

FENOLOGÍA DEL MOCO (*Saurauia bullosa*) Y MOTILÓN (*Freziera canescens*), EN UN BOSQUE ALTO ANDINO, VEREDA EL COFRE, MUNICIPIO DE TOTORÓ DEPARTAMENTO DEL CAUCA.



HÉCTOR ANDRÉS MUÑOZ ORTEGA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2011**

FENOLOGÍA DEL MOCO (*Saurauia bullosa*) Y MOTILÓN (*Freziera canescens*), EN UN BOSQUE ALTO ANDINO, VEREDA EL COFRE, MUNICIPIO DE TOTORÓ DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

HÉCTOR ANDRÉS MUÑOZ ORTEGA

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Ingeniero Forestal**

Director:

Diego Macías Pinto

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2011**

Nota de aceptación

Aprobado por los jurados en cumplimiento a los requisitos exigidos por la Universidad del Cauca para optar el título de Ingeniero Forestal.

DIEGO MACÍAS PINTO Msc.
Director.

JUAN CARLOS VILLALBA Msc.
Jurado.

ROMÁN OSPINA M. Msc.
Jurado.

Popayán, agosto de 2011

Para mis padres Héctor Muñoz y Elcira Ortega que me enseñaron los verdaderos valores de la vida y la sabiduría a través de la búsqueda por el conocimiento. A mi pequeña hija Luciana, que gracias a su presencia me lleno de amor e inspiración.

Todo ha sido obra de esfuerzos repetidos, y lo que hoy poseemos, es el resultado de los conocimientos y observaciones de muchos siglos. Aun nos resta que andar. No conocemos la mitad de las plantas; sabemos las virtudes de muy pocas.

Francisco José de Caldas

AGRADECIMIENTOS

Primeramente me gustaría dar gracias a *Dios* por permitirme llegar a este momento y por las infinitas bendiciones que he recibido.

A mis padres quienes siempre me han apoyado, sin quienes no hubiera sido posible alcanzar este logro. Gracias por enseñarme, por acompañarme y por creer en mí siempre.

A mi soporte sentimental, Alexandra Zúñiga, por su ayuda en la elaboración del texto, por prestarme su ayuda cuando la necesité y por su amor incondicional.

Al profesor Diego Macías Pinto, del Depto. de Biología de la Universidad del Cauca, por su segura orientación, por su confianza y paciencia, por transmitirme conocimientos valiosos en el área de la biología y por dirigir acertadamente mi trabajo de grado.

Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias por la formación académica.

Jurados, Juan Carlos Villalba y Román Ospina Montealegre, a ellos por su disposición y sugerencias para este trabajo.

A mi compañero de trabajo de grado, Miguel Martínez que a pesar de que no hicimos el trabajo de grado juntos estuvo dispuesto a ayudarme.

Al ingeniero Luis Jorge González, por su amable ayuda para la obtención y sugerencias en el análisis de los datos climatológicos.

A mi familia y amigos, que de una u otra forma colaboraron en mi formación

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	19
1. MARCO TEÓRICO	21
1.1 BOSQUE ALTO ANDINO	21
1.2 CONCEPTOS BÁSICOS EN FENOLOGÍA	22
1.3 FENOLOGÍA	24
1.3.1 Fenología en árboles tropicales	26
1.4 ASPECTOS GENERALES DEL MOCO (<i>Saurauia bullosa</i> Wawra)	27
1.5 ASPECTOS GENERALES DEL MOTILÓN (<i>Freziera canescens</i> Humb. & Bonpl.)	28
1.6 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PARSON	29
1.7 MÉTODO DE THORNTHWAITE	29
1.8 CLIMOGRAMA DE GAUSSEN	30
2. METODOLOGÍA	31
2.1 FISIOGRAFÍA Y SUELO	32
2.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA	33
2.3 OBSERVACIONES FENOLÓGICAS	33
2.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN	36
2.4 MORFOLOGÍA Y DESARROLLO REPRODUCTIVO	37

2.5 VARIABLES CLIMÁTICAS.	37
2.6 ANÁLISIS DE LOS DATOS	38
3. RESULTADOS	40
3.1 <i>Saurauia bullosa</i> Wawra (Actinidaceae)	40
3.1.1 Morfología y desarrollo reproductivo del Moco (<i>S. bullosa</i>)	40
3.1.1.1 Descripción morfológica	40
3.1.1.2 Caracterización de la floración	40
3.1.1.3 Caracterización de la fructificación	43
3.1.2 Descripción ecológica	45
3.2 VARIABLES CLIMÁTICAS	46
3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDIVIDUOS DE <i>S. bullosa</i> SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO FENOLÓGICO	49
3.4 FASES FENOLÓGICAS DEL MOCO (<i>Saurauia bullosa</i>)	50
3.4.1 Comportamiento de las fenofases vegetativas (follaje y brote de hojas)	51
3.4.1.1 Follaje	51
3.4.1.2 Brote de hojas	52
3.4.2 Comportamiento de las fenofases reproductivas	53
3.4.2.1 Floración	53
3.4.2.2 Fructificación	57
3.4.3 Características de las fenofases reproductivas del Moco	60
3.4.3.1 Frecuencia	60
3.4.3.2 Duración	61

3.4.3.3 Calendario fenológico del Moco (<i>S. bullosa</i>)	62
3.5 <i>Freziera canescens</i> Humb. & Bonpl. (Pentaphylacaceae)	63
3.5.1 Morfología y desarrollo reproductivo del Motilón (<i>F. canescens</i>)	63
3.5.1.1 Descripción morfológica	63
3.5.1.2 Caracterización de la floración	64
3.5.1.3 Caracterización de la fructificación	67
3.5.2 Descripción ecológica	69
3.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDIVIDUOS DE <i>F. canescens</i> SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO FENOLÓGICO	69
3.7 FASES FENOLÓGICAS DEL MOTILÓN (<i>F. canescens</i>)	70
3.7.1 Comportamiento de las fenofases vegetativas (caída y brote de hojas)	70
3.7.1.1 Caída de hojas	70
3.7.1.2 Brote de hojas	71
3.7.2 Comportamiento de las fenofases reproductivas	72
3.7.2.1 Floración	72
3.7.2.2 Fructificación	75
3.7.3 Características de las fenofases reproductivas del motilón	77
3.7.3.1 Frecuencia	77
3.7.3.2 Duración	78
3.7.3.3 Calendario fenológico del Motilón (<i>F. canescens</i>)	79
4. DISCUSIÓN	81
4.1 MORFOLOGÍA Y DESARROLLO REPRODUCTIVO	82

4.2 FOLLAJE/CAÍDA DE HOJAS	83
4.2 BROTE DE HOJAS	84
4.4 FLORACIÓN	85
4.5 FRUCTIFICACIÓN	87
4.6 CALENDARIO FENOLÓGICO	89
5. CONCLUSIONES	90
6. RECOMENDACIONES	92
7. BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	105

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de las etapas y fenofases observadas en las especies <i>S. bullosa</i> y <i>F. canescens</i> .	34
Tabla 2. Número de flores por inflorescencia presentes <i>S. bullosa</i> en un metro cuadrado de la copa	41
Tabla 3. Características morfológicas de los verticilos florales de la especie <i>S. bullosa</i>	43
Tabla 4. Valores máximos, mínimos, promedio y varianza para la precipitación, temperatura y humedad Relativa, durante el periodo de estudio, Octubre de 2009 y Septiembre de 2010	47
Tabla 5. Variables climatológicas precipitación, temperatura y humedad relativa de la estación climatológica Gabriel López utilizadas para el estudio fenológico en la Finca Potrero del Rio-Municipio de Totoró departamento del Cauca durante el periodo 2009-2010	49
Tabla 6. Individuos de <i>S. bullosa</i> seleccionados para el seguimiento fenológico	50
Tabla 7. Presencia de las fenofases fenológicas de Moco (<i>S. bullosa</i>)	50
Tabla 8. Valor promedio mensual de las fenofases vegetativas en <i>S. bullosa</i> , calculado según la escala de Fournier y su valor en porcentaje	51
Tabla 9. Valor promedio mensual de las fenofases reproductivas en <i>S. bullosa</i> , calculado según la escala de Fournier y su valor en porcentaje	53
Tabla 10. Valor promedio mensual de las etapas botón y flor abierta en <i>S. bullosa</i> , según la escala de Fournier y su valor en porcentaje y valores de precipitación	55
Tabla 11. Valor promedio mensual de las etapas fruto verde y maduro en <i>S. bullosa</i> , según la escala de Fournier y su valor en porcentaje	58
Tabla 12. Tiempo de duración de las fenofases reproductivas floración y fructificación de cada uno de los individuos de la muestra de <i>S. bullosa</i>	62

Tabla 13. Tiempo de duración las fenofases reproductivas floración y fructificación a nivel poblacional (media – desviación estándar y rango) de <i>S. bullosa</i>	62
Tabla 14. Calendario fenológico de <i>S. bullosa</i> octubre de 2009 - octubre de 2010	63
Tabla 15. Características morfológicas de los verticilos florales de la especie <i>F. canescens</i>	67
Tabla 16. Individuos de <i>F. canescens</i> seleccionados para el seguimiento fenológico	69
Tabla 17. Presencia de las fenofases fenológicas de Motilón (<i>F. canescens</i>)	70
Tabla 18. Valor promedio mensual de las fenofases vegetativas en <i>F. canescens</i> , calculado según la escala de Fournier y su valor en porcentaje	70
Tabla 19. Valor promedio mensual de las fenofases reproductivas en <i>F. canescens</i> , calculado según la escala de Fournier y su valor en porcentaje	72
Tabla 20. Valor promedio mensual de las etapas botón y flor abierta en <i>F. canescens</i> , según la escala de Fournier	73
Tabla 21. Valores promedios mensuales de las variables fruto verde y maduro en la especie <i>F. canescens</i> , en la zona de estudio, calculado según la escala fenológica de Fournier	76
Tabla 22. Tiempo de duración de las fenofases reproductivas floración y fructificación de cada uno de los individuos de la muestra de <i>F. canescens</i>	78
Tabla 23. Tiempo de duración de las fenofases reproductivas floración y fructificación a nivel poblacional (media – desviación estándar y rango) de <i>F. canescens</i>	79
Tabla 24. Calendario fenológico de <i>F. canescens</i> octubre de 2009 - octubre de 2010	79

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Área de estudio con los muestreos realizados, vereda el Cofre	31
Figura 2. Panorámica de la vereda El Cofre-municipio de Totoró	32
Figura 3. Marcaje de los individuos.	33
Figura 4. Árbol del moco (<i>S. bullosa</i>).	40
Figura 5. Floración de <i>S. bullosa</i>	41
Figura 6. Etapa de botón en la especie <i>S. bullosa</i>	42
Figura 7. Etapa de antesis en <i>S. bullosa</i> .	42
Figura 8. Inicio de fruto verde en <i>S. bullosa</i> .	43
Figura 9 Etapa de fruto verde en <i>S. bullosa</i> .	44
Figura 10. Etapa de fruto maduro en <i>S. bullosa</i> .	45
Figura 11. Etapas; botón, flor abierta y fruto verde en la especie <i>S. bullosa</i> .	45
Figura 12. Comportamiento de las variables climatológicas.	46
Figura 13. Balance hídrico según el índice de Thornthwaite, octubre 2009 a septiembre de 2010	47
Figura 14. Climograma según Gaussen, octubre 2009 a septiembre 2010.	48
Figura 15. Desarrollo de las fenofases follaje y brote de hojas en <i>S. bullosa</i> , relacionadas con la temperatura media mensual.	52
Figura 16. Árbol de <i>S. bullosa</i> , cantidad de follaje.	52
Figura 17. Fenofase de floración en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.	54

Figura 18. Árbol de <i>S. bullosa</i> en la fenofase de floración.	54
Figura 19. Etapa fenológica botón en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionados con los valores medios mensuales de temperatura y humedad relativa.	56
Figura 20. Etapa fenológica flor abierta en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionada con la precipitación media mensual (Pmm).	56
Figura 21. Caída de órganos en <i>S. bullosa</i> .	57
Figura 22. Fenofase fructificación en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.	57
Figura 23. Etapa fruto verde en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.	59
Figura 24. Etapa fruto maduro en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionada con la precipitación media mensual (Pmm).	59
Figura 25. Frecuencia de fenofases reproductivas en <i>S. bullosa</i> .	61
Figura 26. Árbol de Motilón (<i>F. canescens</i>).	64
Figura 27. Etapa de botón en <i>F. canescens</i>	65
Figura 28. Etapa de flor joven en <i>F. canescens</i>	65
Figura 29. Etapa de flor madura en <i>F. canescens</i> .	66
Figura 30. Etapa de fruto verde <i>F. canescens</i> .	66
Figura 31. Etapa de fruto verde en <i>F. canescens</i> .	67
Figura 32. Etapa de fruto maduro en <i>F. canescens</i> .	68
Figura 33. Etapa de fruto maduro en <i>F. canescens</i> .	68
Figura 34. Etapas de desarrollo en <i>F. canescens</i>	68
Figura 35. Desarrollo de las fenofases caída y brote de hojas en <i>F. canescens</i> , relacionadas con la precipitación media mensual (Pmm).	71

Figura 36. Árbol de <i>F. canescens</i> con hojas marchitas y nuevas.	71
Figura 37. Fenofase de floración en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionados con los valores medios mensuales de temperatura y humedad relativa.	73
Figura 38. Etapa botón en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionados con los valores medios mensuales de temperatura y humedad relativa.	74
Figura 39. Etapa flor abierta en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.	75
Figura 40. Fenofase fructificación en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.	75
Figura 41. Etapa fruto verde en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.	77
Figura 42. Etapa fruto maduro en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionada con la precipitación media mensual (Pmm).	77
Figura 43. Frecuencia de fenofases reproductivas en <i>F. canescens</i> .	78

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Formato para registros fenológicos	105
ANEXO B. Análisis de correlación de Pearson de las fenofases en <i>S. bullosa</i>	106
ANEXO C. Análisis de correlación de Pearson de las etapas en <i>S. bullosa</i>	107
ANEXO D. Análisis de correlación de Pearson de las fenofases en <i>F. canescens</i>	108
ANEXO E. Análisis de correlación de Pearson de las etapas en <i>F. canescens</i> .	109

RESUMEN

Se identificaron y describieron las fenofases reproductivas (floración y fructificación) y vegetativas (caída y brote de hojas) y se relacionaron con aspectos climáticos, en las especies arbóreas *Saurauia bullosa* y *Freziera canescens*, de un bosque alto andino localizado en la vereda el Cofre, Municipio de Totoró-Cauca. Se realizaron observaciones quincenalmente de la presencia de estas fenofases y sus etapas en 10 individuos de árboles adultos para cada especie, distribuidos en un área de 4,96 has de bosque. Se hizo el registro en la producción de fenofases empleando el método semi-cuantitativo de Fournier (1974) y la sincronía de la población según Bencke y Morellato (2002), durante el periodo de octubre de 2009 a octubre de 2010. En el mismo periodo, los datos climáticos fueron obtenidos de la estación meteorológica del IDEAM instalada en la cabecera municipal Gabriel López. Se construyeron tablas de datos y se analizaron mediante el programa estadístico PASW versión 18 empleando el análisis de correlación lineal de Pearson (Zar, 1996).

Las dos especies presentaron las fenofases floración y fructificación durante todo el año, las etapas flor abierta y fruto maduro predominaron en épocas definidas del año. En *S. bullosa* la etapa flor abierta aunque no se correlaciono con la precipitación esta se presentó con mayor producción en noviembre/09 época seca. Para diferenciar los meses secos y húmedos fue necesario utilizar el climograma de Gaussen. En ambas especies la etapa fruto maduro se correlaciono de forma positiva parcial con la precipitación, teniendo mayor producción en época húmeda (abril-mayo/10).

Las dos especies fueron catalogadas como perennifolias siguiendo a Morellato (1991). El follaje en la especie *S. bullosa* fue constante durante el año. En *F. canescens* la caída de las hojas fue constante durante el año al igual que el brote de hojas pero con un pico máximo en abril/10, correlacionándose esta última de forma positiva parcial con la precipitación. La temperatura y la humedad relativa se correlacionaron, de forma positiva y negativa respectivamente con la etapa de botón en ambas especies.

En *S. bullosa* la frecuencia de las fenofases reproductivas se presentaron de manera periódica anual de acuerdo a Morellato (1991) y no estacionales de acuerdo a Alvim (1964). En la especie *F. canescens* fueron continuas Morellato (1991). Ambas especies registraron un alto índice de actividad reproductiva, la alta sincronía en *S. bullosa* fue acompañada de un incremento en la intensidad.

Palabras claves: Fenología, *S. bullosa*, *F. canescens*, bosque alto andino.

ABSTRACT

It was possible to identify and describe the reproductive phenophases (flowering and fruiting) and the vegetative phenophases (loss and sprout of leaves). These life cycle events were related with climate variations in two arboreal species, *Saurauia bullosa* and *Freziera canescens* on High Andean forest in la vereda el cofre, municipality of Totoró, Cauca department. There were observations every two weeks to identify the existence of phenophases and its stages in 10 individuals of adult trees scattered throughout 4,96 hectares of forest. It was possible to register the production of phenophases using the Fournier (1974) semi-quantitative method and the population synchrony (Bencke & Morellato 2002) from October 2009 to October 2010. At the same time, climate data were obtained from the meteorological station of IDEAM in Gabriel Lopez. It was necessary to make data tables to storage information which was analyzed by means of SPSW statistic 18 using person correlation analysis.

Both species showed flowering and fruiting stages throughout the year. These phenological stages predominated during specific periods in the year. On *Saurauia bullosa* the flowering stage showed a major peak in November 2009(dry season). To distinguish the dry season from the rainy season was necessary to use the Gausson's climograph. In both species the fruiting stage was correlated in a positive partial way with precipitations, having its major peak during the rainy season (April-May 2010).

These species were classified as evergreen (Morellato 1991). During the year, leaves were constant on *Saurauia bullosa* specie, detecting a reduction, in terms of intensity, of 87, 5 % in June 2010(dry season). In the same way, on *Freziera canescens* the loss of leaves was constant during the year as well as the sprout of leaves, whit a major peak on April 2010 making a positive partial correlation with precipitations. Temperature and relative humidity were correlated, in a positive and negative way, with the bud stage in both species.

On *Saurauia bullosa* the frequency of reproductive phenophases happened annually (Morellato 1991), contrary to seasonal cycles Alvim (1964), on *Freziera canescens* specie the reproductive phenophases were frequent (Morellato 1991). Both species registered a high rate of reproductive activity, the high synchrony on *Saurauia bullosa* was accompanied by an increase in intensity.

Key words: phenology, *Saurauia bullosa*, *Freziera canescens*, High Andean forest.

INTRODUCCION

El departamento del Cauca presenta una alta heterogeneidad biofísica, socioeconómica y cultural; es una región rica en biodiversidad y recursos naturales, sus selvas tropicales, valles, costas, bosques, páramos y montañas, son hábitat de innumerables especies de flora y fauna que contribuyen a la sostenibilidad del hombre y los recursos (CRC, 2002). Dentro de los diferentes ecosistemas que tiene la región se encuentran los bosques alto andinos, actualmente sometidos a diferentes presiones de origen antrópico, principalmente por la ampliación de la frontera agrícola (Galindo *et al.*, 2003).

Según estudios realizados por Gentry (1995), Andrade *et al.* (1996) y Cleef (2005), los bosques alto andinos se encuentran entre los más desconocidos y amenazados del trópico. Según Rodríguez *et al.*, 2004 el orobioma alto andino actualmente consta de 834.869 has que corresponde al 2.9% del total de los ecosistemas naturales de Colombia. En investigaciones realizadas en el bosque alto andino del departamento del Cauca (Cleef, 1981; Sturm y Rangel, 1985; Van der Hammen, 2007; entre otros), se han registrado especies de angiospermas y epifitas, con alto grado de endemismo y alta diversidad de especies. Algunas familias que hacen parte de estos bosques se hallan con algún tipo de amenaza.

Las especies consideradas para este estudio; Moco (*Saurauia bullosa*) y Motilón (*Freziera canescens*), son árboles leñosos nativos de los Andes Colombianos. En el Municipio de Totoró crecen a altitudes entre 2500 y 3300 m.s.n.m, siendo ampliamente utilizados por los campesinos asentados en esta región, como fuente de madera para la construcción de cercas, puentes y casas de habitación, además de su generalizada utilización como combustible -leña y carbón (Mahecha, 1997; Vargas, 2002).

Estas especies han sido usadas desde tiempos remotos por los habitantes de los páramos y hasta el presente no se han realizado estudios sobre sus procesos reproductivos; pero por observaciones puntuales se sabe que las poblaciones de *S. bullosa* han disminuido notablemente en la zona.

El escaso conocimiento de la periodicidad de los fenómenos biológicos en árboles leñosos que se encuentran en el bosque alto andino del departamento del Cauca, representa uno de los obstáculos principales para adelantar procesos de reforestación, que permitan reconstruir las masas boscosas venidas a menos por la obtención de madera y la expansión de la frontera agrícola y ganadera. Por otro lado, desde hace varios años se ha promovido la reforestación con especies

nativas, de donde se deduce la importancia del conocimiento sobre la periodicidad en la producción de semillas, de la tolerancia a cambios climáticos y de manejo silvicultural de las mismas (Cárdenas *et al*, 1997).

Estas relaciones entre el comportamiento periódico de las plantas y su medio climático se definen como fenología (Fournier y Charpentier, 1978). Los estudios fenológicos pueden producir datos e información pertinente a todos los niveles de la investigación ecológica tradicional: plantas individuales, poblaciones y comunidades. Los conocimientos adquiridos a partir del estudio de la fenología tienen importantes consecuencias prácticas, incluyendo la productividad de los cultivos agroforestales, control de plagas, la recuperación de áreas degradadas y gestión de áreas de conservación (Costa, 2002). También puede proporcionar los parámetros para la conservación y explotación racional, la combinación de la sostenibilidad con la viabilidad económica. Además, se genera información para la organización de las estrategias de recolección de semillas, optimizando el esfuerzo y los recursos disponibles (Mellinger y Richers, 2005).

Algunos de los estudios que han contribuido al conocimiento de los patrones fenológicos en los bosques Neotropicales, son los realizados por Fournier y Salas (1966); Janzen (1967); Croat (1969); Daubenmire (1972); Frankie *et al.* (1974); Alencar *et al.* (1979); Hilty (1980); Mori *et al.* (1982); Gómez y Orozco (2006) y para la región caucana Ospina (2009), Gómez (2010), Pérez (2011), y Martínez (2011) realizados en esta misma zona de estudio. Igualmente se han llevado a cabo otras investigaciones fenológicas generales de varias especies del bosque alto andino por Mahecha, 1997-1999 y Vargas, 2002 pero sin datos cuantitativos productos de análisis fenológicos serios.

Con relación a las especies objeto de este estudio, existen algunas referencias de investigación fenológica en las actinidiáceas del género *Saurauia* del Neotropico (Ochoa-Gaona y Cruz-Arias, 2002; Ochoa-Gaona *et al*, 2008) y en la familia Pentaphylacaceae antes Theaceae (Marques y Oliveira, 2004; Morellato, 1987). En Colombia, no se encuentran estudios sobre las dos especies y sus familias.

Con el objetivo de contribuir al conocimiento de la fenología de las especies; *Freziera canescens* (motilón) y *Saurauia bullosa* (moco) pertenecientes a la región alto andina, se realizó el presente trabajo, en donde se correlacionaron las épocas de floración, fructificación, brote foliar y caída de hojas con los datos obtenidos de precipitación, temperatura y humedad relativa para el periodo de estudio (octubre de 2009 – octubre de 2010), se identificaron y describieron las fenofases y etapas fenológicas e igualmente se observó el desarrollo de las flores y frutos en un árbol muestra para cada especie.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 BOSQUE ALTO ANDINO

Dentro de los diferentes ecosistemas que tiene el departamento del Cauca se encuentran los bosques andinos reconocidos como uno de los principales centros de diversidad y especiación del mundo (Churchill *et al.*, 1995).

Según Van der Hammen (1992), el bosque alto andino Colombiano presenta su mayor límite altitudinal sobre la cordillera central, alcanzando los 3.400 a 3.600 m.s.n.m, límite que varía en cientos de metros según las condiciones locales. Es un ambiente donde los patrones de precipitación permiten bajas o nulas deficiencias de humedad durante el año. El exceso de humedad y la sombra de las coberturas permiten que sobre las ramas de los árboles crezca una abundante variedad de epifitas, como bromelias, hongos y orquídeas.

Las características del relieve, la altitud, el clima, la exposición y las pendientes, determinan en gran medida las relaciones entre los elementos constituyentes de los ecosistemas andinos (Omara y Ojunga, 1980). En esta región las características antes mencionadas hacen que aumente la actividad geomorfológica que da como resultado una alta inestabilidad de suelos, movimientos en masa y derrumbes frecuentes que determinan una dinámica muy especial y propia de estos bosques (Van der Hammen, 1992).

Este bosque de alta montaña, cumple funciones específicas como la regulación del flujo hídrico que desciende de los páramos y la acumulación y administración de nutrientes. Por esto crecen árboles entre 15-20 metros de alto que resguardan y alimentan una amplia e importante variedad de especies animales y vegetales. En términos generales en el bosque alto andino predominan especies como *Weinmannia* (encenillos), *Hesperomeles* (mortiños), *Clethra* y *Escallonia* (tibar, rodamonte). En las tres cordilleras colombianas son comunes las fitocenosis dominadas por *Drimys granadensis* y los matorrales altos y bosques ralos con especies de *Gynoxys*, de *Diplostephium* (Asteraceae) y *Vallea stipularis* (Rangel y Garzón 1995).

Según Gentry, (1992) y Castaño, (2002), las plantas del bosque andino presentan un alto grado de endemismo, con muchas especies restringidas a áreas relativamente pequeñas. Se ha considerado que el Norte de los Andes, porción andina perteneciente al territorio colombiano contribuye con la mayor diversidad a nivel florístico y en la que además se encuentra un alto porcentaje de especies

endémicas. Sin embargo para la cordillera central en la región del departamento del Cauca ha venido siendo sometida a una creciente presión, por la ganadería extensiva, los cultivos de papa y las quemadas, ejercida principalmente por los colonos, quienes desconocen y por lo tanto no utilizan técnicas o sistemas adecuados para mitigar la erosión generada al suelo.

Algunas familias en la zona de estudio como, Cunnoniaceae, Pentaphylacaceae (antes Theaceae), Actinidiaceae, Elaeocarpaceae, Aquifoliaceae y Meliaceae, entre otras, son un componente importante de la vegetación. Muchos autores las consideran dentro de las familias más representativas del bosque alto andino del Cauca (Cleef 1981; Sturm y Rangel 1985; Van der Hammen, 2007; entre otros).

Las actividades agropecuarias (ganadería y agricultura), el aumento de la población, y la extracción de madera para leña de manera selectiva que se realiza en el bosque alto andino de la zona, sin acciones claras de conservación, ha provocado una disminución en poblaciones vegetales, como es el caso de la especie *Saurauia bullosa*, aun así no se han realizado estudios sobre su demografía y biología de esta especie que allí habita, para entender su comportamiento en estos ecosistemas.

1.2 CONCEPTOS BASICOS EN FENOLOGÍA

Para la discusión de los eventos fenológicos e interpretación correcta de los patrones, se torna importante la aclaración de términos y conceptos. Muchos de los cuales vienen de la cronobiología (Marques *et al.*, 1997) y son frecuentemente utilizados de manera inapropiada.

En este estudio se utilizará el término fenofase para diferenciar todo el desarrollo de la floración, fructificación, así como la caída y brote de hojas. El botón, la flor abierta (antesis), el fruto verde y maduro, serán llamados etapas de las fenofases; siendo la fenofase floración dividida en dos etapas, botón y flor abierta y la fenofase fructificación en dos etapas: fruto verde y maduro.

La fenofase es definida por Monasterio y Sarmiento (1976) como “un estadio observable del desarrollo de la planta, claramente circunscrito en el tiempo en un individuo, en un sitio dado y tipo de ecosistema y durante un periodo preciso de observación”. Si se repite de vez en cuando es una característica de cualquier fenofase. La ocurrencia, esto es, la observación de una fenofase, puede ser llamada evento o episodio (Newstrom *et al.*, 1994) y el momento en que esta

misma fenofase deja de ocurrir es su intervalo. El tiempo entre dos episodios de una fenofase es su período.

El término duración fue definido por Newstrom *et al.* (1993) como el intervalo de tiempo de un episodio fenológico o de su intervalo. Este mismo autor define la amplitud como la intensidad de expresión de una fenofase o cantidad de actividad (como número de flores en un árbol, número de individuos en flor de una población o número de especies en una comunidad).

La intensidad de una fenofase puede variar de modo periódico, de donde se deriva el concepto de ciclo o sistema recurrente de eventos que se repiten periódicamente (ACIESP, 1997). Según Marques *et al.*, (1997) se define ciclo como una serie de fenómenos o estados de un sistema que suceden con ritmo, en un orden determinado. En fenología, un ciclo se representa por la secuencia temporal de valores de una fenofase, en la cual su intensidad parte de un valor mínimo, alcanza un máximo y vuelve, después de un periodo, al valor mínimo (Engel, 2001). La diferencia entre valores máximos y mínimos de las variables es llamada amplitud en cronobiología, sin embargo este término ha sido usado por Newstrom *et al.* (1993) como sinónimo de intensidad. Para una determinada fenofase, también define su frecuencia, como el número de ciclos por unidad de tiempo; regularidad, como el grado de variación en la duración o periodicidad de la misma; fecha o época, periodo del calendario en que el evento ocurre, en días, meses o estaciones y sincronismo la ocurrencia simultánea de la misma fenofase en la mayoría y en todas las unidades de estudio consideradas (Rathcke y Lacey, 1985; Newstrom *et al.*, 1994).

El ritmo es la variación periódica regular en el curso de cualquier proceso biótico (Marques *et al.*, 1997). En fenología la unidad de tiempo básica es el año solar y el ritmo anual de las fenofases para un periodo dado de observación de “n” años es el feno-ritmo (Monasterio y Sarmiento, 1976). Los mismos autores definen fenodinámica como el ciclo anual de eventos fenológicos dados por sucesión o sobreposición de las diferentes fenofases.

La estacionalidad es la “ocurrencia de ciertos eventos bióticos y abióticos, o grupos de eventos, dentro de un periodo de tiempo definido en año solar” (Lieth, 1974), es decir, es la asociación temporal de eventos fenológicos con una estación climática reconocible (Newstrom *et al.*, 1994). Luego, los ritmos fenológicos son estacionales cuando pueden ser relacionados a una determinada estación del año (Engel, 2001).

1.3 FENOLOGÍA

El estudio del ciclo reproductivo y vegetativo de las especies vegetales, también llamado fenología fue propuesto por el botánico Belga Charles Morren en 1853 (Alencar, 1979). La fenología es el estudio o registro de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico. Para estudios con vegetación, se distinguen dos tipos de registros fenológicos (De Steven *et al.* 1987); en primer lugar la **fenología vegetativa** que describe el crecimiento y desarrollo de una planta y se puede registrar con fenofases como foliación (brote de nuevas hojas) y defoliación (senescencia y caída de hojas); y en segundo lugar **fenología reproductiva** que registra todas las fenofases involucradas con la reproducción de la planta, tales como, Inicio de la floración (botón), floración (flor abierta), fructificación (fruto verde y maduro), dispersión y germinación.

La fenología se puede registrar a cuatro niveles de actividad (Ramírez y Armesto, 1994): **(i) actividad de la comunidad**, determinado por el número de especies en cada fenofase; **(ii) actividad de clases de especies**, determinado por el número de especies agrupadas en cada fenofase. Las clases pueden ser por forma de vida, tipos de polinización, modos de dispersión, estatus sucesional, hábitat, familias, etc; **(iii) actividad de la población**, determinado por el número de individuos de cada especie en cada fenofase y **(iv) actividad individual**, determinado por cantidad o abundancia de cada fenofase que presenta cada individuo, éste puede ser expresado en porcentajes.

Desde el inicio de los estudios fenológicos se ha proporcionado varias clasificaciones que buscan explicar el comportamiento de patrones fenológicos, siendo la de Newstrom (1994) la clasificación más completa. Esta puede ser utilizada para cualquier evento de los ciclos de vida, tanto de plantas como animales y en cualquier parte del mundo. Esta clasificación posee tres criterios:

(i) Clases por frecuencia: **continua** (actividad con pausas cortas y esporádicas); **sub-anual** (actividad con más de un ciclo por año); **anual** (solamente un ciclo por año); **supra-anual** (un ciclo que tarda más de un año). (ii) Clases por regularidad: **regular** (los episodios entre actividad y no actividad tienen la misma duración); **irregular** (los episodios son de diferente duración). (iii) Clases por amplitud o duración de la actividad: **actividad corta** (< 1 mes); **actividad media** (1-5 meses), **actividad larga** (> 5 meses). Esta clasificación puede ser utilizada en cualquier nivel de registro de datos para cada fenofase.

Los estudios fenológicos brindan información sobre épocas de floración, fructificación, germinación y dispersión de semillas, cantidad de follaje, brotadura

de hojas y frutos y su relación con factores climáticos o estímulos ambientales (Céspedes, 1991). Así, la fenología contribuye a la comprensión de la regeneración y reproducción de las plantas, la organización temporal de los recursos dentro de las comunidades, las interacciones planta-animales y la evolución de historias de vida de los animales que dependen de las plantas para su alimentación, tales como los herbívoros, polinizadores y dispersores (Morellato 1991, Van Schaik *et al.* 1993, Morellato y Leitao-Filho, 1992, 1996).

En fenología, es común hacer distinción entre factores lejanos o evolutivos y factores inmediatos o próximos. Los primeros representados por el conjunto de condiciones ecológicas en que una especie adapta sus fenorritmos a través de la evolución, en cuanto a factores inmediatos funcionan como signos ambientales que estimulan una mudanza particular en el desarrollo vegetal (Wright y Van Schaik, 1994). Los factores lejanos (haciendo referencia a las interacciones bióticas), incluyen la reproducción cruzada entre individuos y abundancia de polinizadores (Augspurger, 1996), dispersores (Snow, 1965) y predadores de semillas (Janzen, 1971). La adaptación al periodo de producciones de semillas puede estar relacionada a las actividades de los polinizadores y dispersores y al desenvolvimiento del fruto y semilla, al comportamiento de predadores de semillas y a las necesidades específicas para germinación (Janzen, 1976).

El afán por explicar los procesos fenológicos conlleva a establecer la relación con la estacionalidad climática. Hoy en día, el objetivo central de los estudios sobre fenología es relacionar las mudanzas de los patrones fenológicos con los factores de luminosidad, temperatura y precipitación y cómo estos factores pueden influenciar el desarrollo de las plantas (Locatelli, 2003).

La sincronización en eventos fenológicos reproductivos estacionales pueden representar ventajas adaptativas para muchas especies tropicales, ya que algunas inician la producción de flores estimuladas por la variación estacional y la irradiación solar (Wright y Van Schaik, 1994) y abren sus frutos al final de la estación seca e inicio de la lluviosa, para reducir la mortalidad de sus plántulas (Frankie *et al.* 1974; Van Schaik *et al.*, 1993). La sincronización de la floración favorece la atracción de los polinizadores facilitando el flujo de polen y la reproducción cruzada (Marquis 1998). Del mismo modo, la producción sincronizada de frutas puede saciar a depredadores de semillas y aumentar la atracción de frugívoros necesarios para su dispersión de semillas (Janzen 1971; Smythe, 1970). El sincronismo del brotamiento se debe a varios factores como: mudanzas por la disponibilidad de agua y luz (Lieberman y Lieberman, 1984) Borchert, 1994, Reich, 1995) y también con las fluctuaciones de poblaciones de herbívoros (Aide, 1993).

1.3.1 Fenología en árboles tropicales. Entre los estudios realizados en árboles tropicales, se encuentran los de Fournier y Salas (1966) estudio inicial de la fenología a nivel comunitario, en especies de árboles en bosque tropical seco, seguido del estudio de Janzen (1967), sobre el sincronismo de la reproducción sexual de especies forestales tropicales de árboles, ambos en Costa Rica.

En América Central, se encuentran los estudios de Daubenmire (1972), Frankie *et al.* (1974), Fournier (1976b) y Opler *et al.* (1980), todos en bosques Costarricenses, o de Croat (1975), en Panamá y de Bullock y Solís (1990), en México. Estos muestran que la mayoría de las especies arbóreas estudiadas en estas comunidades presentan el pico de floración y fructificación en la estación seca. Sólo el trabajo de Koptur *et al.* (1988), en la selva húmeda nublada de Costa Rica, tiene un pico en la transición de seco a húmedo.

En los bosques tropicales de América del Sur, encontramos el trabajo de Sarmiento y Monasterio (1976), en bosque de hoja caduca y de sabana tropical y el de Lampe *et al.* (1992), en el bosque semi-árido, ambos en Venezuela, o el trabajo de Steege y Persuad (1991), en las Guayanas; en la selva amazónica, se encuentran las obras de Araujo (1970) y Alencar *et al.* (1979). Alvim y Alvim (1976) estudiaron la fenología de bosques pantanosos de la Bahía, que continuaron Mori *et al.* (1982), en la misma localidad. En Brasil, los llevados a cabo por Morellato *et al.* (1989, 1990, 1991, 1995), Morellato y Leitão-Filho (1990, 1992, 1996), todos ellos en bosques semi-decíduos. Estos estudios también muestran, en general, patrones fenológicos estacionales acompañando la estacionalidad climática.

En cuanto a estudios realizados en Colombia, se reconocen entre otros los realizados por Hilty (1980), en bosque húmedo poco estacional; Gómez y Agudelo (2003), quienes evaluaron la dinámica de floración de *Guadua angustifolia* en el Quindío y el norte del Valle del Cauca; Sánchez y Vargas (2004), fenología y dispersión de semillas del arbusto altoandino *Monnina salicifolia* en Cundinamarca, Vanegas y Ospina (2001) estudian la estructura poblacional y fenología de *Espeletia argentea* en campos cultivados del páramo, Cundinamarca; Montes *et al.* (2009), sobre la fenología de floración y fructificación en *Macadamia integrifolia*, en Timbío (Cauca); Gomez (2010), fenología de *Brownea rosa-de-monte*, en Bolívar (Cauca); Pérez (2011), observaciones fenológicas de *Quercus humboldtii*, en Popayán (Cauca); Ospina (2009), sobre la fenología de *Weinmannia mariquitae*, en Totoró (Cauca), en la misma zona del presente estudio, así como el estudio Martínez (2011), sobre la fenología de *Vallea stipularis*, *Ilex uniflora* y (*Ruagea hirsuta*).

En fenología los principales fenómenos que se observan en los árboles son:

- **Floración.** Las flores son órganos formados por el conjunto de antófilos (hojas florales) más o menos vistosos, de las angiospermas. Su evolución implica el registro del estado en que se encuentra las flores día a día o dependiendo del tiempo necesario; esta fenofase se divide en dos etapas botón y flor abierta, máxima expresión de la flor.
- **Fructificación.** Comprende el desarrollo del ovario luego de la fecundación hasta la obtención de semillas maduras. Su registro se toma a partir de que el fruto se hace visible. Se divide este fenómeno en dos etapas, frutos verdes o inmaduros y frutos maduros.
- **Reposo.** Estado de la planta en la cual no se identifica cambios morfológicos aparentes en las plantas observadas.
- **Caída de Follaje.** Este fenómeno se presenta cuando ocurre la defoliación, su observación debe hacerse hasta la terminación completa del hecho, lo cual puede significar la pérdida total o parcial de hojas.
- **Brotación Foliar.** Consiste en el proceso de formación de hojas nuevas y termina cuando las hojas en la totalidad del árbol hayan alcanzado su tamaño normal. La brotación ocurre cuando ha terminado completamente la caída del follaje o darse en forma paralela a ésta.

1.4 ASPECTOS GENERALES DEL MOCO (*Saurauia bullosa* Wawra)

Familia: Actinidiaceae. Nombre común: Moco, moquillo.

- **Descripción general.** Arbusto o árbol; hojas obovadas, coriáceas, agrupadas apicalmente en las ramas, 15-30 x 6-12 cm, borde aserrado, pelos amarillos-marrones largos en peciolo, ramas, hojas e inflorescencias; flores blancas en inflorescencias; fruto en baya gelatinoso blanco-verdoso de 1-1.5 cm de diámetro. Crece entre 1600 y 2650 m.s.n.m en zonas húmedas. Se come el fruto crudo (Van den Eynden *et al.*, 1999).
- **Distribución geográfica.** Esta especie se encuentra distribuida en Colombia, Ecuador y Perú. En Colombia se encuentra en los departamentos de Caldas, Antioquia, Nariño, Valle del Cauca, Cauca, Huila, Putumayo, Quindío, Santander y Tolima, a altitudes entre los 2300 a 3000 msnm (Missouri Botanical Garden, 2011). En el herbario Nacional de Colombia se encuentran algunas colecciones recolectadas en los departamentos de Nariño, Cauca,

Cundinamarca y Tolima, ubicados en altitudes entre los 2700 a 3400 msnm (Universidad Nacional de Colombia, 2011).

- **Usos.** Según Mahecha, (1997-1999) los frutos abayados de *Saurauia* son consumidos por el hombre y por la fauna silvestre. Los árboles se pueden utilizar en cercas vivas, en la conservación de aguas y en la devolución de material orgánico al suelo, así como carbón y leña. Vargas, (2002) afirma que su madera no es de buena calidad, pero se usa en algunos casos como postes para cerca.

1.5 ASPECTOS GENERALES DEL MOTILÓN (*Freziera canescens* Humb. & Bonpl.)

Familia: Pentaphragaceae. Nombre común: motilón.

- **Descripción general.** Esta especie alcanza alturas de hasta 18 metros, se caracteriza por sus hojas de haz glabra y verde oscura, 10-12 cm de longitud, con pubescencia densa y blanco-amarillenta concentrada en las partes terminales y el envés de las hojas, flores de color blanco o rosado muy claro y frutos con numerosas semillas pequeñas.
- **Distribución geográfica.** Esta especie se encuentra distribuida en Colombia, Ecuador y Perú. En Colombia se encuentra en los departamentos Cauca, Nariño, Quindío y Valle del Cauca, a altitudes entre los 2200 a 3380 msnm (Missouri Botanical Garden, 2011). En el herbario Nacional de Colombia se encuentran algunas colecciones recolectadas en los departamentos de Nariño, Cauca (Puracé y Totoró), Cundinamarca, Valle del Cauca y Quindío, ubicados entre 2200 - 3450 msnm (Universidad Nacional de Colombia, 2011). Es común observarla muchas veces formando bosques monodominantes de varias hectáreas en sitios con altas pendientes (Vargas, 2002).
- **Usos.** Vargas, (2002) observó las especies de *Freziera* en crecimiento secundario, en filos de montañas y sitios degradados por encima de los 1800 metros, producen madera de buena calidad en construcción de viviendas, postes para cercas y leña, son de rápido crecimiento y fácil propagación, haciéndolas muy recomendables para protección de cuencas; los frutos son consumidos por las aves. Según Mahecha, (1999) entre sus usos están: alimento para animales silvestres, carbón y/o leña, madres de agua, postes vivos para cercados.

1.6 ANALISIS DE CORRELACION DE PARSON

El coeficiente de Pearson mide el grado de asociación lineal entre dos variables y puede calcularse dividiendo la covarianza de ambas entre el producto de las desviaciones típicas de las dos variables. Para un conjunto de datos, el valor r de este coeficiente puede tomar cualquier valor entre -1 y $+1$. El valor de r será positivo si existe una relación directa entre ambas variables, esto es, si las dos aumentan al mismo tiempo. Será negativo si la relación es inversa, es decir, cuando una variable disminuye a medida que la otra aumenta. Un valor de $+1$ ó -1 indicará una relación lineal perfecta entre ambas variables, mientras que un valor 0 indicará que no existe relación lineal entre ellas. Hay que tener en consideración que un valor de cero no indica necesariamente que no exista correlación, ya que las variables pueden presentar una relación no lineal.

De lo anterior se estableció que:

- $+1$ ó -1 = Correlación perfecta.
- 0.95 a 0.99 = Correlación fuerte.
- 0.8 a 0.94 = Correlación significativa.
- 0.7 a 0.79 = Correlación moderada.
- 0.5 a 0.69 = Existe una relación parcial.

1.7 MÉTODO DE THORNTHWAITE

Este método calcula el balance del agua en el suelo a lo largo del año para así evaluar la disponibilidad de agua para los cultivos, estudios hidrológicos, de conservación de suelos, de drenaje, de repoblación forestal, o el establecimiento del régimen de humedad de los suelos o de criterios de diferenciación climática. El balance hídrico consiste en definir mes a mes los siguientes parámetros:

$$P - ET_o$$

Donde:

P:= Precipitación media mensual.

ET_o:= Evapotranspiración potencial o de referencia.

$P - ETo$ = Balance mensual de entradas y salidas de agua del suelo. La diferencia clasifica los meses en secos () y en húmedos () según las entradas superen o no las salidas (González, 2004).

1.8 CLIMOGRAMA DE GAUSSEN

Es un gráfico de doble entrada, precipitación, temperatura contra mes. La escala de la precipitación es el doble de la de temperatura o sea que si la temperatura es 10 grados la precipitación es 20 mm, ya que según el índice de GausSEN, el período de aridez está definido por:

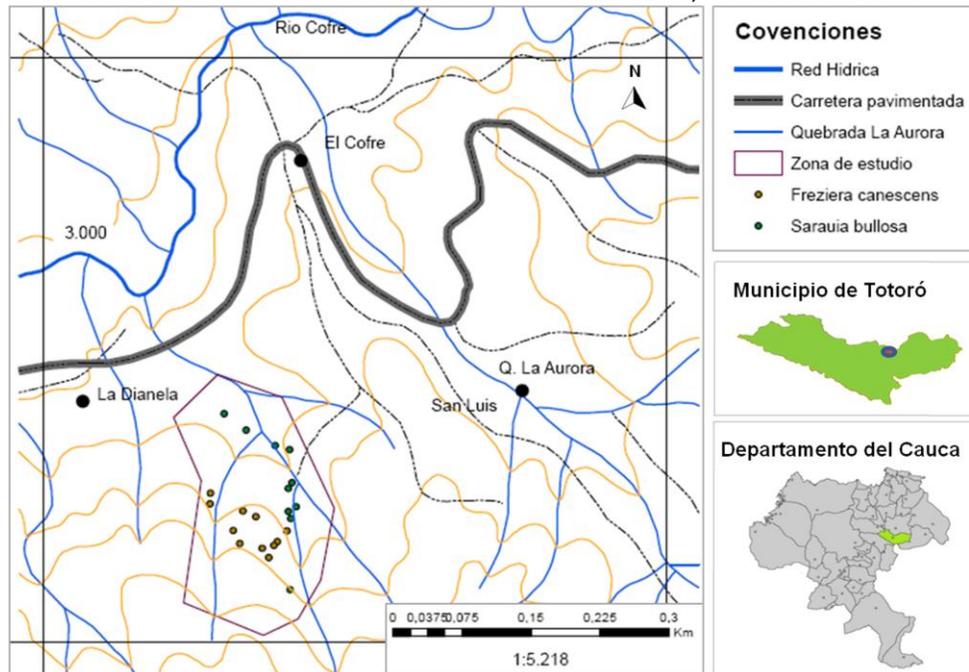
Precipitaciones = Temperaturas x 2.

Los períodos de escasez o sequía se encuentran donde la temperatura esté por encima de la precipitación. En el climograma clásico, las temperaturas se presentan en una línea y las precipitaciones en barras. Normalmente se añaden los datos de las precipitaciones totales medias y la temperatura media anual (González, 2004).

2. METODOLOGIA

El estudio se desarrollo entre octubre de 2009 y octubre de 2010, en el departamento del Cauca, en la zona montañosa de la Cordillera central, cuenca alta del Rio Cauca, vereda El Cofre, finca Potrero del Rio, que dista más o menos 7 Km de la cabecera municipal de Totoró, limitando por el norte con Cajibío y Silvia, por el occidente con Inzá, por el sur con el departamento del Huila, al igual que con Puracé y Popayán y por el oriente con Popayán y Cajibío. La zona de estudio (finca Potrero de Rio) se encuentra entre 3000 y 3300 m. de altura sobre el nivel del mar, los individuos allí estudiados están ubicados entre 3079 y 3196 metros de altura, entre 2°31'50.4" N y 76° 20'58.0" W (Figura 1).

Figura1. Área de estudio con los muestreos realizados, vereda el Cofre.



De acuerdo al sistema de clasificación de Holdridge, el clima del área de estudio hace parte del piso bioclimático Alto Andino (clima muy frío), correspondiente a la zona de vida de bosque muy húmedo Montano (bmh-M) con precipitaciones de 2000 mm/año y temperatura promedio anual de 13 °C (Esquema de Ordenamiento Territorial, Totoró, 2002). Según Espinal y Montenegro, (1997) quienes aplicaron el sistema de Holdridge para definir con más detalle las zonas de vida de Colombia, los límites climáticos generales para esta zona son precipitaciones anuales entre 1000-2000 mm y temperatura media entre 12-18 °C.

Para Rangel (2000) el área de estudio corresponde a bosque alto andino por poseer una vegetación muy variada y la mayor parte de las veces es muy difícil diferenciarla en franjas altitudinales, ya que, debido a la fuerte intervención antrópica de la región la flora responde a condiciones medio ambientales muy locales que generan una mezcla de diferentes tipos de vegetación (Figura 2) y según Rangel y Aguilar (1995), para esta zona de vida la precipitación mensual en promedio es de 127,7 mm, con temperatura media de 11,5°C y humedad relativa de 82,6%.

Figura 2. Zona de estudio. a. Panorámica de la vereda El Cofre-municipio de Totoró. b. zona boscosa.



2.1. FISIOGRAFÍA Y SUELO.

La zona de la vereda El Cofre finca Potrero del Rio se caracteriza por tener un relieve quebrado, que en algunos sitios llega a ser suavemente ondulado; las pendientes son rectas a ligeramente convexas, medias y largas, de 25-50-75% y elevaciones mayores a 3000 msnm.

Los suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas; profundos tienen drenaje natural bueno, con fuerte escurrimiento superficial. La erosión es ampliamente variable, desde ligera a severa, evidenciada por fenómenos de reptación (pata de vaca), solifluxión y nichos de deslizamientos. Conjunto Cofre (Oxic Dystrandept): estos suelos se caracterizan por su reacción fuerte a medianamente ácida, alta capacidad de intercambio catiónico y saturación de aluminio intercambiable de 60% en el horizonte superior (Esquema de Ordenamiento Territorial, Totoró, 2002).

2.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

Se seleccionaron 10 individuos de árboles adultos con capacidad de florecer y fructificar de cada especie según su orden de aparición en el bosque (Fournier y Charpentier, 1978). Los árboles fueron marcados colocando una cinta de plástico a una altura que permitiera su localización visual (Figura 3). Cada uno de los individuos fue medido en altura total y diámetro a la altura de pecho (DAP) (anexo A) y georeferenciado con GPS. Para la caracterización morfológica se eligió un individuo adicional por especie, recolectando muestras botánicas para su posterior descripción en laboratorio y se incluyeron en el Herbario de la Universidad del Cauca (CAUP). No se tuvo en cuenta para el presente estudio las distancias entre individuos como lo plantean Bullock y Solís-Magallanes (1990) debido a las dificultades del terreno y la cantidad de horas que demanda recorrer largas distancias.

Figura 3. Marcaje de los individuos. a. *S. bullosa* b. *F. canescens*; superior derecha: yema floral.



2.3 OBSERVACIONES FENOLÓGICAS.

Cada individuo fue observado sobre la presencia de las 4 fenofases, floración, fructificación, caída de hojas y brote de hojas. El concepto de fenofase adoptado fue el de Monasterio y Sarmiento (1976), las fenofases de floración y fructificación además fueron divididas en la ocurrencia de dos etapas observables (Tabla 1). Las observaciones fueron cuantitativas y cualitativas, la primera teniendo en cuenta la intensidad de cada fenofase y etapa en el individuo y la segunda basada en la presencia o ausencia de determinada fenofase. El estudio se extendió de

octubre de 2009 a octubre de 2010 con periodicidad quincenal (Fournier y Charpantier, 1978). Las observaciones fueron hechas en cada individuo con la ayuda de binoculares (VANGUARD 8x21 mm) para tener una mejor visual de los parámetros fenológicos y minimizar errores de observación. Además se utilizó cámara fotográfica (con lente super-macro) para registrar las etapas de cada fenofase. Para la especie *S. bullosa* la caída de hojas fue una actividad que presentó problemas a la hora de la identificación, ya que no fue clara la presencia de hojas marchitas, por lo que se optó por observar la cantidad de follaje presente en la copa del árbol. Aunque la caída de hojas y el follaje sean en sí diferentes, para la especie *S. bullosa* se tomó el follaje de los individuos como un indicativo de la cantidad de hojas presentes en determinada época del año de estudio.

Tabla 1. Descripción de las etapas y fenofases observadas en las especies *S. bullosa* y *F. canescens*.

FENOFASES	ETAPAS	DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS
REPRODUCTIVAS		
Floración	1. Botón	Carga máxima de botones hasta antesis.
	2. Flores abiertas	Carga máxima de flores ya abiertas
Fructificación	1. Fruto verde	Carga máxima de frutos jóvenes, caracterizados por un color verde.
	2. Fruto maduro	Carga máxima de frutos maduros ya desarrollados, con color diferente a la anterior etapa.
VEGETATIVAS		
Caída de hojas	Ninguna	DESCRIPCIÓN DE LAS FENOFASES Carga total de hojas marchita, identificables por que adquieren un color diferente al del follaje.
Follaje*	Ninguna	Cantidad de hojas presentes en un árbol.
Brote de hojas	Ninguna	Carga total de hojas nuevas surgiendo, vistas como pequeñas hojas o yemas foliares.

*El follaje no se consideró como fenofase, solo se describe su comportamiento.

Las fenofases fueron identificadas a partir del reconocimiento, en los árboles, de las siguientes características:

- **Floración.** La observación de la floración fue dividida en dos etapas: el surgimiento de los primeros botones florales hasta la preantesis; etapa de antesis (floración propiamente dicha), que iniciaba con la antesis de la primera flor y terminaba con la senescencia de los pétalos. Se calculó a nivel poblacional, duración, sincronía y frecuencia de esta fenofase y así ubicarla en alguna de las categorías del sistema de clasificación propuesto por Alvim (1964) y Morellato (1991).
- **Fructificación.** Periodo de surgimiento de los primeros frutos jóvenes hasta la madures o dispersión de las semillas. Fue dividida en dos etapas: Fruto verde que comprende el desarrollo inicial de los frutos hasta el cambio de coloración; Fruto maduro: desde inicio de madures hasta la caída o diseminación de semillas. Se calculó a nivel poblacional, duración, sincronía y frecuencia de esta fenofase y así ubicarla en alguna de las categorías del sistema de clasificación propuesto por Alvim (1964) y Morellato (1991).
- **Caída y brote de hojas.** Se registraron datos de caída y de surgimiento de nuevo follaje, estas fenofases se caracterizaron por la dificultad de las observaciones, ya que las especies mostraron un brotamiento de hojas muy lento así como la caída de follaje en *S. bullosa*. El brotamiento se registro a partir del surgimiento de pequeñas hojas hasta cuando adquirieron un tamaño característico de la especie. Se considero que un árbol estaba perdiendo sus hojas cuando estas cambiaban de color, adquiriendo una tonalidad más oscura, o rojiza, se marchitaban y caían con facilidad por el viento. Para interpretar este comportamiento se siguió la clasificación de Morellato (1991), Bencke y Morellato (2002).

Se aplicaron los criterios de Newstrom (1994) para el registro de periodicidad, frecuencia, duración, época y sincronía de cada fenofase. Este análisis se realizó, teniendo como nivel de organización biológica de referencia la población, es decir, el conjunto de individuos de una misma especie. Sin embargo no se puede afirmar que el número de individuos observados represente una población, el término población fue utilizado en este trabajo por la necesidad de explicitar el nivel de estudio considerado. La clasificación de las especies en cuanto a frecuencia fue basada en un año solar.

Las fenofases reproductivas se analizaron utilizando el sistema de clasificación propuesto por Morellato (1991) como continua o periódica (Episódica subanual, Anual o Supra-anual). Este análisis se complemento para *S. bullosa* teniendo en cuenta las clases de frecuencia propuestas por Alvim (1964), para plantas tropicales como: Plantas de floración continua, de floración no estacional, de floración gregaria o de floración estacional.

Las clases de frecuencia fueron subdivididas en cuanto a duración y época. La duración es el tiempo sujeto por una determinada parte del ciclo, siendo consideradas las clases de acuerdo a Morellato (1991), como breve (de 1 a 4 semanas), Intermedia estacional (1 a 4 meses, en ocasiones asociada a la estación del año) o larga (igual o mayor a 5 meses). La fecha o época de ocurrencia de la fenofase es el periodo del calendario en que la fenofase ocurre, en días, meses o estaciones.

Finalmente las fenofases vegetativas (tabla 1) para *S. bullosa* y *F. canescens* fueron interpretadas de acuerdo a Morellato (1991) y Bencke y Morellato (2002) en: Decidua (hojas caducas), Semidecidua o Perennifolia (hojas perennes).

2.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN.

La descripción de los feno-ritmos, se utilizaron los conceptos de intensidad o amplitud (intensidad de respuesta fenológica presentada por un individuo, población o comunidad, según Newstron *et al.*, 1994) e índice de actividad, que es la ocurrencia simultanea de la misma fenofase entre los individuos que conforman una población (Bencke y Morellato 2002).

La intensidad o amplitud de respuesta se midió según el porcentaje de intensidad de Fournier (1974) y para la sincronía, el índice de actividad, que genera una estimación del porcentaje de individuos manifestando la fenofase propuesto por (Bencke y Morellato 2002). Por lo tanto las fenofases reproductiva y vegetativa se evaluaron así:

Porcentaje de intensidad de Fournier (1974) que implica cuantificar la intensidad de cada fenofase en cada individuo, utilizando una escala semi-cuantitativa de 0-4, así:

Presencia del fenómeno en %	Escala
Ausencia del fenómeno observado	0
1% y 25%	1
26% y 50%	2
51% y 75%	3
76% y 100%	4

El porcentaje de intensidad muestra la producción de cada fenofase y etapa fenológica este valor indica el tamaño de la cosecha. Un porcentaje de intensidad

menor a 20% indica baja producción, entre 20 y 50% mediana producción y más de 50% de alta producción (Camacho y Orozco, 1998).

El análisis de sincronía siguió la metodología de (Bencke y Morellato, 2002) que cuantifica el porcentaje de individuos con presencia o ausencia de una determinada fenofase así:

Porcentaje de individuos	Consideración
Menores al 20%	No sincrónico o asincrónico
Entre 20% y 60%	Poco sincrónico o sincronía baja
Mayores al 60%	Sincronía alta

2.4 MORFOLOGÍA Y DESARROLLO REPRODUCTIVO.

Se realizó el seguimiento del desarrollo de la flor y fruto de *S. bullosa* y *F. canescens*, en un individuo de cada especie seleccionados para este registro. Se escogieron al azar para este proceso 5 yemas florales, que apenas estaban iniciando su proceso de desarrollo, las cuales fueron marcadas. Realizándose las observaciones cada 15 y cada 8 días cuando fue necesario, anotando parámetros como: diámetro de las estructuras florales-frutales y observación de los cambios de el color. Teniendo presente que un individuo puede tener comportamiento diferente que otro e incluso dentro del mismo árbol, debido al lugar donde se encuentre y a la influencia directa de los rayos solares. Esta información fue clave para calcular el número de meses o días requeridos para cambiar de una fenofase o de una etapa a otra.

2.5 VARIABLES CLIMÁTICAS.

Se tuvo en cuenta los promedios mensuales de las variables climáticas (temperatura, precipitación y humedad relativa), presentados entre octubre de 2009 – octubre de 2010; los datos fueron proporcionados por la estación meteorológica del IDEAM instalada en la cabecera municipal Gabriel López, la más cercana al área de estudio.

A partir de las variables precipitación y temperatura se estimó la temporada árida (seca) y la temporada de lluvia (húmeda) para el año de estudio conforme al método de Gausson (climograma) y Thornthwaite (balance hídrico) según disponibilidad de agua en el suelo a lo largo del año.

2.6 ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Los análisis que generalmente se realizan en estudios fenológicos son orientados hacia la relación entre la ocurrencia de las diferentes fenofases y la época del año incluyendo la relación época-fenofase y variables climatológicas; igualmente se analiza a nivel de especie donde es posible analizar la época, la sincronía, la duración y la amplitud de cada fenofase (Newstrom *et al*, 1994). Los datos fueron registrados y organizados en Microsoft Office Excel para luego ser tratados mediante los programas MINITAB 15 versión en español donde se realizaron las gráficas y el programa PASW donde se realizó el análisis de correlación de Pearson entre el valor promedio mensual de cada fenofase (reproductiva y vegetativa) con los valores mensuales de las variables climáticas precipitación, temperatura y humedad relativa.

A los datos fenológicos se les aplicó los siguientes métodos de análisis:

Porcentaje de intensidad de Fournier: fueron calculados mensualmente los porcentajes de los individuos de cada especie que presentaron una determinada fenofase a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de intensidad de Fournier} = \frac{\sum \text{Fournier} \cdot 100}{4 \cdot N}$$

En donde la (\sum Fournier) es la sumatoria de las categorías de Fournier de los individuos dividido por el valor máximo alcanzado para cada categoría (4) y por el número total de individuos (N).

Estimación de la duración de las fenofases reproductivas: la duración de las fenofases reproductivas en las especies se calculo desde el inicio de la fenofase hasta el final de la misma. La duración de cada fenofase a nivel poblacional fue el promedio entre los 10 individuos. Adicionalmente se calculo la desviación estándar y el rango entre los individuos.

Sincronía por especie (S): se utilizo el método del índice de actividad propuesto por (Bencke y Morellato 2002), utilizando la siguiente fórmula para convertirlo a porcentaje así:

$$\text{Sincronía} = \frac{X_s}{N_s} (100)$$

N_s es el número de individuos muestreados de la especie s ; X_s es el número de individuos de la especie que manifiestan la fenofase. Multiplicado por 100, para obtener un porcentaje.

Fenogramas: los fenogramas permiten observar gráficamente la intensidad o amplitud, duración y época de las fenofases, de acuerdo a definiciones adaptadas por Monasterio y Sarmiento (1976), Fournier (1976a) y Newstron *et al.* (1994), bien como a su estacionalidad, o una asociación temporal de los eventos fenológicos con una estación meteorológica reconocibles. Estos gráficos se realizaron en el programa estadístico Minitab 15 versión en español.

Análisis de correlación de Pearson (r): se realizaron pruebas de correlación simple para establecer el grado de asociación entre el evento observado y la precipitación, aplicando el coeficiente de correlación de Pearson, con un nivel de significación de 0,05 (Zar, 1996).

3. RESULTADOS

3.1 *Saurauia bullosa* Wawra (Actinidaceae)

Nombres vulgares: moco, moquillo, dulumoco

3.1.1 Morfología y desarrollo reproductivo

3.1.1.1 Descripción morfológica. Según observaciones en campo esta especie puede alcanzar entre 6-12 m de altura y hasta 1.5 m de diámetro (Figura 4). El fuste se encuentra cubierto por diferentes pelos, tronco retorcido, de color gris oscuro con manchas de color blanco, la madera es semidura, muy frágil. Su copa es extendida, posee flores blancas en panículas axilares, actinomorfas, bisexual, con cinco sépalos y cinco pétalos blancos. El fruto es una baya de color verde cuando está joven y rojo cuando está maduro de forma ovalada de textura carnosa, semillas muy pequeñas, un fruto puede contener más de 100 semillas.

Figura 4. Árbol del moco (*S. bullosa*).



3.1.1.2 Caracterización de la floración. Toda esta etapa duró de 4 a 6 meses, se encontró que las flores se disponían en panículas ubicadas en las axilas de las hojas (Figura 5). En un metro cuadrado de la copa de un árbol se pudieron encontrar de 20-50 inflorescencias, cada una con una producción en promedio de 15-30 flores (Tabla 2), cada inflorescencia tenía un tamaño promedio de 13-18 cm de largo x 7-10 cm de ancho (Figura 5). Durante esta fenofase se identificaron 2

etapas florales en la estructura reproductiva, la de botón floral y flor abierta o antesis.

Figura 5. Floración de *S. bullosa*. a-b. Inflorescencia. c. botón y flor abierta.

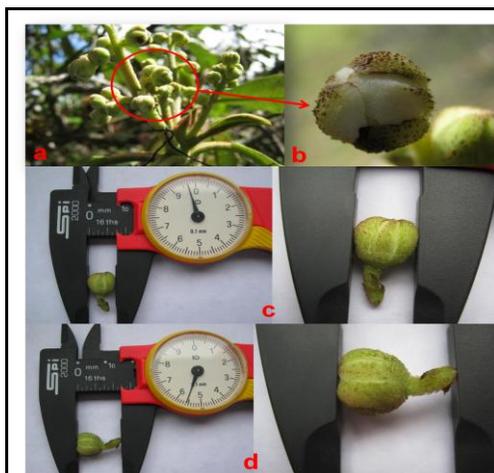


Tabla 2. Número de flores por inflorescencia presentes *S. bullosa* en un metro cuadrado de la copa.

	Metro cuadrado
Numero de flores Por inflorescencia	300-1500
Total de inflorescencias Observadas	20-50
Numero de frutos por infrutescencia que logran su desarrollo	200-1250

- **Botón floral.** Todo la etapa duró de 2 a 4 meses. Los botones florales empezaron su desarrollo muy lentamente, en un principio estos fueron de color verde oscuro y rojo, redondeado, midieron de 4-5 mm de largo x 5-6 mm de ancho, la panícula no se logró distinguir. A medida que se fueron desarrollando los botones adquirieron un color verde claro y se generó un aumento en sus dimensiones, midieron de 0.9-1.5 cm de largo x 0.8-1.1 cm de ancho, siendo más largos que anchos, aquí la inflorescencia que contiene los botones se encontró bien diferenciada mostrando todas sus estructuras, en cada inflorescencia encontramos un número de 20-35 botones florales, de los cuales todos o la mayoría llegaron a flor abierta (Figura 6).

Figura 6. Etapa de botón en la especie *S. bullosa*. a-b. Botón. c-d. Medidas del botón.



- **Flor abierta (antesis).** Toda la etapa duró de 1 a 2 meses. Presentó cáliz de tipo dialisépalo, con 5 sépalos de color verde claro, midieron de 1-1.2 cm de largo x 0.7-0.9 cm de ancho, su parte externa o envés es pubescente con pelos rígidos de color café oscuro no muy abundantes. La antesis empieza con la apertura de los sépalos, fue ahí cuando se empezó a observar los pétalos, los cuales midieron de 1.2-1.4 cm de largo x 0.8-1 cm de ancho, con 5 pétalos glabros de color blanco, estambres con anteras bilabiadas de color amarillas y filamentos de color verde claro aplanados, se pueden encontrar de 80 a 90 estambres. La flor midió de 1.5-1.8 cm de largo x 2.3-2.5 cm de ancho. Son 5 los pistilos presentes, el cual tanto el estilo como el estigma exhibieron color verde claro. El pistilo midió 6-8 mm de largo x 0.5 mm de ancho (Figura 7).

Figura 7. Etapa de antesis en *S. bullosa*. a-b, c. Flor abierta en diferentes estados de antesis, d. Medidas de la flor abierta.



El final de esta etapa se caracterizó por presentarse la caída de los pétalos y estambres, el desprendimiento se dio una vez marchitadas estas estructuras (Figura 8).

Figura 8. Inicio de fruto verde en *S. bullosa*. a-b. Pétalos marchitos desprendiéndose. c. Inicio de fruto verde, con los pistilos de tamaño más grande que el fruto.



La cantidad de órganos, el largo, ancho, color y forma de algunas de las estructuras de la flor; sépalos, pétalos, estambres y pistilos se resumen en la tabla 3.

Tabla 3. Características morfológicas de los verticilos florales de la especie *S. bullosa*.

	Sépalos	Pétalos	Estambres	Pistilos
Cantidad	5	5	80 – 90	5
Largo	10 – 12 mm	12 – 14 mm	6 – 7 mm	6 – 8 mm
Ancho	7 – 9 mm	8 – 10 mm	0,5 mm	0,5 mm
Color	Verde claro	blanco	Amarillos	Verde claro
Forma	Ovado	Ovado	Alargados	Alargados

3.1.1.3 Caracterización de la fructificación. Una vez caídos los pétalos y estambres se dio inicio a la fenofase de fructificación. Esta fenofase empezó aún sin terminarse el proceso de floración, por lo que se encontró el árbol en floración y en fructificación, el desarrollo del fruto fue lento tardando de 4 a 6 meses en alcanzar su máximo crecimiento y maduración, en cada infrutescencia se encontró entre 10 y 25 frutos que lograron su desarrollo. Tanto el cáliz como el estilo y estigma fueron persistentes hasta el final de esta fenofase.

- **Fruto verde.** Esta etapa duró de 2 a 3.5 meses, el desarrollo del ovario empezó lentamente, posee un color verde claro, de tamaño pequeño, de 0.3-0.35 cm de largo x 0.4-0.45 cm de ancho, el estilo es de color verde claro en la base y rojizo en la unión con el estigma, igualmente el estigma se tornó de un color rojizo claro (Figura 8).

Los pistilos al inicio de esta etapa se caracterizó por ser de longitud mayor al tamaño del fruto, a medida que pasaron los días se generó un proceso de engrosamiento y alargamiento que dio al fruto un tamaño de 0.6-0.7 cm de largo x 0.9-1cm de ancho, su color fue de un verde oscuro, el fruto empezó a hacer más grande que los pistilos y a sobresalir del cáliz (Figura 9).

- **Fruto maduro.** Esta etapa duró de 2.5 a 3 meses, se suspendió el alargamiento y se inició un crecimiento en grosor que ocasionó un ensanchamiento del fruto, es ovalado, midió de 1.5-1.8 cm de largo x 2-3 cm de ancho, fue de color rojo a morado, su consistencia fue carnosa e indehiscente (Figura 10). El fruto fue más grande que los pistilos, y el estilo y estigma presentaron las mismas características que en el estadio anterior, y el cáliz continuo presente hasta la madurez del fruto o hasta el final de la fenofase de fructificación (Figura 10).

El endocarpo del fruto (baya) se encontró rodeados por una baba de color transparente de consistencia pegajosa, en un corte transversal realizado en el laboratorio se observó dividido en 5 a 6 comparticiones. Las semillas midieron de 1.3-1.5 mm de largo x 1-1.2 mm de ancho, de forma irregular aplanadas, de color café oscuras, un fruto maduro contenía de 100 a 120 semillas (Figura 10).

Figura 9. Etapa de fruto verde en *S. bullosa*. a. Inicio de fruto verde de tamaño más pequeño que los pistilos. b. Fruto verde con mayor desarrollo, pistilos más pequeños que el fruto.

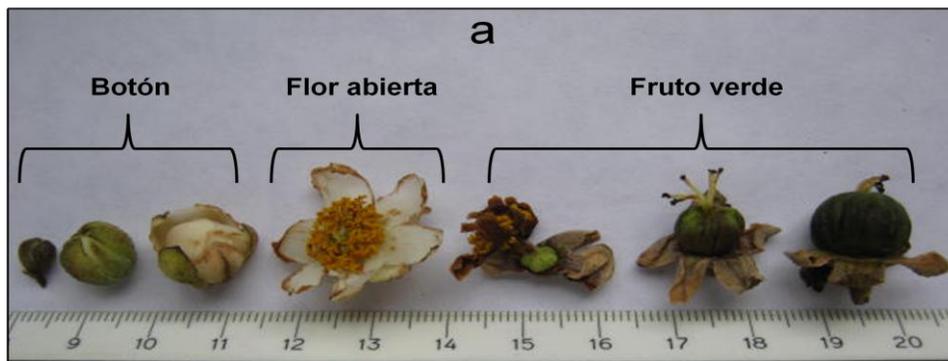


Figura 10. Etapa de fruto maduro en *S. bullosa*. a. Inicio de fruto maduro. b-c. Semilla, arilo de las semillas de Moco.



La figura 11, muestra un resumen de las etapas observadas en la fenofase de floración y de las etapas observadas en la fenofase de fructificación, para el árbol muestra escogido para el seguimiento morfológico, en la especie *S. bullosa*.

Figura 11. a. Etapas: botón, flor abierta y fruto verde en la especie *S. bullosa*.

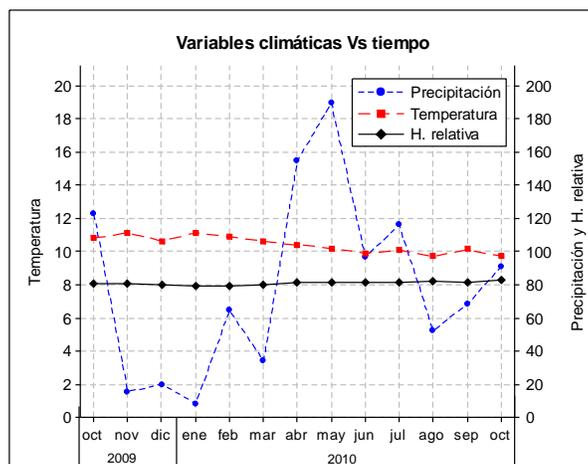


3.1.2 Descripción ecológica. *S. bullosa* en la zona de estudio, se encontró solo en el potrero y algunos individuos al borde del bosque pero no dentro del bosque, no es abundante, lográndose contar 14 individuos en el área de estudio, es una especie que crece aislada y no forma poblaciones. No presentó una abundante regeneración, fue demasiado escasa.

3.2 VARIABLES CLIMÁTICAS

En la figura 12, se presenta el comportamiento de los promedios mensuales de las variables climáticas temperatura, precipitación y humedad relativa presentados durante el periodo de octubre de 2009 y octubre de 2010, datos proporcionados por el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM), estación Gabriel López.

Figura 12. Comportamiento de las variables climatológicas precipitación, temperatura y humedad relativa correspondientes al periodo 2009-2010 para el año de estudio.



El promedio mensual de precipitación para todo el año fue de 78,5 mm. El mes que presentó la menor precipitación fue enero/10 con 8.3 mm, y el de mayor fue mayo del mismo año con 189.4 mm. Los resultados indican que hubo gran variación de esta fenómeno durante el tiempo de estudio. Con respecto a la temperatura se observó un comportamiento casi constante con pocas oscilaciones, el valor promedio mensual alcanzado fue 10,5 °C, el mes que alcanzó el mayor valor fue enero/10 con 11.1 °C y el menor en agosto/10 con 9.7 °C. El promedio de la Humedad Relativa fue de 80.6 %, el mes de menor humedad fue enero/10 con 79.1% con un máximo valor alcanzado en el mes de agosto/10 con 82.1 % (Tabla 4).

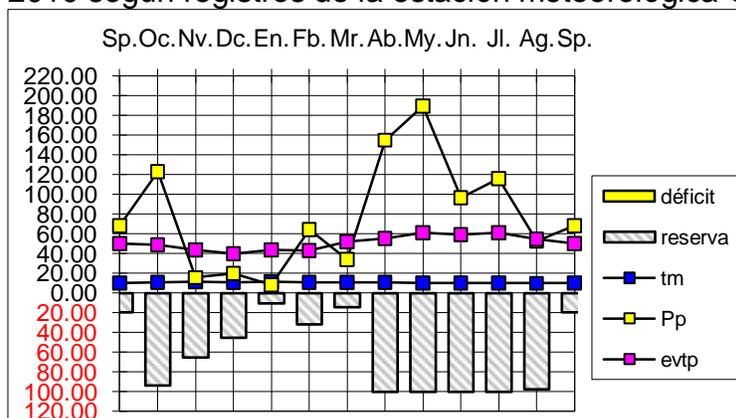
Tabla 4. Valores máximos, mínimos, promedio y varianza para la precipitación, temperatura y humedad relativa, durante el periodo de estudio, Octubre de 2009 y Septiembre de 2010.

VARIABLES	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	VARIANZA
Precipitación (mm)	189,4	8,3	78,5	3376,8
Temperatura (°C)	11,1	9,7	10,5	0,220
Humedad Relativa (%)	82,1	79,1	80,6	0,752

Es importante resaltar que el área de estudio se encuentra ubicada en el piso bioclimático Alto Andino, correspondiente a la zona de vida de bosque muy húmedo Montano (bmh-M), con precipitaciones corrientes de 1000 a 2000 mm/año, para todo el año (Espinal y Montenegro, 1977). Para Rangel y Aguilar (1995), en esta zona de vida la precipitación promedio mensual es de 127,7 mm. Para el año de estudio (Oct. /09 a Sep. /10) se calculó la precipitación total la cual fue de 942,2 mm/año para un promedio mensual de 78,5 reflejando claramente que algo altero el patrón de lluvias normales de acuerdo a los anteriores autores, siendo probablemente el fenómeno del Niño el que ocasionó esta disminución, pues este fenómeno se presentó durante los primeros 7-8 meses del año de estudio (IDEAM, 2011).

Se realizó el balance hídrico según Thornthwaite citado por González (2004), con los datos meteorológicos proporcionados por el IDEAM para el año de estudio durante el periodo de octubre/2009 a septiembre/2010. Los resultados evidenciaron que en la zona no hay déficit de agua en el suelo, es decir que se caracteriza por presentar reserva de agua durante todos los meses del año, considerando el suelo húmedo y con poca falta de agua. (Figura 13).

Figura 13. Balance hídrico según el índice de Thornthwaite, octubre 2009 a septiembre de 2010 según registros de la estación meteorológica Gabriel López.



Para el seguimiento fenológico fue necesario diferenciar entre los meses secos y húmedos durante el año de estudio octubre/2009 a septiembre/2010, para lo cual fue necesario utilizar el método de Gausson, el cual relaciona temperatura con precipitación, considerándose un mes árido cuando la precipitación es menor a dos veces la temperatura (Figura 14, Tabla 5). Los meses noviembre, diciembre y enero del 2009 mostraron escasez o sequía, los cuales se encuentran donde la temperatura estuvo por encima de la precipitación. Es decir que de noviembre a enero de 2009 se considero el periodo de sequía para el año de estudio.

Figura 14. Climograma según Gausson durante el periodo octubre 2009 a septiembre 2010.

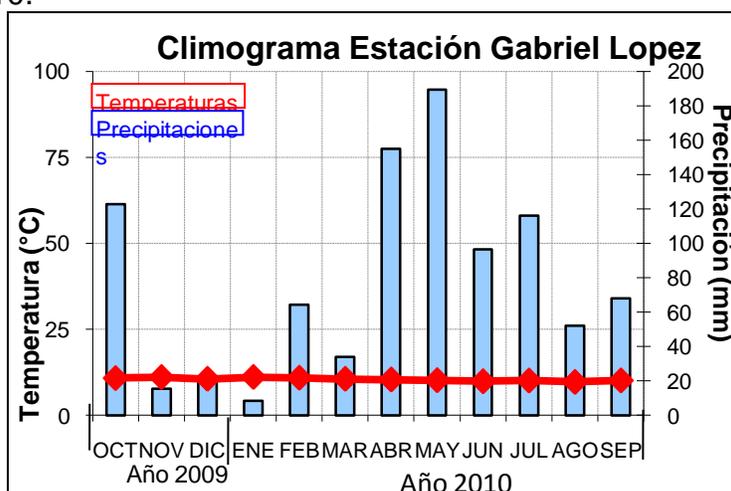


Tabla 5. Variables climatológicas precipitación, temperatura y humedad relativa de la estación climatológica Gabriel López utilizadas para el estudio fenológico en la Finca Potrero del Rio-Municipio de Totoró - Cauca durante el periodo 2009-2010.

AÑO 2009					
MESES	PRECIPIT (mm)	TEMP. MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	MES DE SEQUIA	MES HUMEDO
Octubre	122,9	10,8	81,1		X
Noviembre	15,5	11,1	80,1	X	
Diciembre	19,8	10,63	80,1	X	
AÑO 2010					
Enero	8,3	11,13	79,3	X	
Febrero	64,4	10,9	79,1		X
Marzo	34	10,6	80,1		X
Abril	154,8	10,4	81,1		X
Mayo	189,4	10,2	81,1		X
Junio	96,7	9,9	81,1		X
Julio	116	10,1	81,1		X
Agosto	52,3	9,7	82,1		X
Septiembre	68,13	10,13	81,3		X
Octubre	90,5	9,7	83,1		X

3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDIVIDUOS DE *S. bullosa* SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO FENOLÓGICO.

Las coordenadas geográficas, así como los datos de altitud sobre el nivel del mar, altura y diámetro de los individuos de *S. bullosa* seleccionados para el estudio se resumen en la tabla 6.

Tabla 6. Individuos de *S. bullosa* seleccionados para el seguimiento fenológico.

INDIVIDUO #	ALTITUD (m)	COORDENADAS	DAP (cm)	ALTURA (m)
1	3084	N 2°31'50,4" / W 76°20'58,0"	104	10
2	3119	N 2°31'49,5" / W 76° 20' 56,5"	87	8
3	3105	N 2°31'47,6" / W 76°20'55,6"	130	8
4	3081	N 2°31'41,7" / W 76°20'55,7"	78	12
5	3126	N 2°31'46,3" / W 76°20'55,4"	82	7
6	3142	N 2°31'46,0" / W 76°20'55,7"	136	12
7	3131	N 2°31'45,7" / W 76°20'55,6"	81	6
8	3079	N2°31'51,3" / W 76°20'59,1"	120	7
9	3084	N2°31'49,3" / W 76°20'55,2"	90	6
10	3132	N 2°31'47,2" / W 76°20'55,7"	89	6
ÁRBOL MUESTRA	3081	N 2°31'41,7" / W 76°20'55,7"	130	9

DAP: Diámetro a la altura de pecho

Los individuos elegidos para el estudio fenológico se encontraron ubicados entre 3079 y 3142 msnm con diámetros que oscilaron entre 78 a 136 cm y con altura de los árboles de 6 a 12 metros. A pesar de estas variaciones morfométricas (DAP y altura) todos los individuos presentaron un desarrollo completo de todas sus fenofases, por lo que no se encontró relación entre estas características morfométricas y la duración e intensidad de las fenofases, esto demuestra el estado de madures en que se encuentran los individuos estudiados para esta especie.

3.4 FASES FENOLÓGICAS DEL MOCO (*Saurauia bullosa*)

Durante el presente estudio se evaluaron las fenofases fenológicas de los 10 individuos de *S. bullosa* encontrándose 4 de ellas, es decir ninguno de los individuos presentó reposo como se indica en la tabla 7.

Tabla 7. Presencia de las fenofases fenológicas de Moco (*S. bullosa*)

FENOFASES	PRESENTE
*Follaje	SI
Brotación de hojas (foliación)	SI
Floración	SI
Fructificación	SI
Reposo	NO

*El follaje no se consideró como fenofase, solo se describe su comportamiento.

3.4.1 Comportamiento de las fenofases vegetativas (follaje y brote de hojas).

La intensidad promedio mensual de las fenofases vegetativas, valores en escala de Fournier y su respectivo porcentaje, estudiada para las especies, *S. bullosa* se resume en la tabla 8.

Tabla 8. Valor promedio mensual de las fenofases vegetativas en *S. bullosa*, calculado según la escala de Fournier y su valor en porcentaje.

Variables	Meses/años												
	2009			2010									
	oct.	nov.	dic.	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.
Follaje	4 100	4 100	4 100	4 100	3,9 97,5	4 100	3,9 97,5	3,7 92,5	3,5 87,5	3,8 95	3,9 97,5	3,8 95	3,6 90
Brote hojas	1 25	0,8 20	0,9 22,5	1 25	1,1 27,5	1 25	1,1 27,5	1 25	1,2 30	1 25	1 25	0,7 17,5	0,8 20

La descripción del comportamiento de las fenofases vegetativas en *S. bullosa*; follaje y brote de hojas se presenta a continuación.

3.4.1.1 Follaje. En *S. bullosa* todos los árboles conservaron al menos parte del follaje durante todo el año. En la figura 15 se muestra el dendrofenograma desde octubre del 2009 a octubre de 2010. Se puede observar que el follaje en marzo/10 con valores cercanos al 100% empezó a decaer hasta alcanzar un valor mínimo en el mes de junio de 87%, otro periodo de disminución de su follaje se observó en octubre/10 con un 90% de cantidad de follaje, ambos en época húmeda. Sin embargo esta variable no tuvo correlación con la precipitación pero si con la temperatura de forma positiva ($r = 0,68$, $p = 0,015$), existiendo relación parcial (Anexo B). Lo que indica un aumento del follaje con el incremento de la temperatura.

En general el follaje se presentó casi continuo en la población durante todo el año de estudio con algunas bajas en intensidad, especialmente en el mes de junio/10 y octubre/10 donde alcanzo el valor más bajo en cantidad de follaje (Figura 16).

Figura 15. Desarrollo de las fenofases follaje y brote de hojas en *S. bullosa*, relacionadas con la temperatura media mensual.

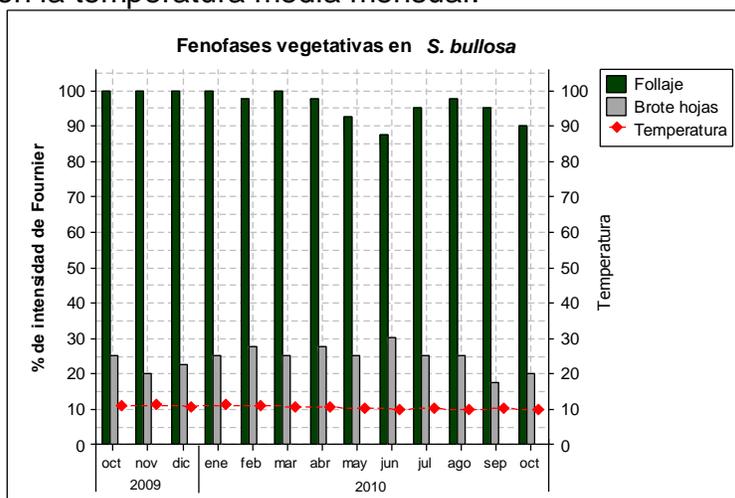


Figura 16. Árbol de *S. bullosa*. a-b. Cantidad de follaje en épocas diferentes del año. c. Brote de hojas en la especie.



3.4.1.2 Brote de hojas. El brote de hojas fue también una actividad constante durante todo el año, produciéndose siempre con baja intensidad como se observa en la figura 15, con un valor máximo en junio/10 con 30% y el mínimo en septiembre/10 con 17.5%, ambos en temporada húmeda. Esta fenofase no tuvo correlación con ninguna variable climática, lo que indica que los factores climáticos no influyeron en el brote de hojas.

En *S. bullosa* la cantidad de follaje y el brote de hojas fueron discretos, manteniendo un ritmo constante. De acuerdo a la clasificación de periodicidad propuesta por Morellato (1991), Bencke y Morellato (2002) se asume que la especie es de tipo perennifolia ya que los individuos siempre se conservaron

frondosos y las pérdidas y el desarrollo de las hojas fue paulatino a través del tiempo.

3.4.2 Comportamiento de las fenofases reproductivas. La intensidad promedio mensual de las fenofases reproductivas, floración y fructificación, sus valores en escala de Fournier y su respectivo porcentaje, estudiada para la especie *S. bullosa* se resume en la tabla 9.

Tabla 9. Valor promedio mensual de las fenofases reproductivas en *S. bullosa*, calculado según la escala de Fournier y su valor en porcentaje.

Meses/años													
Variables	2009			2010									
	oct.	nov.	dic.	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.
Floración	1,8 45	1,7 42,5	1,2 30	0,9 22,5	0,8 20	0,7 17,5	0,6 15	0,7 17,5	1,3 32,5	1,9 47,5	2,1 52,5	2,2 55	1 25
Fructificación	0,3 7,5	0,8 20	1,2 30	1,6 40	2 50	1,5 37,5	1,7 42,5	2 50	1,5 37,5	0,7 17,5	0,6 15	0,6 15	1,2 30

La descripción del comportamiento de las fenofases reproductivas en *S. bullosa*; floración (etapas: botón y flor abierta) y fructificación (etapas: fruto verde y maduro), así como el índice de actividad manifestado para estas fenofases y etapas se presentan a continuación.

3.4.2.1 Floración. En esta especie la mayor producción en la floración se concentro en épocas definidas del año, aunque se pudo encontrar en cualquier mes al menos un individuo en floración. Fue observado un aumento de la floración de mayo/10 a septiembre/10, con una productividad de 17% a 55%, empezando la época húmeda, (Figura 17, Tabla 9). Se alcanzó un pico máximo de intensidad mayor al 50% (productividad alta), en septiembre/10, en época húmeda, (Figura 18). No se encontró correlación de ninguna de las variables climáticas con esta fenofase.

El índice de actividad muestra que el 100% de los individuos presentó la fenofase de floración entre los meses junio/10 a septiembre/10, por lo tanto el comportamiento de los individuos fue altamente sincrónico, coincidiendo con los meses de mayor producción en esta fenofase (Figura 17). Lo que demuestra que generalmente cuando hay un mayor número de individuos manifestando floración se genera un incremento en la productividad o intensidad de esta fenofase.

Figura 17. Fenofase de floración en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.

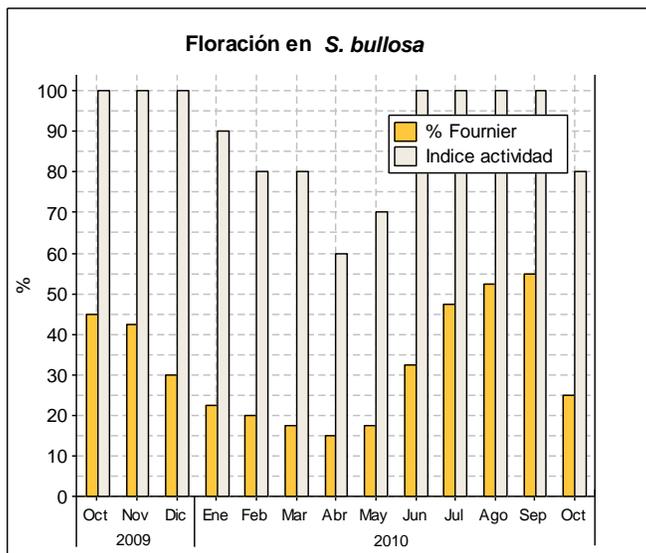


Figura 18. Árbol de *S. bullosa* en la fenofase de floración.



Botón y flor abierta. La fenofase de floración fue observada en sus dos etapas botón y flor abierta, así como el índice de actividad manifestado para estas etapas para una mejor comprensión de la misma.

La intensidad promedio mensual de las etapas reproductivas (botón y flor abierta) de la fenofase floración en la especie, sus valores en escala de Fournier y su

respectivo porcentaje, así como los valores promedios mensuales de precipitación durante el año de estudio se resumen en la tabla 10.

Tabla 10. Valor promedio mensual de las etapas botón y flor abierta en *S. bullosa*, según la escala de Fournier y su valor en porcentaje y valores de precipitación.

Variables	Meses/años												
	2009			2010									
	oct.	nov.	dic	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.
Botón	1,4 35	1,3 32,5	1,2 30	0,5 12,5	0,7 17,5	0,6 15	0,5 12,5	1,2 30	2,2 55	2,9 72,5	2,9 72,5	2,1 52,5	0,7 17,5
Flor abierta	2 50	2,2 55	1,6 40	0,9 22,5	0,7 17,5	0,6 15	0,2 5	0,2 5	0,1 2,5	1 50	1,2 30	2,2 55	1,1 27,5
Precipitación	122,9	15,5	0	8,3	64,4	34	154,8	189,4	96,7	116	52,3	68,13	90,5

La figura 19, muestra que la producción de botones ocurrió durante todo el año, pero principalmente se concentro de junio/10 a septiembre/10, en época húmeda, con valores por encima del 50% (alta productividad), (Tabla 10). Esta fenofase se correlaciono de forma negativa con la temperatura ($r = - 0,74$, $p = 0,005$) y positiva con la humedad relativa ($r = 0,71$, $p = 0,009$) ambas con correlación moderada, (Anexo C). Es decir que la mayor producción de botones se presentó en el periodo donde la temperatura disminuyó y la humedad alcanza sus mayores valores.

La producción de flores abiertas ocurrió durante todo el año, pero alcanzo dos picos en fechas diferentes al botón, noviembre/09 y septiembre/10 con una intensidad mayor al 50% (productividad alta), en época húmeda, (Tabla 10). Se observaron valores muy bajos de intensidad en producción de flores abiertas de abril/10 a junio/10, al inicio de la época húmeda (Figura 20).

Esta etapa de flor abierta se encontró una correlación significativa negativa con el brote de hojas ($r = - 0,82$, $p = 0,001$) (Anexo C). Es decir que cuando la producción de flores abiertas aumentó el brote de hojas disminuía mostrando muy poca cantidad de brotes foliares.

En las figuras 19 y 20 se observa que la producción inicial de botones no fue igual a la producción final de flores abiertas, hecho provocado por las condiciones climáticas adversas, como vientos y lluvias fuertes observadas en campo que indujeron la caída espontanea de gran cantidad de botones y flores, situación que generó una disminución cercana al 17% en la producción final de flores abiertas en la especie *S. bullosa* (Figura 21).

El índice de actividad muestra que el 100% de los individuos presentó la etapa de botón entre junio/10 a septiembre/10 coincidiendo con la época de intensidad máxima en producción de botones para la especie (Figura 19).

Figura 19. Etapa fenológica botón en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionados con los valores medios mensuales de temperatura y humedad relativa.

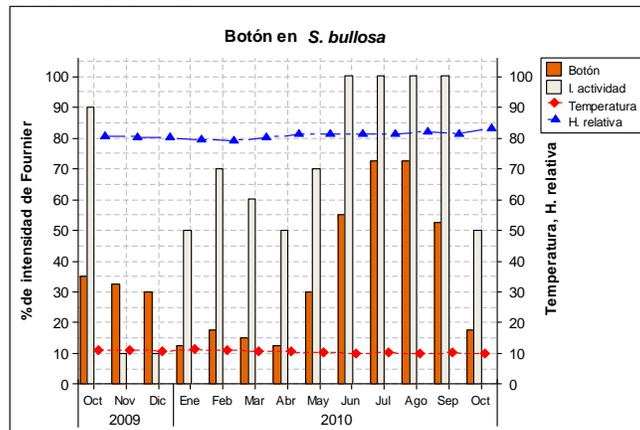
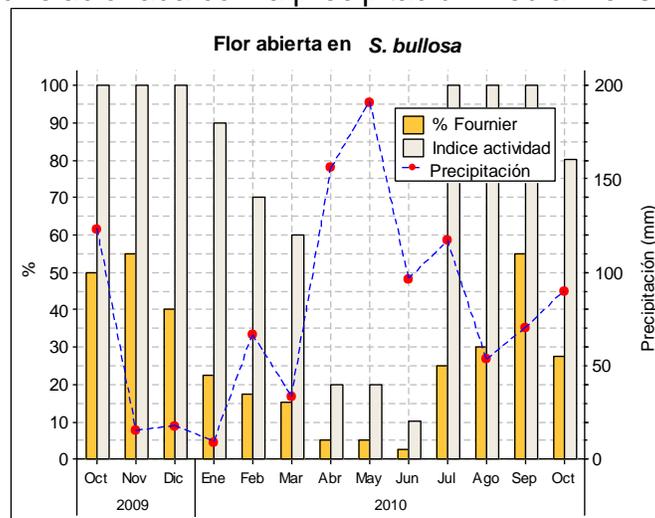


Figura 20. Etapa fenológica flor abierta en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionada con la precipitación media mensual (Pmm).



En la figura 20 igualmente, el índice de actividad muestra que el 100% de los individuos presentó la etapa flor abierta, coincidiendo con los meses de mayor producción de flores abiertas, en las épocas de octubre/09 a diciembre/09 y de julio/10 a septiembre/10.

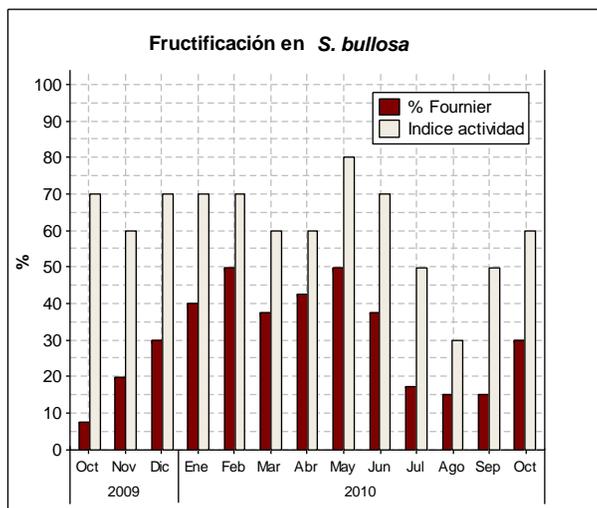
Figura 21. Caída de órganos en *S. bullosa*. a. inflorescencia sin botones ni flores abiertas. b. registro de la caída de pétalos debido a condiciones climáticas adversas.



En general *S. bullosa* es una especie que se presentó altamente sincrónica en las etapas botón y flor abierta, es decir que hubo un alto porcentaje de individuos con presencia de botón y flor abierta, estos coincidieron con los meses de mayor producción de las etapas.

3.4.2.2 Fructificación. Igual que la floración, la mayor producción en la fructificación se concentró en épocas definidas del año, sin embargo se pudo hallar frutos en cualquier mes pero con baja producción. Se observaron dos picos máximos, uno en febrero/10, al inicio de la época húmeda y otro en mayo/10, cada uno con una intensidad de 50% (productividad media) (Figura 22). El porcentaje más alto de individuos manifestando ésta fenofase fue en mayo/10 con S = 80%, época húmeda (Figura 22).

Figura 22. Fenofase fructificación en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.



Fruto verde y fruto maduro. La fenofase de fructificación fue observada en sus dos etapas fruto verde y fruto maduro así como el índice de actividad presentado para estas etapas para una mejor comprensión de la misma. La intensidad promedio mensual de éstas etapas (fruto verde y maduro) en la especie *S. bullosa*, sus valores en escala de Fournier y su respectivo porcentaje, se resumen en la tabla 11.

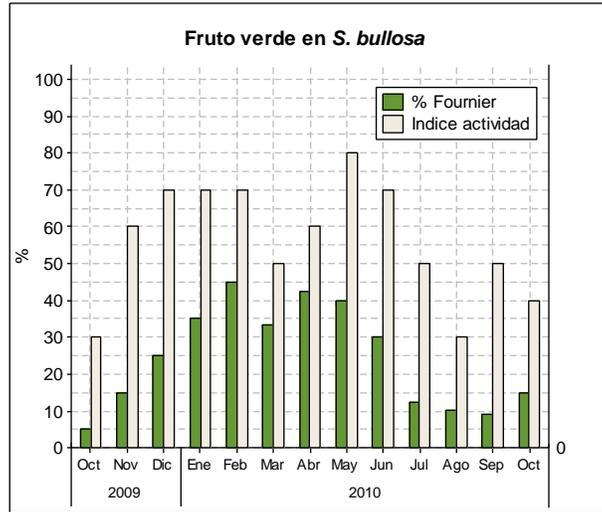
Tabla 11. Valor promedio mensual de las etapas fruto verde y maduro en *S. bullosa*, según la escala de Fournier y su valor en porcentaje.

Variables	Meses/años												
	2009			2010									
	oct.	nov.	dic	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.
Fruto verde	0,2 5	0,6 15	1 25	1,4 35	1,8 45	1,34 33,5	1,7 42,5	1,6 40	1,2 30	0,5 12,5	0,4 10	0,36 9	0,8 20
Fruto maduro	0,12 3	0,2 5	0,28 7	0,8 20	0,96 24	1 25	1,22 30,5	1,6 40	1,4 35	1 25	0,8 20	0,64 16	0,48 12

La producción de frutos verdes ocurrió durante todo el año pero con mayor productividad en épocas definidas, alcanzando un máximo pico en febrero/10 con 45%, al inicio de la época húmeda para disminuir al mes siguiente en 34%, y volver a alcanzar un último pico en abril/10 con 43%, época húmeda, (Figura 23). Gracias a observaciones realizadas se logro comprobar que la disminución se debió principalmente a frutos que caen antes de madurar debido a los fuertes vientos y lluvias.

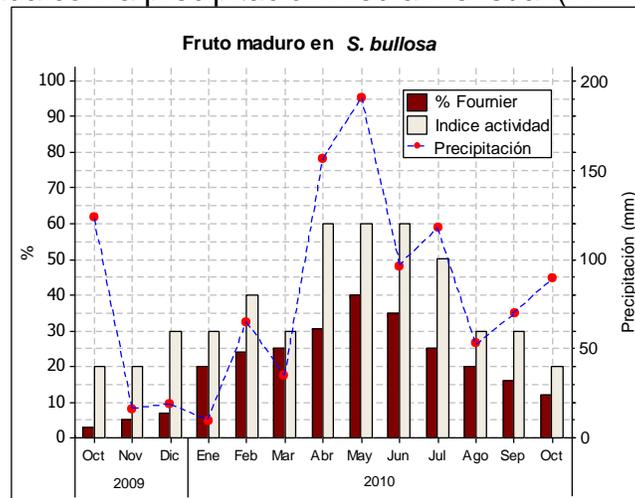
El índice de actividad muestra que el 70% de los individuos presentó la etapa de fruto verde en febrero/10, mes de máxima producción de esta etapa (Figura 23). El mes de mayor porcentaje de individuos presentando la etapa fruto verde fue mayo/10 con 80%, para este mismo mes se observó una intensidad en la productividad de 40%, época húmeda, (Figura 23). Para la etapa de fruto verde la mayor intensidad en la producción no fue acompañada de un alto porcentaje de individuos presentando esta etapa.

Figura 23. Etapa fruto verde en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.



Los frutos maduros se presentaron durante todos los meses pero con mayor productividad en épocas definidas del año. La máxima producción se dio en mayo/10 con 40%, en la época húmeda (Figura 24). Al separar la fructificación en fruto verde y maduro se observó que el fruto maduro tuvo correlación parcial de forma positiva con la precipitación ($r = 0,56$, $p = 0,05$), (Anexo C). Indicando que la variable climática influyó directamente con la producción de frutos maduros.

Figura 24. Etapa fruto maduro en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionada con la precipitación media mensual (Pmm).



En los meses de menor productividad se observaron pocos individuos (no sincrónico) presentando esta etapa y en los meses de mayor productividad como

abril/10 a junio/10 un mayor número de individuos presentando la etapa con un índice de actividad de 60% (baja sincronía) (Figura 24).

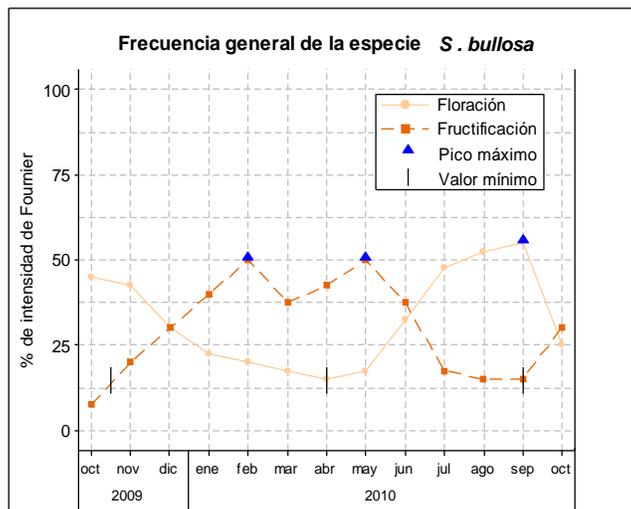
3.4.3 Características de las fenofases reproductivas del Moco

3.4.3.1 Frecuencia. En la figura 25, se observa como la intensidad en la fenofase de floración empezó con un valor mínimo en abril /10 diferente de cero, para ir aumentando gradualmente cada mes hasta alcanzar un pico máximo en septiembre.

En cuanto a la fenofase de fructificación (figura 25) empezó con un valor mínimo, diferente de cero en octubre/09, para ir aumentando gradualmente hasta alcanzar un pico máximo en febrero/10, luego el mes siguiente disminuyó y volvió a aumentar para alcanzar un nuevo pico en mayo/10 que tuvo la misma intensidad que el anterior con 50%; esta disminución por no decaer hasta el mismo valor mínimo con que inicio no se consideró como un nuevo ciclo, (esta baja en la disminución se debió principalmente a frutos que caen antes de madurar ya sea por el viento o por otros factores), terminando su ciclo en septiembre/10, donde alcanzó el mismo valor mínimo con que empezó. En octubre/10 se observó un aumento en la intensidad en la productividad de la fenofase probablemente dando inicio a un nuevo ciclo.

De acuerdo con lo observado y a las tendencias que exhibieron las fenofases de floración y fructificación en la especie *S. bullosa* se presentaron de manera periódica anual según Morellato (1991), es decir con un ciclo anual, y de acuerdo a Alvim (1964), el comportamiento de las fenofases de floración y fructificación en cuanto a la frecuencia fueron no estacionales, o sea que las flores y frutos se encontraron en cualquier época del año, pero no de forma continua o permanente en la misma planta, que fue lo que realmente sucedió en la especie.

Figura 25. Frecuencia de fenofases reproductivas en la población estudiada de *S. bullosa*.



De acuerdo a los resultados obtenidos y a lo observado en campo se sugiere que *S. bullosa* tuvo un comportamiento de la siguiente forma; la floración y fructificación presentaron un ciclo anual. La producción de estas fenofases no es constante, pues su intensidad fue variable, siempre con un patrón de baja a alta intensidad, sin presentar valores de cero (Figura 25). El índice de actividad mostró que hay temporadas (meses) en las cuales los individuos se sincronizan, es decir que el porcentaje de individuos presentando la fenofase aumenta, dando lugar a una mayor productividad aunque no siempre esto sucedió, ya que hay meses en los que se encontraron algunos pocos individuos manifestando las fenofases pero con alta productividad, esto podría explicar además el por qué se encuentra producción de flores y frutos durante todo el año, con meses de baja y alta productividad.

3.4.3.2 Duración. Para hallar la duración a nivel poblacional fue necesario sumar la duración que presentó cada individuo y dividirla sobre los 10 individuos muestreados con el fin de sacar un promedio en la población, de esta forma se procedió tanto para la fenofase de floración como de fructificación. En la tabla 12 se muestra en resumen la duración en meses de cada individuo de los 10 que se utilizaron para el estudio, observándose una duración variable pues en unos fue menor que en otros, tanto para la floración como para la fructificación.

Tabla 12. Tiempo de duración de las fenofases reproductivas floración y fructificación de cada uno de los individuos de la muestra de *S. bullosa*.

Individuo de la muestra	Duración floración (meses)	Duración fructificación (meses)
1	12	12
2	11	4
3	12	12
4	10	12
5	9	1
6	10	1
7	12	1
8	12	4
9	10	9
10	7	8

Con el valor del promedio se halló la desviación estándar y el rango para una mejor comprensión. En la tabla 13 se muestra un resumen del análisis de la duración de *S. bullosa* durante el periodo de estudio. A nivel poblacional vemos que hubo una duración en la floración de 10.5 meses y para la fructificación de 6.3 meses. En cuanto al valor de 1,65 meses de la desviación estándar hallado para la floración se puede inferir que la duración de cada individuo se encontró cerca al promedio y el valor de 5 del rango mostró los meses que separaron la duración más corta de la más larga entre los individuos. Para la fenofase de fructificación el valor 4,81 meses de la desviación estándar permite inferir que se encontraron alejados los individuos del promedio y el valor 11 del rango mostró que son varios los meses que separaron la duración más corta de la más larga encontrada en los individuos

Tabla 13. Tiempo de duración las fenofases reproductivas floración y fructificación a nivel poblacional (media – desviación estándar y rango) de *S. bullosa*.

Especie	Duración total (meses)			
	Floración		Fructificación	
	Población	Rango	Población	Rango
	meses			
<i>S. bullosa</i>	10,5 - 1,65	5	6,3 - 4,81	11

3.4.3.3 Calendario fenológico del Moco (*S. bullosa*). Tomando como base las anteriores observaciones y tomando como base las observaciones realizadas en cuanto a intensidad y sincronía se propone el siguiente calendario fenológico (Tabla 14).

Tabla 14. Calendario fenológico de *S. bullosa* octubre de 2009 - octubre de 2010.

FENOFASE	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
BOTON	I.M			I.B			I.M	I.M.M				I.B	
	S.A	N.S		S.B	S.A	S.B		S.A				S.B	
FLOR ABIERTA	I.M	I.M.M	I.M	I.B					I.M	I.M.M	I.M		
	S.A					S.B		N.S	S.A				
FRUTO VERDE	I.B		I.M						I.B				
	S.B		S.A			S.B		S.A		S.B			
FRUTO MADURO	I.B				I.M				I.B				
	S.B						S.A			S.B			
FOLIACION	I.M	I.B		I.M						I.B			
FOLLAJE	PRESENTE DURANTE TODO EL AÑO												

INTENSIDAD DE FOURNIER: I.MM: Intensidad máxima >50%, I.M: Intensidad media entre 25-50%, I.B: Intensidad baja <25%. INDICE DE ACTIVIDAD: S.A: Sincronía alta >60%, S.B: Sincronía baja entre 20-60%, N.S: No sincrónico <20%.

De acuerdo al calendario fenológico propuesto para *S. bullosa*, se puede inferir que la época de máxima producción de flores abiertas se presenta en noviembre/09 y septiembre/10, con gran cantidad de individuos manifestando la etapa fenológica. La época de máxima producción de frutos maduros se presenta de marzo/10 a julio/10 con intensidad media, siendo en esta época la fecha óptima de recolección de semillas, pero especialmente en los meses de mayo/10 a julio/10, donde se encuentra mayor cantidad de individuos manifestando la etapa de fruto maduro.

3.5 *Freziera canescens* Bonpl. (Pentaphylacaceae)

Nombre vulgar: Motilón

3.5.1 Morfología y desarrollo reproductivo del Motilón (*F. canescens*)

3.5.1.1 Descripción morfológica. Según observaciones realizadas en campo, el árbol de *F. canescens*, (Figura 26), alcanza una altura aproximada de 12 y 20 metros, presentó raíces tablares pequeñas y fuste cilíndrico. Son árboles de hábito recto, presentan un color café claro en la corteza de tronco y ramas y de madera dura resistente. Su copa es aparasolada, hojas de haz glabro verde oscura, con pubescencia amarillenta en el envés de las hojas, borde aserrado, con línea de prefoliación; sin estípulas; yema terminal conformada por una hoja enrollada y generalmente pubescente, flores axilares de color amarillo claro cuando están

jóvenes tornándose rojas con el transcurrir de los días, medianas, solitarias. Fruto baya, con forma de trompo, pequeño, con numerosas semillas.

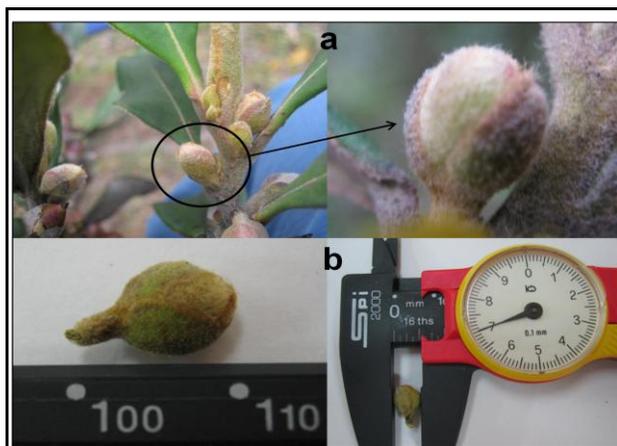
Figura 26. Árbol de Motilón (*F. canescens*). a. Hábito b. Detalle del Tronco.



3.5.1.2 Caracterización de la floración. Esta fenofase duró de 6 a 7 meses, los botones florales se disponen solitarios y de las axilas de las hojas, brotaron de 1 a 2 botones, esto no quiere decir que sea el máximo de botones florales que surgieron de las axilas de las hojas, pues se observó que cuando estos botones pasaron a flores abiertas, en ese momento brotaron nuevos botones florales, que por lo general fue de 1 a 2, posteriormente se vio que cuando las flores abiertas llegaron a la etapa fruto maduro se generó un último brote de 1 a 2 botones florales, observándose tanto botones florales, flores y frutos en las axilas de las hojas. Durante la fenofase se identificaron 3 etapas florales en la estructura reproductiva, la de botón floral, flor abierta joven (antesis) y flor madura caracterizada por un enrojecimiento de los pétalos.

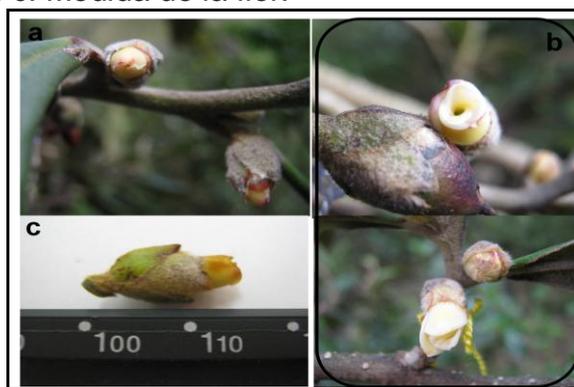
- **Botón floral.** Toda la etapa duró de 4 a 4.5 meses, los botones florales tuvieron un desarrollo muy lento, de las axilas de las hojas brotaron de 2 a 3 botones florales, de forma elíptico a ovado, color verde claro en la base y morado por encima de la base, toda su superficie era vellosa, con pelos de color blanco, al inicio de esta etapa los botones midieron de 3-4 mm de ancho x 5.5-6.5 mm de largo, figura 27, posteriormente al final de esta etapa los botones midieron de 0.65-0.75 cm de ancho x 1.5-2 cm de largo, conservando el mismo color.

Figura 27. Etapa de botón. a. Inicio de botón en *F. canescens*. b. Medidas del botón.



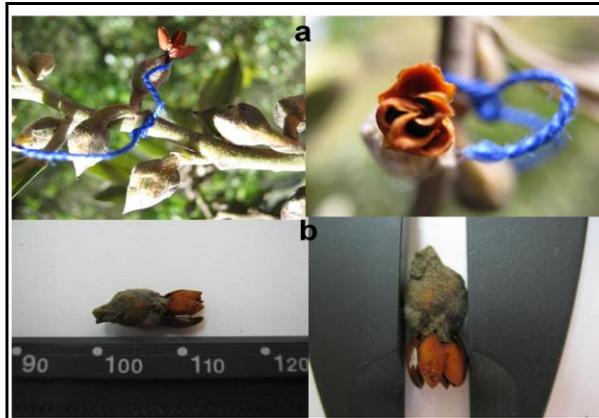
- **Flor abierta joven.** Toda la etapa duró de 1.5 a 2 meses, se considero anthesis cuando se observó la emergencia de los pétalos, estos comenzaron su aparición lentamente saliendo de la corola hasta alcanzar 1 cm de largo, los pétalos fueron imbricados unidos formando un rollo, los pétalos fueron de color verde claro o amarillos cuando están jóvenes, con 6 pétalos de forma anchamente ovados, midieron de 0.7-1 cm de ancho x 0.4-0.7 cm de largo. Los estambres no fueron visibles, pues los pétalos los cubrieron, encontrándose dentro de ellos, el número de estambres fue de 19 a 21, miden 0.3 mm de longitud. La flor joven midió 1.5-1.6 cm de largo x 0.55-0.65 cm de ancho (Figura 28). Fueron 4 los pistilos presentes los cuales no fueron visibles, pues se encontraron cubiertos por los pétalos, el tamaño de ellos fue de 1 a 1.2 mm de longitud, de color verde claro cuando estaban jóvenes. El número de flores abiertas que lograron desarrollarse fue igual al número de botones que brotaron.

Figura 28. Etapa de flor joven. a. Inicio flor joven en *F. canescens*. b. Flor momento de anthesis. c. Medida de la flor.



- **Flor madura.** Toda la etapa duró de 7 a 15 días, en esta los pétalos no siguieron creciendo, conservando el mismo tamaño de la etapa anterior, lo que sucedió fue un cambio en color que pasó de anaranjado a rojizo cuando están a punto de caerse, la flor midió de 1.5-1.7 cm de largo x 0.6-0.7 cm de ancho (Figura 29).

Figura 29. Etapa de flor madura en *F. canescens* a. Inicio. b. Medidas de la flor.



El final de esta etapa se caracterizó por presentarse la caída de pétalos y estambres, el desprendimiento se dio una vez se habían marchitado estas estructuras y por la maduración del ovario (Figura 30).

Figura 30. Etapa de fruto verde en *F. canescens* a. Caída de pétalos marchitos e inicio del fruto verde.



La cantidad de órganos, el largo, ancho, color y forma de algunas de las estructuras de la flor; pétalos, estambres y pistilos se resumen en la tabla 15.

Tabla 15. Características morfológicas de los verticilos florales de la especie *F. canescens*.

	Pétalos	Estambres	Pistilos
Cantidad	6	19 – 21	4
Largo	7–10 mm	3 mm	1 – 1.2 mm
Ancho	4 – 7 mm	0,5 mm	0,5 mm
Color	Amarillos y rojos	Verde claro	Verde claro
Forma	Anchamente ovados	Alargados	alargados

3.5.1.3 Caracterización de la fructificación. Esta fenofase se identificó como inicio de fruto cuando el ovario fue visible, es decir cuando se mostró por fuera del cáliz, o cuando se logro ver el desprendimiento de los pétalos y estambres, que indicaba el inicio de fruto. Su duración fue de 4 a 6 meses en alcanzar su máximo crecimiento y maduración. Todos los botones florales lograron convertirse en frutos maduros.

- **Fruto verde.** Esta etapa duró entre 3 a 4 meses, el fruto fue verde claro cuando joven, forma de trompo, midió de 1.8-1.9 cm de largo x 0.8-0.9 cm de ancho (Figura 31). Conservó restos del estigma, pero ahora adquirió un color café oscuro, midieron de 1-1.5 mm de longitud.

Figura 31. a. Etapa de fruto verde en *F. canescens*. b. Medidas del fruto verde.



- **Fruto maduro.** Su duración fue de 1 a 2 meses, el inicio de esta etapa se caracterizó por el color rojo que comenzó a adquirir el fruto, midió de 1.8-2 cm de largo x 0.95-1.1 cm de ancho, figura 32, posteriormente siguió su crecimiento tanto en alargamiento como en grosor y se ensancho tanto que algunos frutos tomaron casi una forma redondeada, en este momento de máximo desarrollo el fruto logro medir de 1.9-2 cm de largo x 1.2-1.3 cm de ancho, y su color fue negro (Figura 33).

Figura 32. Etapa de fruto maduro en *F. canescens*. a. Inicio del fruto rojo. b. Medidas del fruto rojo.

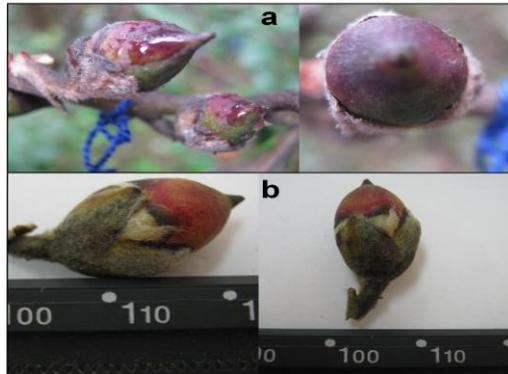
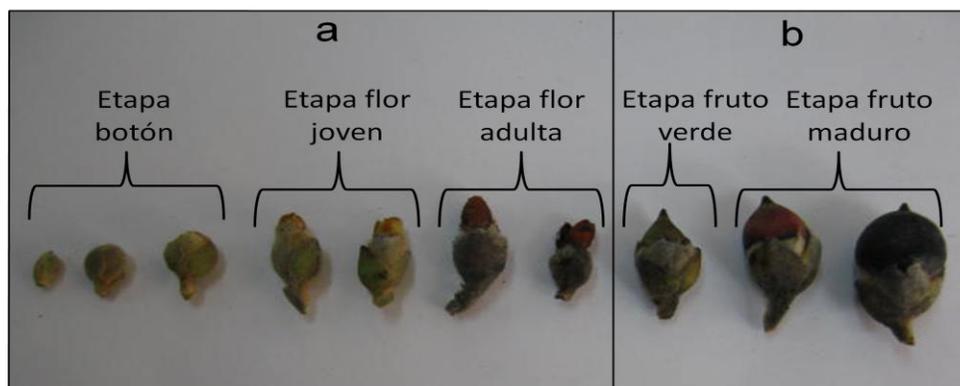


Figura 33. Etapa de fruto maduro en *F. canescens*. a. Fruto de color negro evidenciando su mayor desarrollo. b. Medidas del fruto negro. c. Semillas.



La figura 34, muestra un resumen de las etapas observadas en la fenofase de floración y las etapas en la fenofase de fructificación, para el árbol muestra escogido para el seguimiento morfológico, en *F. canescens*.

Figura 34. Etapas de desarrollo en *F. canescens* a. floración en. b. fructificación.



3.5.2 Descripción ecológica. En la zona de estudio esta especie se encontró dentro del bosque, además que se observó en las fincas o en los márgenes de las vías. Forma bosques monodominantes en sitios con altas pendientes, por lo que es muy abundante, con densidades altas por hectárea, haciendo parte del dosel del bosque, se encontró poca regeneración.

3.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDIVIDUOS DE MOTILON SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO FENOLÓGICO

Las coordenadas geográficas, así como los datos de altitud sobre el nivel del mar, altura y diámetro de los individuos de *F. canescens* seleccionados para el estudio se resumen en la tabla 16.

Los individuos estudiados para el seguimiento fenológico se encontraron ubicados entre 3082 y 3196 msnm con diámetros que oscilaron entre 65 a 169 y con altura de los árboles entre 12 a 20 metros. Igualmente para esta especie no se encontró relación entre las variables morfométricas y la intensidad en la producción de sus diferentes fenofases, quizá debido al estado de alto desarrollo de los individuos estudiados para esta especie.

Tabla 16. Individuos de *F. canescens* seleccionados para el seguimiento fenológico.

MOTILÓN #	ALTITUD (m)	COORDENADAS	DAP (cm)	ALTURA (m)
1	3126	N° 2°31'44,8" / W° 76°20'56,0"	113	15
2	3166	N° 2°31'44,3" / W° 76°20'56,5"	169	15
3	3156	N° 2°31'43,6" / W° 76°20'56,8"	104	12
4	3151	N° 2°31'44,1" / W° 76°20'57,1"	124	16
5	3146	N° 2°31'43,7" / W° 76°20'56,6"	106	20
6	3164	N° 2°31'45,9" / W° 76°20'57,5"	94	16
7	3082	N° 2°31'46,4" / W° 76°20'59,8"	96	13
8	3082	N° 2°31'47,0" / W° 76°20'59,8"	65	12
9	3186	N° 2°31'44,5" / W° 76°20'58,2"	81	15
10	3196	N° 2°31'45,2" / W° 76°20'58,7"	66	12
ÁRBOL MUESTRA	3190	N° 2°31'46" / W° 76°20'58,2"	104	7

3.7 FASES FENOLÓGICAS DEL MOTILON (*F. canescens*)

Durante el presente estudio se evaluaron las fenofases de los 10 individuos de *F. canescens* encontrándose 4 de ellas, es decir ninguno de los individuos presentó reposo como se indica en la tabla 17.

Tabla 17. Presencia de las fenofases fenológicas de Motilón (*F. canescens*).

FENOFASES	PRESENTE
Caída de hojas (defoliación)	SI
Brotación de hojas (foliación)	SI
Floración	SI
Fructificación	SI
Reposo	NO

3.7.1 Comportamiento de las fenofases vegetativas (caída y brote de hojas).

La intensidad promedio mensual de las fenofases vegetativas, valores en escala de Fournier y su respectivo porcentaje, estudiada para la especie *F. canescens* se resumen en la tabla 18.

Tabla 18. Valor promedio mensual de las fenofases vegetativas en *F. canescens*, calculado según la escala de Fournier y su valor en porcentaje.

Variables	Meses/años												
	2009			2010									
	oct.	nov.	dic.	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.
Caída de hojas	1,1 27,5	1 25	1 25	1 25	1,3 32,5	1,4 35	1,2 30	1 25	1 25	1 25	1 25	1,1 27,5	1 25
Brote hojas	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1,2 30	1,1 27,5	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25

La descripción del comportamiento de las fenofases vegetativas en *F. canescens*, caída y brote de hojas se presenta a continuación.

3.7.1.1 Caída de hojas. La caída de hojas para *F. canescens* ocurrió durante todo el año de estudio. En la figura 35, se presenta el dendrofenograma para la especie desde el mes de octubre/09 hasta octubre/10. La caída de hojas presentó un pico en marzo/10, al inicio de la época húmeda. La pérdida de hojas en los individuos se llevo en varias partes de la copa del árbol cuando las hojas adquieren un color anaranjado, este fenómeno se presentó todo el año con baja intensidad, (Figura

36). La especie se caracterizó por que el brote y caída de hojas tuvo un ritmo múltiple, es decir que las dos fenofases se presentaron al mismo tiempo.

Figura 35. Desarrollo de las fenofases caída y brote de hojas en *F. canescens*, relacionadas con la precipitación media mensual (Pmm).

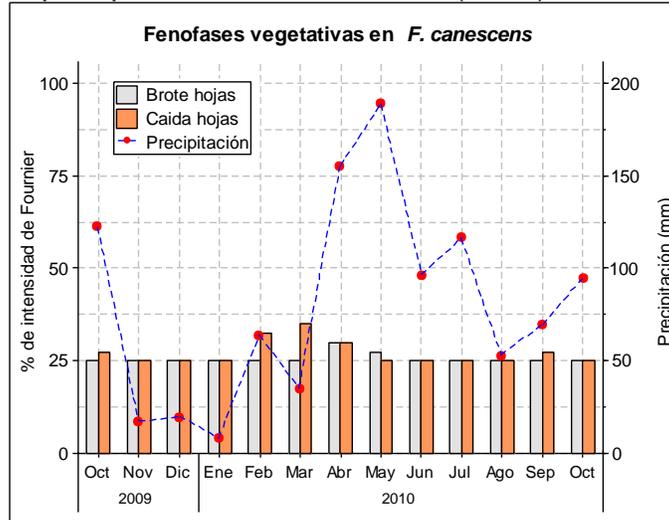


Figura 36. a. Árbol de *F. canescens*. b. Hojas marchitas anaranjadas a punto de sufrir abscisión. c. Brote de hojas presentes en la copa del árbol.



3.7.1.2 Brote de hojas. El brote de hojas fue constante durante todo el año, variando poco en intensidad (figura 35), presentando dos valores máximos, uno en abril/10 con 30% y otro el mes siguiente con 27%, en época húmeda. El brote de hojas se reveló en un 25% durante los otros 10 meses del estudio. Esta fenofase se correlaciono de forma positiva con la precipitación ($r = 0,66$, $p = 0,01$),

(correlación parcial), (Anexo D). Lo que indica que el brote de hojas en esta especie aumentó con el incremento de la precipitación.

De acuerdo a datos anteriores y a la clasificación de periodicidad de Morellato (1991) y Bencke y Morellato (2002), se asume que *F. canescens* es de tipo perennifolia ya que los individuos siempre se conservan frondosos y las pérdidas y desarrollo foliar es paulatino a través del tiempo.

3.7.2 Comportamiento de las fenofases reproductivas. La intensidad promedio mensual de las fenofases reproductivas, floración y fructificación, sus valores en escala de Fournier y su respectivo porcentaje, estudiada para *F. canescens* se resume en la tabla 19.

Tabla 19. Valor promedio mensual de las fenofases reproductivas en *F. canescens*, calculado según la escala de Fournier y su valor en porcentaje.

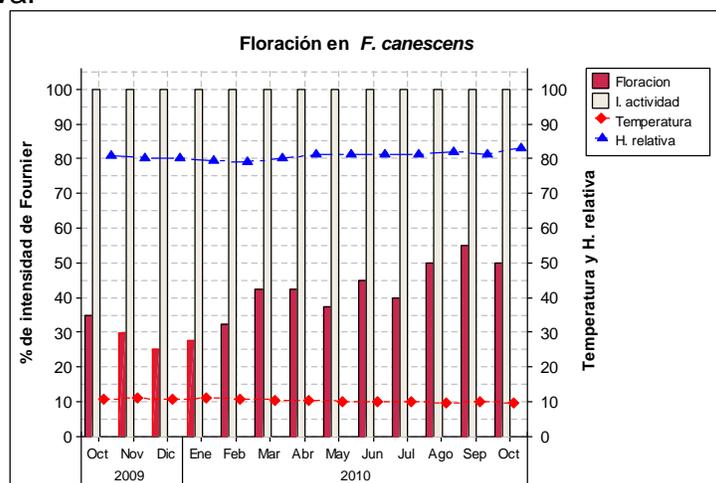
Meses/años													
Variables	2009			2010									
	oct.	nov.	dic.	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.
Floración	1,4 35	1,2 30	1 25	1,1 27,5	1,3 32,5	1,7 42,5	1,7 42,5	1,5 37,5	1,8 45	1,6 40	2 50	2,2 55	2 50
Fructificación	1,8 45	1,4 35	1,4 35	1,4 35	1,9 47,5	2,2 55	1,7 42,5	1,8 45	1,7 42,5	2,1 52,5	1,7 42,5	1,6 40	1,6 40

La descripción del comportamiento de las fenofases reproductivas en *F. canescens*; floración (etapas: botón y flor abierta) y fructificación (etapas: fruto verde y maduro), así como el índice de actividad manifestado para estas fenofases y etapas se presentan a continuación.

3.7.2.1 Floración. Esta especie presentó floración durante todo el año de estudio, de forma constante. Se observó un pico máximo en septiembre/10 con una productividad alta superior al 50% de intensidad, en época húmeda, (Figura 37). Esta fenofase se correlaciona de forma negativa con la temperatura ($r = - 0,78$, $p = 0,002$) y positiva con la humedad relativa ($r = 0,73$, $p = 0,007$), ambas con correlación moderada, (Anexo D). Indicando que la floración aumenta cuando la temperatura disminuye y cuando la humedad relativa presenta sus mayores valores.

En general *F. canescens* es una especie que mostro un alto índice de actividad 100%, para la floración, es decir que todos los individuos manifestaron esta fenofase durante todos los meses del año de estudio (Figura 37).

Figura 37. Fenofase de floración en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionados con los valores medios mensuales de temperatura y humedad relativa.



Botón y flor abierta. La fenofase de floración fue observada en sus dos etapas botón y flor abierta, así como el índice de actividad presentado para estas etapas para una mejor comprensión de la misma. La intensidad promedio mensual de las etapas reproductivas (botón y flor abierta) de la fenofase de floración en la especie, sus valores en escala de Fournier y su respectivo porcentaje, así como los valores promedios mensuales de precipitación durante el año de estudio se resumen en la tabla 20.

Tabla 20. Valor promedio mensual de las etapas botón y flor abierta en *F. canescens*, según la escala de Fournier y su valor en porcentaje y valores de precipitación.

Variables	Meses/años												
	2009			2010									
	oct.	nov.	dic	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.
Botón	1,9 47,5	1,3 32,5	1,6 40	1,5 37,5	1,8 45	2 50	2,1 52,5	2 50	2,1 52,5	2,2 55	2,5 62,5	3 75	2,4 60
Flor abierta	1,1 27,5	1 25	1 25	1,1 27,5	1,2 30	1 25	1,2 30	1 25	1,1 27,5	1,1 27,5	1,4 35	1,3 32,5	1,8 45
Precipitación	122,9	15,5	0	8,3	64,4	34	154,8	189,4	96,7	116	52,3	68,13	

La producción de botones y flores abiertas ocurrió durante todo el año. Se manifestó en todos los meses mayor producción de botón que flores, siendo de junio/10 a septiembre/10 la máxima temporada de producción de esta etapa con valores mayores al 50%. El mes de máxima producción fue septiembre/10 con 75%, en época húmeda (Figura 38). Esta etapa se correlacionó de forma negativa con la temperatura ($r = -0,77$, $p = 0,003$) y positiva con la humedad relativa ($r = 0,7$, $p = 0,011$), ambas con correlación moderada, (Anexo E). Es decir que la mayor producción de botones se presentó en el periodo donde la temperatura disminuyó y la humedad alcanzó sus mayores valores.

La etapa de flor abierta siempre se presentó con baja producción de forma constante durante el año, siendo el mes de octubre/2010 el de mayor producción con 45%, al final de la época húmeda (Figura 39). El índice de actividad para las etapas botón y flor abierta en la especie *F. canescens* presentaron un índice de actividad del 100%, lo que evidenció que en todos los meses todos los individuos manifestaron las etapas botón y flor abierta (Figuras 38-39).

Figura 38. Etapa botón en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionados con los valores medios mensuales de temperatura y humedad relativa.

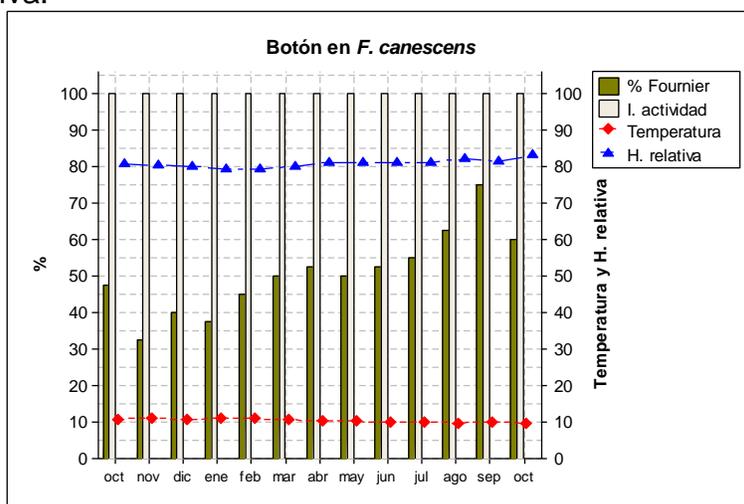
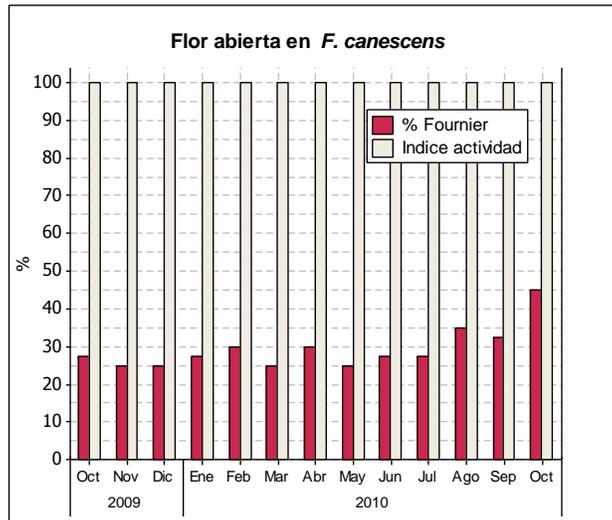
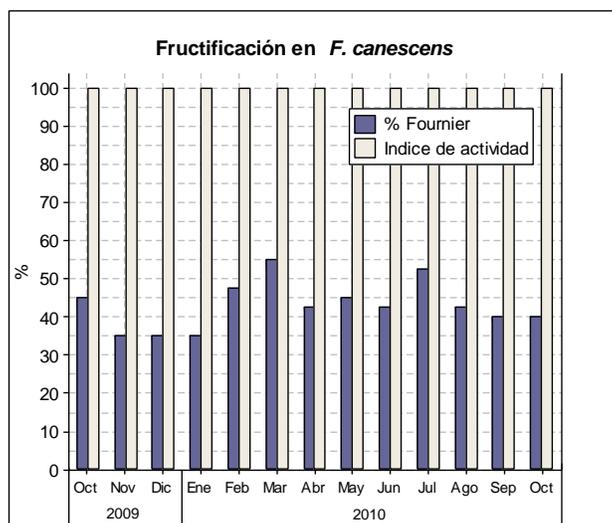


Figura 39. Etapa flor abierta en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.



3.7.2.2 Fructificación. La fenofase de fructificación para *F. canescens* se presentó durante todo el año, de forma persistente. Se observaron dos picos máximos uno en marzo/10 y el otro en julio/10, con alta productividad cada uno mayor a 50% de intensidad, en época húmeda (Figura 40). El índice de actividad para la fenofase fructificación en la especie presentó un comportamiento altamente sincrónico, debido a que esta fenofase se manifestó de forma continua en todo los individuos muestreados durante el periodo de estudio comprendido entre octubre/2009 a octubre/2010 (Figura 40).

Figura 40. Fenofase fructificación en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.



Fruto verde y maduro. La fenofase de fructificación fue observada en sus dos etapas fruto verde y fruto maduro, así como el índice de actividad presentado para estas etapas para una mejor comprensión de la misma. La intensidad promedio mensual de éstas etapas en *F. canescens*, sus valores en escala de Fournier y su respectivo porcentaje, se resumen en la tabla 21.

Tabla 21. Valor promedio mensual de las etapas fruto verde y maduro en *F. canescens*, según la escala de Fournier y su valor en porcentaje.

Variables	Meses/años												
	2009			2010									
	oct.	nov.	dic	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.
Fruto verde	1,4	1	1	1	1,5	1,8	1,3	1,4	1,3	1,7	1,3	1,2	1,4
	35	25	25	25	37,5	45	32,5	35	32,5	42,5	32,5	30	35
Fruto maduro	1,2	0,8	0,8	0,8	1,32	1,4	1,64	1,44	1,16	1,16	1,08	1	1,2
	30	20	20	20	33	35	41	36	29	29	27	25	30

F. canescens igualmente permaneció con frutos verdes y maduros de forma persistente durante todo el año. Los meses octubre/09, febrero/10 a septiembre/10 la etapa de frutos verdes mostro valores de intensidad superiores al 25%. Noviembre/09, diciembre/09 y enero/10 presentaron los valores más bajos de producción de fruto verde con 25% cada uno, en época seca (Figura 41). Se presentaron dos picos en la producción de frutos verdes en los meses de marzo/10 con 45% y julio/10 con 43%, iniciando la época húmeda (Figura 41).

La producción de frutos maduros tuvo igual comportamiento que la de frutos verdes ya que en los meses, octubre/09, febrero/10 a septiembre/10 mostraron valores de intensidad superiores al 25%, asimismo los meses noviembre/09, diciembre/09 y enero/10 fueron los valores más bajos de producción de frutos maduros pero con 20% cada uno, en época seca (Figura 42). Se presentó un pico en la producción de frutos maduros en el mes de abril/10 con 41%, época húmeda (Figura 42). La etapa frutos maduros tuvo correlación moderada positiva con la precipitación ($r = 0,74$, $p = 0,005$), (Anexo E). Debido a que la variable climática influyó en la producción del fruto maduro, mostrando una tendencia a aumentar con el incremento de las lluvias.

En las figuras 41 y 42, vemos que prácticamente tanto los frutos verdes como maduros presentan igual producción. El índice de actividad para estas etapas en la especie presentó un índice de actividad del 100% durante todo el año, es decir que se mostraron en todos los meses manifestación de estas etapas en todos los individuos (Figuras 41-42).

Figura 41. Etapa fruto verde en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad.

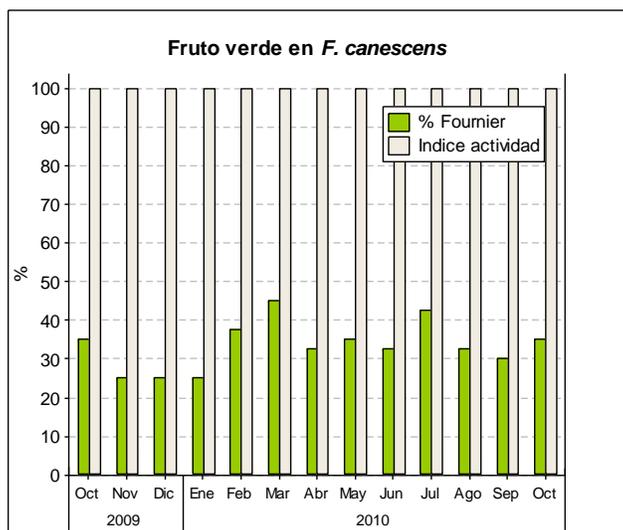
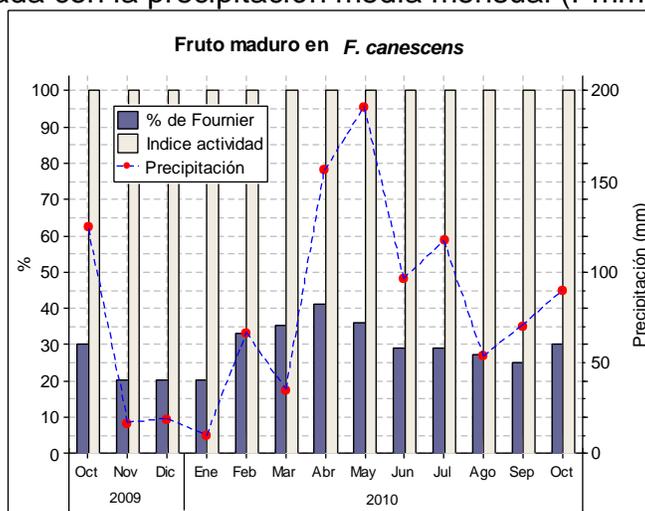


Figura 42. Etapa fruto maduro en porcentaje de intensidad de Fournier e índice de actividad relacionada con la precipitación media mensual (Pmm).

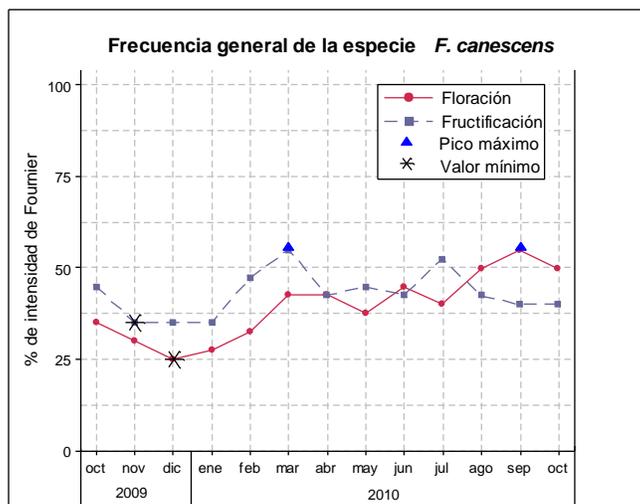


3.7.3 Características de las fenofases reproductivas del motilón

3.7.3.1 Frecuencia. En la figura 43, se observa que las fenofases de floración y fructificación no evidenciaron un ciclo en cuanto a la producción de estas fenofases. Vemos que las dos fenofases se presentaron de forma continua con poca variación, el menor valor fue siempre con una mediana producción (25%). A nivel de la población el proceso de floración y fructificación de *F. canescens*,

según la clasificación de Morellato (1991) se comportó de forma continua, es decir que cada individuo presentó flores y frutos permanentemente durante todo el año.

Figura 43. Frecuencia de fenofases reproductivas en la población estudiada de *F. canescens*.



3.7.3.2 Duración. En la tabla 22 se resume la duración observada para cada individuo de *F. canescens*, la cual fue igual para cada individuo con una duración de 12 meses para las fenofases de floración y fructificación.

Tabla 22. Tiempo de duración de las fenofases reproductivas floración y fructificación de cada uno de los individuos de *F. canescens*.

Individuo de la muestra	Duración floración (meses)	Duración fructificación (meses)
1	12	12
2	12	12
3	12	12
4	12	12
5	12	12
6	12	12
7	12	12
8	12	12
9	12	12
10	12	12

En la tabla 23 se muestra un resumen del análisis de la duración de *F. canescens* durante el periodo de estudio. A nivel poblacional vemos que hubo una duración tanto para floración como la fructificación de 12 meses. Puesto que todos los individuos presentaron igual duración la desviación estándar y el rango obtuvieron un valor igual a cero.

Tabla 23. Tiempo de duración de las fenofases reproductivas floración y fructificación a nivel poblacional (media – desviación estándar y rango) de *F. canescens*.

Especie	Duración total			
	Floración		Fructificación	
	Población	Rango	Población	Rango
	meses			
<i>F. canescens</i>	12 - 0	0	12 - 0	0

3.7.3.3 Calendario fenológico del Motilón (*F. canescens*). De acuerdo a los resultados anteriores se determinó el calendario fenológico para *F. canescens* como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24. Calendario fenológico de *F. canescens* octubre de 2009 - octubre de 2010.

FENOFASE	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	
BOTON	PRESENTE DURANTE TODO EL AÑO													
	I.M						I.M.M	I.M	I.M.M					
	S.A													
FLOR ABIERTA	PRESENTE DURANTE TODO EL AÑO													
	I.M	I.B	I.M	I.B	I.M	I.B	I.M							
	S.A													
FRUTO VERDE	PRESENTE DURANTE TODO EL AÑO													
	I.M													
	S.A													
FRUTO MADURO	PRESENTE DURANTE TODO EL AÑO													
	I.M	I.B	I.M											
	S.A													
FOLIACION	PRESENTE DURANTE TODO EL AÑO													
CAIDA DE HOJAS	PRESENTE DURANTE TODO EL AÑO													

INTENSIDAD DE FOURNIER: I.MM: Intensidad máxima >50%, I.M: Intensidad media entre 25-50%, I.B: Intensidad baja <25%. INDICE DE ACTIVIDAD: S.A: Sincronía alta >60%.

El calendario fenológico propuesto para *F. canescens*, evidencia que todas las etapas se encuentran presentes de forma permanente durante todo el año y con alto índice de actividad. La producción de flores abiertas se da con intensidad media en diferentes épocas del año, pero la época más larga es la que va de junio/10 a octubre/10. La producción de frutos maduros se presentó con intensidad media de febrero/10 a octubre/10, aunque los meses de febrero/10 a mayo/10 la intensidad en la producción de frutos maduros es ligeramente mayor, tabla 24, concluyendo que en estos meses es la época óptima de recolección de semillas.

La especie *F. canescens* mostró un comportamiento continuo en todas sus etapas fenológicas, por lo que cada individuo presentó botones, flores abiertas, frutos verdes y maduros al mismo tiempo.

4. DISCUSIÓN

El estudio de los ritmos biológicos cíclicos enfrenta grandes retos, debido a la complejidad de los ecosistemas tropicales. En particular, la búsqueda de patrones generales se ve obstaculizada por la gran variedad de especies con comportamientos biológicos e historias evolutivas diferentes (Williams y Meave, 2002). Sin embargo, el estudio de la fenología es trascendental para el entendimiento de la dinámica, coexistencia y conservación de las numerosas especies de los bosques tropicales (Vílchez, *et al.* 2007). Entre las limitantes del presente estudio, se puede mencionar la dificultad en identificar la fenofase caída de hojas en *S. bullosa*, como esta no fue evidente se optó por la observación de la cantidad de follaje presente en los individuos. En *F. canescens* fue la manifestación simultánea de todas las etapas, que sumado a la altura de los individuos y las condiciones de neblina presente en el área, hacía difícil ocasionalmente distinguir entre etapas de botones y frutos verdes, lo cual probablemente altero su intensidad.

El seguimiento de los cambios morfológicos en las dos especies estudiadas permitió determinar las etapas de desarrollo de las estructuras reproductivas. La mayoría de los cambios son identificables, no obstante se requiere de alta periodicidad en las evaluaciones, observaciones detalladas, equipos adecuados y buena disposición por parte del investigador, pues de lo contrario los cambios sutiles no serian percibidos.

El fenómeno climático El Niño (presente durante 8 meses) y posteriormente el de La niña (IDEAM 2011), durante el año de estudio en la zona, con sus consecuente variación de la precipitación, evidencia la influencia de los eventos climáticos en el comportamiento vegetativo y reproductivo de estas especies, contrario a otros estudios que muestran que la periodicidad de los eventos fenológicos no siempre está relacionada con el clima (Williams y Meave, 2002). El análisis estadístico utilizando el coeficiente de correlación de Pearson mostró que solo algunas fenofases y etapas presentes en las dos especies se correlacionaron con la precipitación temperatura y humedad relativa.

Según Rowe (1964), independiente a las características ambientales del área de estudio, se debe reconocer que en algunas zonas hay una amplia evidencia de que los patrones fenológicos en árboles y otras plantas no es simplemente una respuesta al clima, ya que también el tiempo de aparición de las flores y frutos pueden ser afectados por factores como son la posición del órgano en la planta, 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.

Antes de entrar a discutir el comportamiento fenológico de las especies estudiadas, es importante señalar que la población de *S. bullosa* se encontró limitada a 14 individuos en el área de estudio y sólo se hallaron en lugares abiertos o potreros, en el borde del bosque y distanciados entre ellos. Esta situación deja ver claramente una disminución de su población y evidencia el riesgo de su desaparición en el área por su uso como combustible y el uso actual del suelo para la implementación de ganadería y siembra de productos agrícolas como la papa en la zona, aunque sería necesario realizar un estudio demográfico detallado. Contrario a lo anterior *F. canescens* es una especie dominante y se observaron numerosos individuos tanto en áreas abiertas como en el interior de fragmento boscoso.

El seguimiento fenológico de las especies *S. bullosa* y *F. canescens* brindó información sobre aspectos como productividad (intensidad), duración, frecuencia y sincronía de las diferentes fenofases que se presentaron en ellas durante el año de observación. En este estudio se determinó que las características morfométricas de los individuos de las dos especies no presentaron relación alguna con la intensidad de las fenofases floración y fructificación, considerando a estos individuos como árboles adultos.

4.1 MORFOLOGÍA Y DESARROLLO REPRODUCTIVO

Además del estudio fenológico, el análisis de la morfología y desarrollo reproductivo de *S. bullosa* y *F. canescens* generan los siguientes aportes a los reportes de Van den Eynden *et al.* (1999) y Vargas, (2002):

En *S. bullosa* la inflorescencia tarda alrededor de 2 a 4 meses en desarrollarse y posteriormente se abre la flor momento de antesis, dura de 1 a 2 meses, para convertirse en fruto, toda la fase de fructificación dura aproximadamente 6 meses. Dentro del fruto se encuentran entre 100 y 120 semillas y cada infrutescencia puede tener hasta 25 frutos.

En *F. canescens* la inflorescencia tarda alrededor de 4 meses en desarrollarse, posteriormente se abre la flor joven que tarda alrededor de 2 meses en desarrollarse y convertirse posteriormente en flor madura, la cual se caracteriza por poseer un color anaranjado-rojizo, esta última etapa dura de 7 a 15 días, para

luego dar paso al desarrollo del fruto, toda la fase de fructificación dura alrededor de 5 a 6 meses.

A continuación se relacionan las fenofases de las especies estudiadas y su relación con las variables climáticas.

4.2 FOLLAJE/CAÍDA DE HOJAS

En esta investigación el follaje en *S. bullosa* se presentó durante todo el año. Fue casi constante con una disminución en junio/10 y octubre/10, en época húmeda, aún así no se presentó correlación con la precipitación, pero sí con la temperatura de forma positiva. Para la especie *F. canescens*, la caída de hoja fue constante, con un único aumento en marzo/10 en época húmeda, esta se presentó con baja intensidad. Estos resultados son concordantes con lo observado en el estudio simultáneo en la misma área de estudio realizado por Martínez (2011) en el que *Ilex uniflora* tiene un comportamiento continuo en el follaje con caída de hojas concentrada en la temporada húmeda. Algo distinto encontró Ospina (2009) en su estudio realizado en esta misma zona del municipio de Totoró en *Weinmannia mariquitae* perennifolia, el cual observó una mayor caída de hojas entre los meses de diciembre de 2008 a abril de 2009 desde el inicio de la época seca hasta el inicio de época de lluvia. En regiones tropicales, según Barbosa *et al.* (1989), la variación entre árboles de los bosques es tan grande que se torna difícil establecer distinción entre las especies perennes y caducas. Estos autores consideran como perennifolias aquellas especies que conservan un número apreciable de hojas durante todo el año y las especies caducifolias quedan prácticamente sin hojas, incluso por pocos días y reconocen incluso una serie de patrones intermediarias entre estos extremos.

En este estudio, la caída de las hojas, aunque con un patrón continuo, parece intensificarse en la época húmeda. Este comportamiento ha sido señalado también por Céspedes (1991) para *Q. seemannii* y por otros autores en especies de diferentes tipos de bosques (Frankie *et al.* 1974, Fournier 1976, Borchert 1995). Algunos autores (Daubenmire, 1972; Morellato, 1991), coincidieron en relacionar el déficit hídrico con la pérdida de las hojas. Sin embargo, para este estudio en las dos especies estudiadas no se encontró ninguna correlación entre el déficit de agua y los patrones de caída de las hojas. Por el contrario las épocas de lluvias logren estimular alguna disminución del follaje en estas especies.

Según Borchert (1994) esta tendencia de las especies a disminuir su follaje en época húmeda es normal en especies de bosques tropicales quizá por la disponibilidad de agua en el suelo. En cuanto a la temperatura varios estudios

fenológicos sugieren que los aumentos del fotoperiodo y la temperatura pueden inducir la brotación de los árboles tropicales (Daubenmire 1972, Frankie *et al.* 1974, Alvin y Alvin 1976, Mori *et al.* 1982, Longman y Jenik 1987, Morellato *et al.* 1989). Lo que sugiere que el aumento de la temperatura, posiblemente sea inductor de la brotación foliar en la especie *S. bullosa*.

Las especies *S. bullosa* y *F. canescens* se catalogaron como de comportamiento o hábito perenne, es decir que presentaron follaje durante todo el año, a pesar de que continuamente caían sus hojas. A estas especies consideradas perennifolias se ha encontrado que normalmente crecen en lugares donde el suelo mantiene cierto grado de humedad y por este motivo logran desarrollar un sistema radical que les permite extraer agua del suelo a una mayor profundidad (Borchert 1994a y Borchert 1994b). Para nuestras especies no se estudio el sistema radical, ni la cantidad de humedad retenida por el suelo, siendo importante considerar estas variables para una mejor comprensión del comportamiento de las especies.

4.3 BROTE DE HOJAS

Este fenómeno se presentó para las dos especies *S. bullosa* y *F. canescens* de forma continua y poco variable durante todo el año. En *F. canescens* se dio un mayor brote de hojas con el incremento de la precipitación pues hubo una correlación positiva parcial, ocurriendo en abril/10 y mayo/10, meses más lluviosos para este año, este fenómeno se presentó con baja intensidad. Algo similar encontró Martínez (2011), en *I. uniflora* donde el brote de hojas se concentra en los meses de mayor precipitación. Para la especie *S. bullosa* no se presentó correlación entre el brote de hojas y la precipitación.

Se ha considerado que el flujo de producción de hojas nuevas en bosques tropicales normalmente ocurre al final de la estación seca o al inicio de la estación lluviosa, relacionando la producción de las hojas con la precipitación (Daubenmire, 1972; Frankie *et al.* 1974; Opler *et al.*, 1980; Augspurger, 1981; Morellato *et al.*, 1989). El déficit de agua perjudica el crecimiento y elongación de las células en las plantas, por ello son incapaces de producir nuevos órganos (Hsiao *et al.*, 1976). Según Del Valle (1981), las bajas tensiones de humedad producen una ruptura de la latencia de las yemas foliares; igualmente, se cree que por ello los árboles siempre esperan la llegada de las lluvias para el rebrote foliar. Debido a esto, frecuentemente se ha inferido que la disponibilidad de agua controla la fenología de muchas especies en los bosques tropicales (Reich & Borchert, 1984). Los mismos autores consideran que la pérdida de las hojas en algunas especies puede incidir en el brotamiento inmediato, una vez que se produce la pérdida de agua en la planta, así mismo se da la rehidratación de las ramas e inicia la producción de hojas nuevas. Es así como en muchas especies vegetales

tropicales es común encontrar que la caída de las hojas parece inducir el brotamiento (Barbosa *et al.* 1989). A las especies que manifiestan este comportamiento se les ha determinado como de hábito intermitente, que hace referencia a aquellas especies en las cuales a la caída del follaje le sigue inmediatamente la producción o brote de las hojas. En este estudio se observó que *F. canescens* manifestó la ocurrencia de un ritmo múltiple, en donde los individuos pierden continuamente su follaje y de la misma manera lo recuperan, de tal forma que el árbol no permanece defoliado.

En un estudio realizado a nivel de comunidad en el sur de Brasil, Marques y Oliveira (2004), observaron que la producción de las hojas fue un evento estacional, con caída concentrada entre octubre y diciembre y brotación inmediatamente después, entre noviembre y enero, ambas al inicio de la época húmeda. Aunque no encontraron correlación con la precipitación, pero si con el comportamiento del día y temperatura, por lo que pudo estar más relacionado con estas últimas. En este estudio se observó que la temperatura incidió en el aumento de follaje en *S. bullosa*. Acerca del fotoperiodo no se puede decir nada pues esta variable no fue medida.

4.4 FLORACIÓN

Según la clasificación de frecuencia propuesta por Morellato (1991) y Alvim, (1964), la especie *F. canescens* presentó una floración de tipo continua. La producción de la etapa de botón fue alta en la época de junio/10 a septiembre/10 con valores superiores al 50%. La producción de la etapa flor abierta fue constante o poco variable con baja a mediana producción, siendo los meses de agosto/10 y septiembre/10 los más productivos. Tanto las fenofases como las etapas tuvieron un alto índice de actividad durante todo el año de estudio. La fenofase de floración y etapa de botón se correlacionaron de forma negativa con la temperatura y de forma positiva con la humedad relativa.

Para *S. bullosa* según la clasificación de Morellato (1991), presentó floración periódica anual y de acuerdo Alvim (1964), floración no estacional o extendida. Los picos de máxima intensidad se observaron en agosto/10 y septiembre/10, en época húmeda. La productividad de la etapa flor abierta fue alta por encima del 50% en noviembre/09 y septiembre/10, la primera al inicio de la época seca y la segunda en época húmeda. La producción de la etapa de botón fue alta de junio/10 a septiembre/10 con valores mayores del 50%, época húmeda, correlacionándose de forma negativa con la temperatura y positiva con la humedad relativa. En general el índice de actividad presentado para la floración y sus etapas fue alto.

Esta correlación de forma negativa con la temperatura y positiva con la humedad relativa en la fenofase floración y etapa de botón en *F. canescens*, es similar a lo sucedido con *S. bullosa* en la etapa de botón. Lo que sugiere que esta variable climática, como la humedad relativa esté relacionada con la producción de botones. Las bajas temperaturas, provocan un aumento en la producción de botones, para las dos especies, así como un aumento en la floración de la especie *F. canescens*. Al respecto Alvim 1964, sugiere que las condiciones en que nunca existe deficiencias de agua, la floración se presenta a finales de invierno y parece ser que la floración es provocada por la baja temperatura que existe durante el invierno, o por el descenso rápido de la temperatura debido a la caída de las lluvias.

Aunque no se encontró correlación para la etapa flor abierta con la precipitación, se evidenció un pico en la época seca. Ochoa y Cruz (2002), en su estudio sobre la distribución y fenología de la flora arbórea del estado de tabasco con base en la información de herbario, en México, observaron en 4 especies del género *Saurauia* que la floración se presentó desde julio a octubre, este estudio no relaciono ninguna variable climática. Esto fue idéntico a lo encontrado en *S. bullosa*, donde se genera la máxima producción de la floración entre estos mismos meses. Aunque hay que tener presente que el anterior estudio en México fue realizado en condiciones ambientales diferentes. Ospina (2009) en su análisis fenológico del Encenillo *Weimania mariquitae*, realizado en esta misma zona en el municipio de Totoró, observó que la fenofase de floración incrementa su intensidad en marzo hasta su máximo en septiembre, lo que demuestra que junto con las especies *S. bullosa* y *F. canescens* localizadas en esta misma zona exhiben un alto índice de actividad (se sincronizan) en la floración en esta temporada.

Los estudios fenológicos realizados en los bosques tropicales, como en Panamá y Costa Rica, muestran un mayor porcentaje de árboles con flores en la estación seca (Mori *et al.* 1982). Otros estudios manifiestan que se da durante el periodo de transición entre la temporada seca y húmeda (Morellato *et al.* 1989, Morellato, 1991, 1995). La concentración de flores abiertas en la época seca en la especie *S. bullosa* es claramente ventajosa para la polinización ya que las fuertes lluvias pueden inhibir la actividad y causar daños a las flores de los polinizadores. Además, la floración al final de la temporada seca facilita la producción inmediata de los frutos durante la temporada de lluvias, época en que la germinación de semillas y el establecimiento dependen del agua disponible del suelo.

Según Croat (1969), el inicio de la estación seca funciona como un mecanismo sincronizador de la floración de muchas especies del bosque; de igual forma la

estación lluviosa está asociada a una disminución de la floración, quizás como resultado de la intensa competencia entre las plantas durante este periodo.

Borchert (1980), se aparta de los factores climáticos como determinantes primordiales de la floración de las especies arbóreas en los trópicos y considera que los patrones de reproducción y crecimiento en dichas especies son determinados, principalmente, por procesos periódicos endógenos y en forma secundaria como adaptación a cambios ambientales.

Los individuos de las dos especies estudiadas, en general evidenciaron alta sincronía en la floración. Los periodos de floración sincrónicos, pueden ser ventajosos o desventajosos dependiendo de las interacciones denso-dependientes con los polinizadores. En algunas especies, floraciones sincrónicas pueden atraer mayor número de polinizadores y así lograr una mayor producción de frutos; en otras especies una floración asincrónica puede ser más ventajosa, puesto que una masiva producción de flores agotaría a la comunidad de polinizadores (Howe y Westley 1997).

La etapa flor abierta en *S. bullosa* presentó correlación significativa negativa ($r = -0.82$, $p = 0.001$), con el brote de hojas, esto demuestra que cuando hay mayor intensidad de flor abierta, disminuye la producción de brotes foliares. Alvim (1964) confirma que la floración y el brotamiento no acontecen juntos, para la mayoría de las especies arbóreas de regiones tropicales porque la formación de botones, flores y hojas nuevas exige un gran gasto de energía y dichas estructuras competirían por metabolitos y/o hormonas.

En la especie *S. bullosa* cada individuo presentó una duración variable en la floración, el promedio hallado en los 10 individuos mostró una duración a nivel de la población de 10,5 meses. Para *F. canescens*, la fenofase de floración fue continua durante todo el año a nivel de la población. A nivel individual su comportamiento fue igualmente continuo con floración durante todo el año, presentando además sobreposición de todas sus etapas fenológicas.

4.5 FRUCTIFICACIÓN

Según la clasificación de frecuencia propuesta por Morellato (1991), *S. bullosa* presentó una fructificación periódica anual, y de acuerdo a Alvim (1964), fructificación no estacional, presentándose un bajo índice de actividad durante el año y una mediana producción. La etapa fruto maduro tuvo correlación positiva parcial con la precipitación. La producción de frutos maduros entre los individuos de *S. bullosa* fue poco sincrónica, es decir con pocos individuos manifestándola, lo que permite una disponibilidad de frutos maduros durante todo el año. Al respecto

Valois *et al.* (2001) manifiestan que la asincronía en el proceso de la fructificación le asegura a las especies mayores posibilidades de propagación, manteniendo por más tiempo los frutos expuestos a los dispersores de semillas. Por lo tanto, la asincronía observada entre algunos individuos en la producción de frutos maduros, probablemente puede servir para garantizar alguna germinación mínima cuando las condiciones sean favorables, lo cual es una ventaja para la supervivencia de la especie.

La intensidad en la producción de la etapa fruto maduro se presentó con bajo porcentaje al inicio de la temporada de lluvias (menores al 15%), para ir aumentando con la precipitación, alcanzando en los meses más lluviosos valores medios de producción, inferiores al 40% (máxima producción). La maduración de los frutos poco antes del inicio de la estación lluviosa o del final de la estación, tendría la ventaja de proporcionar, para las semillas, mayor oportunidad de recibir el máximo de luz solar y mayor posibilidad de germinación y crecimiento de las plántulas debido a la humedad (Janzen, 1967) y como Fournier y Salas (1966) plantean, tendría la lluvia de la temporada entera para desarrollar el sistema de raíces antes de la próxima estación seca.

Similar al comportamiento de la etapa fruto maduro manifestado por la especie *S. bullosa* fue observado por Martínez (2011) para la especie *I. uniflora*, la cual presentó concentración de frutos maduros durante la temporada de lluvias, encontrando correlación con la variable climática de la zona. Ochoa *et al.* (2008) observaron para la especie *Saurauia yasicae* que la fructificación se presentó en los meses de abril a julio coincidiendo con la temporada de lluvias para esa zona.

Las especies estacionales que fructifican en la estación humedad poseen, predominantemente, frutos zoocóricos carnosos. La ocurrencia de un mayor número de especies con fruto carnosos en la estación húmeda, en los bosques tropicales fue observada por, Janzen (1967) y Morellato *et al.* (1989). Los patrones de fructificación de especies zoocóricas también han sido relacionadas a factores bióticos, en particular a interacciones con predadores y dispersores.

Janzen (1975) plantea que las especies zoocóricas dependen de dispersores para la diseminación de sus diásporas y estas, por tanto, representan una fuerte presión selectiva en los patrones de fructificación de las especies.

En *S. bullosa* cada individuo presentó una duración variable en la fructificación, el promedio hallado en los 10 individuos mostró una duración a nivel de la población de 6,3 meses para esta fenofase. Estos resultados coinciden con aquellas que

crecen en zonas tropicales incluyendo bosques de montaña (más de 4 meses) (Jordano, 1992; Pavajeau, 1993).

Por otra parte, la etapa fenológica fruto maduro presentó una correlación positiva parcial con el brote de hojas, es decir que la mayor producción de fruto maduro presentada durante la estación lluviosa, coincidió con el pico de brote de hojas. Más allá de la relación evidente entre tipo de fruto (síndrome de dispersión) y estación del año, la fructificación también está relacionada a ocurrencias de otras fenofases, como caída de hojas y brotamiento.

Para *F. canescens* la fenofase de fructificación según la clasificación de frecuencia de Morellato (1991) y Alvim (1964) es de tipo continua, presentando un alto índice de actividad durante todo el año, con mediana producción en la mayoría de los meses durante el año de estudio. La etapa fruto maduro presentó correlación positiva moderada con la precipitación. Los individuos de ésta especie presentaron frutos durante todo el año, mostrando poca variación en esta fenofase. La presencia de esta característica sugiere que ambientes con baja estacionalidad climática ofrecen condiciones poco restrictivas para el desarrollo de los frutos durante todo el año. Cuadros (1978), en el Bajo Calima, encontró que algunas especies no presentan cosecha principal, pues se hallaron frutos en diferentes etapas de desarrollo, lo que en su concepto puede favorecer las cadenas alimenticias.

La fenofase fructificación fue una actividad altamente sincrónica entre los individuos de *F. canescens*. La alta sincronía en un mismo individuo o entre los individuos de la misma especie podría facilitar la dispersión o aumentar la densidad de frutos causando una atracción relativamente mayor de dispersores (Rathcke y Lacey, 1985). Van Schaik (1993), considera que especies vulnerables a predadores de semillas especialistas (invertebrados) no se benefician necesariamente de la sincronía de la reproducción, en cuanto a las atacadas por predadores generalistas muestran mayor sincronía en la fructificación.

4.6 CALENDARIO FENOLÓGICO

Los calendarios fenológicos propuestos de las especies permiten visualizar que la época propicia para la recolección de semillas en *S. bullosa* es el periodo comprendido entre mayo y julio donde existe alta intensidad y sincronía y para *F. canescens* en el periodo entre febrero y octubre, por presentar los mayores valores de intensidad y actividad. Lo anterior ratifica la importancia de estos en los procesos de conservación (Gómez y Orozco, 2006) y acciones de reforestación y propagación de especies arbóreas silvestres (Morellato, 1987, 1991).

5. CONCLUSIONES

Las especies *S. bullosa* y *F. canescens* pueden ser consideradas de tipo perennifolia, ya que tanto la cantidad de follaje, como la producción de hojas nuevas fueron constantes durante todo el año de observación, presentándose los árboles siempre verdes y frondosos, aunque se reconoce una disminución en el follaje en *S. bullosa* entre los meses abril/10 y julio/10, y para *F. canescens* la caída se concentró en marzo/10. Ambos comportamientos en la época húmeda, evidenciando que la disminución en estos procesos están relacionados con el periodo de lluvias.

Las fenofases reproductivas (floración y fructificación) se manifestaron para las dos especies, mostrando cada una un patrón diferente en estas fenofases. En *S. bullosa* la frecuencia de las fenofases reproductivas se manifestaron de forma anual o no estacional. En *F. canescens* de forma continua, es decir con producción de flores y frutos durante todo el año tanto al nivel de la población como al nivel de los individuos.

La fenofase de floración (botón y flor abierta) fue una actividad altamente sincrónica para las 2 especies, esta fenofase no se correlaciono con la precipitación, sin embargo, para *S. bullosa* la etapa de flores abiertas mostro un pico máximo en noviembre/09 mes seco, además de mostrarse altamente sincrónica. El inicio de la estación seca puede funcionar como un mecanismo sincronizador en la etapa de flor abierta para *S. bullosa*.

La etapa flor abierta en *S. bullosa* presentó correlación negativa con el brote de hojas, confirmando que botones o flores y brotamiento foliar no acontecen juntos para las especies arbóreas de regiones tropicales.

La etapa fruto maduro se correlacionó con la precipitación para las dos especies. En *S. bullosa* el fruto maduro fue una actividad poco sincrónica la mayoría de los meses. A diferencia de *F. canescens* donde la actividad en esta fenofase fue altamente sincrónica.

El comportamiento poco sincrónico entre los individuos de *S. bullosa* puede servir para garantizar germinación mínima cuando las condiciones sean favorables, lo cual es ventaja para la supervivencia de la especie.

La época propicia para la recolección de semillas en *S. bullosa* es entre mayo/10 y julio/10 donde existe una alta intensidad y sincronía, y para *F. canescens* en el periodo entre marzo/10 y mayo/10, por presentar los mayores valores de intensidad y actividad, época húmeda, el cual es el tiempo catalogado como el adecuado para la colecta de semillas, para generar procesos de propagación de las semillas.

En general los patrones fenológicos de las dos especies sugieren que la ocurrencia de los periodos de altas y bajas precipitaciones, influyen de forma moderada en las manifestaciones (picos máximos) de las fenofases vegetativas y reproductivas.

La correlación negativa presentada entre la fenofase de floración y la temperatura en *F. canescens*, sugiere que puede ser inducida por el descenso en la temperatura. Esto mismo se presentó para la etapa de botón en ambas especies, lo que sugiere que la disminución en la temperatura funciona como un mecanismo inductor de las mismas.

La duración en la floración y fructificación a nivel de la población en la especie *S. bullosa* tuvo un comportamiento diferente a la presentada por *F. canescens*. En la especie *S. bullosa* la floración duro 10,5 meses y la fructificación 6,3 meses, coinciden con aquellas que crecen en bosques de montaña. Para la especie *F. canescens* tanto la floración como la fructificación se presentaron permanentemente durante todo el año debido a que se comporto como una especie continua.

6. RECOMENDACIONES

Es muy probable que otros factores climáticos como el fotoperiodo, velocidad del viento estén incidiendo en la fenología de los árboles tropicales, por lo que es trascendental para posteriores estudios incluir nuevas variables para una mejor comprensión y análisis de los ritmos fenológicos.

Es importante realizar estudios de los visitantes florales en las especies relacionadas en este trabajo.

Teniendo en cuenta que muchas especies muestran patrones fenológicos diferentes, es posible proponer estudios espacio temporales con el fin de vislumbrar mejor sus fenodinámicas.

Ya que este estudio se percato de la dificultad en la observación de la fenofase de caída de hojas en las especies, se propone por tanto hacer un análisis más cuantitativo que cualitativo para las fenofases vegetativas en especial para la caída de follaje, la cual sería mejor mensurada colocando trampas debajo de la copa de los árboles.

En el reconocimiento general realizado en el área de estudio se encontró que *Saurauia bullosa* presenta presión antrópica por el uso actual del suelo, por lo cual se requieren estudios de su demografía.

7. BIBLIOGRAFÍA

ACIESP. 1997. Glosario de Ecología. Sao Paulo, Academia de Ciencias del Estado de Sao Paulo, CNPq, Fapesp y Secretaria de Ciencias y Tecnología.57: 271p.

AIDE, T. M. 1993. Patterns of leaf development and herbivory in a tropical understory community. *Ecology* 74: 455-466.

ALENCAR, J. C., A. ALMEDIA, y P. FERNANDEZ. 1979. Fenología de especies forestais em floresta tropical húmeda de terra firme na Amazonia Central. *Acta Amazónica* 9: 163-198.

ALVIM, P. de T. 1964. Tree growth periodicity in tropical climates. En: Zimmermann, M.H (Ed.) *The formation of wood in forest trees*. New York: Academic Press, p. 95,479.

ALVIM, P.T. y ALVIM, R. 1976. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. En: Tomlinson y Zimmermann (eds.). *Tropical trees as living systems*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, p.455-464.

ANDRADE, G; RUIZ, J. P y GOMEZ, R. 1996. Biodiversidad, conservación y uso de los recursos naturales.-Colombia en el Contexto Internacional. Bogotá: FESCOL-Cerec. 126p.

ARAUJO, V.C. 1970. Fenología de essências florestais amazônicas I. *Boletim do INPA* 4:1-25.

AUGSPURGER, C. K. 1981. Reproductive synchrony of tropical plants: experimental effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology* 62: 775-788.

AUGSPURGER, C. K. 1996. A cue for synchronous flowering. En: E.G. Leigh, Jr., A.S. Rand y D.M Windsor, (eds.), *The ecology of a tropical rain forest: seasonal rhythms and long-term changes*. Smithsonian Institution Press, Washington. 133-150 pp.

BARBOSA, D. C., J. L. A. ALVES, S. M. PRAZERES y A. M. A. PAIVA. 1989. Datos fenológicos de 10 especies arbóreas de una área de caatinga (Alagoinha-PE). *Acta Botánica Brasilica* 3: 109-117.

BENCKE, S.C. y MORELLATO, L.P.C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Rev. Bras. de Botânica* 25:269-275.

BORCHERT, R. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana*. *Ecology* 61: 1065-1074

_____, R. 1994a. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75: 1437-1449.

_____, R. 1994b. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. *Trees* 8: 115-125.

_____, R. 1995. Phenology and flowering periodicity of neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. *J. Trop. Ecol.* 12: 65-80.

BULLOCK, S.H. y SOLÍS-MAGALLANES, A. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22:22-35.

CAMACHO, M Y OROZCO, L. 1998. Patrones fenológicos en doce especies arbóreas del bosque montano de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Proyecto Silvicultura Bosques Naturales, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, CR. 17 p.

CÁRDENAS, F.; CORDERO, H.; CASTILLO, C.; ARENAS, H.; HERRERA, J. y DÍAZ, D. 1997. Desarrollo sostenible en los Andes de Colombia (provincias del Norte, Gutiérrez y Valderrama). Boyacá, Colombia. P 117-202.

CASTAÑO-URIBE C. 2002. Colombia Alto Andina y la significancia ambiental del bioma páramo en el contexto de los Andes Tropicales: una aproximación a los efectos futuros por el cambio climático global (Global Climatic Tensor), En:

Memorias I. Congreso Mundial de Páramos. Cons. Int. Min Ambiente, CAR, IDEAM. Colombia, p 24-49.

CÉSPEDES, R. 1991. Fenología de *Quercus semanni* Lieb. (Fagaceae) en Cartago. Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 39: 243-248.

CLEEF, A.M. 1981. The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental. Dissertationes Botanicae, 61:320 pp.

CLEEF, A.M. 2005. Phytogeography of the generic vascular páramo flora of Tatamá (western Cordillera), Colombia. En: T. van der Hammen, J.O. Rangel Ch. y A.M. Cleef (eds). The Tatamá transect (Western Cordillera, Colombia). *Studies on Tropical Andean Ecosystems* 6: 661-668. Berlin-Stuttgart.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA CRC. Plan de Gestión Ambiental Regional del Cauca PGAR, Popayán, 2002. 57 p.

COSTA, F.A.P.L. Fenología de árboles tropicales. La Insignia. 2002. En: Biondi, D. Leal, L. y Batista, A. 2007. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. *Acta Sci. Biol. Sci.* 29(3): 269-276.

CROAT, T. 1969. Seasonal flowering behavior in central Panamá. *Ann. of the Miss. Bot. Gard.* 56: 295-307.

CROAT, T.B. 1975. Phenological behavior of habit and habitat classes on Barro Colorado Island (Panama Canal Zone). *Biotropica* 7:270-277.

CUADROS, V. H. 1978. Observaciones dendrológicas y fenológicas en algunos árboles del Bajo Calima, Dpto. del Valle del Cauca, Colombia. *Cespedesia* 7 (25-26): 61-71.

CHURCHILL, S.P., H. BALSLEV, E. FORERO & J.L. LUTEYN (EDS.). 1995. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. New York Botanical Garden, Nueva York. 702 p

DAUBENMIRE, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. *Journ. of Ecology* 60: 147-170.

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.

DEL VALLE, J. I. 1981. Fenología. Universidad Nacional de Medellín. Facultad de Agronomía. Departamento de Recursos Forestales, Centro de publicación. Univ. Nacional 45 p.

ENGEL, V.L. 2001. Estudio fenológico de especies arbóreas de una floresta tropical Em Linhares, ES. Campinas: UNICAMP. Tese (Doctorado en Ecología)-Instituto de biología, Universidad de Estadual de Campinas, 137 p

ESPINAL, L.S. y E. MONTENEGRO. 1977. Formaciones vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, 201p.

ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, volumen II, municipio de Totoró, departamento del Cauca, Totoró, abril de 2002. Construcción del P.O.T.

FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24(4):422-423.

_____, 1976a. El dendrofenograma, una representación grafica del comportamiento fenológico de los árboles. *Turrialba* 26: 96-97.

_____, 1976b. Observaciones fenológicas en el bosque humedo premontano de San Pedro de Montes Oca, Costa Rica. *Turrialba* 26:54-59.

FOURNIER, L. A. y CHARPANTIER. 1978. El tamaño de la muestra y la frecuencia e las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Cespedesia* 3 (25-26):13-20.

FOURNIER, L.A. y SALAS, S. 1966. Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración en el bosque húmedo de Villa Collon. Rev. Biol. Trop. 14:75-85.

FRANKIE, G; BAKER, H Y OPLER, P. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical-wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology. (G.B.) 62 (3): 881-919

GALINDO, R., J. BETANCUR. y J.J. CADENA. 2003. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá-Alto río Fonce, cordillera oriental colombiana. Caldasia 25: 313-335.

GENTRY A. 1992. Diversity and floristic Composition of Andean forest of Peru And Adjacent countries Implication for their conservation. Memorias del Museo de Historia Natural, UNMSM (Lima) 21:11-29.

_____, 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. En: S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn (eds), Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. The New York Bot. Gard., New York. 103-133pp.

GÓMEZ, G. D. y AGUDELO, C. A. 2003. Aspectos fenológicos de *Guadua angustifolia*. Rev. Inv. Universidad Del Quindío. Universidad del Quindío.4 (12): 9-22.

GÓMEZ, G. D. y OROZCO F. 2006. Fenología de especies forestales del Ocaso. En: AGUDELO, C.A. (ed). RIQUEZA BIOTICA QUINDIANA. Universidad del Quindío.252-307pp.

GOMEZ, D. 2010. Fenología de la especie *Brownea rosa-de-monte* Bergius, en la microcuenca de la quebrada Salinas, corregimiento La Carbonera, municipio de Bolívar, departamento del Cauca [Trabajo de grado]. Depto. de Biología Fac. Cien. Nat. Ex. y de la Educacion. Universidad del Cauca. 101 p

GONZALEZ, L.J. 2004. Hidrología práctica y gestión ambiental. Universidad del Cauca. Fac. Ing. Civil. Popayán, Cauca. 1: 147.150.

HILTY, S.L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in pacific Colombia. *Biotropica* 12:292-306.

HOWE, H.F. y L.C. WESTLEY. 1997. Ecology of pollination and seed dispersal. pp. 262- 283. En: M.J. Crawley (ed.). *Plant Ecology*. Blackwell Science Ltd. Oxford.

HSIAO, T., E. ACEVEDO, E. FERERES, AND D. HENDERSON. 1976. Water stress, growth, and osmotic adjustment. *Philos. Trans. R. Soc London*, p 479-500.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES EN COLOMBIA. (IDEAM). 2010. *Sistemas de información Ambiental*. www.IDEAM.gov.co. Consultado el 23 de mayo de 2011.

JANZEN, D. H. 1971. Euglossa bees as long – distance pollinators of tropical plants. *Science* 171: 203-205.

_____, D. H. 1976. Why bamboos wait so long to flower. *Ann. Rev. Ecology and Systematics* 7: 347-391.

_____, D.H. 1975. *Ecología vegetal nos trópicos*. São Paulo, EPU e EDUSP.

_____, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-37.

JORDANO, P. 1992. Fruits and frugivory. En: M. Fenner (ed.). *Seeds. The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. 105- 156 pp.

KOPTUR, S., HABER, W.A., FRANKIE, G.W. y BAKER, H.G. 1988. Phenological studies of shrub and treelet species in tropical cloud forests of Costa Rica. *Journ. of Tropical Ecology* 4:347-359.

LAMPE, M.G., BERGERON, Y., MCNEIL, R. y LEDUC, A. 1992. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of northeastern Venezuela. *Biotropica* 24:64-76.

LIETH H (1974) Purposes of phenology book. In: Lieth H (ed) Phenology and seasonality modeling. Ecological studies 8. Springer-Verlag, New York, p 3–19

LOCATELLI, E. y I. S. MACHADO. 2003. Fenología e síndromes de dispersão de espécies arbóreas de uma mata Serrana (Brejo de altitude) em Permambuco, nordeste de Brasil. Disponible en internet: www.cepan.org.br/docs/publicacoes/livro-brejos/parte8_brejos.pdf.

LONGMAN, K. Y J. JENIK. 1987. Tropical forest and its environment. Longman Singapore Publishers, Singapore, Malaysia. 196 p.

MAHECHA G. 1997. Fundamentos y Metodología para la Identificación de Plantas. Proyecto Biopacífico. Santafé de Bogotá, Colombia. 282 p.

_____, 1999. Estudio florístico de la biorregion del macizo Colombiano: principios y procedimientos para el conocimiento de las plantas superiores del trópico americano, algunos helechos. Colombia. 402 p.

MARQUES, M.C.M y OLIVEIRA, AMP. 2004. Fenología de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. Rev. Brasil. Bot. 27: 713-723

MARQUES, M.D.; GOLOMBOCK, D.; MORENO, C. 1997. Adaptación temporal. En: MARQUES, N.; MENA-BARRETO, L. (Org.). Cronobiología: principios y aplicaciones. Sao Paulo: EDUSP. 45-84 pp.

MARQUIS, R. J. 1998. Phenological variation in the neotropical understory shrub *Piper aireanum* and its consequences. Ecology 69: 1552-1565.

MARTÍNEZ, M. 2011. Fenología de la majua (*Vallea stipularis*), palo blanco (*Ilex uniflora*) y cedrillo (*Ruagea hirsuta*), en un bosque alto andino, vereda el cofre, municipio de Totoró, departamento del cauca [Trabajo de grado]. Popayán: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias agropecuarias. 120 p. Inédito

MELLINGER, L.L.; RICHERS, B.T. 2005. Fenología de especies oleaginosas en la RDS Amaña (AM): datos parciales. En: Biondi, D. Leal, L. y Batista, A. 2007.

Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. Acta Sci. Biol. Sci. 29(3): 269-276.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2011. Base de datos. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Name/500188,31600202>.

MONASTERIO, M. y SARMIENTO, G. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. Journ. of Biogeography 3:325-356.

MONTES C, VILLEGAS C, LOZANO M, Y GARZÓN L. 2009. Fenología de floración y fructificación en *Macadamia integrifolia*. Acta agronómica. 58(4): 277-284.

MORELLATO, L.P.C. 1987. Estudo comparativo da fenologia e dinâmica de duas formações florestais na Serra do Japi, Jundiaí, SP. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 232p.

_____, 1991. Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Tese de doutorado, Universidade de Campinas, Campinas. 176p.

_____, 1995. As estações do ano na floresta. En: Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana (P.C. Morellato y H.F. Leitão-Filho, orgs). Unicamp, Campinas, p. 37-41.

MORELLATO, L.P.C. y LEITÃO-FILHO, H.F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, SP. Rev. Bras. de Biologia 50:163-173.

_____, 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil (L.P.C. Morellato, org.). Unicamp/Fapesp, Campinas. 112-140pp.

_____, 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. Biotropica 28:180-191.

MORELLATO, L.P.C., RODRIGUES, R.R., LEITÃOFILHO, H.F. y JOLY, C.A. 1989. Estudio fenológico comparativo de especies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, SP. Rev. Bras. de Botânica 12:85-98.

MORI, S. A., LISBOA, y J. A. KALLUNKI. 1982. Fenologia de uma mata hgrofila sil-baiana. Rev. Theobroma 12: 217-230

NEWSTROM, L.E., FRANKIE, G.W.; BAKER, H. G. 1994. A new classification for plant phenology base don flowering patterns in lowland tropical rain forest tres at La Selva, Costa Rica. Biotropica, 2(2):141-159

NEWSTROM, L.E., FRANKIE, G.W.; BAKER, H. G; COLWELL, R. K. 1993. Diversity of long-term flowering patterns. En: Mc DADE, L. A. *et al.* (Eds). La Selva: ecology and natural history of a lowland tropical rainforest. Chicago: University of Chicago Press. 142-160pp.

OCHOA-GAONA, S. y CRUZ-ARIAS. 2002. La distribución y fenología de la flora arbórea del estado de Tabasco con base en la información del herbario. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Villahermosa, México. p 114-127

OCHOA-GAONA, S., PÉREZ, I. y JONG, B. 2008. Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. Rev. Biol. Trop. 56 (2): 657-673

OMARA-OJUNGO PH (1980) Resource management implications of ecological dynamics in mountains regions. Mountain Research and Development 2 (2): 143-192.

OPLER, P.A., FRANKIE, G.W. y BAKER, H.G. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. Journ. of Ecology 68:189-209.

OSPINA A. 2009. Fenología del Encenillo (*weinmannia mariquitae*), en un bosque alto andino, Vereda el Cofre, municipio de Totoró departamento del Cauca [Trabajo de grado]. Ing. Forestal. Fac. Cien. Agrop. Universidad del Cauca. 123 p

PAVAJEAU, L. 1993. Características morfológicas y oferta de frutos para el consumo de las aves del Bosque Andino de Carpanta. En: G.I. Andrade (ed.). Carpanta. Selva Nublada y Páramo. Bogotá. 97-125 pp.

PÉREZ, C. 2011. Observaciones fenológicas de la especie *Quercus humboldtii* Bonpland, durante un año de registro, en la vereda clarete alto, municipio de Popayán. Análisis bromatológico de los frutos maduros de roble (*Quercus humboldtii* Bonpland) [Trabajo de grado]. Ing. Forestal. Fac. Cien. Agro. Universidad del Cauca. Inédito

RAMÍREZ, CS; ARMESTO, JJ. 1994. Flowering and fruiting patterns in temperate rainforest of Chiloé, Chile – Ecologies and climatic constraints. *Journ of Ecology*. 82(2): 353-365.

RANGEL-CH., J.O. y AGUILAR-P. M. 1995. Una aproximación sobre la diversidad climática en las regiones naturales de Colombia. En: RANGEL-CH.J.O. (Ed.). Colombia diversidad biótica I. Ins. Cien. Nat. Universidad Nacional de Colombia. – Inderena. Bogotá. 25-76pp.

RANGEL-CH., J.O. 2000. La diversidad beta: los tipos de vegetación. En: Rangel, J. O. (ed). Colombia Diversidad Biótica III, La región de vida paramuna de Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 658-719 pp.

RANGEL-CH., J.O. y GARZÓN, A. 1995. Macizo central colombiano (Con especial referencia al transecto desde el valle del río Magdalena hasta el volcán del Puracé. En: RANGEL-CH.J.O. (Ed.). Colombia diversidad biótica I. Ins. Cien. Nat. Universidad Nacional de Colombia. – Inderena. Bogotá. 171-183 pp.

RATHCKE, B.; LACEY, E. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann. Rev. of Ecology and Systematics*. 16: 179-214.

REICH, F. E. 1995. Phenology of tropical forest: patterns, causes, and consequences. *Canadian Journ. of Botany* 73: 164-174.

REICH, P.B. y BORCHERT, R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journ. of Ecology* 72:61-74.

RODRÍGUEZ, N.; ARMENTERAS, D.; MORALES, M. y ROMERO, M., 2004.- *Ecosistemas de los Andes Colombianos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 155p.

ROWE, J. S. 1964. Environmental preconditioning with special reference to forestry. *Ecology* 45 (2): 399-463.

SÁNCHEZ, M. Y VARGAS, O. 2004. Fenología y dispersión de semillas del arbusto altoandino *Monnina salicifolia* R&P (*polygalaceae*) en el embalse San Rafael, La Calera, Cundinamarca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 9(2): 120-122.

SMYTHE, N. M. 1970. Relationship between fruiting season and seed dispersal methods in a neotropical forest. *American Naturalist* 104: 25-35.

SNOW, D.W. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos* 15:274-281.

STEEGE, H. y PERSUAD, C.A. 1991. The phenology of guyanese timber species: a compilation of a century of observations. *Vegetatio* 95:177-198.

STURM, H. y J.O. RANGEL-CH. 1985. *Ecología de los páramos Andinos: Una visión preliminar integrada*. Biblioteca J.J.Triana Inst. Cien. Nat. Universidad Nacional. Bogotá. 9: 292 pp.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 2011. Facultad de Ciencias-Instituto de Ciencias Naturales. Colecciones en línea: herbario. Base de datos. Disponible en: <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>

VALOIS, H., Y. A. RAMOS, L. E. ARENAS, y N. E. GIL. 2001. Relación entre la manifestación de algunas fases fenológicas del Almirajó (*Patinoa almirajo*) Cuatrec., una especie promisoría, con diversos aspectos climáticos en el municipio de Quibdó – Chocó. *Rev. Institucional Universidad Tecnológica del Chocó* 15: 53-57.

VAN DEN EYNDEN, V., O. CUEVA Y O. CABRERA. 1999. Plantas silvestres comestibles del sur del Ecuador- wild plants of southern Ecuador. Ediciones Abya-Yala, Quito. p 89.

VAN DER HAMMEN, T. 1992. Historia, Ecología y Vegetación. Corporación Colombiana para la Amazonia, Bogotá, 411 p.

VAN DER HAMMEN, T. 2007. Zonal ecosystems of the West and East flanks of the Colombian Eastern Cordillera. Ecosistemas zonales de las vertientes Oeste y Este de la cordillera Central colombiana (Transecto Sumapaz). En: Studies on Tropical Andean Ecosystems 7. J. Cramer (Borntraeger), Berlín-Stuttgart.

VAN SCHAIK, C.P., TERBORGH, J.W. y WRIGHT, S.J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. Ann. Rev. of Ecology and Systematics 24:353 -377.

VANEGAS Y OSPINA 2001. Estructura poblacional y fenología de *Espeletia argentea* H.&B. en campos cultivados el páramo de Cruz Verde (Cundinamarca-Colombia). En: IV simposio internacional de desarrollo. Sustentable. Los páramos andinos: los desafíos en el siglo XXI. 5:85-101.

VARGAS, G. 2002. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Manizales: Universidad de Caldas. 98-618pp.

VÍLCHEZ, B. CHAZDON, R. ALVARADO, W. 2007. Fenología reproductiva de las especies del dosel superior en seis sitios de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Kurú: Rev. For. 4(10): 1-16

WILLIAMS, L; MEAVE, J. 2002. Patrones Fenológicos. En: Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Eds. M. Guariguata; G. Kattan. Cartago, CR. LUR. 408-431 pp.

WRIGHT, S.J. y VAN SHAIK, C.P. 1994. Light and the phenology of tropical trees. American Naturalist 143:192-199.

ZAR, J.H. 1996. Bioestatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey. 662p.

ANEXOS

Anexo A: Formato para registros fenológicos:

1) Especie 2)
(Nombre científico) (Nombre común)

3) Mes.....

Individuo No	DAP	Altura (m)	Fecha (1a. Quincena):						Fecha (2a. Quincena):					
			Flores		Frutos		Caida Follaje	Brotac. Follaje	Flores		Frutos		Caida Follaje	Brotac. Follaje
			Botón	Abiertas	Verde.	Maduro.			Botón	Abiertas	Verde.	Maduro.		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

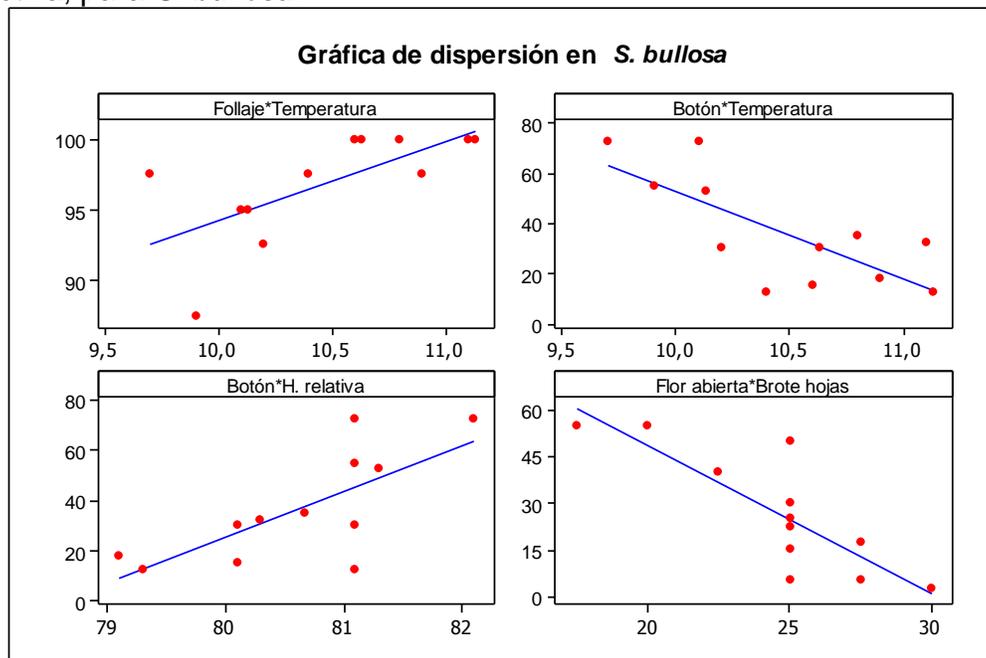
Observaciones: _____

Anexo B. Análisis de correlación de Pearson de las fenofases de *S. bullosa* vs follaje, brote de hojas y variables climáticas para el año de estudio.

		Follaje	Brote de hojas	Precipitación	Temperatura	H. relativa
Floración	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	-0,042 (0,896)	-0,523 (0,081)	-0,167 (0,604)	-0,357 (0,255)	0,544 (0,067)
Fructificación	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	-0,228 (0,477)	0,522 (0,082)	0,181 (0,574)	0,174 (0,589)	-0,504 (0,095)
Follaje	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p		-0,374 (0,231)	-0,520 (0,083)	0,681 (0,015)	-0,424 (0,169)
Brote de hojas	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p			0,368 (0,239)	0,171 (0,592)	-0,041 (0,900)

Valores en paréntesis indican nivel de significancia. *.Correlación significativa (-0.05).

Grado de dispersión del follaje, de la etapa botón y flor abierta con su correlación respectiva, para *S. bullosa*.



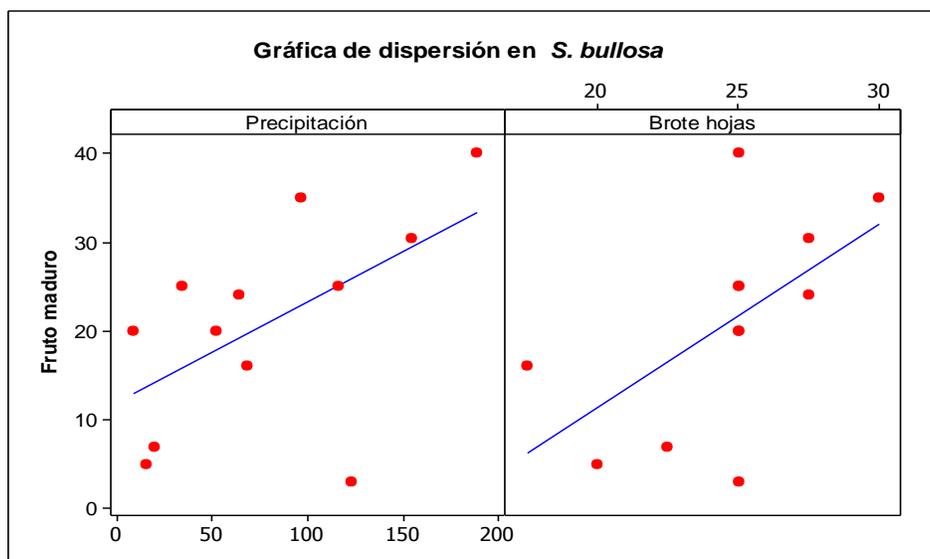
Anexo C. Análisis de correlación de Pearson de las etapas en *S. bullosa* vs follaje, brote de hojas y variables climáticas, para el año de estudio.

		Follaje	Brote de hojas	Precipitación	Temperatura	H. relativa
Botón	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	-0,459 (0,134)	- 0,123 (0,703)	0,107 (0,740)	-0,748** (0,005)	0,712** (0,009)
Flor abierta	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	0,497 (0,100)	- 0,823** (0,001)	-0,448 (0,144)	0,292 (0,358)	0,032 (0,922)
Fruto verde	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	-0,133 (0,681)	0,549 (0,064)	0,170 (0,597)	0,228 (0,475)	-0,525 (0,080)
Fruto maduro	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	-0,699 (0,011)	0,591 (0,043)	0,564 (0,050)	-0,498 (0,099)	0,168 (0,602)

Valores en paréntesis indican nivel de significancia. *.Correlación significativa (-0.05).

** . Correlación significativa (0.01).

Grado de dispersión de la etapa fruto maduro con su correlación respectiva, en *S. bullosa*.

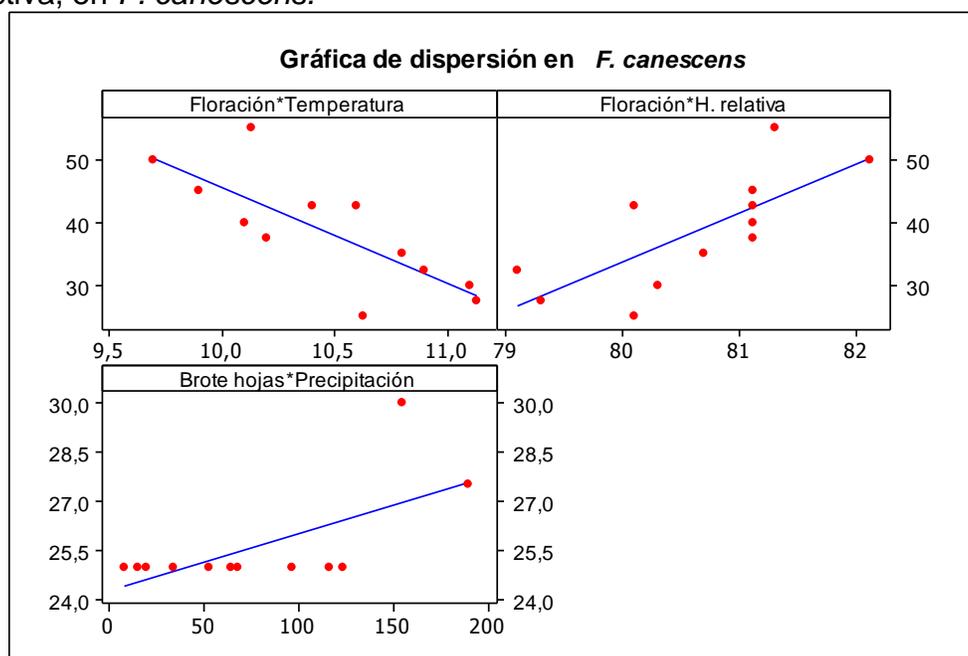


Anexo D. Análisis de correlación de Pearson de las fenofases en *F. canescens* vs caída de hojas, brote de hojas y variables climáticas, para el año de estudio.

		Caída de hojas	Brote de hojas	Precipitación	Temperatura	H. relativa
Floración	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	0,216 (0,501)	0,111 (0,732)	0,301 (0,341)	-0,785** (0,002)	0,732** (0,007)
Fructificación	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	0,034 (0,918)	0,014 (0,965)	0,386 (0,216)	-0,292 (0,358)	0,142 (0,660)
Caída de hojas	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p		0,140 (0,664)	-0,038 (0,906)	0,240 (0,453)	-0,347 (0,270)
Brote de hojas	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p			0,663 (0,019)	-0,124 (0,701)	0,231 (0,471)

Valores en paréntesis indican nivel de significancia. *.Correlación significativa (-0.05). **. Correlación significativa (0.01).

Grado de dispersión para la fenofase floración y brote de hojas con su correlación respectiva, en *F. canescens*.



Anexo E. Análisis de correlación de Pearson de las etapas en *F. canescens* vs caída de hojas, brote de hojas y variables climáticas, para el año de estudio.

		Caída de hojas	Brote de hojas	Precipitación	Temperatura	H. relativa
Botón	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	0,269 (0,398)	0,065 (0,842)	0,326 (0,301)	-0,777** (0,003)	0,700 (0,011)
Flor abierta	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	0,338 (0,283)	0,028 (0,930)	0,022 (0,946)	-0,492 (0,104)	0,461 (0,131)
Fruto verde	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	0,034 (0,918)	0,014 (0,965)	0,386 (0,216)	-0,292 (0,358)	0,142 (0,660)
Fruto maduro	Pearson Correlation = r Sig. (2-tailed) = p	0,115 (0,721)	0,683 (0,014)	0,744* (0,005)	-0,287 (0,366)	0,241 (0,450)

Valores en paréntesis indican nivel de significancia. *.Correlación significativa (-0.05). **. Correlación significativa (0.01).

Grado de dispersión para las etapas botón y fruto maduro con su correlación respectiva en *F. canescens*.

