



La floración en dos especies de *Macadamia* bajo las condiciones de Cubiro Estado Lara

Meza Norkys Marilyn

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Lara, estado Lara, Venezuela.

<https://orcid.org/0000-0002-1256-9718> norkysmeza@gmail.com

ASA/Artículo

doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.8192480>

Recibido: 12-10-2022

Aceptado: 29-06-2023

RESUMEN

La nuez de *Macadamia* pertenece a la familia de las Proteaceas y es originaria del sudeste de Queensland en Australia. En Venezuela, se cultiva desde hace más de 25 años con gran potencial agroindustrial. Las flores de la macadamia son perfectas, se dan en racimos en las ramas de al menos dos años, los cuales contienen más de 200 flores, aunque sólo un pequeño porcentaje se convierte en nueces maduras; es decir, se pueden esperar con éxito 20 frutos maduros por racimo. En esta investigación se pretende estudiar las etapas de desarrollo de la floración y fructificación en dos especies de la macadamia, en la localidad de Cubiro estado Lara. Veinte plantas de 14 años de edad fueron seleccionadas para establecer la secuencia de cambios y eventos morfológicos que ocurren en el desarrollo de la inflorescencia. Se marcaron 20 inflorescencias en estado inicial por planta y luego se evaluaron las variables: longitud y número de flores de la inflorescencia. En frutos se registraron las variables: diámetro desde el día 42 hasta madurez fisiológica y número de frutos/racimo. Las evaluaciones se realizaron semanalmente. Desde que la yema floral comienza a desarrollarse, transcurren 40 días y es cuando se evidencian los botones florales. Al finalizar el crecimiento de la inflorescencia se observaron flores engrosadas, de color verde pálido que indican la proximidad de la apertura. A los 50 días comienza la antesis floral de manera acropeta y se prolonga hasta los 57 días. El periodo desde formación del botón floral hasta antesis se desarrolló en 60 días aproximadamente.

Palabra clave: *Macadamia integrifolia*, Proteaceae, fenología, floración.



Flowering in two species of *Macadamia* under the conditions of Cubiro State

ABSTRACT

The *Macadamia* nut belongs to the Proteacea family and is native to Southeast Queensland in Australia. In Venezuela, it has been cultivated for more than 25 years. *Macadamia* flowers are perfect, they occur in clusters on the branches of at least two years, which contain more than 200 flowers, although only a small percentage turns into nuts ripe; that is, 20 ripe fruits per cluster can be successfully expected. This research aims to study the development stages of flowering and fruiting in two species of macadamia, in the town of Cubiro, Lara state. Twenty 14-year-old plants were selected to establish the sequence of morphological changes and events that occur in inflorescence development. 20 inflorescences were marked in initial state per plant and then the variables were evaluated: length and number of flowers of the inflorescence. In fruits, the variables were recorded: diameter from day 42 to physiological maturity and number of fruits / bunch. The evaluations were carried out weekly. From the moment the flower bud begins to develop, 40 days elapse and that is when the flower buds become apparent. At the end of the inflorescence growth, thickened flowers were observed, pale green in color, indicating the proximity of the opening. At 50 days, the floral anthesis begins acropetally and lasts up to 57 days. The period from flower bud formation to anthesis developed in approximately 60 days.

Keywords: *Macadamia integrifolia*, Proteaceae, phenology, flowering

INTRODUCCIÓN

La nuez de *Macadamia* pertenece a la familia de las Proteaceas y es originaria del sudeste de Queensland y noreste de Nueva Gales del Sur en Australia, es considerada la más fina del mundo, por su alto contenido nutricional y calidad de su aceite. Actualmente el principal productor a nivel mundial es Hawái, produciéndose además en países como Indonesia, Sudáfrica, Costa Rica, Costa de Marfil, Guatemala y parte de México. Tiene alto contenido de proteínas, vitaminas, minerales y aminoácidos que fortalecen las células del cerebro (Lozano, 2013); existen estudios que demuestran que su contenido de aceite no es saturado, lo que contribuye a una buena circulación arterial, siendo muy importante en la salud (Quintas et al. 2017).

Esta especie se adapta bien en sitios localizados entre 1000 y 1500 m.s.n.m., por fuera de este rango puede presentar problemas de floración, una menor producción y almendras de menor calidad. En Venezuela, se cultiva desde hace más de 25 años (Prado et al. 2009). Entre las ventajas que hacen comercial a la macadamia, se encuentran que es un árbol perenne, que permite conservar mejor el suelo y preservar el medio ambiente; además, sus frutos son muy nutritivos,

altamente rentables y con posibilidades de exportación.

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).

Existen dos especies de interés *M. tetraphylla* y *M. integrifolia*. La floración de *M. tetraphylla* es en invierno y la de *M. integrifolia* en diferentes épocas del año, por lo que se puede tener producción casi todo el año, concentrándose en invierno la de las dos especies. Por lo general la producción empieza a los 4 o 6 años, y va en aumento hasta los 12 años, cuando empieza a estabilizarse. En ambas especies las floraciones de mayor importancia económica ocurren en el

mes de agosto, septiembre y octubre durante la época lluviosa. Las flores de la macadamia son perfectas, se dan en racimos en las ramas de al menos dos años, los cuales contienen más de 200 flores, aunque sólo un pequeño porcentaje se convierte en nueces maduras; es decir, se pueden esperar con éxito 20 frutos maduros por racimo.

Los estudios sobre la fenología de la floración son escasos por lo que en esta investigación se pretende estudiar las etapas de desarrollo de la floración y fructificación del cultivo de *Macadamia integrifolia* y *M. tetraphylla* en la localidad de Cubiro estado Lara Venezuela dado a su potencial agroindustrial.

MATERIALES Y MÉTODOS

En ensayo se realizó en la finca La Neblina localizada 09° 46'38,54" N y 69° 35'24,76"O, a 1710 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. Las plantas de *Macadamia integrifolia* y *Macadamia tetraphylla* tenían 14 años de edad.

Metodología para la fenología de la floración y fructificación

Veinte plantas fueron seleccionadas completamente al azar de cada especie para establecer la secuencia de cambios y eventos morfológicos que ocurren en el desarrollo de la inflorescencia. A cada planta seleccionada se le marcaron 4 ramas con signos evidentes de desarrollo reproductivo (Figura 1). Se marcaron 20 inflorescencias en estado inicial por planta, 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. Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva y comparación de medias con la prueba de Tukey.



Figura 1. Evidencia del inicio de la floración

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde que la yema floral comienza a desarrollarse, el raquis se hace evidente, luego va creciendo y los botones florales se hacen evidentes, han transcurridos 40 días de iniciado el proceso de floración (Figura 2 A). La longitud del raquis alcanza 15 cm en promedio. A los 45 días se evidencia el perianto de cada flor y en el raquis las flores se agrupan en glomérulos de 4 a 5 flores, (Figura 2B).

Al finalizar el crecimiento de la inflorescencia se observaron flores engrosadas, de color verde pálido que indican la proximidad de la apertura (Figura 2C).

A los 50 días comienza la antesis floral de manera acropeta (Figura 2D) y se prolonga hasta los 57 días (Figura 2 E). El periodo desde

formación del botón floral hasta antesis se desarrolló en 60 días aproximadamente.

Este proceso ocurrió de manera similar en ambas especies, no mostraron diferencia significativa por lo que se considera como especies muy similares en morfología y cronológicamente en cuanto a su desarrollo floral.

El número de flores por inflorescencia vario entre 128 y 130 flores en promedio en ambas especies. La inflorescencia de macadamia desde su aparición como botón floral mantiene un número constante de flores y sólo varía por factores externos como clima (viento) e incidencias de algunas plagas (roedores) y enfermedades, que pueden ocasionar la pérdida de algunas de ellas.

El color de la inflorescencia en *Macadamia integrifolia* cambia a blanco crema mientras que en *M. tetraphylla* varia de blanco a purpura.

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, estos resultados coinciden con los encontrados por Montes C. et al. (2009).

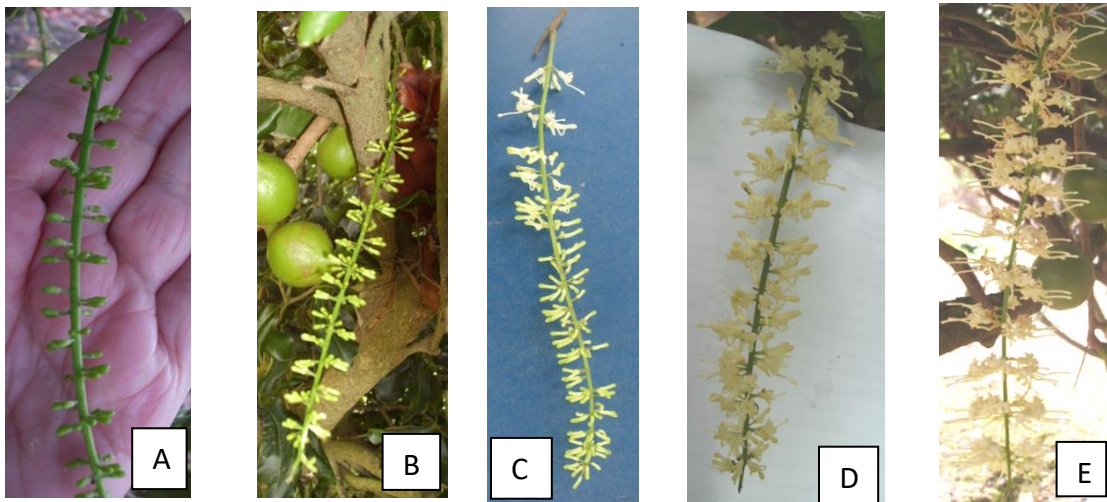


Figura 2. Inicio de la floración (A) crecimiento, desarrollo de la inflorescencia (B, C, D) hasta antesis (E)

Fenología de fructificación

En el periodo de polinización la inflorescencia esta 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 (Figura 3A). La polinización ocurrió aproximadamente en 3 días cuando se evidencio el ovario ensanchado dando origen al fruto. El periodo entre la polinización de la inflorescencia hasta el

momento cuando alcanzan un diámetro entre 6 y 10 mm se designó como fase 1

(Figura 3 B y C). El tiempo ocurrido desde la fecundación hasta esta fase duro 40 días.

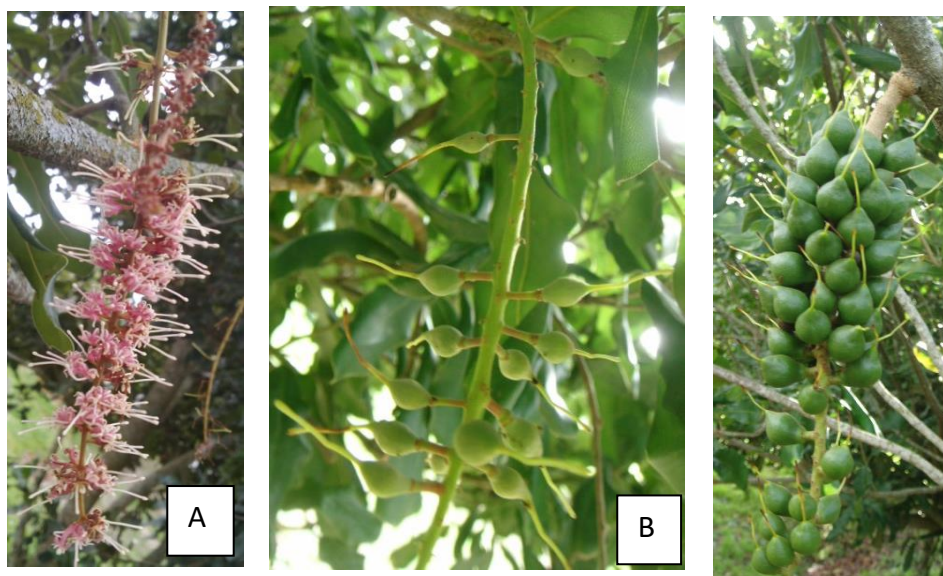


Figura 3. Polinización (A) e inicio del crecimiento del fruto (B y C)

A partir de la fase anterior se suceden eventos de desarrollo y de crecimiento del fruto hasta que llega a la fase de madurez fisiológica. Un índice de madurez fisiológica es la caída del estigma. Los

frutos lograron crecer hasta 34 mm cuando llegaron al punto de cosecha. Para este momento tenían 110 días en promedio desde el cuajado (Figura 4 A, B y C)

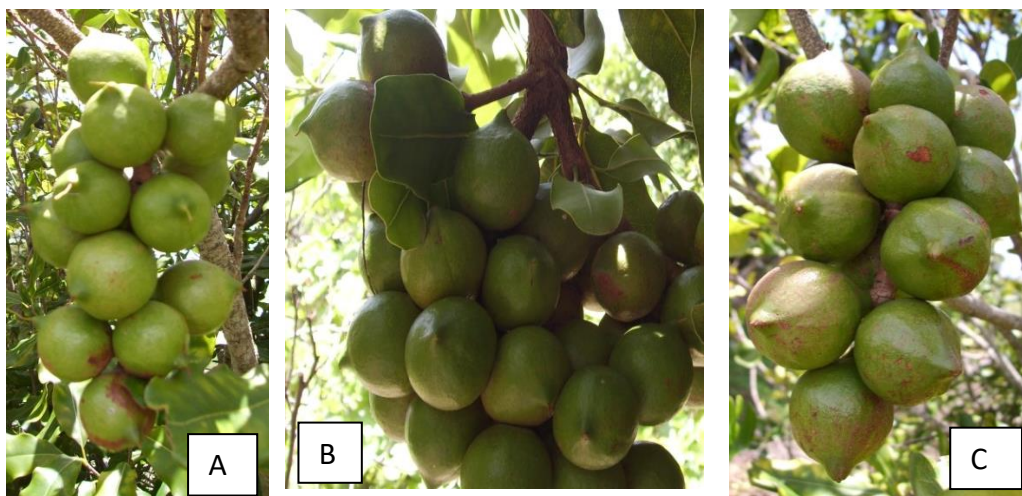


Figura 4. Crecimiento y desarrollo del fruto (Ay B) hasta madurez fisiológica (C)

En el comienzo de este periodo el cuajado es abundante, pero muchos frutos jóvenes se desprenden y caen al suelo. Condiciones ambientales adversas en la zona (viento), pueden limitar el cuajamiento y reducir el

número de frutos por racimo en la plantación, otros factores como el ataque de plagas (roedores) también pueden ser considerados (Figura 5 A y B)



Figura 5. Caída de frutos causadas por el viento (A) y daños causados por roedores (B)

Lemus (2004), encontró que el polen en la macadamia es esparcido desde la superficie de las anteras para finalmente establecerse en la superficie del estigma, lo cual es característico de la familia Protáceae. Aunque se asegura que existe la autopolinización, en los primeros estudios se determinó que las flores son parcialmente autoincompatibles, por lo que la fructificación debiera incrementarse significativamente con polinización cruzada, considerando que las variedades que actualmente existen son intercompatibles. (Gastigar, 1998; Boyton y Hardner, 2002) manifestaron que el ciclo de floración y fructificación se inicia con la inducción floral a partir de la diferenciación de la yema floral. Tras un periodo de reposo y maduración, la yema se desarrolla dando lugar a la flor, la cual pasa por diversos estados fenológicos que terminan en el cuajado del fruto.

CONCLUSIONES

Desde que la yema floral comienza a desarrollarse, transcurren 40 días y es cuando se evidencian los botones florales. Al finalizar el crecimiento de la inflorescencia se observaron flores engrosadas, de color verde pálido que indican la proximidad de la apertura.

A los 50 días comienza la antesis floral de manera acropeta y se prolonga hasta los 57 días. El periodo desde formación del botón floral hasta antesis se desarrolló en 59 días aproximadamente.

El periodo entre la polinización de la inflorescencia hasta el cuajado del fruto ocurrió durante 40 días. Los frutos lograron crecer hasta el punto de cosecha durante un periodo de 110 días medidos a partir del cuajado.

AGRADECIMIENTO

Al señor Alejos Hernández Acosta productor y dueño de la Finca Agrícola El Tunal por facilitar la investigación en este frutal tan importante.

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.
- Boyton, S. J. & Hardner, C. M. (2002). Phenology of flowering and nut production in macadamia. *Revista Acta Hortscience (ISHS)* 575(43):381-387.
- Gastigar, J. (1998). Enciclopedia Biblioteca de la Agricultura. Editorial Ideal Book. S.A. Segunda Edición. Barcelona, España

- Lemus, G. (2004). Cultivo de la Macadamia. Fundación para la Innovación Agraria FIA Santiago de Chile. 124p
- Lozano, M. (2013). Macadamia integrifolia. Elemento clave del cultivo Revista Comercio & Negocio (3):30-45
- Montes, C; Villegas, C., Lozano, M. y Garzón, L. (2009). Fenología de floración y fructificación en Macadamia integrifolia. Acta Agronómica. 58 (4): 277-284
- Prado E; Sánchez O; Robledo J y Garcia E. (2013). La producción de nuez de macadamia en el trópico húmedo de México: avances y retos en la gestión de la innovación Universidad Autónoma de Chapingo. México 85p}
- Quintas, G.; Sánchez, O; Escalona, M; Lascurain, M. y Quintas, I. (2017). Diagnóstico y estimación económica de *Macadamia* spp. en un sistema agrosilvopastoril, Tlalnelhuayocan, Veracruz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.8 (1): 199-207.