

# Fenología de floración y fructificación en *Macadamia integrifolia*

## Flowering and fructification phenology in *Macadamia integrifolia*

Consuelo Montes Rojas<sup>1</sup>, Clemencia Villegas García<sup>2</sup>, Maria Emma Lozano Muñoz<sup>3</sup>,  
Luz Danny Garzón Rojas<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación para el Desarrollo Rural, Popayán, Cauca, Colombia. <sup>2</sup>Centro de Investigaciones en café (Cenicafé). Autor para correspondencia. [cmontesr@unicauca.edu.co](mailto:cmontesr@unicauca.edu.co)

Rec.: 13-03-09 Acept.: 20-10-09

### Resumen

En Timbío, departamento del Cauca (Colombia) existen aproximadamente 287 ha cultivadas con diferentes variedades de macadamia (*Macadamia integrifolia*) que aún no expresan su mejor potencial. Durante un año a partir de 2005 se evaluó el comportamiento fenológico de floración y fructificación en las variedades: HAES 294, 344, 741, 788 y 800. Se seleccionaron 40 inflorescencias por variedad para medir: longitud de inflorescencia, número de flores/inflorescencia, número de frutos/racimo y diámetro de frutos y, definir las principales etapas fenológicas. El crecimiento de la flor se extendió entre 57 y 62 días y la inflorescencia presentó cinco fases: aparición del botón floral, diferenciación de unidades florales, finalización del crecimiento, apertura floral y polinización. La longitud de inflorescencia fue estadísticamente significativa y varió entre 10.7 y 15.7 cm, la variedad HAES 788 presentó las inflorescencias más largas y HAES 800 las más cortas. El número de flores/inflorescencia varió entre 89 y 135, la variedad HAES 800 mostró el menor número y la HAES 294, el mayor. Los frutos más grandes fueron producidos por HAES 788, 800 y 294 con diámetro promedio de 3.1 cm y los más pequeños, de 2.8 cm, por HAES 344 y 741. Se identificaron tres etapas: amarre de frutos, desarrollo morfológico y madurez fisiológica cuya duración varió entre 210 y 234 días. El número de frutos/racimo varió, en promedio, entre 3.2 y 3.9 para HAES 344, 294, 788 y 741, y fue de 1.2 frutos/racimo para HAES 800.

**Palabras clave:** *Macadamia integrifolia*, *Macadamia ternifolia*, Proteaceae, nuez de macadamia, fenología, fisiología vegetal, floración, fruto seco.

### Abstract

In the rural area of Timbío, located in the Cauca region of Colombia, an area of 287 ha is planted with different varieties of macadamia (*Macadamia integrifolia*), which still have not realized their full potential. In this research, the phenology of the flowering and fructification of five macadamia varieties: HAES 294, HAES 344, HAES 741, HAES 788, HAES 800 was evaluated. Forty inflorescences per variety were selected in order to determine: inflorescence period, number of flowers/inflorescence,

1 Ing. Agrónomo, M.Sc. en Recursos Fitogenéticos Neotropicales.

2 Ing. Agrónoma, M.Sc. en Fitopatología.

3-4 Agrozootecnistas

number of fruits/bunch and fruit diameter. Additionally, the most important phenological stages of the two processes were defined. Flower growth lasted between 57 and 62 days, and the inflorescence had five stages: flower buttons, differentiation of flower units, end of growth, flower opening and pollination. Differences in the inflorescence period were statistically significant and ranged from 10.7 to 15.7 cm, with the HAES 788 variety having the longest inflorescences and the HAES 800 variety the shortest. The number of flowers/inflorescence ranged from 89 to 135: HAES 800 had the fewest and HAES 294 the most. The biggest fruits were obtained from HAES 788, HAES 800 and HAES 294 with an average diameter of 3.1 cm, and the smaller fruits, with a 2.8 cm average diameter were obtained from HAES 344 and HAES 741. Three stages were identified: fruit tie-up, morphologic development and physiological maturity; the duration of which ranged from 210 to 234 days. The average number of fruits/bunch for HAES 344, HAES 294, HAES 788 and HAES 741 ranged from 3.2 to 3.9, and for HAES 800 was 1.2 fruits/bunch.

**Key words.** *Macadamia integrifolia*, *Macadamia ternifolia*, phenology, nuts, fructification, crop physiology, flowering

## Introducción

La macadamia (*Macadamia integrifolia*) es originaria del sudeste de Queensland y nordeste de Nueva Gales del Sur, no obstante su desarrollo como cultivo mejorado comercial ha ocurrido principalmente en Hawai. También existen plantaciones en Sudáfrica (24 y 30° S), Florida (25° N), California (33° N) y Costa Rica (8° y 11° N) (Rincón, 2000).

El rango adecuado de temperatura para la producción de macadamia se encuentra entre 18 °C y 26 °C, con un óptimo entre 20 °C y 23 °C. Para una floración óptima la temperatura nocturna no debe exceder 20 °C ni ser inferior a 18 °C, por fuera de este rango se inhibe la formación de racimos. Para el crecimiento adecuado de la planta, la temperatura debe estar entre 18 °C y 29 °C; temperaturas medias inferiores a 17 °C retardan el crecimiento, la iniciación de la producción es más tardía, se retrasa la maduración del polen, la polinización es irregular, el grosor de la corteza es mayor, la almendra pierde calidad organoléptica y disminuye su contenido de aceite (Armadans, 1998). La máxima tasa de fotosíntesis se consigue a 29 °C y decrece a medida que la temperatura aumenta. La mayor actividad fotosintética ocurre entre 17 °C y 25 °C. El porcentaje de almendra de primera calidad incrementa en la medida que la temperatura aumenta durante el periodo de desarrollo de las nueces (Rincón, 2000).

Esta especie se adapta bien en sitios localizados entre 1000 y 1500 m.s.n.m., por fuera de este rango puede presentar proble-

mas de floración, una menor producción y almendras de menor calidad. Es muy sensible a la sequía, por tanto, la distribución de la precipitación a través del tiempo resulta más importante que el volumen de la misma. El rango apropiado de precipitación anual se encuentra entre 1500 y 3000 mm. La humedad relativa adecuada para este cultivo debe variar entre 70 y 80%, cuando ésta es baja aumentan los problemas de estrés por sequía y, por el contrario, cuando es alta, se favorecen los problemas fitosanitarios (Rincón, 2000).

En las fincas Santa Clara y Gibraltar, localizadas en el municipio de Timbío, departamento del Cauca (Colombia) existen 287 ha cultivadas con macadamia que producen, en promedio, 4.9 kg/árbol por año de nuez en concha, no obstante, se han registrado árboles con producciones anuales de 20 kg (Barona et al., 1999). El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar las etapas de desarrollo para conocer la fenología de la floración y fructificación del cultivo de *Macadamia integrifolia* en el municipio de Timbío y determinar los efectos que los factores climáticos tienen en estas etapas.

## Materiales y métodos

La finca Santa Clara está localizada a 2° 25' N y 76° 41' O, a 1700 m.s.n.m., con una humedad relativa de 81%, una temperatura promedio de 18.2 °C –máxima de 23.3 °C y mínima de 14.5 °C– y una precipitación promedio anual de 2151 mm distribuidos en 258 días (Cuadro 1) (Fedecafé, 1999). El cultivo

**Cuadro 1.** Registros de clima en la zona durante el periodo de evaluación. Timbío, Cauca, Colombia.

Fecha	Temperatura (°C)					Humedad relativa (%)				Prec. (mm)
	Mínima	Máxima	Media	Máx. absoluta	Mín. absoluta	1	2	3	Promedio	
Abr-05	15.6	24.6	20.1	27.4	13.6	96.6	62.13	83.43	80.72	100
May-05	15.24	24.7	20.5	27.2	13	96.8	59.8	86.38	80.93	98
Jun-05	14.23	24.8	19.52	27.6	10.2	97.5	56.7	77.1	77.1	43
Jul-05	13.1	25.8	19.48	28.2	9.2	95.3	45.7	60.09	67.03	32
Ago-05	12.87	26.49	19.6	28.4	8.8	95.16	43.8	61.83	66.93	32
Sep-05	12.96	25.47	19.22	30	10.4	92.5	41.3	59.8	64.533	127
Oct-05	14.79	23.9	19.35	26.8	13.6	96.64	59.29	89.51	81.813	269
Nov-05	15.2	22.9	19.05	25.6	11.6	96	64.5	92.96	84.487	519
Dic-05	14.8	22.38	18.6	26.6	12	93.9	68	92.8	84.9	277
Ene-06	14.8	22.38	18.8	25.2	13.6	96.4	65	88.8	83.4	259
Feb-06	15.6	23.8	18.44	25.8	12.4	97.32	61.28	86.1	81.567	124
Mar-06	15.38	23.41	19.4	26.8	13.8	96.83	64.54	88.77	83.38	209
Abr-06	14.99	23.32	19.16	25.2	12.6	96.9	63.7	90.2	83.6	214

**Fuente:** Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Fedecafé, 2006).

de *Macadamia integrifolia* fue sembrado en 1992.

Se tienen las variedades HAES 294, 344, 741, 788 y 800, sembradas en hileras intercaladas. Para el estudio, se tomaron al azar cuatro árboles por variedad. En las variedades HAES 294, 741, 788 y 800 se marcaron 40 inflorescencias en estado inicial, mientras que para la variedad HAES 344 se tomaron 10 botones florales de un árbol. Para identificar los botones florales se realizaron visitas diarias y luego se hicieron dos visitas por semana para evaluar las variables: longitud de la inflorescencia (cm/semana) y número de flores/inflorescencia. En frutos se registraron las variables: diámetro desde el día 42 hasta madurez fisiológica y número de

frutos/racimo. Las observaciones se hicieron desde abril de 2005 hasta el mismo mes de 2006. Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva y comparación de medias con la prueba de Duncan.

## Resultados y discusión

### Fenología de floración

Se observó un desarrollo progresivo de la longitud de las inflorescencias de las variedades hasta el día 48, estabilizándose el día 56 para dar paso a la formación de frutos (Cuadro 2). La longitud de la inflorescencia se presentó de mayor a menor para las cinco variedades así: HAES 788, 741, 294, 344 y 800 (Cuadro 3); siendo esta última estadísticamente di-

**Cuadro 2.** Longitud de inflorescencia por variedad de *Macadamia integrifolia* a través del tiempo de observación. Timbio, Cauca, Colombia.

Día	Variedad HAES (no.)	Longitud (cm)	C. V (%)	Día	Variedad HAES (no.)	Longitud (cm)	C.V. (%)
1	788	0.60 a*	42.77	35	788	13.53 a	29.69
	294	0.54ab	54.72		741	12.43 a	25.61
	741	0.50 ab	54.92		294	11.99 ab	26.135
	800	0.44 b	48.04		344	10.03 bc	26.12
	344	0.41b	46.02		800	8.93 c	31.47
7	788	1.86 a	39.62	42	788	14.92 a	20.49
	741	1.66 ab	46.81		741	13.42 a	20.18
	294	1.59 abc	47.49		294	12.5 ab	23.61
	344	1.27 bc	59.91		344	11.4 bc	24.56
	800	1.20 c	41.91		800	10.14 c	23.74
13	788	4.13 a	38.60	48	788	15.52 a	24.73
	741	3.82 a	45.21		741	13.95 ab	18.23
	294	3.61 ab	46.76		294	12.6 bc	23.23
	344	2.76 bc	43.22		344	12.0 bc	11.54
	800	2.55 c	45.73		800	10.72 c	21.95
20	788	7.53 a	31.36	56	788	15.76 a	23.54
	741	7.47 a	39.59		741	14.12 ab	18.45
	294	6.87 ab	39.88		294	12.6 bc	23.23
	344	5.22 bc	30.65		344	12.1 bc	11.54
	800	4.53 c	45.35		800	10.76 c	21.66
28	788	11.05 a	35.53				
	741	10.65 a	33.55				
	294	10.19 ab	31.13				
	344	9.31 bc	20.54				
	800	7.07 c	37.96				

\* Valores en una misma variedad seguidos de letra iguales no difieren en forma significativa (P < 0.05), según la prueba de Duncan.

**Cuadro 3.** Resumen de promedios de longitud de inflorescencia en variedades de macadamia. Timbio, Cauca, Colombia.

Variedad (HAES no.)	Muestras (no. obs.)	Obs. (días)	Longitud (cm)
788	40	29	11.05 a*
741	40	30	10.65 a
294	40	27	10.19 ab
344	10	34	10.03 ab
800	40	33	8.93 c

\* Valores en una misma variedad seguidos de letra iguales no difieren en forma significativa (P < 0.05), según la prueba de Duncan.

ferente en comparación con las otras cuatro variedades. Rincón (2000) afirma que las inflorescencias de macadamia pueden presentar una longitud variable entre 10 y 25 cm, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo. Por otra parte, Gil (1996)

encontró que la longitud de la inflorescencia determina el número de flores.

El alto coeficiente de variación de las mediciones posiblemente fue debido a la genética de las variedades, al ataque de insectos cortadores, ataques por patógenos y cambios

bruscos en el clima que pudieron alterar la precisión de los resultados.

**Observaciones.** Como resultado de las mediciones de campo sobre fenología de macadamia en Timbío, Cauca, es posible hacer las observaciones siguientes:

- Las unidades florales del racimo se dispusieron formando entre cuatro y seis anillos a lo largo del raquis. El total de flores fue constante, mientras que el espacio entre anillos fue variable.
- La variedad HAES 788 reveló la mayor longitud de racimo desde el inicio de floración y la variedad HAES 344 la menor, con 0.19 cm de diferencia. Las variedades HAES 788, 741, 294 y 344 presentaron longitudes de racimo entre 10 y 11 cm, mientras que HAES 800 mostró una longitud inferior (8.9 cm).
- Al finalizar el crecimiento de la inflorescencia se observaron flores engrosadas, de color verde pálido que indican la proximidad de la apertura. Los cambios en longitud no fueron significativos; entre los días 41 a 43, la variedad HAES 788 presentó las inflorescencias más largas (15.5 cm) seguido de las variedades HAES 741 (13.4 cm), HAES 294 (12.5 cm), HAES 344 (11.4 cm) y HAES 800 con las inflorescencias más cortas (10.7 cm), esta longitud tiene incidencia directa en el número de frutos por inflorescencia y por lo tanto en producción (Gil, 1996).
- La variedad HAES 294 fue la más precoz al alcanzar la máxima longitud de inflorescencia el día 40, mientras las variedades HAES 741, 344 y 788 alcanzaron su tamaño máximo entre los días 41 y 43; la variedad HAES 800 el día 46, siendo significativamente diferente al crecimiento que ocurrió en la variedad HAES 294. (Cuadro 2)
- La apertura de las unidades florales comenzó indistintamente desde la base hacia el ápice o desde la mitad hacia arriba. Para Armadams (1998) este proceso se inicia por la base, lo cual no coincide con lo observado en este estudio.
- El color de la inflorescencia cambia a blanco crema. Se observó que el cáliz tiene forma de tubo, los cuatro estambres

están fijos a cuatro sépalos con ápices curvados, el pistilo está colocado sobre un disco y termina en un estilo largo (Rincón, 2000). Se presentó polinización entomófila por insectos de los órdenes Himenóptera, Díptera, Coleóptera y Lepidóptera.

- Se observó que las inflorescencias de las variedades HAES 294, 741 y 344 abrieron entre los días 51 y 55, mientras que las de HAES 788 abrieron el día 57 y fueron diferentes a HAES 294 y 800 (día 61). Es necesario señalar que la etapa más importante en la floración es el periodo de apertura de la inflorescencia, ya que ésta determina la polinización y formación de frutos. Las inflorescencias estuvieron pocos días abiertas, siendo la variedad HAES 294 la que permaneció más tiempo (6 días), seguida por HAES 741 y 788 con 5 días y HAES 800 y 344 con 4 días.
- El periodo comprendido entre botón floral y ántesis (inflorescencia abierta) varió entre 51 y 61 días dependiendo de la variedad, la menor duración es determinante de la precocidad de la variedad.
- En el periodo de polinización la inflorescencia se torna de color café, desaparecen los sépalos petaloides y se hace visible el estigma, el cual una vez sucede la fecundación empieza a ensancharse para formar el fruto.
- En la última fase de fenología de floración, la polinización se presentó entre los días 57 y 61 para las variedades HAES 294, 741 y 344 ( $P < 0.05$ ), y entre 62 y 66 días para las variedades HAES 788 294 y 800 con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

La inflorescencia de *M. integrifolia* desde su aparición como botón floral mantiene un número constante de flores y sólo varía por factores externos como clima e incidencias de plagas y enfermedades, que pueden ocasionar la pérdida de algunas de ellas. En el Cuadro 4 se observa que el mayor número de flores se obtuvo en la variedad HAES 294 posiblemente por presentar el espacio más reducido entre anillos florales. Una condición contraria ocurrió con las variedades HAES 788 y 741, aunque en ambos casos no se encontraron diferencias significativas. El segundo grupo lo conformaron las variedades

**Cuadro 4.** Numero de flores por inflorescencia en variedades de *Macadamia integrifolia*, Timbio, Cauca, Colombia.

Variedad	Muestras	Flores	C.V.
HAES (no.)	(no.)	(no.)	
294	135.17	135.17 a*	30.29
788	128.07	128.07 a	28.82
741	116.95	116.95 ab	35.76
344	109.05	109.05 b	16.05
800	89.65	89.65 b	44.75

\* Valores en una misma variedad seguidos de letra iguales no difieren en forma significativa (P < 0.05), según la prueba de Duncan.

HAES 741, 344 y 800 siendo las dos últimas las que presentaron inflorescencias más cortas y menor número de flores.

De acuerdo con Rincón (2000) y Nagao (1992) los racimos de *M. integrifolia* poseen entre 100 y 300 unidades florales, rango que coincide con el que presentan las variedades HAES 294, 788, 741 y 344 que oscila entre 135 y 109, por el contrario, la variedad HAES 800 presenta 89 unidades florales, número que se considera bastante reducido.

### Fenología de fructificación

El desarrollo final del fruto es función del número de células producido durante el periodo de división y del volumen alcanzado por ellas durante el engrosamiento y maduración del fruto propio de cada variedad (Velarde, 1996). Todas las variedades mostraron un crecimiento exponencial hasta el día 112, momento en el

cual inician el proceso de madurez fisiológica. Las variedades 788, 294 y 800 presentaron el mayor diámetro de fruto (3.1 cm) y las variedades HAES 741 y 344 un diámetro de 2.8 cm con diferencias significativas (P < 0.05) (Cuadro 5.) Rincón (2000) considera que un diámetro adecuado para el fruto en cáscara de *Macadamia* sp. es de 2.9 cm, lo que coincide con los hallazgos en este estudio. Por otro lado, Armadams (1998) encontró que la variedad HAES 344 presenta el fruto de mayor tamaño en cáscara, lo que no concuerda con los resultados de este estudio.

El coeficiente de variación para el diámetro de los frutos fue bajo (5.1% a 11%) debido, posiblemente, a que el tamaño de estos depende más de los factores nutricionales –que en este caso eran adecuados para el cultivo (Cuadro 6) – y a las características genéticas, que al ataque de insectos y enfermedades.

**Cuadro 5.** Días a madurez fisiológica y diámetro de fruto en variedades de *Macadamia integrifolia*, Timbio, Cauca, Colombia.

Variedad	Muestras	Prom.	Diámetro
	(no.)	(días)	(cm)
294	25	210.56 a*	3.10
741	27	211.56 b	2.81
800	22	212.86 a	3.14
788	24	214.08 a	3.14
344	8	234.50 b	2.80

\* Valores en una misma variedad seguidos de letra iguales no difieren en forma significativa (P < 0.05), según la prueba de Duncan

**Cuadro 6.** Análisis foliar de *Macadamia integrifolia* cultivada en Timbio, Cauca, Colombia.

Procedencia	N	P	K			Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
			(%)									
											(ppm)	
Finca Santa Clara <sup>a</sup>	2.44	0.185	0.88	0.4	0.11			141	223.25	20.5	11.25	12.5
Rangos óptimos <sup>b</sup>	1.3	0.08-	0.65-	0.65-	0.09-0.11			20-200	100-1000	15-50	5-10	40-80
	1.5	0.9	0.80	0.75								

\* Fuente: Análisis Foliar Macadamia. Timbio, Cauca. Laboratorio Disciplina de Suelos. Cenicafé.

\*\* Fuente: Rangos óptimos de nutrimentos en hojas de macadamia. (Rincón, 2000)

La fenología de fructificación se puede dividir en las etapas amarre, crecimiento y madurez fisiológica del fruto. Teniendo en cuenta la duración de cada una de ellas, los resultados se analizaron por estadística descriptiva y la prueba de Duncan.

El amarre de frutos comprende el periodo entre la polinización de la inflorescencia hasta el momento cuando alcanzan un diámetro entre 0.7 y 0.9 cm. En el comienzo de este periodo el cuajado es abundante, pero muchos frutos jóvenes se desprenden y caen al suelo (Rincón 2000). Esta etapa se registró 42 días después de la fecundación, cuando los frutos presentan un tamaño adecuado para la medición.

El período de crecimiento comprende desde el momento cuando el fruto alcanza un diámetro aproximado de 0.9 cm hasta que empieza la madurez fisiológica. Velarde (1996) considera que durante este periodo se observa una gran actividad de división celular, lo que origina aumento de volumen y peso hasta alcanzar el tamaño normal, siendo característico de cada variedad. En este caso las variedades HAES 788, 294 y 800 presentaron el mayor tamaño de fruto con 3.1, 3 y 2.9 cm de diámetro respectivamente, y las variedades HAES 344 y 741 los menores, con 2.7 cm. Las variedades alcanzaron su mayor tamaño de fruto entre 116 y 120 días.

La madurez fisiológica comienza cuando finaliza el crecimiento del fruto y se extiende hasta cuando éste cae del árbol. En esta etapa se produce una serie de transformaciones bioquímicas que le dan las características de acumulación de aceite y sabor especiales. Una vez termina la madurez fisiológica se presenta el agrietamiento de la cáscara y finalmente la caída. La variedad HAES 294 es la excepción, ya que presenta el pericarpio abierto y retiene los frutos en el árbol. En el presente estudio, la madurez fisiológica varió entre 210 y 234 días después de la floración. Las variedades HAES 294, 741, 800 y 788 alcanzaron la madurez fisiológica entre 210 y 214 días después de finalizar la floración, formando un grupo que presenta diferencias ( $P < 0.05$ ) con la variedad HAES 344 que llegó a la madurez fisiológica a los 234 días, lo cual concuerda con los resultados de Rincón

(2000) para esta variedad. El promedio de frutos/racimo (entre paréntesis) fue similar en las variedades HAES 344 (3.9), 294 (3.3), 788 (3.2) y 741 (3.1), siendo mayor ( $P < 0.05$ ) que para la variedad HAES 800 (1.3).

En el comienzo de la fructificación se presentó la caída masiva de residuos florales, lo que afectó entre 70% y 95% el número total de frutos, sin llegar a afectar la cosecha. Aunque en el cultivo de *Macadamia* sp. se observaron racimos con aproximadamente 30 frutos en la etapa de amarre, sólo entre 1% y 3% de las flores por inflorescencia llegaron a la madurez, lo cual difiere de los resultados de Rincón (2000) y Boyton et al. (2002) quienes afirman que del número total de flores, el 5% llega a la madurez.

La reducción significativa en los rendimientos para *M. integrifolia* en Timbío (Cauca), puede ser debida a las deficiencias de nutrientes en el suelo, especialmente calcio y boro, tal como lo muestran los resultados en el Cuadro 5. Otros factores, como el ataque de insectos plaga y condiciones ambientales adversas en la zona, también pueden limitar el cuajamiento y reducir el número de frutos por racimo en la plantación. Según Velarde (1996) la lluvia es un factor de gran influencia en los procesos de polinización y fecundación ya que puede limitar la actividad de los insectos polinizadores y arrastrar los granos de polen al suelo.

El coeficiente de variación para el número de frutos/racimo varió entre 108% y 165%, considerando como alto, aunque no existan parámetros de comparación para *Macadamia integrifolia*. Este rango refleja una alta variabilidad ya que en la muestra evaluada dentro de la misma variedad fue posible encontrar racimos con quince frutos, mientras que otros solo tenían un fruto o ninguno; determinando que esta variable está posiblemente condicionada por factores como las deficiencias de nutrientes, el ataque de insectos y las condiciones ambientales de la zona donde se ubica el cultivo, que son imposibles de controlar.

## Conclusiones

- Se identificaron cinco fases fenológicas de floración: botón floral, diferenciación de unidades florales, finalización de creci-

miento, apertura de las unidades florales y polinización. El periodo desde botón floral a polinización tuvo una duración entre 57 y 66 días.

- En el periodo de fructificación de 210 a 234 días, se identificaron las etapas amarre de frutos, crecimiento del fruto y madurez fisiológica
- La longitud de la inflorescencia estuvo en un rango entre 10.76 y 15.76 cm, el número de flores/inflorescencia entre 89 y 135, el diámetro de los frutos entre 2.8 y 3.14 cm, el número de frutos/racimo entre 1.2 y 3.9 que presentaron un cuajamiento entre 1.4% y 3%, siendo la variedad HAES 800 la de mejor comportamiento.
- Por los resultados de este estudio, se considera que las variedades HAES 788 y 294 son las más promisorias para cultivos comerciales en la zona de Timbío, Cauca.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a Agrotimbío, especialmente al Ingeniero Antonio Marín, y a Cenicafe por el apoyo durante el proceso de investigación del trabajo de grado de María Emma Lozano y Danny Garzón, del cual se derivó el presente estudio.

### Referencias

Armada, A. 1998. Comportamiento de tres variedades de *Macadamia integrifolia* en el departamento Central. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Trabajo de grado (Ing. Agr.) 105 p.

Barona, N.; Romero, A.; Concha, M.; Paz, N. et al. 1999. Agenda ambiental municipio de Timbío, Cauca. Corporación Autónoma Regional del Cauca. CRC. Editorial López. Cauca, Colombia. pág. 15.

Barona, M. E. y Calvo, R. 1992. Fruticultura especial. Fascículo: Guanábana y Macadamia. Costa Rica.. Disponible en la web: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?S004sci\\_arttex](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?S004sci_arttex). Acceso: 26-09-07

Boyton, S. J. y Hardner, C. M. 2002. Phenology of flowering and nut production in macadamia. Revista Acta hortscience (ISHS) 575(43):381-387. Disponible en la web: [http://www.actahort.org/books/575/575\\_43.htm](http://www.actahort.org/books/575/575_43.htm)

Fedecafé (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia). 2006. Anuarios meteorológicos 1999 – 2005. Estación Experimental Manuel Mejía. Tambo, Cauca

Gil, K. 1996. Fenología de frutales. 1996. Disponible en la web: [http://www.redagraria.com/investigación/clima-enolfca\\_unc/apunte\\_fenologia\\_frutales.html](http://www.redagraria.com/investigación/clima-enolfca_unc/apunte_fenologia_frutales.html). Fenología. Acceso 13-07-07

Nagao, M. 1992. Macadamia: Cultivation and Physiology. Department of Horticulture, Beaumont Research Station University of Hawaii. Hawaii, Estados Unidos. 165 p

Rincon, O. 2000. Manual para el cultivo de Macadamia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Fedecafé). Santa Fe de Bogotá, Colombia. 116 p.

Velarde, A. 1996. Morfología y fisiología del árbol frutal. Tratado de arboricultura frutal. Madrid, España: Mundiprensa. vol.1. 326 p.