

# Comportamiento fenológico del almendro en la zona norte de Costa Rica

Ileana Moreira González<sup>1</sup>  
Luis A. Fournier Origgí †

*El estudio se realizó durante 1996 y 1997, con observaciones fenológicas mensuales, de presencia de follaje, brotación, floración y fructificación.*

## Palabras claves

Fenología, almendro, *Dipteryx panamensis*, árboles tropicales.

## Resumen

Se estudiaron poblaciones de *D. panamensis* (almendro) en cuatro parcelas ubicadas en el cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia, Costa Rica. Tres de ellas se identificaron como Canada, Raleadas y no Raleadas y se encuentran en Finca La Selva; la otra, llamada Chilamate está conformada por árboles en zonas de protección en la región de Pueblo Nuevo de Chilamate.

El estudio se realizó durante 1996 y 1997, con observaciones fenológicas mensuales, de presencia de follaje, brotación, floración y fructificación.

El almendro es una especie heliófita; su comportamiento fenológico a lo largo del año muestra un follaje continuo con una caída abrupta de marzo a abril, con renovación del mismo en los meses de mayo a julio. La floración se da entre julio y agosto. Los frutos tardan entre seis y siete meses en madurar.

Al aplicar el análisis multivariado MANOVA se encontró que la brotación foliar y el follaje mostraron diferencias significativas entre individuos, entre meses y entre parcelas.

Con respecto a la floración y la fructificación cuyo patrón es anual, las

---

1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Biología. ([imoreira@itcr.ac.cr](mailto:imoreira@itcr.ac.cr)).

*A pesar de los progresos alcanzados en los últimos años en relación con la investigación de especies nativas, todavía faltan conocimientos importantes que permitirían utilizar estas especies en una reforestación comercial a mayor escala.*

diferencias significativas solo se registraron entre los meses y en las parcelas. Los factores climáticos temperatura y luz tienen una incidencia significativa sobre las diferentes fenofases, no así la precipitación. No se encontraron diferencias significativas en las respuestas de los individuos a los diferentes factores climáticos.

La parcela Chilamate resultó significativamente diferente a las otras tres en el comportamiento de sus individuos en cuanto a floración y fructificación.

## Introducción

El establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales en el país que garanticen una variedad de productos forestales, así como una mejor selección de las especies de acuerdo al sitio de plantación, requiere que se disponga de una amplia gama de especies en la que se incluyan especies forestales nativas que permitan una pronta recuperación de la cobertura boscosa del país, combinado con estrategias de regeneración natural.

Muchas de las especies nativas pueden ser utilizadas en los programas de reforestación, debido a que tienen una buena capacidad de crecer en campo abierto, toleran suelos ácidos, con texturas pesadas y niveles de fertilidad bajos. Además, sus maderas, aunque semiduras muchas de ellas, pueden ser utilizadas en emplantillados de techo, contrachapado de muebles y en ebanistería en general.

Entre estas especies están *Dipteryx panamensis*, *Hieronyma alchornoides*, *H. oblonga*, *Stryphnodendron excelsum*, *Vochysia ferruginea* y *V. guatemalensis* (Müller, 1997).

A pesar de los progresos alcanzados en los últimos años en relación con la investigación de especies nativas,

todavía faltan conocimientos importantes que permitirían utilizar estas especies en una reforestación comercial a mayor escala. Algunas características autoecológicas que se deben evaluar son: requerimientos de hábitat, modos de reproducción, crecimiento en el hábitat, fenología y respuesta a disturbios (Wagner y Zasada, 1991).

Al ser *Dipteryx panamensis* una especie de alto valor comercial y que es empleada en planes de reforestación, se hace necesario determinar su comportamiento fenológico mediante estudios sistemáticos de seguimiento de expresiones vegetativas y reproductivas, tanto en condiciones naturales como en plantación.

## Materiales y métodos

Se evaluó el comportamiento fenológico de la especie en plantaciones de la Estación Biológica La Selva y de Pueblo Nuevo de Chilamate, ubicados en Puerto Viejo de Sarapiquí, provincia de Heredia, Costa Rica, a una altura de 35 a 140 msnm con un promedio de precipitación anual de 3930 mm.

En este sitio se demarcaron cuatro parcelas de 1024 m<sup>2</sup> y se escogieron al azar 10 árboles reproductivamente maduros en cada una. Las características de las parcelas son las siguientes:

- a. Parcela no raleada. Plantación constituida por árboles de 4 años de edad con distanciamientos 2X2, en Estación Biológica La Selva.
- b. Parcela raleada. Plantación constituida por árboles de cuatro años con distanciamiento de 2X4, en Estación Biológica La Selva.
- c. Parcela Canada, plantación constituida por árboles de nueve años con distanciamiento de 2X6, en Estación Biológica La Selva.

- d. Parcela Chilamate. Árboles (10) en condiciones naturales situados en zonas de protección de la Zona de Chilamate, Sarapiquí. Estos individuos se encuentran en las parcelas del Instituto de Desarrollo Agrario (IDA), en el borde de un bosque.

Los 30 árboles de las tres parcelas de Finca La Selva y los 10 árboles adultos de la zona de Chilamate de Sarapiquí, fueron visitados mensualmente para las observaciones sobre el estado de la brotación, floración, fructificación, follaje, las cuales se realizaron utilizando la metodología propuesta por Fournier (1974), dándoles una caracterización de 0 cuando la característica es ausente, 1 cuando está presente de un 1% a un 25%, 2 si se expresa de un 26% a un 50%, 3 si es de 51% a un 75% y 4 si es de un 76% a un 100%.

Para el cálculo del promedio de la expresión fenológica por mes, se sumaron los resultados por árbol por parcela y se calculó el porcentaje respecto del total de árboles del estudio, partiendo de que 40% corresponde al 100 %. Estos resultados se relacionaron con la temperatura promedio y la variación de precipitación y brillo solar de los últimos 10 años, mediante comparaciones apareadas de promedio (Tukey HSD). Los datos fueron suministrados por la estación meteorológica Organización para Estudios Tropicales (OET) en Puerto Viejo de Sarapiquí, Finca La Selva. Se utilizaron pruebas de análisis multivariado MANOVA (estadística no paramétrica) (SAS, 1999) y se realizaron comparaciones entre los valores promedio (GLM, *option lsmeans*), entre sitios, entre meses, entre sitios para cada mes (enero 1996-setiembre 1997), entre meses para cada sitio (Chilamate, Canada, Raleada y no

Raleada), entre individuos, entre individuos para cada sitio).

## Resultados y discusión

Las parcelas estudiadas brindaron información sobre el comportamiento fenológico de los árboles de almendro como entes individuales y como grupos poblacionales en diferentes condiciones de siembra.

### Con respecto a brotación foliar

En todas las parcelas, durante el período de observación los árboles mostraron un crecimiento activo de brotación foliar, excepto en los meses de febrero y agosto de 1996, en los que presentó una reducción significativa de crecimiento (Figura 1<sup>a</sup>,b,c,d). Por esta razón, y de acuerdo con Newstrom, *et al.* (1994), la especie podría considerarse como de expresión continua.

Esta fenofase presentó diferencias significativas en su expresión entre los meses de estudio ( $p_{\text{valor}} = 0.0001$ ,  $F = 7.11$ ), entre parcelas ( $p_{\text{valor}} = 0.00187$ ,  $F = 1.88$ ) y entre los individuos ( $p_{\text{valor}} = 0.0001$ ,  $F = 3.45$ ).

### Follaje

La expresión de follaje se mantuvo generalmente entre porcentajes de 40 y 100 por ciento (Fig. 1,a,b,c,d). En el año 1996 hubo una reducción en el mes de marzo en las parcelas de chilamate, cánada y raleadas. En las parcelas no raleadas esta reducción se presenta entre los meses de abril y mayo.

Para el año 1997, la expresión de follaje tuvo una disminución considerable durante el mes de abril en las parcelas chilamate, cánada y no raleadas. En las parcela raleada esta disminución se presentó en mayo. Se podría decir que esta especie es continua en lo que se refiere a presencia de follaje, según la clasificación de Newstrom *et al.* (1994).

La estabilidad del follaje no parece depender de ninguno de los factores climáticos. Sin embargo se determinó una diferencia significativa de la expresión de esta característica entre los meses de estudio ( $p_{\text{valor}} = 0.0001$ ,  $F = 8.43$ ), entre parcelas ( $p_{\text{valor}} = 0.0029$ ,  $F = 2.28$ ) y entre individuos ( $p_{\text{valor}} = 0.0081$ ,  $F = 1.75$ ).

### Floración

En 1996, *Dipteryx panamensis* inició el período de floración a partir del mes de abril, y alcanzó su máxima expresión en el mes de julio en las parcelas Chilamate, raleada y no raleada. En la cánada, la floración se manifestó en octubre. Para el año 1997, la floración se presentó desde el mes de junio y hasta setiembre, en la parcela Chilamate. En las otras parcelas el fenómeno no se registró en ese año (Fig. 1,a,b,c,d).

Este comportamiento el fenómeno permite clasificar la especie como de floración anual (Newstrom, *et al.* 1993). El patrón de floración para las especies heliófitas como el almendro, se caracteriza por que se presenta en la primera mitad de cada año (Opler *et al.* 1980). Sin embargo, el almendro no cumple con este patrón, pues en realidad presenta períodos de floración en los meses de junio-julio y requiere de 6 a 7 meses para la maduración de sus frutos, lo que hace que se caracterice como de actividad intensiva en lo que a floración concierne y de maduración de frutos lenta, según la clasificación de esos autores.

En esta especie se produce una recuperación del follaje seguida por la floración, a diferencia de otras especies como *Erythrina poeppigiana* (poró) y *Tabebuia rosea* (roble de sabana) (Gómez y Fournier 1995), en las cuales éstas fenofases están distanciadas a lo largo del año.

El análisis MANOVA para esta característica mostró que hay diferencias significativas de expresión entre parcelas ( $p_{\text{valor}} = 0.001$ ,  $F = 15.44$ ) y entre los meses de estudio ( $p_{\text{valor}} = 0.0001$ ,  $F = 4.06$ ).

### Fructificación

Durante el año 1996, la fructificación fue del 2% en los meses de enero y febrero en la parcela cánada. En la parcela raleada este mismo porcentaje se conserva desde enero hasta el mes de mayo. En las no raleadas solo se registra fructificación (2%), en marzo, abril y mayo. Para los árboles de Chilamate, la fructificación se produce en enero, febrero y marzo (12%) (Fig. 1,a,b,c,d).

En el año 1997, la expresión de fructificación para la parcela Chilamate se registra de enero a mayo. Para las otras parcelas, aunque hay presencia de frutos en estadios inmaduros, no se registra maduración de los mismos excepto en la no raleada, donde se percibe un porcentaje mínimo de frutos maduros (Fig. 1,a,b,c,d).

Con respecto a esta característica, la especie puede clasificarse como anual según Newstrom *et al.* (1994).

En las parcelas de Chilamate, los árboles mostraron los mayores porcentajes en las expresiones fenológicas, debido a que los árboles tienen mayor edad y, como se ha demostrado en estudios realizados con otras especies (café) por Fournier (1976) y Umaña (1988) en Melastomataceas, los individuos adultos expresan en mayor proporción las fenofases reproductivas.

El análisis MANOVA para esta característica mostró que hay diferencias significativas entre las parcelas ( $p_{\text{valor}} = 0.001$ ,  $F = 6.11$ ) y entre meses ( $p_{\text{valor}} = 0.001$ ,  $F = 4.95$ ), no así entre los individuos.

## Influencia de los factores climáticos

### Temperatura

Las temperaturas más altas marcan un descenso en el follaje y un inicio de brotación floral. Eso coincide con lo afirmado por Tutin y Fernández (1993), quienes afirman que las altas temperaturas favorecen la formación de flores, y (Trujillo 1992), quien afirma que a temperaturas sumamente bajas las yemas florales pueden morir, al igual que las flores en desarrollo.

En lo que a maduración del fruto se refiere, ésta se dio cuando se presentaron las temperaturas más bajas (Fig. 2,a,b,c).

### Radiación solar

La radiación solar se asocia con una disminución de follaje y una renovación de éste, lo cual se produce de marzo a mayo; posteriormente se producen los brotes florales y se reinicia el ciclo reproductivo (Fig. 2,a,b,c). Este comportamiento coincide con el mostrado por Wright y Van Shaik (1994) para esta misma especie, especialmente en lo que se refiere a aparición de follaje y floración. Ellos sugieren que dicho comportamiento obedece a los máximos picos de luz o bien que están relacionados con los picos bajos de poblaciones de insectos que pueden actuar como depredadores potenciales de la especie.

### Precipitación

Hay disminución del follaje al bajar la precipitación, lo que puede asociarse a que las hojas caen después de pasada la fructificación, tal vez por la escasez de nutrientes, como lo observado en roble de sabana (*Tabebuia rosea*), donde la ausencia de follaje se asocia con una alta concentración de ácido absísico a un ritmo interno de la especie fijado genéticamente (Gómez 1984). Inmediatamente después, se inicia la nueva brotación. Esto sucede en meses

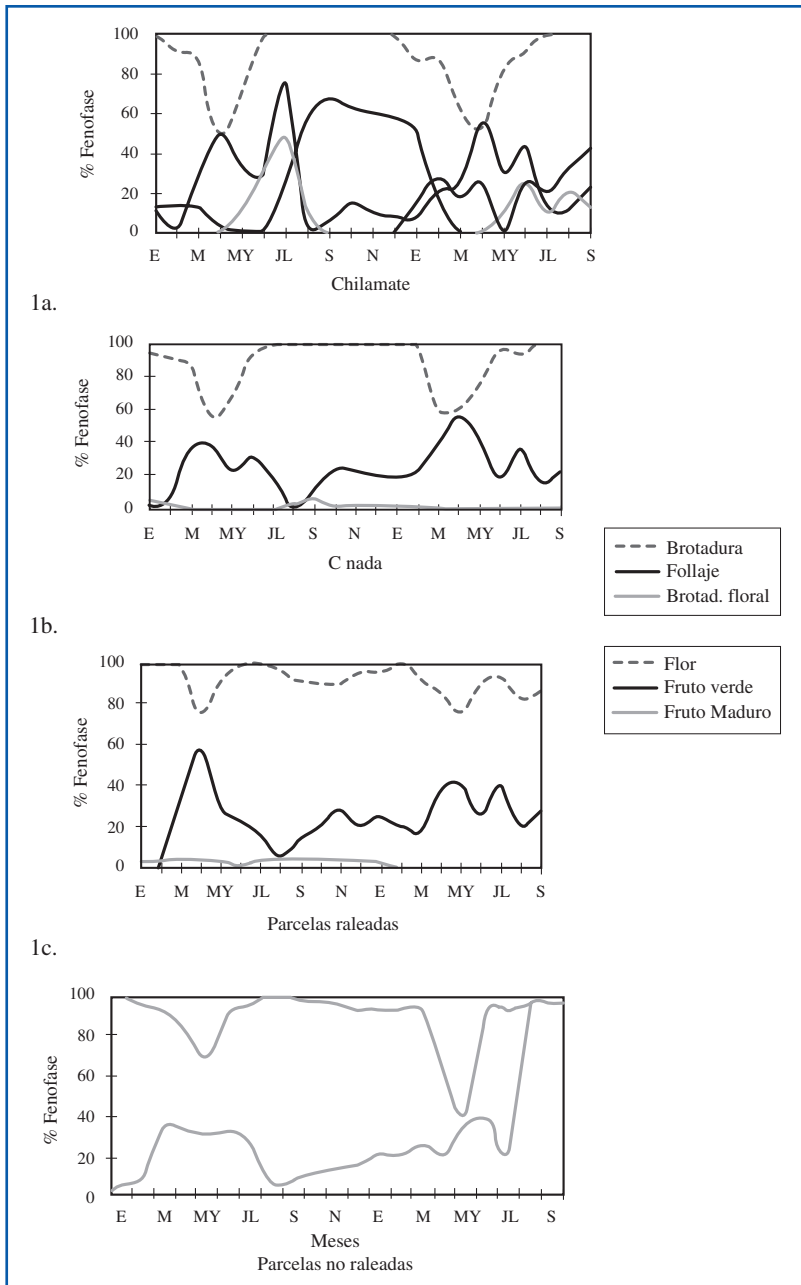
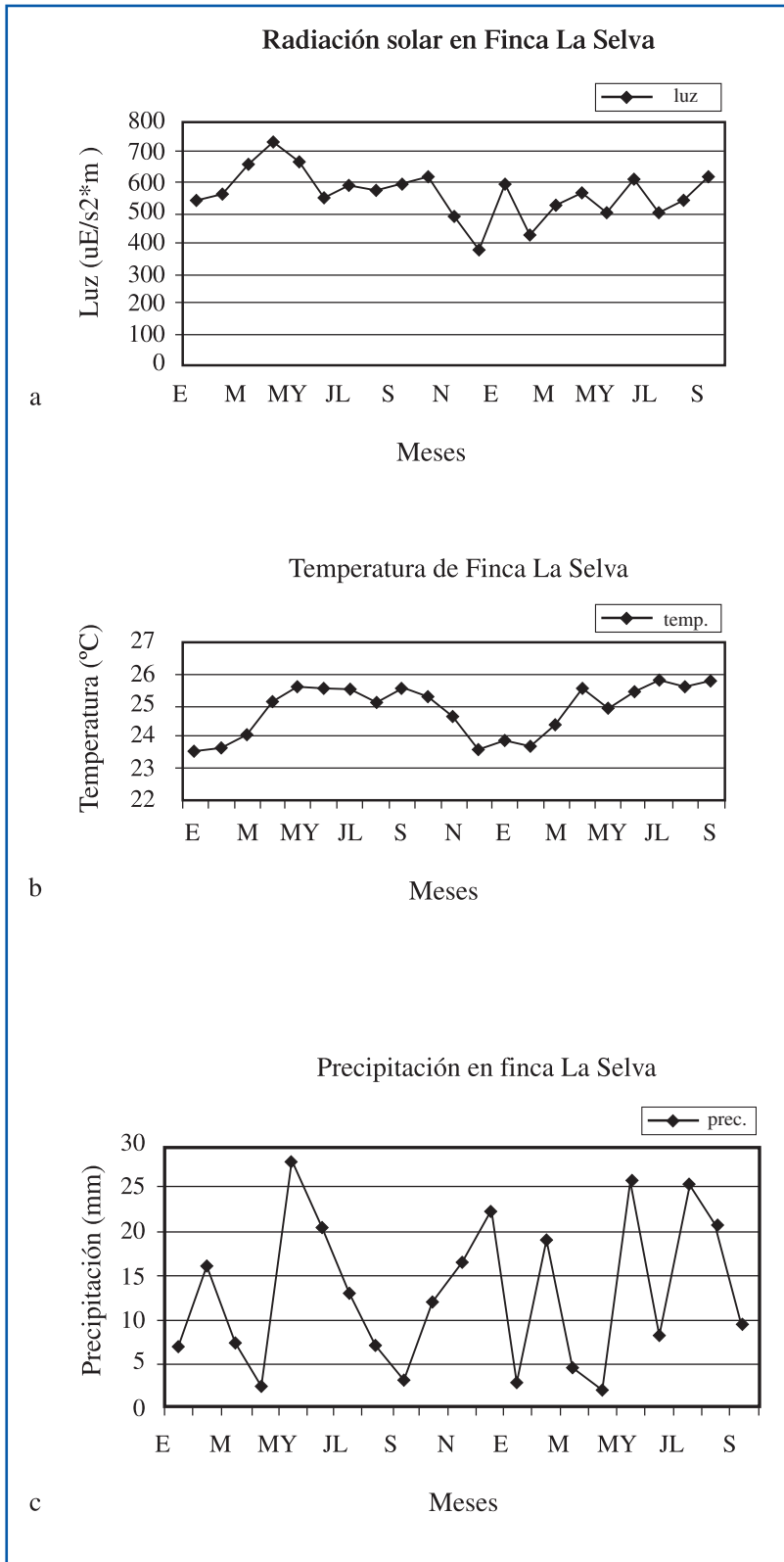


Figura 1

Expresión fenológica de los árboles de almendro (*Dipteryx panamensis*) en diferentes condiciones de siembra.



**Fig. 2**  
**Expresión de factores climáticos en Finca La Selva, Sarapiquí.**  
**Heredia, Costa Rica, 1996-1997**

de baja precipitación, en los cuales se supone que la planta debe exhibir una mínima actividad de la caída del follaje (Fig. 2,a,b,c), pues no tiene mucha disponibilidad de nutrimentos, ya que es la lluvia la que permite el movimiento de éstos en el suelo (Borchert 1992). Sin embargo, en estas circunstancias la especie debe recurrir a otras sustancias ricas en energía que, de alguna manera, almacena en sus tallos y raíces.

Cabe añadir que la base fisiológica de la floración en árboles tropicales, así como el efecto de los factores ecológicos sobre el fenómeno, no están aún bien comprendidas; las lluvias fuera de época actúan como una señal de floración en algunas plantas pero no en todas (Boshier y Lamb 1997).

Un ejemplo de esto es el café, cuyas yemas florales se activan con las lluvias tempranas, produciéndose cosechas de fruto extemporáneas, pues requiere de rehidratación en sus yemas (Wycherley 1973; Borchert 1996). La rehidratación de los brotes es un requisito para la subsecuente apertura de los brotes florales (Borchert 1996) de ahí que en *Dipteryx panamensis* (Almendra) la apertura de los brotes florales se produce después de la más alta precipitación anual.

Con los resultados de los análisis estadísticos (Tukey) se confirma que existen diferencias significativas de la influencia de la temperatura sobre las diferentes fenofases ( $p_{\text{valor}} = 0.0001$ ,  $F = 11.86$ ) en todas las parcelas. La luz también influye de manera significativa ( $p_{\text{valor}} = 0.0025$ ,  $F = 6.25$ ). Esto no se puede decir para la precipitación, cuyas relaciones resultaron no significativas.

Sin embargo, es importante anotar que el ambiente natural del almendra, tiene un clima poco estacional y podría ser que las especies de climas con diferencias más marcadas entre las estaciones pueden haber evolucionado patrones

climáticamente dependientes de la variación en la precipitación.

### Relación de comportamiento entre los años 1996-1997

El comportamiento fenológico de la especie durante 1996 fue similar en las diferentes parcelas. En 1997, la floración fue escasa y la producción de frutos aún más; sin embargo, se mantiene un patrón de comportamiento que se puede apreciar en la Fig. 1 a,b,c,d, lo cual coincide con otros estudios en diferentes especies forestales, que muestran que las respuestas fenológicas tienen poca variación dentro de la misma especie, (Camacho y Orozco 1998).

Se debe anotar, que la diferencia en las observaciones durante los dos años de estudio pueden deberse a los cambios climáticos que ha sufrido el planeta con el fenómeno de El Niño y La Niña, pues el comportamiento fue muy variable año con año, en lo que a abundancia de floración y frutos se refiere; eso coincide con lo demostrado por Wright *et al.* (1999).

También otros autores como Boshier y Lamb (1997) se refieren a estas

variaciones en todos los niveles (inflorescencia, árbol, población) como un medio importante mediante el cual una especie se adapta ecológica y fisiológicamente a su ambiente.

### Relación entre parcelas

En árboles adultos como los de las parcelas de Chilamate, la expresión fenológica entre los individuos analizados fue muy similar, lo que se refleja en los gráficos de la Figura 1, lo que es de esperar en árboles de bosques maduros (Opler *et al.* 1980).

Estadísticamente, esto se confirma con el análisis Tukey, que mostró que la parcela de Chilamate es diferente en su comportamiento fenológico a las otras parcelas en lo que a floración y fructificación se refiere, pero no en las fenofases vegetativas (Cuadro 1).

**Cuadro 1**  
**Diferencias en el comportamiento fenológico comprobadas en Sarapiquí, Costa Rica\***

Parcelas	Brotadura foliar	Follaje	Brotadura floral	Floración	Fruto verde	Fruto maduro
Chilamate	0.79 a	3.48 a	0.33 a	0.36 a	0.86 a	0.18 a
Cánada	0.91 a	3.53 a	0.01 b	0.00 b	0.01 b	0.00 b
Raleada	0.89 a	3.65 a	0.00 b	0.00 b	0.03 b	0.02 b
No raleada	0.82 a	3.44 a	0.01 b	0.02 b	0.07 b	0.03 b

\* Comparación mediante el método Tukey.

## Conclusiones

1. *Dipteryx panamensis* (almendro) se puede considerar como una especie de comportamiento anual, debido a que florece (julio y agosto) y fructifica (febrero y marzo) una vez al año. Además presenta también brotadura foliar y follaje continuo.
2. El análisis estadístico mostró diferencias significativas en el comportamiento fenológico de los árboles durante los meses de estudio y entre las diferentes parcelas; ello se debe, probablemente, a las diferentes condiciones de siembra y a la posible fijación genética de ciertas respuestas fenológicas a lo largo del año.
3. La luz y la temperatura influyen significativamente sobre las diferentes fenofases, no así la precipitación. Pero no hubo diferencias significativas en las respuestas a estos factores climáticos por parcelas, ni por individuos.
4. La parcela Chilamate mostró mejor la expresión de las características fenológicas sexuales, debido a que son árboles de una mayor edad que los de las parcelas de plantación.
5. El comportamiento fenológico de *Dipteryx panamensis* parece tener un patrón genéticamente establecido, posiblemente influenciado por diversos factores externos.

*Dipteryx panamensis* (almendro) se puede considerar como una especie de comportamiento anual, debido a que florece (julio y agosto) y fructifica (febrero y marzo) una vez al año. Además presenta también brotadura foliar y follaje continuo.

## Bibliografía

- Borchert, R. 1992. Computer simulation of tree growth periodicity and climatic hydroperiodicity in Tropical Forest. *Biotropica*. 24(3): 385-395.
- Borchert, R. 1996. Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. *Journal of Tropical Ecology* 12:65-80.
- Boshier, D y A. Lamb. 1997. *Cordia alliodora*: Genética y Mejoramiento de Árboles. *Tropical Forestry Papers*. 36:13-41.
- Camacho, M. y L.Orozco. 1998. Patrones fenológicos en doce especies arbóreas del bosque montano de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. Vol 46(3):533-542.
- Fournier, L. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24(4): 422-423.
- Fournier, L. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba* 26(1):54-59.
- Gómez, P. 1984. Fenología y Ecofisiología de dos poblaciones de *Tabebuia rosea* (Bertol) D.C.(Roble de Sabana) en el Valle Central de Costa Rica. Tesis para optar al grado de Magister Scientiae. Programa de Estudios de Postgrado en Biología. Universidad de Costa Rica. 55 p.
- Newstrom, L; G. Frankie y H. Baker. 1994. A New Classification for Plant Phenology Based on Flowering Patterns in Lowland Tropical Rain forest Trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2):141-159.
- Newstrom, L; G. Frankie y H. Baker; K. Colwell. 1996. Diversity of Long-term flowering patterns. *La Selva*. pp 142-160.
- Müller, E. 1997. Investigaciones en frutos y semillas de árboles individuales de cinco especies forestales de la Región Huetar Norte de Costa Rica, con especial consideración en el almacenamiento. Documento 51. Proyecto COSEFORMA. 237 p.
- Opler, P; G. Frankie y H. Baker. 1980. Comparative Phenological Studies of Treelet and Shrub Species in Tropical Wet and Dry Forest in The Lowland of Costa Rica. *Journal of Ecology* 68:167-188.
- SAS/STAT. 1999. Institute Inc. IV ed. Versión 6. Vol I y II. Cary, NC; USA 1767 p.



- Trujillo, E. 1992. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Editorial Centro de Estudios del Trabajo. Colombia. 151 p.
- Tutin, C y M. Fernández. 1993. Relationships between minimum temperature and fruit production in some tropical forest trees in Gabon. *Journal of Tropical Ecology*. 9: 241-248.
- Umaña, G. 1988. Fenología de *Conostegia oerstediana* y *C. xalapensis* (Melastomataceae) en Bosque del Niño, Reserva Forestal de Grecia, Costa Rica. *Brenesia*. 30: 27-37.
- Wagner, R y J.Zasada. 1991. Integrating plant autoecology and silvicultural activities to prevent forest vegetation management problems. *The Forestry Chronicle*. 67 (5): 506-513.
- Wright, J y C.Van Schaik. 1994. Light and the phenology of tropical trees. *The American Naturalist*. 143 (1): 192-197.
- Wright, J; C. Carrasco; O.Calderón y S.Paton. 1999. The Niño Southern Oscillation variable, fruit production and famine in a Tropical Forest Ecology. 80(5): 1632-1647.
- Wycherley, P. 1973. The Phenology of Plants in the Humid Tropics. *Micronesia* 9(1):75-96.