

Fenofases del arbusto *Calliandra brenesii* (Fabaceae, Mimosoideae), Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes Mora, Costa Rica

Phenofases of the bush *Calliandra brenesii* (Fabaceae, Mimosoideae), Alberto Manuel Brenes Mora
Biological Reserve, Costa Rica

Liz Brenes Cambronero¹

Ronald Sánchez Porras²

Recibido: 21-8-2018

Aprobado: 21-11-2018

Resumen

El estudio consistió en observar las fenofases de *C. brenesii*, de caída de follaje, aparición de brotes foliares, floración y fructificación, durante 14 meses en el bosque tropical húmedo de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, así como el grado de asociación de las fenofases con la humedad relativa, precipitación y temperatura ambiental. La investigación se llevó a cabo desde agosto 2014 hasta octubre 2015. Se escogió por orden de aparición una muestra de diez individuos, a los cuales se les hicieron observaciones fenológicas a simple vista, gracias a la altura de estos arbustos (7 m máximo) una vez al mes. Tanto la caída de follaje ($n=10$; $r=-0,44$; $< 0,005\%$) como los brotes foliares estuvieron inversamente correlacionados con la precipitación. La floración tuvo dos períodos, el primero de agosto 2014 a marzo 2015 y el segundo de junio a setiembre 2015, por lo que se clasificó como subanual, y la fructificación ocurrió de setiembre 2014 a marzo 2015 y luego de abril a octubre 2015. La máxima producción de frutos fue en diciembre 2014.

Palabras claves: Mimosoidea, fenología, bosque tropical premontano, Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, floración subanual.

Abstract

The study consisted of observing the phenofases of *C. brenesii*, leaf abscission, appearance of buds, flowering and fruiting, during 14 months in the humid tropical forest of the Alberto Manuel Brenes Biological Reserve, as well as the degree of association of the phenophases with relative humidity, precipitation and environmental temperature. The study was carried out from August 2014 to October 2015. A sample of ten individuals was chosen in order of appearance, which were the object of phenological observations with the naked eye, thanks to the height of these bushes (7 m maximum), once a month. Both leaf abscission ($n=10$; $r= -0.44$; $< 0.005\%$) and buds were inversely correlated with precipitation. The flowering had two periods, the first from August 2014 to March 2015 and the second from June to September 2015, so it was classified as sub-annual and the fruiting occurred from September 2014 to March 2015 and after April to October 2015. The maximum Fruit production was in December 2014.

Key words: Mimosoidea, phenology, premontane tropical forest, Alberto Manuel Brenes Biologic Reserve, subannual flowering.

1 Docente investigadora en la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente, Sección de Biología, Costa Rica. Programa de Investigaciones en Gestión Sostenible de los Recursos Naturales. Correo electrónico llmbrenes@hotmail.com

2 Docente investigador en la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente, Sección de Biología, Costa Rica. Programa de Investigaciones en Gestión Sostenible de los Recursos Naturales. Correo electrónico ronald.rsr@gmail.com

I. Introducción

Calliandra significa estambres maravillosos (Rojas *et al.*, 2016) y es un género que se usa en jardines, parques, rotondas, entre otros. Zuchowski y Forsyth (2011) y Gargiullo *et al.* (2008) indican que *C. haematocephala* es originaria de Bolivia, muy común verla en Costa Rica en el Valle Central y alrededores, donde es muy utilizada como ornamental. Gargiullo *et al.* (2008) agregan que en Costa Rica hay 14 especies de *Calliandra*. Además, la totalidad de las especies se pueden aprovechar en horticultura.

De acuerdo con Gargiullo *et al.* (2008), todas las especies de este género tienen grupos de flores en forma de borla o pompones. En el caso de *C. surinamensis* puede presentar estambres de color rosado, rojo o blanco, muy llamativas (Rojas *et al.*, 2016). Zuchowski y Forsyth (2011) señalan que *C. haematocephala* es un arbusto grande de hojas compuestas y con flores de 7 cm de diámetro. Los largos filamentos de las anteras de color rojo intenso atraen colibríes. Por su parte, *C. brenesii*, cuyos nombres vernaculares son carbonero y pompón, tiene también una flor muy atractiva de color anaranjado intenso a rojo y, debido a que es un arbusto pequeño, hasta 7 m, podría ser utilizada también como una especie ornamental. Según Standley (1937), estos arbolitos o arbustos se caracterizan por tener foliolos de un par por pinna, de forma elíptico-lanceolados, con 90–180 mm de largo y 35–65 mm de ancho. Además, tienen capítulos esféricos, homomorfos, con pedúnculos axilares, de 3 cm de largo. Las flores son esencialmente glabras, tiene el cáliz tubular-campanulado, de 5 mm de largo y una corola de 8 mm de largo, la cual es membranosa, con filamentos rojo-purpúreos, tubo estaminal generalmente exerto. Su fruto es una vaina coriácea y glabra que contiene semillas caféas con forma elíptica.

La *C. brenesii* se distribuye en bosques siempreverdes y nebliselvas, zonas atlántica y norcentral de Costa Rica (Standley, 1937), así como en el sotobosque húmedo premontano, localizado en tierras altas de Alajuela, Costa Rica (Barneby, 1998). Este último autor la considera una especie rara al igual que la Unión para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (2017).

La UICN (2017) incluye en la lista roja a *C. brenesii* y añade que no hay datos específicos actuales disponibles relacionados con el tamaño de población de este taxón. Se sabe que *C. brenesii* está en un número de áreas protegidas reconocidas internacionalmente, como en el caso de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (ReBAMB). No obstante, el rango de la especie es bastante restringido. El taxón se beneficiaría de un monitoreo para comprender mejor la estabilidad de la población. Actualmente esta especie está clasificada como casi amenazada.

El género *Calliandra* tiene gran potencial como planta ornamental, combustible, leña, forraje para ganado, manufactura de carbón, lámina de goma, mejoramiento de fertilización de suelo, cercas vivas, prevención de erosión, fuente de néctar y polen para miel de abeja (Macqueen y Hernández, 1997; Hernández-Conriquez *et al.*, 2007), y dado a tan exigua información sobre esta especie, es que se hace necesario estudiar su biología reproductiva y su comportamiento fenológico.

De acuerdo con Boyle y Bronstein (2012), la información sobre la descripción básica de los patrones fenológicos tropicales y de los procesos que los afectan es muy escasa. Los estudios de floración y fructificación a nivel comunitario han sido de gran importancia, pero no permiten determinar la variabilidad fenológica intraespecífica, la cual es importante para analizar el comportamiento estacional de las plantas en términos ecológicos y evolutivos (Van Schaik *et al.*, 1993; Newstrom *et al.*, 1994; Williams-Linera y Meave, 2002; Hamann, 2004).

De esta manera, la presente investigación tiene como fin observar las fenofases de *C. brenesii* de caída de follaje, aparición de brotes foliares, floración y fructificación, durante 14 meses en la ReBAMB, así como el grado de asociación de las fenofases con la humedad relativa, precipitación y temperatura ambiental.

II. Materiales y Métodos

La presente investigación se realizó en el área de amortiguamiento, sector San Lorenzo, de la ReBAMB de agosto del 2014 hasta octubre 2015. La ReBAMB se ubica en la parte sur de la Cordillera de Tilarán, Costa Rica (coordenadas 0439494E y 1131058N), tiene una precipitación promedio de 3500 mm, temperatura promedio 21°C y la zona de vida bosque pluvial premontano (Brenes, 1999).

La selección de los 10 individuos de *C. brenesii* se realizó en una distancia de 100 m en el sendero la Fila, esto se hizo por orden de aparición. Fournier y Charpantier (1975) mencionan que para el estudio fenológico de la vegetación tropical es recomendable el empleo de una muestra de 10 individuos por especie, seleccionada por orden de aparición en el bosque. Los arbustos muestreados se marcaron y se georreferenciaron en coordenadas CRTM05, en el sendero la Fila, a una altitud comprendida entre 999 y 1002 msnm (Figura 1).

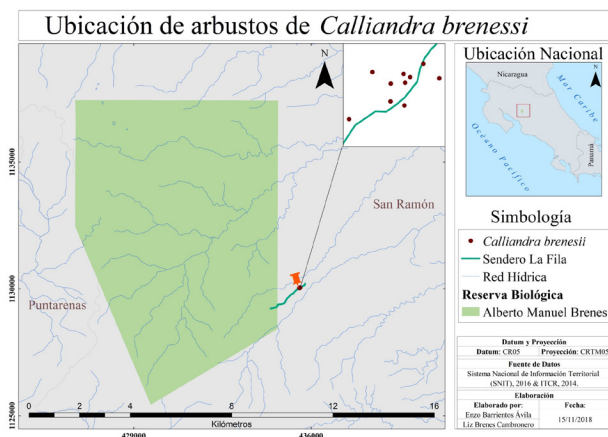


Figura 1. Ubicación de los individuos de *C. brenesii* en el sendero de la Fila del Volcán Muerto, ReBAMB.

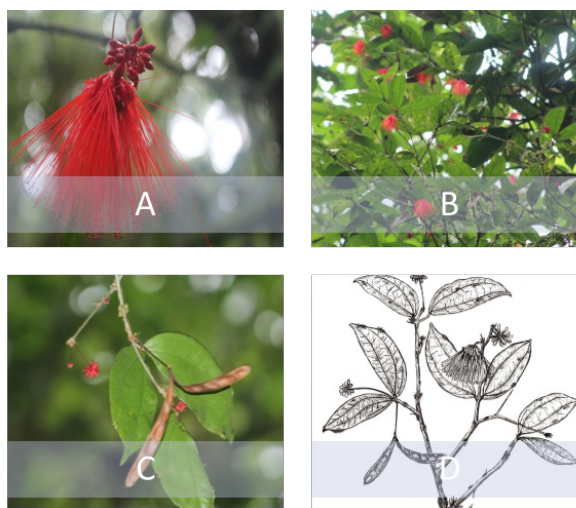
Los individuos muestreados de *C. brenesii* Fabaceae (Mimosoidea) (L. Brenes Cambronerero 61 [USJ]) tenían una media de diámetro a la altura del pecho (DAP) de 29,6 cm (medida a una altura de 1,30 m y sumadas todas sus ramas) y una altura en promedio de 4,3 m, aunque el arbusto más alto alcanzó una altura de 7 m (Cuadro 1), lo que coincide con Ortiz-Rodríguez *et al.* (2015), quienes señalan que esta especie llega a medir hasta 7 m de altura.

Cuadro 1. Altura y diámetro de los ejes observados de *C. brenesii* (n=10), ReBAMB, Costa Rica. Agosto 2014- octubre 2015.

No. Individuo	Altura X (m)	Diámetro X (cm)
1	4	20
2	4	30
3	5	64
4	4	15
5	2,5	15
6	4	15
7	7	51
8	3,5	28
9	4	29
10	4,6	29
Media	4,3	29,6

A los ejes de *C. brenesii* se le evaluaron las fenofases de caída de follaje (cf), aparición de brotes foliares (br), floración (fl) y fructificación (fr), (Figura 2). Se estudiaron estas fenofases debido a que son las más importantes para determinar el comportamiento básico de la especie.

Figura 2. Flor (A), floración(B), botones florales, hojas y frutos (C), ilustración (D) de *C. brenesii* (n=10). Imágenes tomadas de agosto 2014 a octubre 2015. Sendero Fila Volcán Muerto, ReBAMB.



Se hicieron observaciones a simple vista de cada uno de los individuos muestreados. Esto por su baja altura (7 m máximo). Las observaciones fenológicas se realizaron una vez por mes y con escala de 0 a 4, donde 0 es ausencia de la etapa fenológica, 1 corresponde desde 1% hasta 25%, 2 comprende desde 26% hasta 50%, 3 desde 51% a 75% y 4 de 76% a 100% de presencia en la fenotapa (Fournier, 1974).

Además, se utilizaron correlaciones lineales calculadas con los datos promedios de 10 años de la estación meteorológica de la ReBAMB. La humedad relativa, precipitación y temperatura se correlacionaron con caída de follaje, aparición de brotes foliares, floración y fructificación.

III. Resultados y Discusión

Los arbustos de *C. brenesii* presentaron caída de follaje durante el estudio, a excepción de la primera observación, en agosto de 2014. Hubo tres momentos con mayor caída de follaje, en diciembre de 2014 y febrero y mayo 2015. Por su parte, Camargo - Ricalde *et al.* (2004), en un estudio realizado en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, estados de Puebla y Oaxaca, México, temperatura promedio de 20 ° C, en siete especies de *Mimosa* (Fabaceae - Mimosoideae): *Mimosa adenantheroides*, *M. calcicole*, *M. lacerate*, *M. luisana*, *M. polyantha*, *M. purpusii* y *M. texana*, observaron que todas estas especies son deciduas, dado que pierden su follaje durante la época seca, de octubre a marzo.

En la ReBAMB, Brenes y Di Stéfano (2001) realizaron una investigación en otra familia de plantas, en específico el árbol *Warszewiczia uxpanapensis* sin. *Elaeagia uxpanapensis* (Rubiaceae), el cual siempre mostró caída de follaje durante cinco años de estudio. Lo anterior coincide con lo registrado por Brenes y Sánchez (2017) para la especie *Talauma gloriensis* (Magnoliaceae), la cual tuvo el mismo comportamiento, así como *Calliandra brenesii*, que fue objeto de la presente investigación. Al parecer la caída del follaje depende de las condiciones ambientales de la ReBAMB.

Los brotes foliares se encontraron durante toda la investigación, menos en agosto 2014. Los valores de esta fenotapa fueron relativamente bajos, de 0 a 1,7 (Figura 3). El pico más alto de brotación fue setiembre 2014, lo

que se traslapó con la mayor caída de follaje. Otros puntos máximos de brotes fueron en febrero y marzo de 2015, un mes después de los picos relativamente altos de caída del follaje (Figura 3).

La floración (Figura 2) tuvo dos períodos, el primero de agosto 2014 a marzo 2015 y el segundo de junio a setiembre 2015. De acuerdo con Newstrom *et al.* (1994), esta corresponde a una especie con floración subanual (floración con más de un ciclo por año), (Figura 3). Ochoa *et al.* (2008), en un estudio de especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México, mostraron que seis géneros de la familia Fabaceae tuvieron tres picos de floración en marzo-abril, en agosto y en noviembre-diciembre, lo cual indica que algunas plantas de esta familia, presentes en el bosque tropical húmedo, tienen floración subanual al igual que *C. brenesii*.

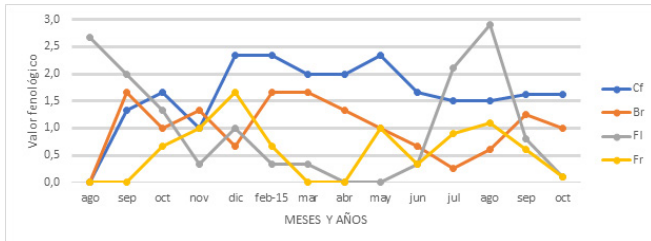
Asimismo, Madeira y Fernandes (1999) indican que las especies arbustivas de *Chamaecrista* (Fabaceae) *C. cipoana* y *C. semaphora* tienen su floración de mayo a setiembre, en tanto que el árbol *C. dentata* presentó floración durante todo el año. Este estudio fue realizado en Serra do Cipo, al sureste de Brasil.

La floración de *C. brenesii* presentó en este estudio períodos de floración hasta de ocho meses, sumado al tamaño y forma del arbusto, además de lo llamativo de sus flores, por su anatomía y color, hacen que esta especie sea muy atractiva para cultivarla y su posterior uso ornamental en paisaje urbanístico.

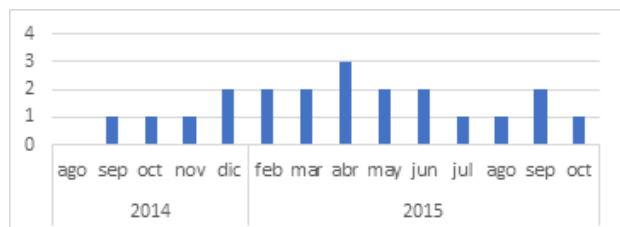
Según Zuchowski (2007), *Calliandra haematocephala* y *Calliandra surinamensis* son dos especies de este mismo género, que son utilizadas como ornamentales y se pueden observar en aceras y jardines.

Por su parte, los frutos de *C. brenesii* ocurrieron de setiembre 2014 a marzo 2015 y luego de abril a octubre 2015. La máxima producción de frutos con un valor de 1,7 fue en diciembre 2014 (Figura 3). Zuchowski (2007) indica que *Calliandra haematocephala* y *Calliandra surinamensis* tienen registradas la floración y fructificación de octubre a febrero, de igual forma las flores también se pueden ver en otros meses, por lo que estos datos coinciden parcialmente con los de este estudio.

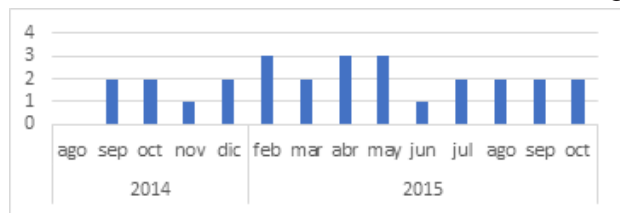
Figura 3. Dendrofenograma de *C. brenesii* (n=10) agosto 2014 a octubre 2015, ReBAMB, Costa Rica. (cf: caída de follaje, br: brotes foliares, fl: floración, fr: fructificación)



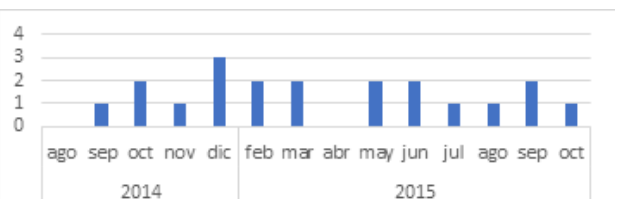
El comportamiento fenológico de los individuos 3, 6, 8 y la media de la población varió entre estos. En cuanto a caída de follaje, los ejes 3, 6, 8 difieren del promedio y sobresale el arbusto 8, en especial debido a que, en el mes de abril, no tiene caída de follaje (Figura 4). Del mismo modo, la caída de follaje en las especies de árboles de bosques tropicales lluviosos puede darse en cualquier época del año (Richards ,1996). La *C. brenesii*, al igual que otras especies del bosque de la ReBAMB, presentó caída de follaje durante todo el estudio, excepto en junio 2014, en el que este fenómeno no ocurrió.



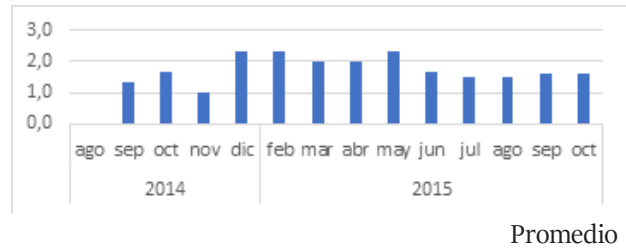
3



6



8



Promedio

Figura 4. Promedio total (T) (n=10) de caída de follaje en tres de los ocho arbustos estudiados y tomados al azar (3, 6, 8 de *C. brenesii*).

El máximo valor observado en brotes foliares fue 1,7, en setiembre 2014, febrero y marzo 2015. Sin embargo, a escala individual los ejes 3 y 8 alcanzaron un valor máximo de tres en marzo 2015 y setiembre 2014 respectivamente (Figura 5).

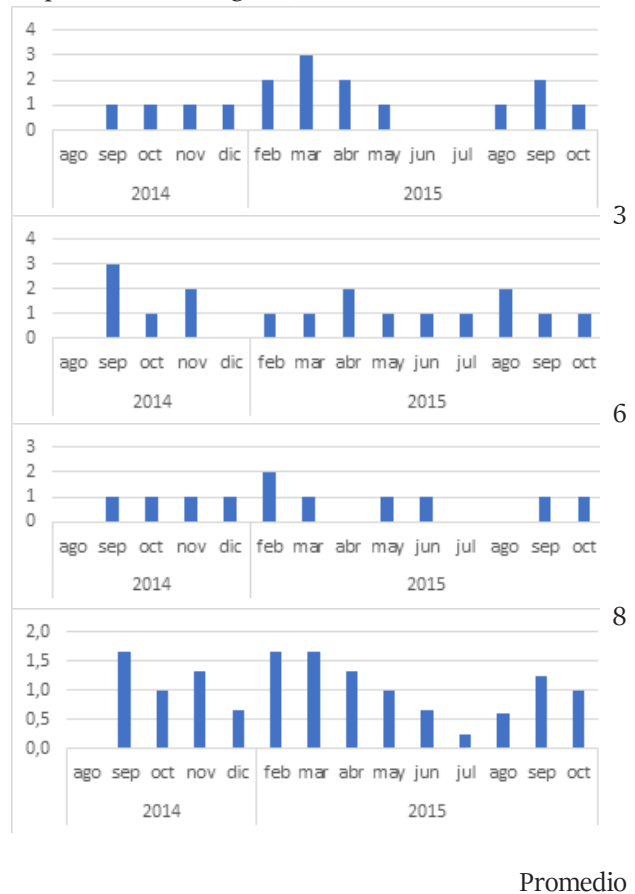
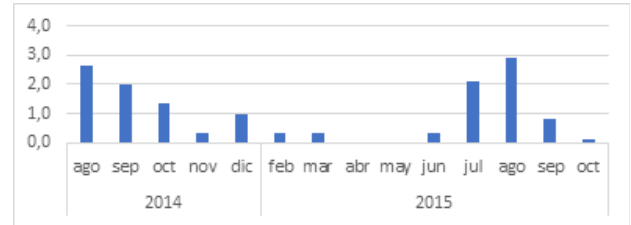


Figura 5. Promedio total (T) (n=10) de brotes en tres de los ocho arbustos estudiados y tomados al azar (3, 6, 8 de *C. brenesii*).

En relación con la floración, se puede observar que el arbusto 8 floreció durante casi todo el período de la investigación, excepto en abril y mayo 2015. Lo anterior coincide con el promedio, en tanto que los ejes 3 y 6 tuvieron valores distintos. En algunos de los arbustos fue posible ver brotes florales y flores maduras al mismo tiempo (Figura 2). Hernández-Conrique y Ornelas (2007), en un estudio realizado en México, indican que existe una variación en la cantidad y calendarización de la producción de flores y néctar en el género *Calliandra*, en específico, para *Calliandra longipedicellata*.

Las diferencias intraespecíficas de la fenoe etapa de floración podría deberse a variaciones genéticas. Según Márquez *et al.* (2010), las especies forestales, sus poblaciones y familias están constituidas por un conjunto de individuos que comparten características generales pero que, a su vez, difieren totalmente en sus genotipos, de tal manera que aquellas cualidades que las agrupan junto con las invisibles medias de interacción genética, le dan identidades generales a cada una de las expresiones iniciales (especies, poblaciones y familias). En *Calliandra*, esta variación ofrece oportunidades futuras para investigar consecuencias ecológicas y evolutivas de patrones de producción de néctar (Hernández- Conrique y Ornelas, 2007).

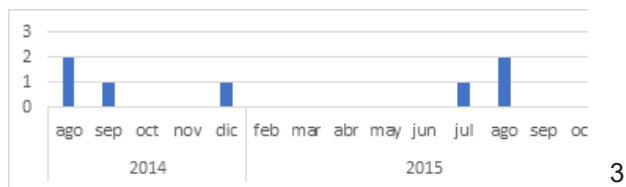


Promedio

Figura 6. Promedio total (T) (n=10) de flores en tres de los ocho arbustos estudiados y tomados al azar (3,6,8 de *C. brenesii*).

En la figura 7, se nota que los arbustos de *C. brenesii* se comportaron diferentes entre sí, si se compara con la media de la muestra. El período de fructificación más prolongado fue de cinco meses en el individuo 8 y de seis para el promedio. Además, se evidenció que las vainas son dehiscentes.

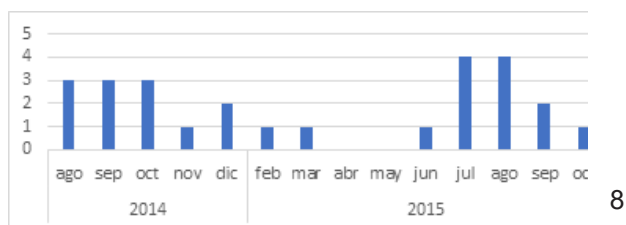
Se sabe que la producción de semillas de arbustos es variable entre las especies, las regiones y los años (Márquez *et al.*, 2010) y en individuos de poblaciones como en la presente investigación. Por ejemplo, Etcheverry y Trucco (2005), en un estudio realizado en Argentina con *Erythrina falcata* (Fabaceae: Papilionoideae), obtuvieron resultados de fructificación de cuatro meses (agosto-noviembre) en esta especie. Asimismo, Camargo - Ricalde *et al.* (2004), en otra investigación hecha en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, estados de Puebla y Oaxaca, México, con temperatura promedio de 20° C, en siete especies de *Mimosa* (Fabaceae - Mimosoideae): *Mimosa adenantheroides*, *M. calcicole*, *M. lacerate*, *M. luisana*, *M. polyantha*, *M. purpusii* y *M. texana*, encontraron que el período de fructificación entre estas especies fue bastante variable, pero que toma lugar durante la estación lluviosa de mayo a setiembre. Las causas de estas variaciones según Marquez *et al.* (2010) en general son poco entendidas, probablemente debido a que son muchas y variadas y a que pueden actuar en diferentes estadios del ciclo reproductivo.



3



6



8

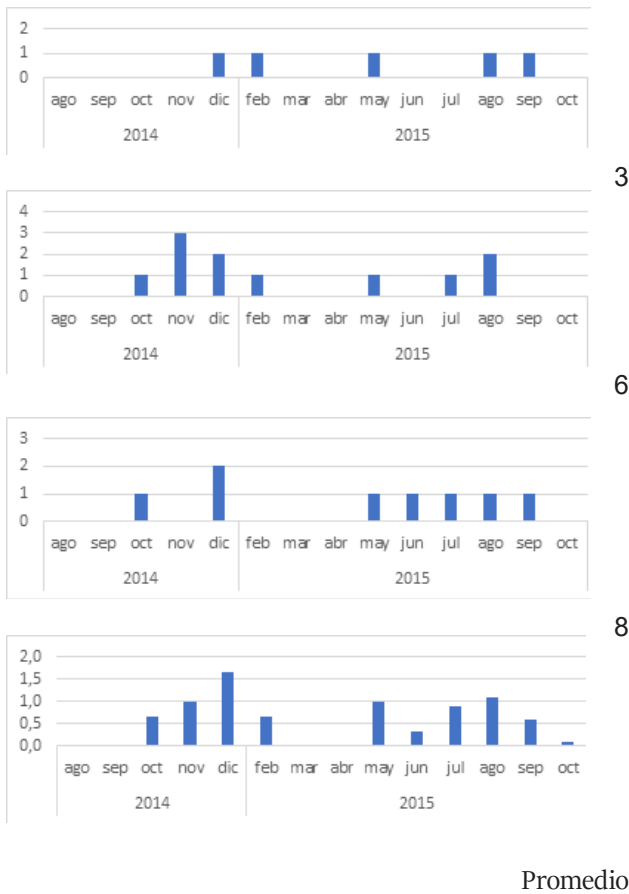


Figura 7. Promedio total (T) (n=10) de frutos en tres de los ocho arbustos estudiados y tomados al azar (3, 6, 8 de *C. brenesii*).

La caída de follaje estuvo inversamente correlacionada con la precipitación y temperatura (n=10; r=-0,44; < 0,005%), (n=10; r=-0,33; < 0,005%). La fenofase de caída de follaje aumenta conforme la disminución de la precipitación, época en que especies como *Pterocarpus hayesii* e *Inga leonis* (Fabaceae) (Romich *et al.*, 1996) también pierden el follaje debido a que posiblemente hay menor cantidad de agua en el suelo (Sprenger *et al.*, 1996).

La aparición de brotes fue inversamente correlacionada con precipitación y humedad relativa (n=10; r=-0,33; < 0,005%), (n=10; r=-0,33; < 0,005%). El comportamiento fenológico en cuanto a brotes foliares, en relación con parámetros climatológicos, parece contrario a lo observado por Ortiz y Fournier (1983), quienes indicaron que es evidente la existencia de una correlación estrecha entre la brotadura, la precipitación y la temperatura en

los tres estratos del bosque en la región de Cataratitas de San Ramón, lugar que forma parte de la zona de influencia del sitio de estudio de esta investigación.

La floración de *C. brenesii*, tuvo una tendencia a correlacionarse con precipitación (n=10; r= 0,32; <0,005%) e inversamente proporcional con humedad (n=10; r=-0,27; < 0,005%) y no así con la temperatura. Bachiega *et al.* (2008) encontraron, en remanentes de bosque tropical lluvioso de sabana y en porciones arborizadas de individuos plantados o nacidos en el *campus* de la Universidad Federal de Mato Grosso, al sur de Brasil, que *Dipteryx alata* (Leguminosae-Papilionoideae) floreció sincrónicamente con la estación lluviosa, por cuatro a seis meses tal y como se presentó en *C. brenesii*. Por su parte, la fructificación de *C. brenesii* tuvo una tendencia a correlacionarse con la humedad (n=10; r=0,29; < 0,005%) y estuvo inversamente correlacionado con la temperatura (n=10; r=-0,42; < 0,005%).

Bachiega *et al.* (2008) observaron que *Dipteryx alata* (Leguminosae-Papilionoideae) fructificó dos meses después del comienzo de la floración y se extendió hasta el próximo evento reproductivo, que comenzó en noviembre de 2005, de modo que en las plantas hay frutos desarrollados, en dispersión, prácticamente todo el año. El pico de fructificación ocurrió en la estación seca, principalmente de marzo a julio en 2005 y de mayo a agosto en 2006.

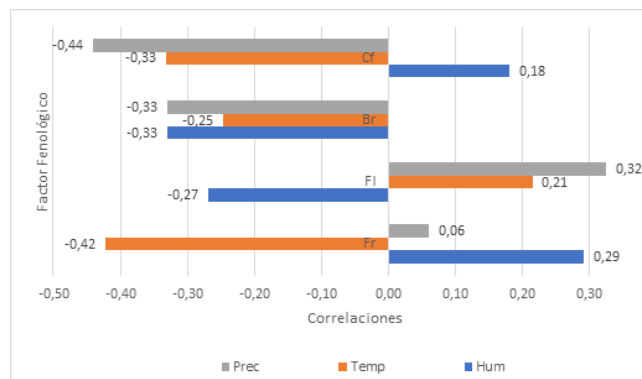


Figura 8. Correlaciones lineales (n=10) entre 1: caída de follaje (cf), 2: brotes (br), 3: floración (fl), 4: fructificación (fr) con precipitación (Prec), temperatura (Temp) y humedad relativa (Hum), en *C. brenesii*, Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, Costa Rica.

En general, se debe indicar que el 2014 fue un año neutro-transición al fenómeno del Niño, y en el 2015 se presentó este fenómeno (Climate Prediction Center, 2018). Este aspecto climatológico debe considerarse para este estudio por las posibles alteraciones y respuestas que sufre la vegetación en su comportamiento fenológico ante este fenómeno.

IV. Agradecimientos

Se agradece a la Vicerrectoría de Investigación, Coordinación de Investigación de la Sede de Occidente, ambas de la Universidad de Costa Rica, por el financiamiento para realizar la presente investigación. También a Brayan Morera por su apoyo en las labores de campo, a Ronald Sánchez Brenes por su apoyo, a Enzo Barrientos Ávila por la confección del mapa y a Juan Gabriel Parra López por la ilustración de *C. brenesii*.

V. Bibliografía

- Bachiega – Oliveira, M. y Sigrist, M.R. (2008). Fenología reproductiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae-Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, 31(2), 195 – 207.
- Boyle, A. y Bronstein, J. (2012). Phenology of tropical understory trees: patterns and correlates. *Revista Biología Tropical*, 60 (4). Recuperado de: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442012000400002
- Brenes Cambronero, L. (1999). Autoecología de *Elaeagia uxpanapensis* D. Lorence (Rubiaceae), en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, San Ramón, Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. 116 p.
- Barneby, R. (1998). Silk Tree, Guanacaste, Monkey's Earring: A Generic System for the Synandrous Mimosaceae of the Americas. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, Volume 74, Part III. *Calliandra* 142-143 p.
- Brenes Cambronero, L. y Di Stefano, J.F. (2001). Comportamiento fenológico del árbol *Elaeagia Uxpanapensis* (Rubiaceae), en un bosque pluvial premontano de Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, 49 (3-4), 989-999.
- Brenes Cambronero, L. y Sánchez, R. (2017). Fenología de *Talauma gloriensis* Pittier (Magnoliaceae), Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, (17), 11-22 p.
- Camargo-Ricalde, S., Shivcharn, S. y García-García, V. (2004). Phenology, and seed production and germination of seven endemic *Mimosa* species (Fabaceae-Mimosoideae) of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 58, 423 – 437.

- Climate Prediction Center. (2018). Cold & Warm Episodes by Season. En línea recuperado de: www.origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php
- Etcheverry, A. y Trucco, C. (2005). Reproductive Biology of *Erythrina falcata* (Fabaceae: Papilionoideae). *Biotropica*, 37(1), 54-63 p.
- Fournier, L. (1974). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Revista Turrialba*, 24 (4), 422-423.
- Fournier, L., Charpentier, C. (1975). El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de las especies tropicales. *Revista Turrialba*, 2, 45-47.
- Gargiullo, M.B., Magnuson, B. y Kimball, L. (2008). A field guide to plants of Costa Rica. Ed Zona Tropical, China, 120.
- Hamann, A. (2004). Flowering and fruiting phenology of a Philippine submontane rain forest: climatic factors as proximate and ultimate causes. *J. Ecol.*, 92, 24-31.
- Hernández- Conrique, D.H. y Ornelas, J.F. (2007). Nectar production of *Calliandra longipedicellata* (Fabaceae: Mimosoideae), an endemic mexican shrub with multiple potential pollinators. *Biotropica*, 39 (4), 459-467.
- Hernández- Conrique, D.H. y Ornelas, J.F, García-Franco, J. y Vargas, F. (2007). Nectar Production of *Calliandra longipedicellata* (Fabaceae: Mimosoideae) an Endemic Mexican Shrub with Multiple Pollinators). *Biotropica*, 39 (4), 459-467 p.
- Madeira, J.A, y Fernandes, G.W. (1999). Reproductive fenology of sympatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, (15), 463-479 p.
- Márquez, J., Alba, J., Mendizábal-Hernández, L., Ramírez-García, E., Cruz-Jiménez, H. (2010). La Fenología Reproductiva y el Manejo de los Recursos Forestales. *Foresta Veracruzana*, 12 (2), 35-38.
- Mcqueen, D. y Hernández, H. (1997). A Revision of *Calliandra* Series Racemosae (Leguminosae: Mimosoideae). *Kew Bulletin* (52), 1-50p.
- Newstrom, L.E., Frankie, G.W. y Baker, H.G. (1994). "Una nueva clasificación para la fenología de plantas basada en patrones de floración en los árboles de tierras bajas del bosque lluvioso, de la Selva, Costa Rica". *Biotrópica*, 26 (2), 141- 159.
- Ochoa-Gaona, S., Pérez, I. y De Jong, B. (2008). Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. *Revista Biología Tropical*. 56 (2), 657-673.
- Ortiz, R. y Fournier, L.A. (1983). Comportamiento fenológico de un bosque pluvial de premontano en Cataratitas de San Ramón, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 31: 69-74.
- Ortiz-Rodríguez, A., Hernández, H. y Pérez-Farrera, M. (2015). *Calliandra bifoliata* (Leguminosae, Mimosoideae), a new species from Chiapas, Mexico, with notes on *C. brenesii*, *C. grandifolia*, and *C. laevis*. *Brittonia*, (7), 173-179.
- Rojas, F., Bermúdez, G. y Jiménez, Q. (2016). Plantas ornamentales del trópico. II ed. Cartago, Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Romich, B., Breckle, W y Ortiz Vargas, R. (1996). Morfología, fenología y exposición a la luz de *Inga leonis* y *Pterocarpus hayesii*. *Revista Pensamiento Actual*, 2, 21-31.
- Richards, P. W. (1996). The Tropical Rain Forest. Cambridge, Londres. 575 p.

Sprenger, A., Breckle, W y Ortiz Vargas, R. 1996. Investigaciones ecológicas y demográficas sobre *Plinia salticola* (Myrtaceae) en un bosque húmedo premontano en Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, 2, 45-52.

Standley, P.C. (1937). Flora of Costa Rica, Part II. Studies of tropical American phanerogams. *Botanical Series*, 18 (2), 491.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (2017). *Calliandra brenesii*. En línea Recuperado de: <http://www.iucnredlist.org/details/19891720/0>

Van Schaik, P., Terborgh W. y Wright J. (1993). The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 24, 353-377

Williams-Linera, G. y Meave, J. (2002). Patrones fenológicos. En Guariguata MR, Kattan GH (Eds.) *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. San José, Costa Rica: Tecnológica.

Zuchowski, W. (2007). *Tropical Plants of Costa Rica, A guide to native and exotic flora*. Cornell University Press, Ithaca y Londres.

Zuchowski, W y Forsyth, T. (2011). *Árboles Tropicales de Costa Rica*. Ed Zona Tropical, China, Pp 71.