52178  
R Square ,27225  
Adjusted R Square ,23917  
Standard Error 5,17513

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	220,42108	220,42108
Residuals	22	589,20392	26,78200

F = 8,23020 Signif F = ,0089

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
HUMREL	-,646230	,225259	-,521777	-2,869	,0089
(Constant)	59,475259	17,408581		3,416	,0025

Dependent variable..INFRUTESCENCIA Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,21038  
R Square ,04426  
Adjusted R Square ,00082  
Standard Error 5,71171

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	33,23864	33,238636
Residuals	22	717,71970	32,623623

F = 1,01885 Signif F = ,3238

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MES	-,340909	,337740	-,210384	-1,009	,3238
(Constant)	9,257576	2,485702		3,724	,0012

Dependent variable..INFRUTESCENCIA Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,12999  
R Square ,01690  
Adjusted R Square -,02779  
Standard Error 5,79290

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	12,68899	12,688990
Residuals	22	738,26934	33,557697

F = ,37812 Signif F = ,5449

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
PRECIP	,015164	,024661	,129989	,615	,5449
(Constant)	6,376831	1,602242		3,980	,0006

Dependent variable..INFRUTESCENCIA Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R ,04668  
R Square ,00218  
Adjusted R Square -,04318  
Standard Error 5,83610

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	1,63616	1,636160
Residuals	22	749,32217	34,060099

F = ,04804 Signif F = ,8285

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
HUMREL	,055677	,254029	,046677	,219	,8285
(Constant)	2,746759	19,632014		,140	,8900

-----  
Dependent variable..INFRUTESCENCIA

Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R                   ,41163  
R Square                     ,16944  
Adjusted R Square         ,13169  
Standard Error             5,32454

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	127,24156	127,24156
Residuals	22	623,71678	28,35076

F =           4,48812 Signif F =   ,0457

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
TEMP	-3,071426	1,449799	-,411630	-2,119	,0457
(Constant)	75,543834	32,353211		2,335	,0291

-----