

*Ciencia e Ingeniería*

Revista Interdisciplinaria de Estudios en Ciencias

Básicas e Ingenierías

ISSN 2389-9484

Año 2026, enero-junio, Vol. 13, N.º 1, e17773007

Facultades de Ciencias Básicas y Aplicadas e Ingeniería.

Universidad de La Guajira

La Guajira, Riohacha, Colombia

<http://revistas.uniguajira.edu.co/index.php/cei>

Este documento fue depositado en Zenodo. DOI:

<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17773007>ARK: <https://n2t.net/ark:/60540/17773007>**Miguel Ángel Madera Deluquez**<https://orcid.org/0009-0006-4402-3193>

Mamadera@uniguajira.edu.co

Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia

**Jeisson Daniel Romero Ferrer**<https://orcid.org/0009-0007-4440-2019>

Jdanielromero@uniguajira.edu.co

Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia

**Julio César Acuña-Vargas\***<https://orcid.org/0000-0001-6379-7334>

Jcacuna@uniguajira.edu.co

Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia

# ASPECTOS FENOLÓGICOS DE CINCO ESPECIES ARBÓREAS DE LA FAMILIA FABACEAE EN ZONAS ÁRIDAS, PARAGUACHÓN, LA GUAJIRA, COLOMBIA

Phenological aspects of five tree species of the Fabaceae family in arid areas, Paraguachón, La Guajira, Colombia

**RESUMEN**

Se realizó un seguimiento fenológico durante 12 meses a cinco especies de la familia Fabaceae. De cada especie se escogieron 10 individuos con CAP superior a 20 cm y en edad reproductiva, los especímenes se marcaron consecutivamente, las fenofases fueron evaluadas considerando la actividad presente en la copa del árbol al momento de realizar la observación. La intensidad de las fases fue evaluada de manera independiente, cada quince días, aplicando la escala semicuantitativa de cinco categorías, con intervalos del 25 % entre ellas. Se registró que las especies responden de diferente manera a los periodos secos o de lluvias, e.g. *Mimosa arenosa* presentó todas las fenofases durante el periodo de lluvias mayores; *Vachellia farnesiana*, registró sus fenofases activas durante todos los muestreos, cesando la fructificación durante la época seca; *Neltuma juliflora*, registró foliación durante todo el año, mientras que su floración y fructificación cesó durante la época de lluvias; *Senna atomaria*, registró su foliación durante las lluvias, contrario a su floración; *Libidibia coriaria*, aumentó el follaje durante las lluvias, presentando su floración y disminución de la fructificación después de estas. Los estudios en fenología de especies del bosque seco tropical son una oportunidad para conocer el funcionamiento de las especies que componen este bioma, estos estudios son insumo para la planeación y ejecución de acciones de manejo en ecosistemas tropicales.

**Palabras clave:** Bosque seco tropical; Zonobioma desértico tropical; Fenofases; Periodos climáticos.

**ABSTRACT**

Phenological monitoring was carried out for 12 months on five species of the Fabaceae family. From each species, 10 individuals with CAP greater than 20 cm and of reproductive age were chosen, the specimens were marked consecutively, the phenophases were evaluated considering the activity present in the tree canopy at the time of observation. The intensity of the phases was evaluated independently, every two weeks, applying the semi-quantitative scale of five categories, with intervals of 25 % between them. It was recorded that species respond differently to dry or rainy periods, e.g. *Mimosa arenosa* presented all phenophases during the period of greatest rainfall; *Vachellia farnesiana* recorded its active phenophases during all samplings, ceasing fruiting during the dry season; *Neltuma juliflora* recorded foliation throughout the year, while its flowering and fruiting ceased during the rainy season; *Senna atomaria*, recorded its foliation during the rainy season, contrary to its flowering; *Libidibia coriaria*, increases its foliage during the rainy season, presenting its flowering and decreased fruiting after these. Phenological studies of tropical dry forest species provide an opportunity to understand the functioning of the species that comprise this biome. These studies are useful for planning and implementing management actions in tropical ecosystems.

**Keywords:** Tropical dry forest; Tropical desert zonobiome; Phenophases; Climatic periods.

Recibido: 12-02-2025

Aceptado: 15-08-2025

Publicado: 02-01-2026



## INTRODUCCIÓN

La fenología es una disciplina que a través de la ecología busca recopilar información sobre la influencia de los elementos del clima en el desarrollo vegetativo y reproductivo de las especies (Duartes-Vargas et al., 2020; Rodríguez-Barbero, 2009; Urrego & Del Valle, 2001). Los estudios fenológicos permiten analizar el comportamiento y la dinámica de la biota en relación con las condiciones climáticas (Da Silva & Maranzón, 1994; Hechavarria, 1998). Dentro de las estrategias propuestas para mitigar problemas ambientales como el calentamiento global, mejorar sistemas forestales y programas de conservación de vida silvestre con especies tropicales, se han considerado los estudios fenológicos (Castillo et al., 1992; Justiniano & Fredericksen, 2000; Chuine & Beaubien, 2001; Mantovani et al., 2003; Tolora & Morellato, 2000; Vélchez & Rocha, 2004).

La evaluación fenológica de las especies arbóreas del bosque seco tropical (BsT) se ha desarrollado frecuentemente con propuestas metodológicas, no estandarizadas, las cuales comprenden desde las observaciones biológicas y toma de datos, hasta su correlación y análisis (Bencke & Morellato, 2002a; Cárdenas-Henao et al., 2015; Duarte-Vargas et al., 2020; Fournier, 1978; Fournier & Charpentier, 1975; Hechavarria, 1998; Vanegas, 1976).

Los estudios fenológicos realizados en la zona tropical han empleado la metodología propuesta por Fournier (1974; 1978), llegando a ser la más reconocida y empleada para estimar la intensidad de las fenofases, ajustada dependiendo del interés y profundidad del estudio (Planchuelo, 1988; Silva et al., 2014). Frecuentemente los estudios fenológicos con especies arbóreas tropicales han evaluado fases de foliación, floración y fructificación, correlacionándolas con los registros de temperatura y precipitación en el área de estudio (Bencke & Morellato, 2002a; Cárdenas-Henao et al., 2015; Dunham et al., 2018; Ochoa-Gaona et al., 2008; Urrego & Del Valle, 2001).

Evaluar fenológicamente las especies arbóreas tropicales resulta complejo ya que suelen presentarse patrones irregulares de difícil reconocimiento (Bencke & Morellato, 2002a), frecuentemente los estudios de corto plazo han realizado observación directa para estimar la intensidad con que se expresan las fases (Urrego & Del Valle, 2001). Estos estudios se pueden desarrollar en un periodo de tiempo limitado o indefinido dependiendo de sus objetivos *i. e.*, un ciclo fenológico completo inicia con la germinación de la semilla hasta la caída de frutos maduros, algunas especies tropicales tardan en alcanzar la madurez fisiológica y producir frutos maduros en periodos aproximados de tres a cinco años (Fuentes et al., 2000; Bencke & Morellato, 2002b; Cárdenas-Henao et al., 2015).

Algunos autores basados en la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1978), han definido a Colombia como un país megadiverso y tropical, con variedad en la formación de ecosistemas y pisos térmicos; desde el costero tipo desierto hasta la formación de nevados (Cuatrecasas, 2017). Los estudios desarrollados para conocer la dinámica y composición del bosque tropical (BT) han sido principalmente direccionado a los bosques húmedos tropicales (Jiménez et al., 2017). Estos ecosistemas pierden especies nativas y coberturas naturales producto de la transformación por actividades antrópicas y el crecimiento urbanístico acelerado (Jiménez et al., 2017).

Los estudios relacionados a la composición florística del BsT en el norte de Colombia no han sido específicos, resultando ser limitado el conocimiento científico de la flora y su comportamiento en el

Caribe colombiano (Berdugo-Lattke & Rangel-Ch, 2015; Cuatrecasas, 2017). La composición vegetal de esta región ha sido descrita como BsT y algunos autores coinciden en afirmar que es probablemente la formación ecosistémica más extensa, explotada y menos estudiada en este país (Cuatrecasas, 2017; Jiménez et al., 2017).

La península de La Guajira, territorio dividido entre la República de Colombia (La Guajira colombiana) y la República Bolivariana de Venezuela (La Guajira venezolana), especialmente en la zona norte “Península de La Guajira colombo-venezolana”, se encuentra representada en gran parte de sus tierras bajas por el bioma BsT. Sus factores bióticos y abióticos son típicos del eje latitudinal de otras zonas semiáridas de Venezuela (Rzedowski, 1988), con similitud en el comportamiento del clima y composición vegetal (Sánchez et al., 2004; Jiménez et al., 2017), en donde se señala que las formaciones vegetales con características xéricas presente en Venezuela, están influenciadas por los vientos alisios, las elevadas temperaturas y poca precipitación, por lo que la evapotranspiración logra superar la precipitación generando un déficit hídrico (Ewel & Madriz, 1968).

La caracterización y descripción de la biota de La Guajira se ha venido construyendo mediante aportes hechos por diferentes autores que se presentan cronológicamente como: Dugand (1941), Hernández et al. (1963), Espinal & Montenegro (1963), Rieger (1976), González (1980), Zambrano (1994), Rodríguez-Mahecha & Márquez (2008); Vera et al., (2009), Rosado-Vega & Moreno-Fernández (2010), Pinilla-Agudelo & Zuluaga-Ramírez (2014) y Cuatrecasas (2017), con estudios en diferentes localidades y diferentes intereses y enfoques.

Este estudio aporta información de aspectos de la fenología de algunas de las especies más frecuentes de la familia Fabaceae en el BsT de La Guajira (*Neltuma juliflora*, *Mimosa arenosa*, *Libidibia coriaria*, *Senna atomaria* y *Vachellia tortuosa*), en una localidad con escasos registros sobre su biodiversidad, el corregimiento de Paraguachón, Maicao, La Guajira – Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El corregimiento de Paraguachón está ubicado al nororiente del municipio de Maicao, La Guajira (Colombia), en zona limítrofe de la República Bolivariana de Venezuela. El área de estudio se encuentra a 30 m.s.n.m., y tiene una extensión de 960.121 m<sup>2</sup> (11°21'42" N 72°08'13" W) (Figura 1). El área de estudio registra temperatura media entre los 30 °C, vientos en dirección este-oeste, y registros de precipitación que pueden alcanzar los 500 mm anuales, con un régimen de lluvias bimodal e irregular, con lluvias erráticas durante los periodos secos (Pinilla-Agudelo & Zuluaga-Ramírez, 2014). Según las características del tipo de cobertura forestal, el área de estudio se encuentra principalmente representado por el BsT subxerofítico (Dugand, 1941; Cuatrecasas, 2017).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron cinco especies de plantas pertenecientes a la familia Fabaceae: *Vachellia farnesiana* (L.) Willd (1806), *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby (1982), *Neltuma juliflora* Sw. (Raf.), *Libidibia coriaria* (Jacq.) Schldl (1830) y *Mimosa arenosa* (Willd.) Poir. Se escogieron diez ejemplares de cada especie con CAP superior a 20 cm, los cuales fueron marcados con números consecutivos, con pintura

que fuera visible a la distancia, obedeciendo al orden de selección (Cárdenas et al., 2015; Contreras et al., 1999; Fournier, 1978; Hechavarria, 1998; Vanegas, 1976).

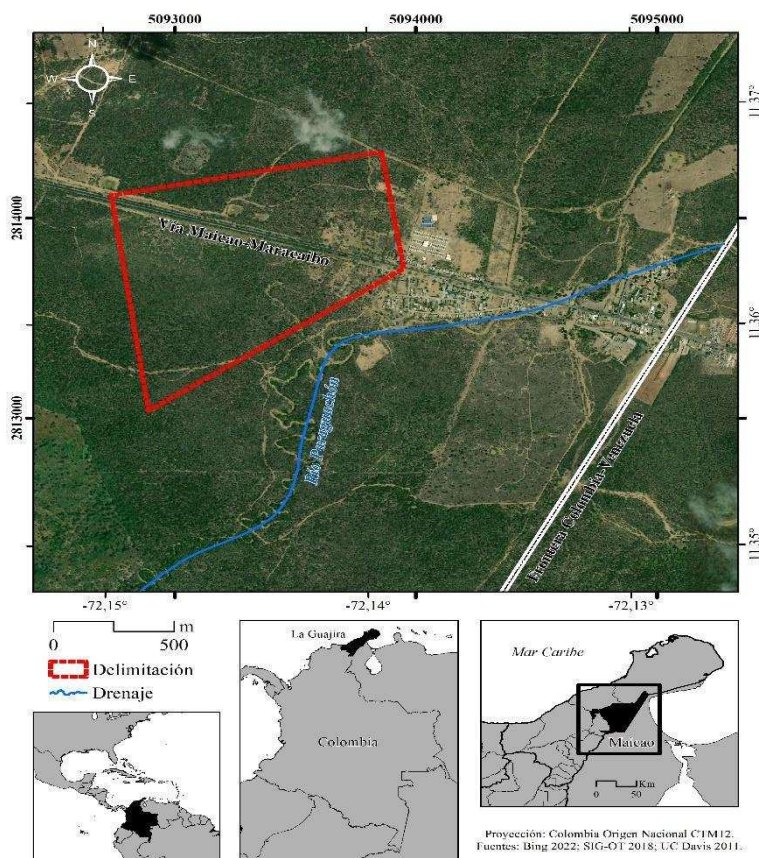


**Figura 1.** Área de estudio en el corregimiento de Paraguachón, Maicao, La Guajira.

Las fenofases de foliación, floración y fructificación fueron evaluadas por observación directa, durante 12 meses, desde febrero de 2018 hasta enero de 2019, considerando la actividad presente en la copa del árbol al momento de realizar la observación. La intensidad de las fases fue evaluada de manera independiente, cada quince días, aplicando la escala semicuantitativa de cinco categorías (0 a 4), con intervalos del 25 % entre ellas (Bencke & Morellato, 2002a; 2002b; Fournier, 1974) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Escala, rangos y valores propuestos por Fournier (1974) para estimar la expresión fenológica de los individuos en especies arbóreas.

| Escala | Intensidad de la fase                  |
|--------|----------------------------------------|
| 0      | Ausencia del fenómeno.                 |
| 1      | Expresión de la fase entre 1 y 25 %.   |
| 2      | Expresión de la fase entre 26 y 50 %.  |
| 3      | Expresión de la fase entre 51 y 75 %.  |
| 4      | Expresión de la fase entre 76 y 100 %. |

Para interpretar los valores de la expresión fenológica de cada fase observada en las especies se empleó la Ec. 1 adaptada de Fournier (1978) y Cárdenas-Henao et al. (2015).

$$F = \left( \frac{\sum n a = 1^a}{n \cdot z} \right) \times 100$$

**Ec. 1**

F= Porcentaje mensual de las fenofases observada en las especies, a= Sumatoria de la fenofase de cada individuo, n= número de individuos muestreados, z= total de muestreos mensual.

Los registros de la temperatura del área de muestreo se realizaron utilizando un termohigrómetro digital, datalogger (UNI-T Modelo: UT330A). Para los registros de la precipitación se consideraron los datos del portal de datos, disponibles, de la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional Almirante Padilla, esto debido a que es la estación oficial más cercana al área de estudio. Estos registros se consideraron útiles para el análisis fenológico, debido a las condiciones ambientales similares, según los datos históricos, mapas de clima simulados, en los últimos diez años, para los municipios de Riohacha y Maicao, La Guajira (Meteoblue, 2025). Asimismo, se consideró, la similitud en el comportamiento de la variable *in situ*, en relación con los datos de la estación meteorológica de referencia, *i.e.*, si los registros de lluvias en el área de estudio coincidían con los registros de precipitación registrados en la estación meteorológica.

Las variables fenológicas se calcularon para cada especie, y como la distribución de datos no registró un comportamiento normal (prueba W de Shapiro-Wilk), se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para verificar si existen diferencias significativas entre las variables fenológicas de cada especie (Zar, 1996).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción de los elementos climáticos

La precipitación anual presentó un valor acumulado de 442,2 mm para el tiempo de estudio. Estos registros permitieron evidenciar dos periodos de lluvias y dos periodos secos, un periodo mayor y menor respectivamente, los cuales corresponden a lo observado para el área de estudio (Figura 1).

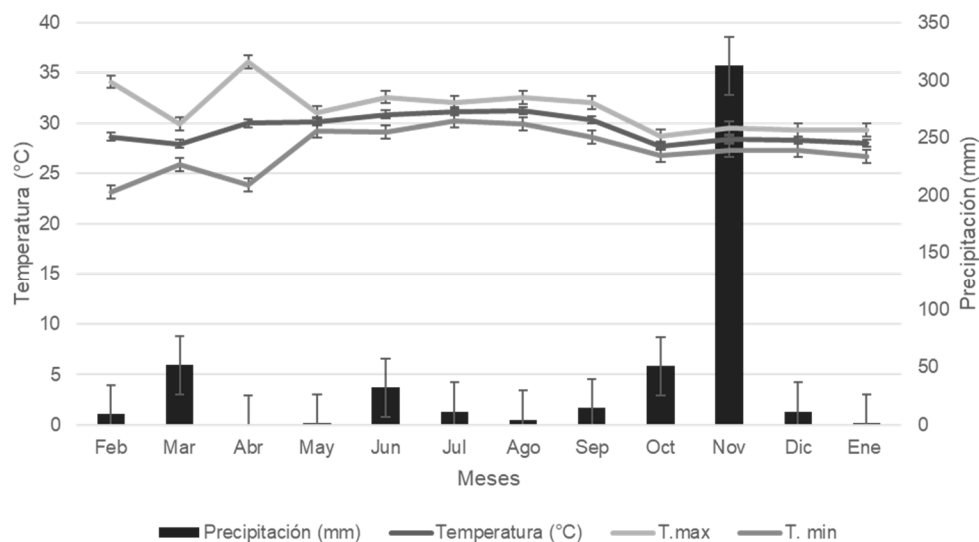


**Figura 2.** Registros de temperatura y precipitación (febrero 2018 - enero 2019) en Paraguachón, La Guajira, Colombia.

Las lluvias menores se registraron en el periodo comprendido entre abril y junio (9,8 % de la lluvia anual), mientras que las lluvias mayores se registraron entre agosto y noviembre (88,6 % de la lluvia anual), registrando este último mes el mayor valor en esta variable (312,7 mm) (Figura 2). Mientras que el periodo seco de mayor intensidad corresponde a diciembre y marzo (0,3 % de lluvias totales), siendo enero el mes más seco, sin registro de lluvias, seguido por julio (5,1 mm; 1,1 %) (Figura 2).

Los registros de los periodos de lluvias y secos en el área de estudio coinciden con un patrón bimodal-tetraestacional, registrado en otros estudios desarrollados en la región Caribe de Colombia (Aguilar, 1993; Berdugo-Lattke & Rangel-Ch, 2015). La ocurrencia de lluvias erráticas resulta ser parte de los eventos climáticos que se presentan en el trópico y se consideran eventos característicos y comunes en ecosistemas áridos (Funch et al., 2002; Jiménez et al., 2017), como es el caso del área de estudio. Por consiguiente, analizando las lluvias registradas en el área de estudio y su correspondencia con lo registrado en la estación meteorológica utilizada, durante el desarrollo de este estudio, se logró evidenciar eventos atípicos, en los periodos definidos como lluviosos y secos, como los anteriormente mencionados.

La temperatura promedio registrada en este estudio fue en promedio de 29,2 °C, con máxima de 33,16 °C; mínima de 24,95 °C. El mes de julio presentó el mayor valor en esta variable (35,7 °C) y registró el menor valor en la precipitación. En contraste, los valores más bajos en la temperatura se registraron durante los meses de febrero de 2018 y enero de 2019 (23,3 °C). Los valores de la temperatura coinciden con los registrados para el BsT (Hernández-Camacho & Sánchez-Páez, 1992; Holdridge, 1978; Galeano, 2016) y están asociados a territorios áridos, secos y muy secos con los reportados para las tierras bajas en la región Caribe en Colombia (Aguilar, 1993).

## Patrones fenológicos

Las especies *Vachellia farnesiana*, *Senna atomaria*, *Neltuma juliflora*, *Libidibia coriaria* y *Mimosa arenosa*, aunque pertenecen a la misma familia, Fabaceae, registraron diferencias significativas en cada fenofase analizada en el estudio actual, foliación ( $H = 55,34$ ;  $p = 2,76 \times 10^{-11}$ ); floración ( $H = 44,14$ ;  $p = 8,81 \times 10^{-10}$ ); fructificación ( $H = 49,88$ ;  $p = 3,82 \times 10^{-10}$ ),  $p$ -valor  $< 0,05$ . Además, registraron diferencias en su relación con la temperatura y precipitación y son pocas las especies que registraron correlación en las fenofases.

En la fenología de foliación se registró correlación inversa con la temperatura en la mayoría de las especies, exceptuando *V. farnesiana*, la cual registró correlación directa. Se observó correlación directa con la precipitación para todas las especies. En esta fenofase las correlaciones entre pares de especies fueron correlaciones directas, a excepción de la correlación entre las especies *L. coriaria* y *V. farnesiana*, las cuales registraron correlación inversa (Tabla 2).

En la fenología de floración se registró correlación inversa con la temperatura en la mayoría de las especies, exceptuando *V. farnesiana* y *S. atomaria*, las cuales registraron correlaciones directas. Se observó correlación inversa de la fenofase floración con la precipitación, para la mayoría de las especies, a excepción de *S. atomaria*, la cual registró correlación directa. En esta fenofase las correlaciones entre pares de especies fueron correlaciones inversas, a excepción de la correlación entre *V. farnesiana* y *S. atomaria*; *L. coriaria* y *N. juliflora*, las cuales registraron correlación directa (Tabla 3).

**Tabla 2.** Correlación entre la fenología de foliación y los elementos del clima (temperatura y precipitación) en cinco especies de Fabaceae durante febrero de 2018 y enero de 2019 en Paraguachón, Maicao, La Guajira.

| FOLIACIÓN           | <i>V. farnesiana</i> | <i>S. atomaria</i> | <i>N. juliflora</i> | <i>L. coriaria</i> | <i>M. arenosa</i> | Precipitación (mm) |
|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <i>S. atomaria</i>  | 0,45                 |                    |                     |                    |                   |                    |
| <i>N. juliflora</i> | 0,26                 | 0,35               |                     |                    |                   |                    |
| <i>L. coriaria</i>  | -0,13                | 0,64               | 0,48                |                    |                   |                    |
| <i>M. arenosa</i>   | 0,25                 | 0,91               | 0,38                | 0,76               |                   |                    |
| Precipitación (mm)  | 0,68                 | 0,41               | 0,32                | 0,31               | 0,38              |                    |
| Temperatura. (°C)   | 0,25                 | -0,43              | -0,45               | -0,81              | -0,79             | -0,23              |

**Tabla 3.** Correlación entre la fenología de floración y los elementos del clima (temperatura y precipitación) en cinco especies de Fabaceae observadas durante los meses de febrero de 2018 y enero de 2019 en Paraguachón, Maicao, La Guajira.

| FLORACIÓN           | <i>V. farnesiana</i> | <i>S. atomaria</i> | <i>N. juliflora</i> | <i>L. coriaria</i> | <i>M. arenosa</i> | Precipitación (mm) |
|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <i>S. atomaria</i>  | 0,79                 |                    |                     |                    |                   |                    |
| <i>N. juliflora</i> | -0,07                | -0,35              |                     |                    |                   |                    |
| <i>L. coriaria</i>  | -0,69                | -0,72              | 0,53                |                    |                   |                    |
| <i>M. arenosa</i>   | -0,50                | -0,26              | -0,41               | -0,14              |                   |                    |
| Precipitación (mm)  | -0,21                | 0,07               | -0,35               | -0,28              | 0,46              |                    |
| Temperatura. (°C)   | 0,66                 | 0,82               | -0,31               | -0,58              | -0,33             | -0,23              |

En la fenología de fructificación se registró correlación inversa con la temperatura en la mayoría de las especies, exceptuando *V. farnesiana* y *M. arenosa*, las cuales registraron correlaciones directas. Se observó correlación inversa de la fenofase fructificación con la precipitación para la mayoría de las especies, a excepción de *V. farnesiana*, la cual registró correlación directa. En la fenofase de fructificación las correlaciones entre pares de especie fueron directas para la mayoría de las especies, a excepción de la correlación de las especies en estudio con la especie *V. farnesiana* (*V. farnesiana* y *S. atomaria*; *V. farnesiana* y *N. juliflora*; *V. farnesiana* y *L. coriaria*; *V. farnesiana* y *M. arenosa*), las cuales registraron correlaciones inversas, (Tabla 4).

**Tabla 4.** Correlación entre la fenología de fructificación y los elementos del clima (temperatura y precipitación) en cinco especies de Fabaceae observadas durante los meses de febrero de 2018 y enero de 2019 en Paraguachón, Maicao, La Guajira.

| FRUCTIFICACIÓN      | <i>V. farnesiana</i> | <i>S. atomaria</i> | <i>N. juliflora</i> | <i>L. coriaria</i> | <i>M. arenosa</i> | Precipitación (mm) |
|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <i>S. atomaria</i>  | -0,47                |                    |                     |                    |                   |                    |
| <i>N. juliflora</i> | -0,27                | 0,51               |                     |                    |                   |                    |
| <i>L. coriaria</i>  | -0,64                | 0,77               | 0,55                |                    |                   |                    |
| <i>M. arenosa</i>   | -0,04                | 0,55               | 0,50                | 0,35               |                   |                    |
| Precipitación (mm)  | 0,61                 | -0,19              | -0,23               | -0,28              | -0,28             |                    |
| Temperatura. (°C)   | 0,35                 | -0,65              | -0,30               | -0,62              | 0,16              | -0,23              |

De igual manera, se observaron diferencias en los hábitos de foliación y floración en las especies de Fabaceae observadas durante el estudio en la mayoría de las especies. Tan solo las especies *Neltuma juliflora* y *Libidivia coriaria* registraron similitud en estas fases fenológicas (Tabla 5).

**Tabla 5.** Hábitos de foliación y floración en cinco especies de Fabaceae identificados durante los meses de febrero de 2018 y enero de 2019 en Paraguachón, Maicao, La Guajira.

| Especie                     | Foliación      | Floración  |            |
|-----------------------------|----------------|------------|------------|
|                             |                | Frecuencia | Duración   |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | Brevi-decuidas | Continua   | Extendida  |
| <i>Senna atomaria</i>       | Semidecuidas   | Anual      | Extendida  |
| <i>Neltuma juliflora</i>    | Brevi-decuidas | Sub-anual  | Intermedia |
| <i>Libidibia coriaria</i>   | Brevi-decuidas | Sub-anual  | Intermedia |
| <i>Mimosa arenosa</i>       | Decidua        | Anual      | Extendida  |

1) Decidua: 76- 100 %, 2) Semidecidua: 51-75 % 3) Brevi-decidua: 26-50 % y 4) Perennifolia: 0-25 %. Frecuencia y duración de la floración de acuerdo con Newstrom et al. (1994). Frecuencia: 1) Continua: durante todo el año, 2) Sub-anual: múltiples fases irregular (año, 3) Anual: Una sola fase importante por año y 4) Supra-anual: ciclos multianuales. Duración: 1) Breve: Sólo 1 mes, 2) Intermedia: entre 2 y 4 meses, 3) Extendida: más de 5 meses de duración.

### *Vachellia farnesiana* (L.) Willd (1806)

**Nombre común:** Cacho e'cabra (local), aramo, acacia, espino blanco, huisache.

La foliación de *Vachellia farnesiana* registró un comportamiento brevi-deciduo durante el periodo de muestreo (Tabla 5). Los individuos de esta especie perdieron 39 % de sus hojas y posteriormente registraron un brote de hojas nuevas. Así mismo, se presentó solapamiento durante la fase de foliación, entre hojas nuevas y hojas maduras. El follaje de esta especie registró valores entre 61 % y 95 %, presentando los valores más altos durante los períodos lluviosos (Figura 3). Durante los meses de mayo (83,75 %) y octubre (95 %), se alcanzaron los mayores registros de hojas maduras.

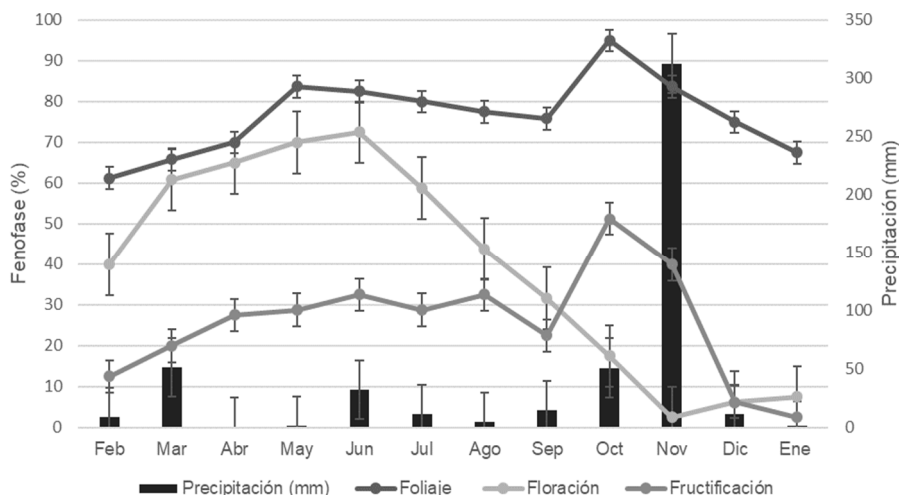


**Figura 3.** Patrones fenológicos vegetativos y reproductivos de *Vachellia farnesiana* registrados entre febrero de 2018 y enero de 2019 en Paraguachón, Maicao, La Guajira.

Los resultados obtenidos para esta especie coinciden cualitativamente con descripciones de diferentes autores (Erkovan, et al., 2016; Parrota, 1992;). Estas permiten considerar que el comportamiento fenológico de *V. farnesiana*, en el área de estudio, es el descrito para una especie siempre verde,

resistente a periodos secos, de hasta seis meses, en zonas con precipitación < 500 mm anuales (Barbosa-Castillo et al., 2008; De la Rosa, 2017; Herrera-Areola et al., 2007; Parrotta, 1992; Parrotta, 2003).

La floración aumentó de manera constante de febrero a junio, alcanzando su máximo en junio (72,5 %), y a partir de julio disminuye gradualmente hasta noviembre (2,5 %); por los registros diciembre se puede considerar como el inicio de una nueva floración (Figura 3). En términos de frecuencia y duración, presentó una floración continua y extendida (Tabla 5), similar a lo registrado por otros autores (Parrota, 1992; Francis, 2004; Erkovan et al., 2016), quienes mencionan que la floración en *V. farnesiana* ocurre en periodos de dos a cuatro meses durante la primavera, estación en la que incrementa la temperatura y disminuye la precipitación. La floración en *V. farnesiana* ocurrió durante los periodos secos y el de lluvias bajas, donde la temperatura mostró un incremento y la precipitación fue escasa, similar a lo descrito para la primavera (Parrota, 1992; Francis, 2004; Erkovan et al., 2016). Además, esta especie presenta periodos de floración en diferentes meses del año, para el Caribe y Centroamérica (Parrota, 1992; Francis, 2004).

La fase de fructificación de *V. farnesiana* se relaciona, aparentemente, con las lluvias. La especie registró los mayores valores de fructificación durante octubre (51,25 %) y noviembre (40 %), coincidiendo con los meses más lluviosos. De febrero a septiembre se mantuvo en el rango entre 12,5 - 22,5 %, aumentando notablemente en octubre (Figura 3), similar a lo registrado por Parrota (1992) y Francis (2004). La fructificación en *V. farnesiana* presentó sus mayores registros durante los meses en que aumentó la precipitación, contrario a lo evidenciado para la floración, la cual disminuyó. Parte de la explicación de estos registros puede ser que *V. farnesiana* es una especie autoincompatible (Erkovan et al., 2016), y las lluvias puede que no favorezcan la floración y la polinización (Hung et al., 2018; Malaspina et al., 2024).

### ***Senna atomaria* (L.) H.S.Irwin & Barneby (1982)**

**Nombre común:** Caranganito (local), cañafistolillo, flor de San José, candelero amarillo, árbol de sen, palo de chivo, palo de burro, cañafístola cimarrona, carbonera, alcaparro, chile perro, palo de zorrillo, arguchoco, vainillo, platanillo.

La especie *Senna atomaria* perdió más del 50 % de su follaje durante algunos meses de la época seca, el dosel no llegó a encontrarse completamente desnudo, considerando la especie como semidecídua (Tabla 5). Los porcentajes de foliación registraron variaciones marcadas durante los dos periodos de lluvias, en el primer periodo, mes de abril, alcanzó 33,75 %; mientras para el segundo periodo, meses de octubre (75,00 %) y noviembre (81,25%), cuando se registró la mayor producción foliar (Figura 4).

Esta especie tiende a retener hojas maduras durante todo el año, destacando que en los periodos de lluvia el porcentaje de hojas nuevas aumenta notablemente, llegando a ser mayor que el porcentaje de hojas maduras. Esta especie presentó un comportamiento caducifolio, pierde su follaje en los periodos secos (Francis, 2004). No obstante, las expresiones fenológicas de esta especie fueron similares a las descritas para la especie *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, por Souza et al. (2012), quienes la consideran una especie siempreverde, con comportamiento perennifolio, por su aparición ininterrumpida de hojas nuevas y caída foliar de manera simultánea, fenómeno que cesó durante dos

meses, durante los cuales la especie sincronizó la fase para aumentar la intensidad y producción de hojas nuevas.

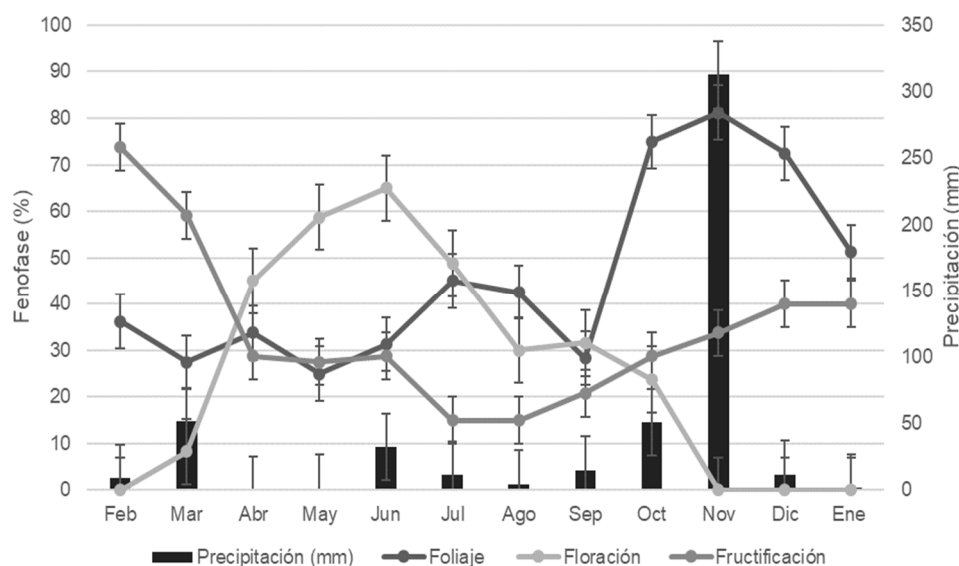


**Figura 4.** Patrones fenológicos vegetativos y reproductivos de *Senna atomaria* registrados entre febrero de 2018 y enero de 2019 en Paraguachón, Maicao, La Guajira.

Las fenofases reproductivas como la floración de *S. atomaria*, inició en marzo, observándose la aparición de las primeras flores (8,3 %). A partir del mes siguiente, inició el primer periodo de lluvias (abril – junio), periodo durante el cual aumentó la presencia de flores, alcanzando sus mayores registros durante el mes de junio (65 %), y disminuyendo entre los meses de julio a noviembre (0 %) (Figura 4).

Según lo propuesto por Newstrom et al. (1994) los patrones de floración para esta especie, en términos de frecuencia presentó una floración anual y en términos de duración se clasificó como una planta de floración extendida, debido a que esta fase se prolongó durante ocho meses (marzo a octubre) (Tabla 5). Los resultados obtenidos en este estudio fueron similares a los encontrados por Francis (2004), difiriendo en que estos autores describen a *S. atomaria* como una especie que presenta flores en cualquier época del año, mientras que en el área de estudio la actividad de floración cesó por cuatro meses; tres meses al finalizar el periodo de lluvias altas y un mes antes de iniciar el periodo seco menor.

Considerando otras especies del género *Senna*, como la especie *Senna cana*, se evidencia que esta presenta floración anual intermedia, extendiéndose por periodos mayores a tres meses, registrando que durante los meses más lluviosos se registra la producción máxima de botones florales (Souza et al., 2012), este tipo de comportamiento, lo registraron las especies *Senna gardneri* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby; *Senna macranthera* var. *puibunda* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby (Souza et al., 2012; Borges et al., 2002), *Senna sylvestres* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Carvalho & Oliveira, 2003) y *S. atomaria* en el presente estudio.

En la especie *Senna cana*, la polinización está dominada por artrópodos, tanto de aquellos que emergen con la llegada de la lluvia, como de los himenópteros que están presentes durante el resto de las temporadas del año (Souza et al., 2012). Autores como Newstrom et al. (1994) afirman que los periodos

en los que estas especies florecen, posiblemente se presenta una estrategia de mutualismo entre las plantas y los polinizadores, es posible que la fase de floración dentro del género ocurra de la misma manera.

Por otro lado, la fructificación en *S. atomaria* registró su valor máximo durante febrero (73,75 %), disminuyendo en los siguientes meses, hasta el inicio del primer periodo de lluvias, e incrementa nuevamente, entre agosto y enero (Figura 4). Los frutos inmaduros presentaron valores máximos durante febrero y el periodo comprendido entre octubre y enero, mientras que los frutos maduros registraron sus valores máximos durante el periodo comprendido entre marzo y septiembre (Figura 4).

De igual manera que ocurre con la floración, esta especie registra frutos todo el año (Steven, 2001; Francis, 2004), posiblemente debido a que la floración es extendida y constante. Asimismo, se destaca que la fructificación en *S. atomaria* ocurre durante los periodos secos (Cecconello et al., 2003).

En especies como *Senna cana*, la fructificación se mantuvo durante los periodos secos, presentando cualitativamente, un comportamiento similar durante dos años consecutivos, con un pico marcado por los frutos inmaduros durante el periodo de caída foliar. De igual manera, en regiones diferentes, las especies *Senna multijuga* (L.C.Richard) H.S. Irwin & Barneby y *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby, presentan un comportamiento similar al anteriormente descrito para esta fase (Oberlaender, 2006).

La diferencia entre la fructificación de *S. atomaria* y otras especies del género se evidencia en que la producción de frutos inmaduros no fue muy marcada, pero sí se presentó de manera constante, al igual que la presencia de frutos maduros. Las especies del género *Senna* presentan alta sincronía. Esta condición fisiológica, la cual expresan de manera visible las especies de este género, guarda una estrecha relación con la temperatura y la precipitación, siendo esta variabilidad la que permite conocer la fenología de una especie, como lo manifiestan Vera y Sánchez (1995).

Para finalizar, se considera que es frecuente la sincronía y el solapamiento de fases en *S. atomaria*, reconociendo que existen individuos que pueden expresar la fase de floración y fructificación, durante el mismo tiempo y de manera prolongada.

### ***Neltuma juliflora* (Sw.) Raf.**

**Nombre común:** Trupillo (local), cuji, pluma de oro, mezquite, prosopis, algarrobo.

La fase vegetativa de *N. juliflora*, presentó un comportamiento casi constante a lo largo del muestreo, el follaje mostró un patrón brevi-deciduo (Tabla 5), con valores entre 50 y 72,5 %. El porcentaje de hojas maduras fue mayor que el porcentaje de hojas nuevas durante el periodo de observación, en marzo (uno de los meses más secos) se presentó el porcentaje foliar más alto 72,5 % (Figura 5).

Algunos autores consideran que la aparición de hojas nuevas en esta especie se encuentra relacionada con la precipitación (Ribaski et al. 2009). Este tipo de comportamiento se evidenció en la especie durante el estudio. Asimismo, algunos autores consideran que la disposición de hojas en el dosel está ligada al recurso hídrico disponible en el ambiente y aunque la pérdida de hojas es baja, guarda relación con los periodos secos (Ribaski et al. 2009; Miccolis et al. 2016). Se ha reportado para algunas

poblaciones de *N. juliflora* su capacidad de adaptación a condiciones desfavorables para otras especies, soportando periodos secos superiores a nueve meses (Garibaldi, 2000; Trujillo, 2002 y Ribaski et al., 2009).

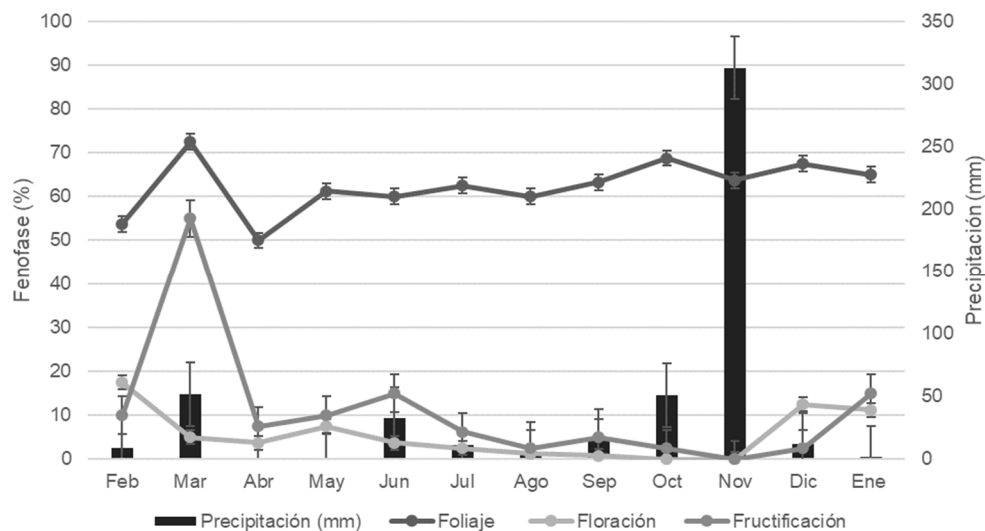


**Figura 5.** Patrones fenológicos vegetativos y reproductivos de *Neltuma juliflora* registrados entre febrero de 2018 y enero de 2019 en Paraguachón, Maicao, La Guajira.

Respecto a las fenofases reproductivas, en relación con la frecuencia, se presentó una floración sub-anual (Tabla 5), donde se evidencian por lo menos dos fases irregulares de floración. Mientras, en relación con la duración, se presentó una floración intermedia, con una duración entre tres y cuatro meses en cada ciclo de floración. Durante febrero y diciembre se registraron los valores mayores, 17,5 % y 12,5 % respectivamente (Figura 5).

El porcentaje de flores disminuyó durante las temporadas de lluvias, en los periodos de sequía, inicia un nuevo ciclo de floración. Este resultado se puede relacionar con lo descrito para algunas especies de la familia Fabaceae, en las cuales la floración ocurre en desfase; aunque ocurre en diferentes momentos, su floración se presenta durante las épocas secas (Miccolis et al., 2016). De igual manera, estos resultados coinciden con lo observado por Ribaski et al., (2009), en una región semiárida de Brasil, donde presenta dos períodos de floración bien marcados, los cuales coinciden con los periodos secos, siendo el periodo más marcado durante la primavera, época en la que el déficit hídrico es mayor.

No obstante, Chiappa et al. (1997), registran la influencia de la relación biótica y abiótica sobre cuatro especies del género *Prosopis* (*P. tamarugo*, *P. strombulifera*, *P. flexuosa* y *P. burkartii*), estudio que permite observar cómo cada especie presenta un comportamiento diferente en relación con los periodos climáticos. Estas especies, con ubicación espacio temporal similar, presentan diferencias marcadas, *P. tamarugo* floreció durante todo el año logrando su mayor valor durante la primavera, mientras durante el invierno la fase se expresó con diferencias cuantitativas; *P. strombulifera* florece una vez al año; *P. flexuosa* presentó un comportamiento floral variable, pese a no presentar sincronización con otras especies del género, la fase es duradera; *P. burkartii* registró las mayores diferencias en relación a esta fase.

En relación con el porcentaje de fructificación en los meses anteriores al inicio de las temporadas de lluvias aumentó y durante el periodo de lluvias disminuyó, en marzo registró un porcentaje de fructificación del 55 %, el cual disminuyó en los meses siguientes, manteniéndose en el rango entre 15 % y 0 % (Figura 5). Este comportamiento resulta ser similar a lo que reporta Ribaski et al. (2009), quienes observaron mayor intensidad en la actividad de fructificación durante los periodos más secos.

### *Libidibia coriaria* (Jacq.) Schltdl (1830)

**Nombre común:** Dividivi, agallo, nacáscalo, nacascalote.

En la fenofase vegetativa de *L. coriaria*, se registraron valores de follaje entre 51,25 % y 97,5 % (Figura 6); presentando un comportamiento brevi-deciduo (Tabla 5). Durante la primera temporada de lluvias (abril - junio), se registraron los valores más bajos de follaje y con un porcentaje de hojas nuevas inferior al 7 %; para el segundo periodo de lluvias (agosto – noviembre) los valores de follaje aumentaron, presentando los valores más altos en octubre; durante esta temporada, además, se presentaron los valores proporcionales más altos de hojas nuevas.

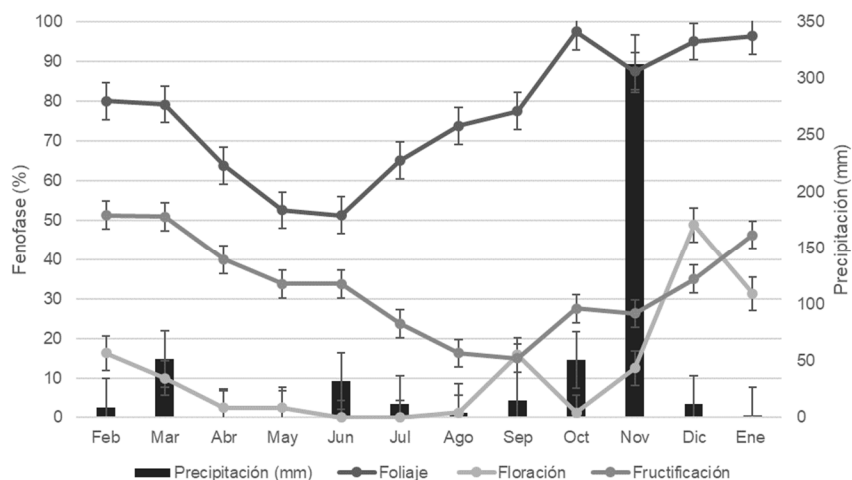


**Figura 6.** Patrones fenológicos vegetativos y reproductivos de *Libidibia coriaria* registrados entre febrero de 2018 y enero de 2019 en Paraguachón, Maicao, La Guajira.

Debido a la escasa literatura sobre la fenología de *L. coriaria*, los resultados se compararon estudios, dirigidos al género y la familia. En relación con la familia Fabaceae, las especies son de actividad fisiológica variada, no guardan relación en su respuesta a periodos secos; en la mayoría de las especies, la actividad foliar registra estrecha relación con la transición entre periodos secos y húmedos; algunas especies incrementan su actividad durante el periodo húmedo y otras durante los periodos secos.

En cuanto a las fenofases reproductivas en términos de frecuencia, presentó una floración subanual (Tabla 5), durante el año presentó dos fases de floración irregulares; la duración de su floración fue intermedia (Tabla 5), registró periodos de floración entre dos y cuatro meses; en el rango entre 1,25 % y 48,75 %. Se observó que, durante los periodos de lluvia el porcentaje de floración disminuyó y en temporada seca aumentó. En el caso de la fructificación, esta presentó valores entre 15 % y 51,25 % (Figura 6), manteniendo frutos todo el año, y con mayor porcentaje durante los meses de sequía.

Los valores registrados para la fase reproductiva de *L. coriaria* coinciden con los reportes de Ceconello et al. (2003) y lo registrado por Melo (2014) para *Libidibia ferrea*, quienes refieren que, el periodo de floración ocurre durante los periodos secos y finaliza con la llegada de las lluvias; y el período de fructificación ocurre al finalizar el periodo seco y continua durante la estación lluviosa (Ramires et al., 2019). *L. ferrea* es una especie que no se encuentra sincronizada durante los periodos de fructificación, pero su fase reproductiva se expresa durante periodos en los que las precipitaciones son bajas (Santana, 2019).

### *Mimosa arenosa* (Willd.) Poir.

**Nombre común:** Espinito.

El follaje de los individuos de *M. arenosa* presentó comportamiento deciduo (Tabla 5). Los individuos observados perdieron casi la totalidad de sus hojas después de la primera temporada de lluvias y durante el segundo mes del segundo periodo de sequía; durante el periodo de observación se registraron valores en un rango de 0 % a 95 %, presentando los mayores valores durante octubre y noviembre (Figura 7). Al compararlo con otras especies de la familia Fabaceae referenciadas en este estudio (*V. farnesiana*, *S. atomaria* y *L. coriaria*), se registró que estas especies aumentan su actividad durante el periodo de lluvias.

La fenología reproductiva de esta especie en términos de frecuencia y duración presenta una floración anual y extendida (Tabla 5), debido a que se presentó un ciclo de floración entre el mes de octubre y noviembre con valores entre 3,75% y 6,25%, mientras que en los otros meses los porcentajes fueron de 0% (Figura 7). La fase de floración mostró actividad similar a la fase de foliación durante el periodo de muestreo, presentando actividad exclusivamente durante las lluvias. En el caso de la fructificación los individuos de esta especie registraron frutos maduros desde el mes de febrero a octubre, con valores de 0,75% al 45%.

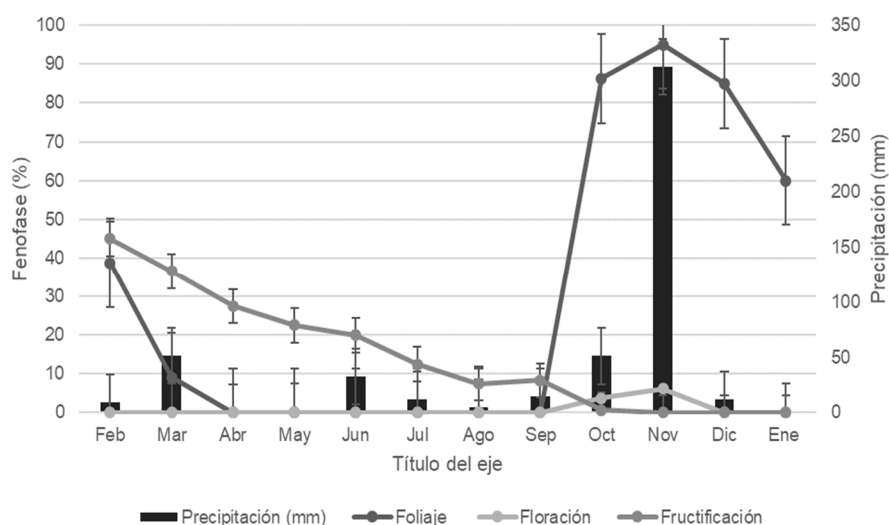


**Figura 7.** Patrones fenológicos vegetativos y reproductivos de *Mimosa arenosa* registrados entre febrero de 2018 y enero de 2019 en Paraguachón, Maicao, La Guajira.

En cuanto a la fase de fructificación pese a iniciar el periodo de observación después de una temporada de lluvias altas, no se evidenció producción de frutos de la temporada anterior, siendo este comportamiento similar a *V. farnesiana* (Parrota, 1992; Francis, 2004) y opuesto a *L. coriaria* (Cecconello et al., 2003).

Durante la temporada de lluvias mayores la especie *M. arenosa* respondió de manera uniforme en sus fenofases (foliación, floración, fructificación). Siendo un árbol, considerado de actividad anual, su actividad fisiológica puede relacionarse con el comportamiento de otras especies de fabáceas anuales, según lo observado, sus fases fenológicas fueron activadas e inician con las lluvias, siendo principalmente activa y exclusiva de la temporada de lluvias altas, lo cual es una condición propia de fabáceas herbáceas anuales.

## CONCLUSIONES

Las especies *Vachellia farnesiana*, *Senna atomaria*, *Neltuma juliflora*, *Libidibia coriaria* y *Mimosa arenosa*, aunque pertenecen a la familia, Fabaceae, y se evaluaron en las mismas condiciones ambientales, presentaron diferencias en el comportamiento fenológico.

Se logró evidenciar que los individuos de una especie pueden llegar a presentar sincronización o variación en su comportamiento fenológico, asimismo, la expresión fenológica puede relacionarse a factores intrínsecos o no de los individuos, de la población, de la especie. Las fases fenológicas que se observen en un individuo pueden relacionarse con el individuo que no está sincronizado con la especie o está respondiendo, en algunos casos con la población.

La fenología se encuentra influenciada por la precipitación, este factor puede tener efectos inmediatos o a corto plazo en las fenofases reproductiva y vegetativa; aunque los datos recopilados no revelan una relación significativa en general, es importante considerar como influencia de manera directa la precipitación en el follaje y la fructificación de *V. farnesiana*, así como en la pérdida de follaje de *S. atomaria*. En todas las especies de estudio no se presenta la misma relación entre la precipitación y el follaje.

La especie *V. farnesiana* fue una especie que respondió de manera sincronizada al clima local, lo cual difiere de otros estudios.

Se observó que la fase vegetativa y la reproductiva en algunas especies logró su punto más alto de expresión durante los periodos secos, mientras que, en otras especies su actividad fisiológica estuvo directamente relacionada con la llegada de las lluvias. Las especies *V. farnesiana*, *S. atomaria*, *N. juliflora*, *L. coriaria* y *M. arenosa*, registraron relación en sus fenofases con la precipitación o disponibilidad del recurso hídrico, siendo unas especies más sensibles que otras a esta variable.

La mayoría de las especies de plantas que componen el bosque deciduo pueden producir gran cantidad de hojas y frutos en diferentes épocas del año, en este estudio se destaca que las especies *V. farnesiana*, *S. atomaria*, *N. juliflora*, *L. coriaria* y *M. arenosa*, produjeron frutos durante la época seca.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores extienden sus agradecimientos en primer lugar a su *Alma mater*, la Universidad de La Guajira; al grupo de investigación EBET, por su apoyo permanente de manera logística y motivacional; a la Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, a las colecciones biológicas MHUG por su apoyo en análisis de registros. Asimismo, agradecen a Nicole, Julio, Julieta, Laura, Juan Ángel y Mariangel, por el tiempo brindado para el desarrollo del estudio. Los autores manifiestan no poseer conflicto de intereses de ningún tipo.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar, M. (1993). Clima de la costa Atlántica. Contribución del proyecto Estudio de la diversidad biótica de Colombia. Convenio Inderena-Universidad Nacional de Colombia (Documento Interno).
- Barbosa-Castillo, C., C. A. Ruíz-Agudelo, H. García-Quiñones & T.D. Gutiérrez H. In: Rodríguez-Mahecha, J.V. & W. Márquez (Eds.) 2008. Guía ilustrada de plantas destacadas del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Serie de guías tropicales de campo N° 8. Conservación Internacional. Editorial Panamericana. Bogotá, Colombia. 246 pp.
- Bencke, C. S. C. & Morellato, L. P. C. (2002a). Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasil. Bot.* 25(3), 269-275.
- Bencke, C. S. C. & Morellato, L. P. C. (2002b). Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Rev. Brasil. Bot.* 25(2), 237-248.
- Berdugo-Lattke, M. L. & Rangel-Ch, O. (2015). Composición florística del bosque tropical seco del santuario "Los Besotes" y fenología de especies arbóreas dominantes (Valledupar, Cesar, Colombia). *Colombia forestal*. Vol. 18(1), 87-103.
- Borges, M.S., Viana, B.F. & Neves, E.L. (2002). Aspectos da estratégia reprodutiva de duas espécies co-ocorrentes de *Senna* (K. Bauhin) P. Miller (Caesalpiniaceae) nas dunas do médio rio São Francisco, Bahia. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*. Vol. 2(1/2): 49-54.
- Castillo, A., Gómez, S. & Moreno, O. (1992). Aspectos florísticos y fisonómico de un ecosistema semiárido del litoral central, municipio Vargas, Distrito federal. *Acta Biol. Venez.* 13, 94-115.
- Carvalho, D. A., & Oliveira, P. E. (2003). Biología reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) HS Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Brazilian Journal of Botany*, 26, 319-328.
- Cecconello G., Benezra M. y Obispo N. (2003). Composición química y degradabilidad de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas en un bosque seco tropical. *Zootec. Trop.* 21(2): 149-165.
- Chiappa, E., Villaseñor, R., Toro, H. & Covarrubias, R. (1997). Táctica reproductiva de *Prosopis* (Mimosaceae) y asociaciones ecológicas de sus polinizadores, en el desierto del norte de Chile. *Multequina*. (6): 9-20.

- Chuine, I. & Beaubien, E. G. (2001). Phenology is a major determinant of tree species range. *Ecol. Lett.* (4): 500-510.
- Contreras, F., Leano, C., Licon, J. C., Dauber, E., Gunnar, L., Hager, N. & Caba, C. (1999). Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo (PPMs). Proyecto BOLFOR y PROMABOSQUE, Santa Cruz, Bolivia, 50 p.
- Cuatrecasas-Arumí, J. (2017). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Rev. Acad. Col. Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* 41, 221-264. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.570>
- Da Silva, R. & Maranzon, L. (1994). Características fenológicas de *Melanoxylum brauma* Schoot en Vicosá Gerais. *Rev. Avore*, 13(912), 208-209.
- De la Rosa, S. (2017). Influencia del microclima generado por el Pelá (*Vachellia Farnesiana* (L.) Wight & Arn.), sobre el estrés calórico en bovinos doble propósito y su relación con la producción de leche en la finca "Santa Lucía", Natagaima-Tolima. (Trabajo de grado). Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá-Colombia
- Duartes-Vargas, J. H., Melo, O., Mora-Delgado, J., Castañeda-Serrano, R. & Váquiro, H. (2020). ¿Cómo estimar la etapa fenológica de los árboles con un método práctico? *Agroforestería neotropical*, (10): 39-46. <http://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/2606/1986>
- Dugand, A. (1941). Estudios geobotánicos colombianos. Descripción de una sinecia típica en la subxerofitia del litoral Caribe. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* 4(14), 135-141.
- Dunham, A. E., Razafindrasima, O. H., Rakotonirina, P. & Wright, P. C. (2018). Fruiting phenology is linked to rainfall variability in a tropical rain forest. *Biotropica.* 50 (3), 396-404. doi: 10.1111/btp.12564
- Erkovan, H. I., Clarke, P. J. & Whalley, R. D. B. (2016). A review on general description of *Vavhelia farnesiana* (L.) Wight & Arn. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg* 47: 71-76. ISSN: 1300-9036
- Espinal, L. & Montenegro, E. (1963). Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Departamento Agrológico, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá.
- Ewel, J. & Madriz, A. (1968). Zonas de vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría, Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre.
- Fournier, L. A. (1974). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba.* 24(4): 422-423.
- Fournier, L. A. (1978). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Cespedesia.* 7(25-26): 21-23.
- Fournier, L. A. & Charpentier, C. (1975). El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba.* 25(1): 45-48.

- Francis, J. K. (2004). Wildland Shrubs of the United States and Its Territories: Thamnic Descriptions: Volume 1. Gen. Tech. Rep. IITF-GTR-26. San Juan, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, and Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 830 p.
- Fuentes-Fiallo, V., Granda, M. M., Lemes-Hernández, C. M. & Rodríguez-Ferrada, C. A. (2000). Estudios fenológicos en plantas medicinales XI. Rev. Cubana Plant Med. 5(3): 106-113.
- Funch, L.S., Funch, R., Barroso, G.M. (2002). Fenologia de Florestas de Galeria e Montana na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil 1. Biotropica 34(1): 40-50.
- Galeano, G. (2016). Vegetación natural de Colombia. En: Bernal, R., Gradstein, S. R. & Celis, M. (Eds). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Volumen I. (pp. 71-114). Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.
- Garibaldi, C. (2000). *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. In Vozzo J.A. (Ed.) Tropical Tree Seed Manual. USDA Forest Service. pp. 657-659.
- González, E. (1980). Estudio preliminar de la vegetación del bosque xerófilo de la región de Las Peonías (estado Zulia, Venezuela). Bol. Centro Invest. Biol. Univ. Zulia. (14): 83-89.
- Hechavarría, O. (1998). Aspectos metodológicos sobre la fenología de árboles forestales. Boletín de mejoramiento genético y de semillas forestales de CATIE. (20): 15-18.
- Hernández, J., Saravia, C. & Jaramillo, R. (1963). Aspectos biogeográficos y biológicos. Parte II-B. En: Molano, J. (ed). Conferencia Latinoamericana para el Estudio de las Zonas Áridas. Informe Nacional. Pág. 49-63.
- Hernández-Camacho, J. I. & Sánchez Páez, H. (1992). Biomas terrestres de Colombia. En: Halfpter, G. (Ed), La Diversidad biológica de Iberoamérica I. (pp. 153-190). CYTED-B. Programa Iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo. [https://rds.org.co/apc-aa-files/ba03645a7c069b5ed406f13122a61c07/diversidad\\_biologica\\_iberoamerica.pdf](https://rds.org.co/apc-aa-files/ba03645a7c069b5ed406f13122a61c07/diversidad_biologica_iberoamerica.pdf)
- Herrera-Arreola, G., Herrera, Y., Reyes-Reyes, B. G., & Dendooven, L. (2007). Mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.), huisache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) and catclaw (*Mimosa biuncifera* Benth.) and their effect on dynamics of carbon and nitrogen in soils of the semi-arid highlands of Durango Mexico. Journal of Arid Environments, 69(4): 583-598.
- Holdridge, L. (1978). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). 216 p.
- Hung, K.L.J.; Kingston, J.M.; Albrecht, M.; Holway, D.A. & Kohn, J.R. (2018). The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. Proceedings of the Royal Society B, vol.285, art. 20172140. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2140>
- Jiménez, E., Acosta, V. & Velásquez, R. (2017). Aspectos florísticos, fenológicos y etnobotánicos en el sector suroccidental de la Península de Araya, Venezuela. Acta Bot. Venez. 40(2), 211-237. ISSN 0084-5906

- Justiniano, M. J. & Fredericksen, T. S. (2000). Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica*. (18): 195-200.
- Malaspina, M., Núñez, E., Escriu, F., Checa, E., Urcola, N., Castells, J., Pardo, G. & Cirujeda, A. (2024). Revisión de bases de datos sobre arvenses e insectos polinizadores asociados. *Revista de Ciências Agrárias*, 47(1), 322-326.
- Mantovani, M., Ruschel, A. R., Sedrez dos Reis, M., Puchalski, A. & Nodari, R. O. (2003). Fenologia reproductiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica. *Rev. Árvore*. (27): 451-458.
- Melo Gomes, F. (2014). Germinação e crescimento de plântulas de *Libidibia ferrea* Mart. ex. Tul. em função do peso de semente, temperatura e luz. Dissertação (Maestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 88 pág. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/15689>
- Meteoblue. (2025). Pronóstico del tiempo para Riohacha y Maicao, La Guajira. *Meteoblue.com*. [[https://www.meteoblue.com/es/weather/forecast/week/riohacha\\_2233141](https://www.meteoblue.com/es/weather/forecast/week/riohacha_2233141)](29 de mayo).
- Miccolis, A., Peneireiro, F. M., Marquez, H. R., Vieira, D. L. M., Arco-Verde, M. F., Hoffmann, M. R., Rehder, T. & Pereira, A. V. B. (2016). Restauração ecológica com sistemas agroflorestais. Brasília, DF: ISPN/ ICRAF. 266 pp.
- Newstrom, L.E., Frankie, G.W. and Baker, H.G. (1994). A New Classification for Plant Phenology Based on Flowering Plants in Lowland Tropical Rainforest Trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, (26): 141-159. <http://dx.doi.org/10.2307/2388804>
- Oberlaender, E. R. (2006). Fenologia de *Senna macranthera* (Collad.) Irwin & Barneby e *Senna multijuga* (Rich.) Irwin & Barneby no Parque Nacional da Serra dos órgãos e na área urbana de Teresópolis-RJ. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 41 pp.
- Ochoa-Gaona, S., Pérez-Hernández, I. & de Jong, B. H. J. (2008). Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 56, 657-673.
- Parrotta, J.A. 1992. *Acacia farnesiana* (L.) Willd. –Aroma, huisache. Research Note SO-ITF-SM49. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans 6 p.
- Parrotta, J., 2003. *Vachellia farnesiana*, International Institute of Tropical Forestry, part of the United States Department of Agriculture Forest Service, Río Piedras, Puerto Rico.
- Pinilla-Agudelo, G. & Zuluaga-Ramírez, S. (2014). Notas sobre la vegetación desértica del Parque eólico Jepírachi, Alta Guajira, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 38(146), 43-52.
- Planchuelo Ravelo, A. N. (1988). Sistema de observaciones fenológicas y fenométricas para la calibración de modelos fisiológicos de rendimiento. *Rev. Facultad de agronomía*. 9(1-2), 99-108.
- Ramires, A. C. S., Lameira, O. A., Souza, I. N. G., Portal, R. K. V. P. & Campelo, M. F. (2019). Avaliação fenológica do jucá (*Libidibia ferrea*) Martius ex Tul. (Fabaceae). Disponível em:

[//efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1113330/1/PIBIC2019120124.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1113330/1/PIBIC2019120124.pdf)

- Ribaski, J., Drummond, M. A., Oliveira, V. R. & Nascimento, C. E. (2009). Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de uso múltiplo para a Região Semiárida Brasileira. Embrapa Colombo, PR. Comunicado técnico 240. ISSN 1517-5030
- Rieger, W. (1976). Vegetations Kundliche untersuchungen auf Guajira-Halbinsel (Nordost-Kolumbien). Giebener Geographische Schriften. 40, 1-142.
- Rodríguez-Barbero, C. (2009). Fenología de *Quercus ilex* L. y *Quercus suber* L. en una dehesa del Centro Peninsular. (Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería Técnica Forestal). Madrid: Universidad politécnica de Madrid. 100 p.
- Rodríguez-Mahecha, J. V. & Márquez, W. (ed.) (2008). Guía ilustrada de plantas destacadas del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Panamericana, Formas e Impresos, S. A. ISBN 978-1-934151-28-0
- Rosado-Vega, J. R. & Moreno-Fernández, M. I. (2010). Farmacopea guajira: el uso de las plantas medicinales xerofíticas por la etnia wayuu. CENIC. Ciencias Biológicas. (41): 1-10. ISSN 0253-5688
- Rzedowski, J. (1988). Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae) en Norteamérica. Acta Botánica Mexicana. 3, 7-19.
- Sánchez, A. J., Pariacote, F. A., Alfonso, S. & Flores, R. (2004). Arquitectura y fenología de las especies *Prosopis juliflora* y *Acacia tortuosa* en el semiárido del estado Falcón, Venezuela. Arch. Latinoam. Prod. Amin. 12(1), 72-81.
- Santana, N. A. (2019). Conservação de espécies florestais nativas presentes no Campus de São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe.
- Silva, A. G., Freitas L. & Pires P. A. (2014). A Fournier Index upgrade as a new approach for quantitative phenological studies in plant communities. Tropical Ecology. 55(1), 137-142.
- Souza, I. M., Coutinho, K., & Funch, L. S. (2012). Estratégias fenológicas de Senna cana (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae: Caesalpinioideae) como mecanismo eficiente para atração de polinizadores. Acta Botanica Brasilica. Vol. 26, 435-443.
- Tolora, D. C. & Morellato, P. C. (2000). Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. Rev. Bras. Bot. 23, 13-26.
- Trujillo, N. E. (2002). Manual de Árboles. 1° edición, Bogotá, Colombia. 250 p.
- Urrego, L. E. & Del Valle, J. I. (2001). Relación fenología-clima de algunas especies de los humedales forestales (Guandales) del pacifico sur colombiano. Interciencia. 26(4), 150-156.
- Vanegas-Tovar, L. (1976). Metodología para observaciones fenológicas. INDERENA. [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/003138/Metodologia\\_fenologicas.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/003138/Metodologia_fenologicas.pdf)

- Vera, A., Martínez, M., Ayala, Y., Montes, S. & González, A. (2009). Florística y fisonomía de un matorral xerófilo espinoso intervenido en Punta de Piedra, Municipio Miranda, estado Zulia, Venezuela. *Revista Biol. Trop.* 57(1-2), 271-281.
- Vera-S., F. & M. Sánchez-R. (1995). Época de siembra de doce especies forestales de Baja California Sur. *Revista de Ciencia Forestal en México.* Vol. 20(78): 59-78.
- Vílchez, B. & Rocha, O. (2004). Fenología y biología reproductiva del nazareno (*Peltogyne purpurea* Pittier) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica. *América Central. Kurú: Rev. For.* 1: 1-14.
- Zambrano, J. O. (1994). La sabana xerofítica: nueva denominación como tipo de vegetación en la Goajira Venezolana. *Revista. Fac. Agron. Univ. Zulia.* 11, 337-446.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

## BIODATA

**Miguel Ángel Madera Deluquez:** Universidad de La Guajira, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Colecciones biológicas MHUG, Grupo de investigación en Ecología, Biodiversidad en Ecosistemas Tropicales -EBET. Colombia. ORCID (<https://orcid.org/0009-0006-4402-3193>). Email: Mamadera@uniguajira.edu.co.

**Jeisson Daniel Romero Ferrer:** Universidad de La Guajira, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Colecciones biológicas MHUG, Grupo de investigación en Ecología, Biodiversidad en Ecosistemas Tropicales -EBET. Colombia. Especialista en didáctica y TIC. ORCID (<https://orcid.org/0009-0007-4440-2019>). Email: Jdanielromero@uniguajira.edu.co.

**Julio César Acuña-Vargas:** Universidad de La Guajira, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Colecciones biológicas MHUG, Grupo de investigación en Ecología, Biodiversidad en Ecosistemas Tropicales -EBET. Colombia. Magister en Ciencias Ambientales. ORCID (<https://orcid.org/0000-0001-6379-7334>). Email: Jcacuna@uniguajira.edu.co.