

Morfología de la flor y de la semilla de papaya (*Carica papaya* L.): variedad Maradol e híbrido Tainung-1

Floral and seed morphology of papaya (*Carica papaya* L.): Maradol variety and Tainung-1 hybrid

Arlette Ivonne Gil¹ y Diego Miranda²

Resumen: Con el objetivo de analizar la morfología de la flor y de la semilla de papaya (*Carica papaya* L.) de la variedad 'Maradol' y el híbrido 'Tainung-1', se recolectó el material vegetal en dos plantaciones y se llevaron al laboratorio de Fisiología de Cultivos, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, con el fin de realizar las descripciones correspondientes de los tres tipos de flores (femeninas, hermafroditas y estaminadas) y de la semilla, sus características externas (forma, tamaño, hilo, micrópilo, funículo, rafe y cubierta seminal) e internas (cubierta seminal, endospermo y embrión). Se concluyó principalmente que a nivel morfológico las flores y semillas de los dos materiales evaluados mostraron características similares, por tanto, las descripciones dadas en este trabajo son generales para ambos.

Palabras claves adicionales: pétalo, estambre, ovario, testa, embrión, endospermo

Abstract: Vegetal material from papaya (*Carica papaya* L.) 'Maradol' variety and 'Tainung-1' hybrid were collected from two plantations and taken to the Plant Physiology laboratory to analyse their flower and seed morphology. Descriptions were made of the three types of flowers (female, hermaphrodite and staminate) and the seeds' external (shape, size, hilum, micropyle, funicle, raphe and testa) and internal characteristics (testa, endosperm and embryo). The main morphological conclusion was that the flowers and seeds from the two types evaluated showed similar characteristics; the descriptions given in this paper are thus general for them.

Additional key words: petal, stamen, ovary, testa, embryo, endosperm

Introducción

LA PAPAYA (*CARICA PAPAYA* L.) es en la actualidad uno de los frutos de mayor consumo en el interior del país, debido principalmente a sus poderes digestivos. En los últimos años se está imponiendo la variedad 'Maradol' roja mejorada y los híbridos como el 'Tainung-1', no sólo por su exquisito sabor, sino también por sus características de duración en poscosecha y su resistencia al transporte en largas distancias.

Esta especie es considerada de origen americano, específicamente de Centroamérica, entre México y Costa Rica (León, 1987). La variedad 'Maradol' se obtuvo en

Cuba tras años de mejoramiento y el híbrido 'Tainung-1' es de origen taiwanés. Las plantas son dioicas, con flores actinomorfas, pentámeras y gamopétalas, de tres tipos: hembras, machos y/o hermafroditas, que aparecen en las axilas de las hojas. Las flores masculinas poseen corola tubular y 10 estambres concrecentes con ella; las femeninas, de tubo corolino corto, con 3-5 carpelos concrecentes en un ovario unilocular, estilos libres y numerosos rudimentos seminales bitementados, de placentación parietal; su estructura permite la fácil polinización por el viento o los insectos (Font Quer, 1965).

La semilla es el producto del óvulo fertilizado, que en las angiospermas se forma dentro del ovario, y es el

Fecha de recepción: 21 de abril de 2005

Aceptado para publicación: 21 de noviembre de 2005

¹ Ingeniera agrónoma, Programa de maestría en Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: arlettegil@hotmail.com

² Profesor asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: dmirandal@unal.edu.co

resultado de la reproducción sexual. La forma de las semillas está determinada por el tipo de óvulo del que se han originado y su posición dentro del fruto. El tamaño está determinado por la posición que guardan las semillas dentro del fruto y por la cantidad de nutrimentos que reciban durante su ontogenia. El hilo es una cicatriz que queda en la semilla cuando ésta se desprende del funículo. El micrópilo es una perforación a manera de canal que comunica a la semilla con el exterior y es el lugar por donde penetra el tubo polínico hacia el saco embrionario. La rafe es la costura longitudinal de la semilla formada en la parte en que el funículo se unía al rudimento seminal. El funículo es el filamento que une el rudimento seminal con la placenta, formado principalmente por tejido vascular y que sirve de puente para el paso de agua y nutrientes de la planta madre a la semilla durante su desarrollo (Becerra y Chaparro, 1999; Niembro, 1988 y 1989; Esau, 1985; Fahn, 1985).

Las semillas de las angiospermas pueden dividirse en tres partes, de origen genéticamente diferente: la cubierta seminal o testa, el endospermo y el embrión (Fosket, 1994). La cubierta seminal es la estructura que rodea y protege a las partes internas de la semilla de daños físicos y bióticos procedentes del exterior (Besnier, 1988). El endospermo es un tejido de almacenamiento que se origina a partir de la fusión de uno de los núcleos espermáticos del tubo polínico con dos o más núcleos polares del saco embrionario, dando como resultado un tejido triploide o poliploide. El embrión de las angiospermas consta de un breve eje que lleva uno o dos cotiledones u hojas embrionales (Becerra y Chaparro, 1999). La polaridad del embrión define un eje sobre el cual se elabora el cuerpo de la planta. Una compartimentación temprana parece involucrar la creación de tres dominios espaciales a lo largo del eje longitudinal del embrión: el dominio apical, compuesto por los cotiledones, el eje embrionario y el epicótilo; el dominio central, que incluye a la mayoría del hipocótilo, y el dominio basal, que consiste principalmente en la radícula (West y Harada, 1993).

Se pretende que el conocimiento básico generado en este estudio morfológico de las flores y las semillas de papaya sirva de base para futuras investigaciones en esta especie.

Materiales y métodos

Las flores y las semillas se recolectaron en dos plantaciones de papaya. La finca *Santa Helena*, propiedad de la firma Grajales S.A., elegida para realizar el muestreo

del híbrido ‘Tainung-1’, está ubicada en el municipio de Roldanillo (Valle del Cauca, Colombia), a una altura de 935 msnm, temperatura promedio de 24,2 °C, precipitación promedio anual de 1.015 mm y humedad relativa promedio de 71,1%. Para la variedad ‘Maradol’, la recolección de las estructuras vegetales tuvo lugar en la finca *Los Cámbulos*, ubicada en el municipio de Lejanías (Meta, Colombia), con una altura de 670 msnm, temperatura promedio de 26 °C, precipitación promedio anual entre 2.200 y 5.100 mm y humedad relativa promedio de 65% en período seco y 85% en período húmedo.

Las flores se disecaron para su observación al estereoscopio y la descripción de su morfología. Las semillas fueron seleccionadas para la descripción de las siguientes estructuras externas: forma, tamaño, hilo, micrópilo, funículo, rafe y cubierta seminal. Para la observación de las estructuras internas de la semilla, las muestras se acondicionaron mediante un corte transversal y uno transmediano.

Resultados y discusión

Características florales

Las características florales descritas a continuación, según lo encontrado en el material vegetal, están de acuerdo con lo anotado por Font Quer (1965):

Flores femeninas: Tienen el cáliz corto, de cinco sépalos (figura 1a). Los cinco pétalos blancos son completamente libres y no hay estambres. El pistilo está constituido por un ovario elipsoidal liso, formado por cinco carpelos unidos; el estigma es muy grande y recortado (figura 1b).

Flores hermafroditas: El tipo elongata es el más común en las flores andromonóicas. Los pétalos están unidos en más de un tercio, hay 10 estambres situados al final

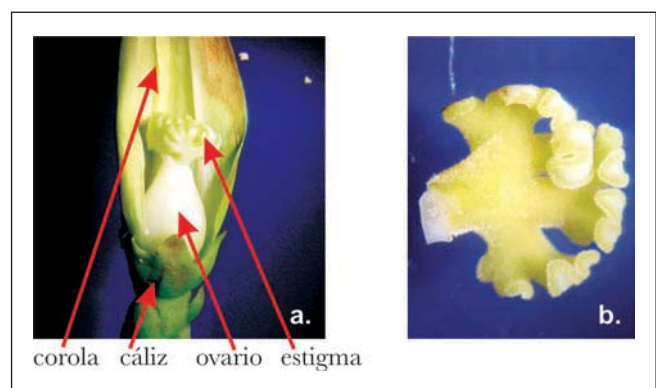


Figura 1. a) Flor femenina de *C. papaya*; b) detalle del estigma.

del tubo de la corola, en dos series de cinco: los primeros, casi sésiles y opuestos a los pétalos; los segundos, con filamento corto, salen del borde de los pétalos (figura 2). El pistilo tiene el ovario alargado.

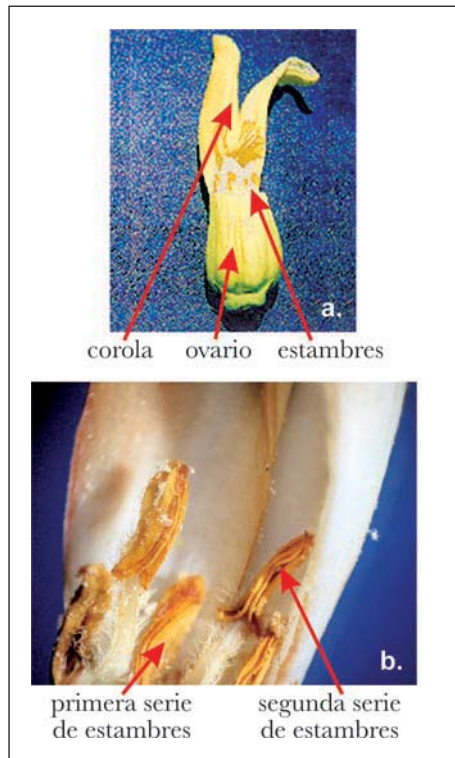


Figura 2. a) Flor hermafrodita de *C. papaya* (adaptado de La semilla del Caribe, 2000); b) detalle de estambres de flor hermafrodita.

Flores estaminadas: Son delgadas y largas, con el tubo muy elongado y cinco pétalos cortos (figura 3a). Hay 10 estambres y un pistilo rudimentario (figura 3b). Al realizar un corte longitudinal y uno transversal al gineceo, se observa el haz vascular dorsal, los cinco carpelos longitudinales, que se hacen evidentes en el fruto

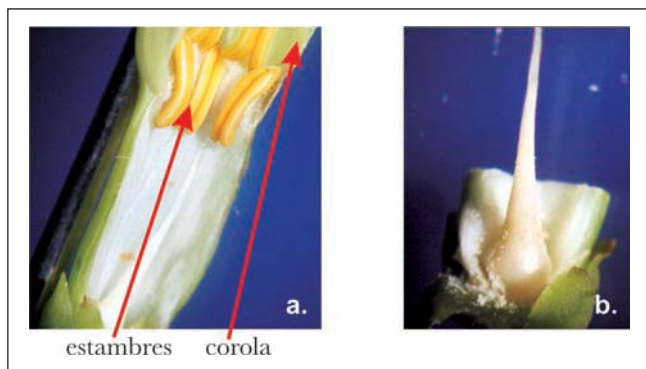


Figura 3. a) Flor estaminada de *C. papaya*; b) pistilo rudimentario.

desarrollado, y la amplia cavidad central en donde las numerosas semillas se desarrollan (figura 4).

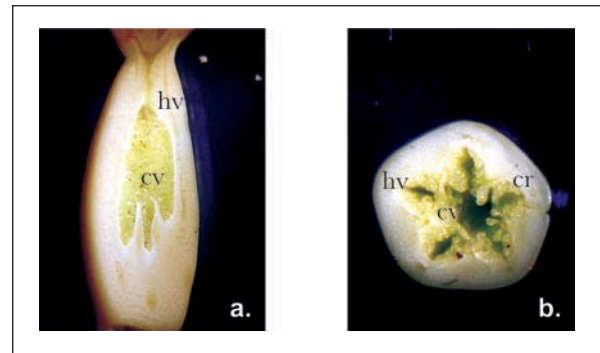


Figura 4. Flor estaminada de *C. papaya*: a) corte longitudinal del gineceo; b) corte transversal. Siglas: hv, haz vascular dorsal; cr, carpelo; cv, cavidad central.

Características externas de la semilla

Forma y tamaño: La semilla de papaya es de forma ovoide y de color marrón oscuro en la madurez. Su tamaño fluctúa entre 4 y 6 mm (figura 5), lo que concuerda con lo encontrado por Moreno (1980). Por estas características, Eames (1961) la consideró como una semilla de tamaño pequeño, propio de las especies primitivas (Niembro, 1988).

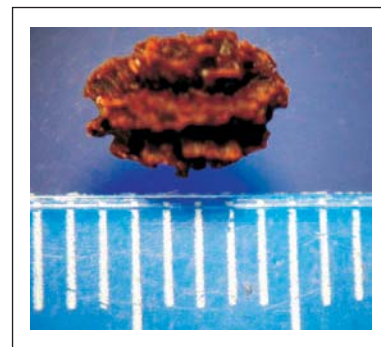


Figura 5. Semilla madura de papaya.

Hilo y micrópilo: En la semilla de papaya, el hilo es bastante conspicuo, de forma redondeada y color amarillo claro (figura 6). El micrópilo se encuentra muy próximo al hilo, porque procede de óvulos anátropos (figura 7).

Funiculo: Las semillas de papaya se encuentran unidas al funículo en posición parietal. Este es evidente, prominente y grueso, con una longitud entre 0,5 y 1,0 cm. El color varía desde blanquecino, en semillas inmaduras (figura 8a), hasta amarillo, en las semillas maduras (figura 8b).

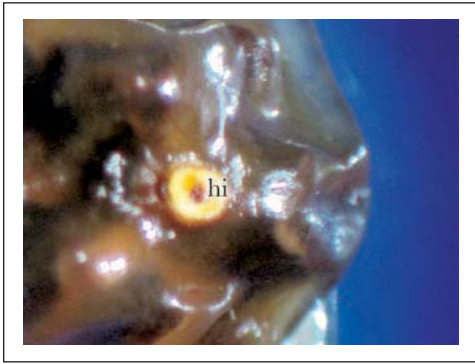


Figura 6. Detalle del hilo (hi) en la semilla de papaya.

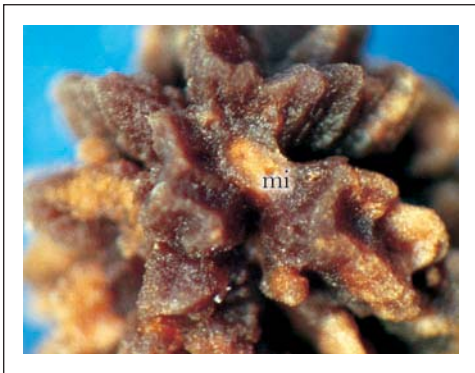


Figura 7. Micrópilo (mi) en la semilla de papaya.

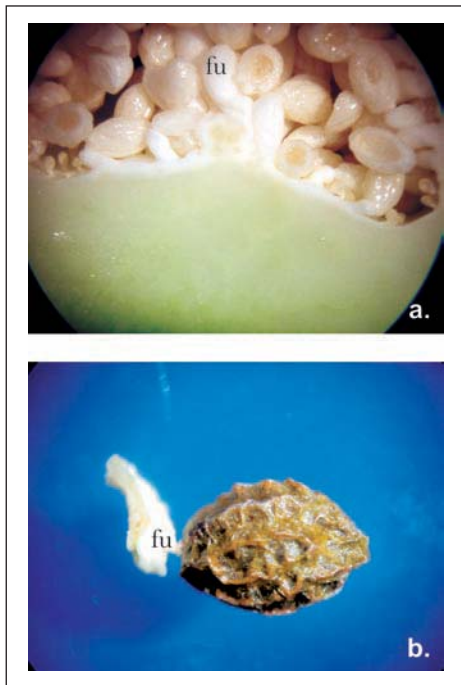


Figura 8. a) Semillas inmaduras adheridas al funículo (fu) en la cavidad del fruto; b) semilla madura con el funículo (fu) adherido.

Rafe: Gracias a que la semilla de papaya procede de óvulos anátropos, es posible apreciar esta región fácilmente, presente como una cicatriz (figura 9).

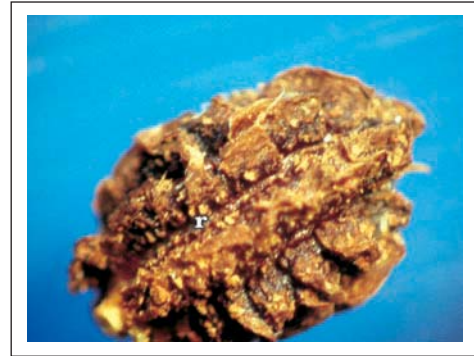


Figura 9. Rafe (r) en semilla de *C. papaya*.

Cubierta seminal: La semilla de papaya proviene de un rudimento con dos tegumentos que al desarrollarse conforman la cubierta seminal. Los tejidos derivados del tegumento externo originan la exotesta, la mesotesta y la endotesta, mientras que los derivados del tegumento interno forman el tegmen. La exotesta es de consistencia carnosa, jugosa, de color anaranjado y se le conoce como sarcotesta (figura 10a). La mesotesta es oscura, rugosa y dura (figura 10b).

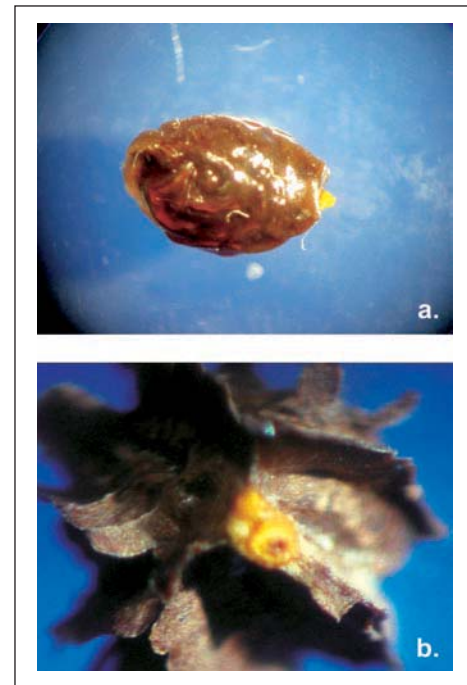


Figura 10. a) Semilla de papaya con la sarcotesta adherida (nótese el brillo en la superficie); b) mesotesta de la semilla de papaya.

Características internas de la semilla

Al realizarle un corte transversal (figura 11a) y transmediano (figura 11b) a la semilla de papaya, se aprecian a simple vista, entre otras, tres estructuras: la cubierta seminal, el endospermo y el embrión.

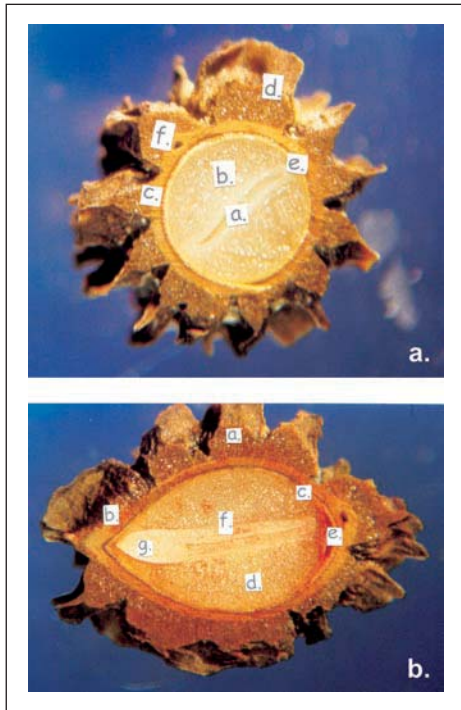


Figura 11. Estructura interna de la semilla de *C. papaya*. a) a, embrión; b, endospermo; c, endotesta; d, mesotesta; e, tegmen; f, rafe; b) a, mesotesta; b, endotesta; c, tegmen; d, endospermo; e, calaza; f, cotiledón; g, radícula. Fotos: Martha de Valencia.

Cubierta seminal: La semilla de papaya observada es bitegumentada, debido a que el primordio seminal posee dos tegumentos: los tejidos derivados del tegumento externo constituyen la testa y los derivados del tegumento interno conforman el tegmen, lo que concuerda con lo descrito por Corner (1976).

Endospermo: Al analizar los cortes, se concluyó que el tipo de endospermo es entero porque su superficie es lisa, suave y de consistencia carnosa. De acuerdo a su posición, está clasificado como externo, ya que rodea por completo al embrión. Esta descripción está acorde con la de Niembro (1988).

Embrión: De acuerdo con lo observado, y tomando como base la clasificación hecha por Martín (1946)

y la descripción de Niembro (1988), se dedujo que el embrión de papaya presenta división axial, porque se ubica en el eje central de la semilla, y subdivisión folial, porque muestra cotiledones expandidos. La forma del embrión es espatulada, ya que los cotiledones son rectos y la radícula no se encuentra cubierta por ellos, como se observa en la figura 12.

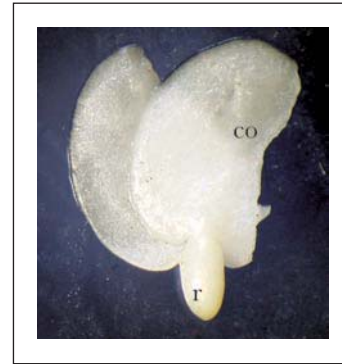


Figura 12. Embrión de la semilla de papaya: r, radícula; co, cotiledón.

Cotiledones: Al apreciar los cotiledones de la semilla de papaya, se concluyó que son planos y delgados. En cuanto a la forma, son ovoides y de igual tamaño, uno con respecto al otro. El margen de los cotiledones es entero, con ápice redondeado. La base es atenuada porque el ángulo que forma la punta de la radícula con el margen de los cotiledones es menor de 45° (figura 12). Según la vernación o postura que presentan los cotiledones dentro de la semilla, son rectos porque presentan una postura paralela al eje del embrión.

Conclusiones

- Las flores y las semillas de la variedad 'Maradol' y del híbrido 'Tainung-1' mostraron características similares a nivel morfológico.
- Las flores femeninas poseen ovario elipsoidal liso y estigma grande y recortado. Las flores hermafroditas (tipo elongata) presentan 10 estambres situados en dos series de cinco y ovario alargado. Las flores estaminadas tienen 10 estambres y pistilo rudimentario.
- La semilla de papaya es de forma ovoide, color marrón oscuro en la madurez, con un tamaño entre 4 y 6 mm. El hilo es conspicuo, de color amarillo claro, y el micrópilo se encuentra muy próximo al hilo. El funículo es evidente, prominente y grueso, con una longitud entre 0,5 y 1 cm, y las semillas se encuentran

unidas a él en posición parietal. La rafe es fácilmente apreciable, a manera de cicatriz.

- Por provenir de un rudimento con dos tegumentos, la semilla de papaya es bitegumentada. La exotesta (sarcotesta) es carnosa y jugosa y la mesotesta es oscura, rugosa y dura.
- El endospermo es entero, con superficie lisa, suave y de consistencia carnosa, y presenta posición externa debido a que rodea por completo al embrión.
- El embrión presenta división axial y subdivisión folial, de forma espatulada, con cotiledones rectos que no cubren la radícula.
- Los cotiledones son planos, delgados, ovados, de igual tamaño, margen entero, ápice redondeado, base atenuada y postura recta.

Agradecimientos

A Rafael Cruz, jefe del laboratorio de Fisiología de Cultivos de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, por su colaboración en la toma de las fotografías presentadas en este artículo. A la profesora Martha de Valencia, departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, por algunas de las fotografías cedidas para la tesis de maestría, de la que este artículo hace parte.

Literatura citada

- Becerra, N. y M. Chaparro. 1999. Morfología y anatomía vegetal. Primera edición. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Besnier, F. 1988. Semillas: biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Corner, F.R.S. 1976. The seeds of dicotyledons. Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge. p. 89.
- Esau, K. 1985. Anatomía vegetal. Ediciones Omega, Barcelona. pp. 641-659.
- Fahn, A. 1985. Anatomía vegetal. Ediciones Pirámide, Madrid. pp. 528-554.
- Font Quer, P. 1965. Diccionario de botánica. Editorial Labor S.A., Barcelona. pp. 182-183.
- Fosket, D.E. 1994. Plant growth and development: a molecular approach. Academic Press, San Diego, CA.
- La semilla del Caribe. 2000. En: <http://www.semilladelcaribe.com.mx>; consulta: noviembre 2005.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Segunda edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José de Costa Rica. pp. 375-379.
- Niembro, A. 1988. Semillas de árboles y arbustos: ontogenia y estructura. Limusa, México.
- Valencia, M. 2005. Comunicación personal y fotografías. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- West, M.A.L. y J.J. Harada. 1993. Embryogenesis in higher plants: an overview. *Plant Cell* 5, 1361-1369.