

ESTUDIO FENOLÓGICO DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLÁNTULA DE SEMERUCO *Malpighia emarginata* DC

Libia Laskowski¹ y Dámaso Bautista²

RESUMEN

Semillas extraídas de frutos maduros de semeruco (*Malpighia emarginata* DC), provenientes del huerto de frutales del Posgrado de Horticultura de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (10° 01' N), estado Lara, Venezuela, fueron seleccionadas y sembradas en una mezcla de arena y suelo con el objeto de describir el crecimiento y desarrollo del vástago y del sistema radicular de la plántula, desde la germinación hasta la caída de los cotiledones. Las evaluaciones morfológicas y de crecimiento fueron realizadas a lo largo de 13 muestreos sucesivos a partir de la germinación. Los resultados mostraron que a partir de la erección del hipocótilo, los cotiledones se tornaron verdes y comenzó el desarrollo de la plántula. La formación del vástago quedó establecida al completarse nueve eventos morfológicos cronológicamente progresivos, mientras que al sistema radicular se le identificaron seis estados de desarrollo, sincronizados con el vástago. Al finalizar el estado de plántula, 35 días en promedio luego de la germinación, la misma logró formar tres pares de hojas verdaderas completamente desarrolladas y dispuestas de manera decusada. La raíz principal alcanzó una longitud promedio de 300 mm, con ramificaciones apicales y basales de hasta tercer orden. Las plántulas mostraron inicialmente un desarrollo morfológico rápido y bien sincronizado entre sí, pero a partir de la aparición del primer par de hojas, la intensidad del crecimiento y desarrollo mostró apreciables diferencias entre plántulas atribuible a las variaciones genéticas propias de las semillas provenientes de reproducción sexual.

Palabras clave adicionales: Semilla, germinación, vástago, ramificación

ABSTRACT

Phenological study of growth and development of acerola (*Malpighia emarginata* DC) seedlings

Extracted seeds from mature fruits of acerola (*Malpighia emarginata* DC) from the orchard of fruit-bearing of the experimental field of the Horticulture Graduate School of the Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (10° 01' N), Lara State, Venezuela, were selected and sowed in a mixture of sand soil to describe the growth and development of the seedling, from germination to the fall of cotyledons. The morphological evaluations were carried out through 13 successive samplings starting from germination. The results showed that the cotyledons achieve a green color after the hypocotyl upright. The aerial part of the seedling went through nine morphological events chronologically progressive, while the radical system showed only six events. These developmental events occurred synchronistically in the seedling as a whole. After 35 days from germination, the young acerola plant had attained three pairs of true leaves disposed in decussated arrangement. During this period, the main root reached 300 mm length and showed basal and apical ramifications up to the third order. The acerola seedling showed a fast and well synchronized morphological development at the outset but, after the first pair of leaves was formed, the growth and development showed appreciable differences among seedlings as a probable result of the genetic variations of seeds coming from sexual multiplication.

Additional key words: Seed, germination, shoot growth, root branching

INTRODUCCIÓN

El estado de plántula comprende el período desde la emergencia y alargamiento del hipocótilo hasta la caída de los cotiledones, según Monterrey y Trujillo (1994). En este período, el desarrollo de la plántula está limitado

por las reservas del embrión y su capacidad de independencia a través de la fotosíntesis, procesos determinados por el ambiente y la genética (Van Volkenburgh, 1994).

Durante el desarrollo del vástago y del sistema radicular de las plantas terrestres es posible observar una amplia variación en su

Recibido: Septiembre 4, 2002

Aceptado: Junio 2, 2003

¹ Dpto. de Ciencias Biológicas. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado".

² Posgrado de Horticultura. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. email: damasoba@ucla.edu.ve

arquitectura y morfología para la optimización de sus funciones (Rey, 1998). Las estrategias del crecimiento y desarrollo de las plántulas en áreas bajo estrés hídrico y alta radiación están íntimamente ligadas a sus probabilidades de sobrevivencia y el que garanticen la conservación de la frágil diversidad vegetal (Kigel, 1995).

Entre las especies de la zona semiárida del estado Lara, Venezuela, se destaca *Malpighia emarginata* DC, comúnmente conocida como semeruco o cereza, arbusto que habita en ambientes de baja precipitación, desde el sur de México hasta el norte de sur América (Vivaldi, 1979). Esta especie, además de su valor intrínseco como componente de la biodiversidad del ecosistema, posee un particular interés en el campo de la fruticultura por el alto contenido de vitamina C en sus frutos, razón por la cual es ampliamente cultivada en diversos países de América (Asenjo, 1980).

Sobre *M. emarginata* existen numerosos trabajos relacionados con la descripción y selección de cultivares (Laskowski, 1996), reproducción asexual, aspectos generales de su cultivo y caracteres anatómicos de órganos vegetativos (Elesbao y Barbosa, 1995; Asenjo, 1980; Laskowski y Bautista, 1999) y reproductivos (Laskowski y Bautista, 1998; 2000). Sin embargo, los estudios relacionados con el crecimiento y desarrollo de la plántula son escasos.

El objetivo del presente trabajo es proporcionar información sobre el crecimiento y desarrollo de la plántula de semeruco desde la germinación hasta la caída de los cotiledones, describiendo cronológicamente el desarrollo morfológico del vástago y el sistema radicular de la plántula, bajo condiciones de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en las instalaciones del Posgrado de Horticultura de la Universidad Centrocidental "Lisandro Alvarado", (UCLA), en Tarabana, estado Lara, Venezuela (10° 01' N) a 510 msnm.

Las semillas fueron seleccionadas de frutos maduros de plantas de semeruco provenientes del huerto del Postgrado, lavadas y secadas a la sombra. Los tres pirenos del fruto contenían una

semilla cada uno, las cuales fueron separadas con la ayuda de un bisturí. Se seleccionó un total de 450 semillas, con similitudes en cuanto a tamaño, peso y apariencia y se sembraron a 5 mm de profundidad, en grupos de cinco, en 90 tubos de polietileno de 6 cm de diámetro y 60 cm de longitud contentivos de un sustrato formado por arena y suelo en proporción 1:1 en volumen. Los tubos con las semillas se colocaron en el umbráculo y se humedecieron de manera manual todos los días. Luego de ocurrida la emergencia, se seleccionó y mantuvo la plántula con mayor tamaño.

Las observaciones sobre el desarrollo y crecimiento de las plántulas se realizaron a través de 13 muestreos destructivos de siete plántulas cada uno a los 2, 4, 6, 10, 14, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 90 días después de la germinación, abarcando el período de plántula, durante los meses de junio a septiembre de 1999. Para cada plántula se establecieron los días promedio, máximo y mínimo transcurridos para la aparición de eventos del desarrollo y crecimiento, de acuerdo con las recomendaciones para el desarrollo del vástago de Duke (1965), Ricardi (1979) y Monterrey y Trujillo (1994), los cuales consistieron en:

1. Emergencia y elongación del hipocótilo
2. Perpendicularidad de los cotiledones.
3. Aparición del primer par de hojas y la formación del primer entrenudo y nudo, por elongación de la plúmula.
4. Desarrollo completo del primer par de hojas.
5. Aparición del segundo par de hojas y formación del segundo entrenudo y nudo.
6. Desarrollo completo del segundo par de hojas.
7. Aparición del tercer par de hojas y formación del tercer entrenudo y nudo.
8. Desarrollo completo del tercer par de hojas.
9. Caída de los cotiledones, período que comprende el lapso transcurrido desde la germinación hasta la abscisión de al menos uno de los cotiledones.

La descripción del desarrollo radicular se realizó siguiendo las recomendaciones de Le Roux y Pages (1994) y Rey (1998) según lo cual se consideraron las siguientes variables:

1. Germinación, es decir, el período desde la siembra de la semilla hasta la emergencia completa de la radícula.

2. Desarrollo vertical de la raíz principal: crecimiento del eje radicular desde la germinación hasta inicio de la ramificación.
3. Inicio de la ramificación lateral en la zona basal de la raíz principal.
4. Inicio de la ramificación lateral en la zona distal de la raíz principal.
5. Crecimiento y ramificación de segundo orden de las raíces laterales basales.
6. Crecimiento y desarrollo de las raíces laterales basales de tercer orden y distales de segundo orden.

Para establecer el período exacto de ocurrencia de la germinación se sembraron 100 semillas en 10 cajas de Petri con papel húmedo y cubiertas con papel aluminio. Las otras determinaciones en las plántulas incluyeron el largo de los cotiledones, altura del vástago y longitud de la raíz principal durante el período de evaluación.

Con los datos obtenidos se elaboraron cuadros, curvas comparativas e ilustraciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo del vástago

El desarrollo de la plántula del semeruco quedó establecido después que ocurrieron algunos eventos secuenciales y sincronizados

tales como la emergencia de la radícula a los 14 días en promedio después de la siembra (Cuadro 1B), la erección del hipocótilo y horizontalización de los cotiledones a los 2 y 3 días siguientes a la germinación (Cuadro 1A). En este estado de desarrollo los cotiledones mostraron un color verde intenso y se dispusieron perpendiculares al hipocótilo (Figura 1).

El inicio de la actividad fotosintética de los cotiledones se consideró como crucial en el establecimiento de la plántula del semeruco, dado que la semilla es muy pequeña y sin endosperma. La plúmula se mostró macrovisible a partir del momento de la horizontalización de los cotiledones, evento que fue observado entre los días 2 y 6 luego de la germinación; es decir, entre 16 y 22 días después de la siembra (Cuadro 1B). Seguidamente se observó el desarrollo del entrenudo y del nudo sobre el cual apareció el primer par de hojas en filotaxis opuesta, eventos que ocurrieron durante un período promedio de 5 días, con expansión completa del primer par de hojas al cabo de 12 días en promedio (Cuadro 1A; Figura 1) después de la germinación.

Cuadro 1. Estados de desarrollo del vástago (A) y de la raíz (B) en plántulas de semeruco desde la germinación

A		Estados de desarrollo								
		Emergencia (hipocótilo erecto)	Cotiledones horizontales	Aparición 1° par de hojas	Expansión completa 1° par de hojas	Aparición 2° par de hojas	Caída de los dos cotiledones	Completo desarrollo 2° par de hojas	Aparición 3° par de hojas	Completo desarrollo 3° par de hojas
Vástago (días)	Prom.	2	3	5	12	28	35	41	47	56
	Mín.	1	1	1	6	15	25	25	32	36
	Máx.	6	13	15	17	49	70	57	68	72

B		Estados de desarrollo					
		Días de siembra a germinación	Desarrollo vertical de la raíz principal	Aparición de raíces laterales basipetas (1° orden)	Inicio ramificación distal (1° orden)	Inicio ramificación de 2° orden	Inicio ramificación de 3° orden
Raíz (días)	Prom.	14	2	3	5	15	30
	Mín.	6	1	2	6	10	15
	Máx.	42	6	13	15	27	49

La aparición de la plúmula tendió a desincronizar el desarrollo en la población de plántulas. Así, la aparición del primer par de hojas constituyó el evento que marcó el inicio de grandes diferencias a nivel individual, mostrándose una gran variabilidad en las plántulas probablemente debido a diferencias en el vigor y la información genética de cada embrión (Van Volkenburgh, 1994). La rápida expansión de las hojas puede representar una estrategia para el establecimiento de la plántula en condiciones naturales (Finneseth y Layne, 1998). La velocidad de este proceso está determinada por el ambiente y la genética, y es de esperar que en ambientes sin déficit hídrico esta expansión se mantenga constante hasta límites morfogenéticamente prefijados (Van Volkenburgh, 1994).

El segundo par de hojas apareció a los 28 días en promedio desde la germinación pero la amplitud del rango para este proceso fue de 15 días para la planta más precoz y de 49 días para la más tardía (Cuadro 1A). La expansión foliar para el segundo par se completó a los 41 días en promedio, pero mostró un rango de variación entre 25 y 57 días para el mínimo y el máximo. Estas hojas se presentaron opuestas entre sí formando un ángulo de 90° con respecto al primer par (Figura 2A y B).

La aparición del tercer par de hojas ocurrió a los 47 días y la expansión foliar se completó a los 56 en promedio, pero mostró un rango de amplitud entre los 36 y 72 días entre la más precoz y la más tardía. De manera similar las hojas se presentaron decusadas con respecto al par anterior (Figura 2C).

La caída de alguno de los dos cotiledones fue observada con relativa frecuencia durante la formación del segundo y tercer par de hojas. La abscisión completa y caída de cotiledones constituyó el evento final en la etapa de plántula, hecho que comenzó a observarse a los 25 días, tuvo su media a los 35 y se prolongó hasta los 70 días contando desde la germinación (Cuadro 1). Para el momento en que las plántulas quedaron sin cotiledones, éstas ya habían formado el tercer par de hojas.

A diferencia de otras especies adaptadas a condiciones de bosques húmedos tropicales (Baskin y Baskin, 1988) las cuales muestran un

crecimiento inicial lento y sincronizado (Meza y Bautista, 1999), la plántula del semeruco presentó una secuencia de eventos que ocurrieron de manera relativamente rápida, aparentemente en respuesta a estrategias de adaptación que han desarrollado las plantas de zonas semiáridas. En este caso la germinación de la semilla fue rápida con un promedio de 14 días (Cuadro 1B) y el crecimiento de la plántula con formación de los primeros tres pares de hojas verdaderas duró 47 días en promedio después de la germinación (Cuadro 1A). Estos hechos llevan a la presunción de que la especie ha evolucionado una estrategia global, que según Kigel (1995), le permite adaptarse a ambientes de escasa precipitación, en los cuales el corto período de lluvias es aprovechado para germinar y establecerse.

Al finalizar el estado de plántula, el semeruco completó dos plastocronos: entre la aparición del primer y segundo par de hojas y entre la aparición del segundo y tercer par de hojas. El lapso de tiempo para el primer plastocrono fue en promedio de 23 días mayor que la del segundo que duró 19 días, característica que parece contribuir al establecimiento de la planta. Es decir, se observó una tendencia a la disminución del tiempo requerido por las plántulas para la aparición de los pares de hojas sucesivos.

Al completarse la abscisión de los cotiledones y la plántula adquiere su independencia fotosintética se considera como el momento adecuado a partir del cual el viverista puede transplantar a bolsas las plántulas de semeruco, requiriéndose de cuidados hortícolas que garanticen la continuación del crecimiento. De acuerdo con Hartmann et al. (2002), este momento es importante por cuanto los requerimientos de las plantas jóvenes no necesariamente son los mismos que los exigidos para la germinación y emergencia. En particular, las plantas recién transplantadas requieren de incrementos progresivos en luz y nutrientes y de un medio que proporcione condiciones estériles, libres de patógenos, para crecer y desarrollarse bajo condiciones apropiadas.

Desarrollo del sistema radicular

La germinación se inició el día 6, alcanzó el 50% a los 14 días y se prolongó hasta los 42 días, a partir de la siembra (Cuadro

1B). Desde la germinación, la radícula mostró un crecimiento continuo y vertical dentro del sustrato constituyéndose en la raíz principal o pivotante. La emisión de raíces laterales se observó a los 3 días luego de la germinación con la aparición precoz de ramificaciones de primer orden en la zona de transición y basal de la raíz (Cuadro 1B; Figura 3A y B).

El inicio de la aparición de raíces laterales en la porción distal de la raíz principal ocurrió a partir del día 5, en promedio. Durante este período de desarrollo las raíces laterales de primer orden se observaron dispuestas en zig-zag y en posición oblicua a la raíz principal (Figura 4). Además, desde el mismo día 5 (Cuadro 1B) se observó el comienzo de una proliferación de raíces laterales basales y apicales de primer orden con crecimiento horizontal (seudoplagiótropo) y a los 15 días aproximadamente se inició la aparición de raíces laterales de segundo orden (Cuadro 1B). En este estado de desarrollo la mayoría de las plántulas mostró un sistema radical axonomorfo, con una raíz principal abundantemente ramificada en la base y de escasas ramificaciones distales; sin embargo, en algunos casos, algunas plántulas presentaron división basal de la raíz principal por debajo de la zona de transición, por lo que el sistema radicular presentó dos ejes preponderantes, con crecimiento ortótropo.

El crecimiento y desarrollo del sistema radicular fue continuo y la aparición de ramificaciones de tercer orden se observó sobre las raíces laterales basales de orientación horizontal a partir del día 30 en promedio, coincidiendo con la época de aparición del segundo par de hojas y el inicio de la caída de los cotiledones (Cuadro 1A y 1B). De manera similar al del vástago el sistema radicular del semeruco presentó, durante su desarrollo, eventos morfogénéticos fácilmente identificables. Estos eventos mostraron estar coordinados con el desarrollo del vástago, de tal modo que el crecimiento inicial de la raíz principal y la aparición de las primeras ramificaciones coincidieron con la horizontalidad de los cotiledones; la formación de ramificaciones basales de primer orden con la aparición y desarrollo del primer par de hojas; la proliferación y crecimiento de las raíces basales

de segundo orden y distales de primer orden con la aparición del segundo par de hojas (Cuadro 1; Figuras 1B, 2A, 3A y 3B).

Para el momento de la caída de los cotiledones e inicio del crecimiento del tercer par de hojas (finalización del estado de plántula), el sistema radical del semeruco presentó una red muy jerarquizada, con una raíz pivotante que funcionaba de anclaje y de primera exploración y un conjunto de raíces laterales que aseguran la exploración en las capas superficiales del suelo. El crecimiento vertical de la raíz principal y el gran desarrollo de raíces laterales en la zona basal mostrado por la plántula del semeruco es característico del sistema radical de las plantas arbóreas (Fitter, 1996). La mayor cantidad de raíces laterales en la zona basal permite un mejor aprovechamiento de la humedad superficial, característica propia de las especies de zonas áridas (Kigel, 1995).

El estudio permitió observar una gran diversidad de características morfológicas de las raíces laterales (orden de ramificación, densidad, tipo, longitud), las cuales se presentaron de acuerdo con una secuencia de aparición bien determinada. Este fenómeno, de acuerdo con Le Roux y Pages (1994), revela una coordinación y un sincronismo de crecimiento y desarrollo semejante al observado en los órganos aéreos de la planta, en acuerdo con estrategias de supervivencia de la especie, demostrándose las potencialidades morfogénicas del sistema radical.

Crecimiento del vástago y del sistema radical

Desde la emergencia de la plántula, los cotiledones se tornaron verdes y comenzaron a crecer de manera continua (Figura 5). Los cotiledones alcanzaron su máxima longitud a los 70 días, a partir de los cuales la senescencia se hizo evidente por entrar en un proceso de empequeñecimiento y amarillamiento. Luego ocurrió la abscisión, la cual se correspondió con el desarrollo del tercer par de hojas de la plántula.

La cronología de eventos que ocurrieron en el vástago y la raíz después de la germinación (Cuadro 1 A y B) sugiere que la época apropiada para el trasplante a la bolsa de propagación corresponde al período entre la caída de los cotiledones y formación del tercer par de hojas.

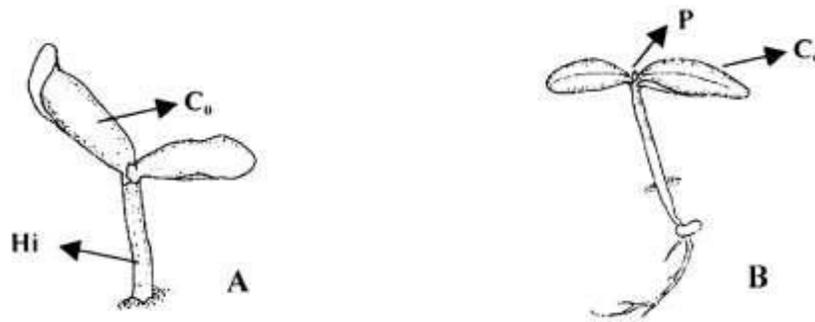


Figura 1. Estados fenológicos del vástago durante el desarrollo de la plántula de semeruco. **A:** Verticalización del hipocótilo (Hi) con cotiledones perpendiculares (C_0). **B:** Hipocótilo con plúmula (P) visible.

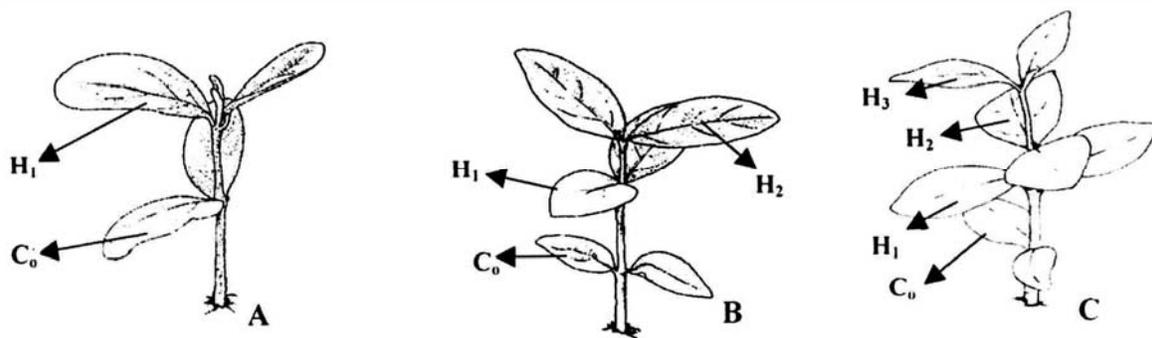


Figura 2. Estados fenológicos del vástago durante el desarrollo de la plántula de semeruco. **A:** Aparición del primer par de hojas formado y aparición del segundo; **B:** Desarrollo completo del segundo par de hojas; **C:** Aparición del tercer par de hojas. C_0 = Cotiledón; H_1 = Primer par de hojas; H_2 = Segundo par de hojas; H_3 = Tercer par de hojas

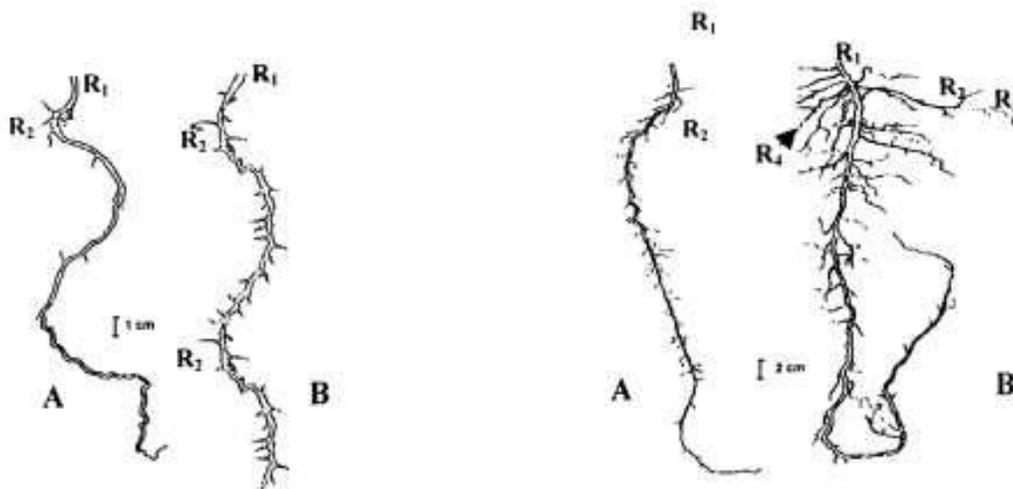


Figura 3. Inicio del desarrollo del sistema radical en plántulas de semeruco. **A y B:** Crecimiento de la raíz de primer orden (R_1) e inicio y formación de ramificaciones basales (R_2).

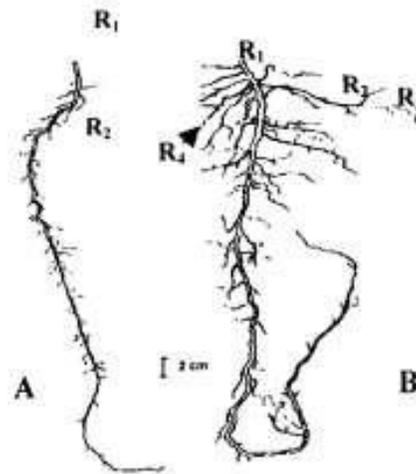


Figura 4. Estados tardíos del desarrollo del sistema radical en plántulas de semeruco. **A:** Raíz primaria con ramificaciones laterales basales y distales. **B:** Formación de raíces laterales basales de tercer y cuarto orden y laterales distales de hasta segundo orden. R_1 = Raíz primaria; R_2 = Raíz lateral 1° orden; R_3 = Raíz lateral 2° orden; R_4 = Raíz lateral 3° orden.

El crecimiento del vástago, expresado en altura (Figura 5), mostró ser continuo, monopodial y lento, de dirección ortotrópica y filotaxia decusada. Durante un período de 90 días, los incrementos fueron muy pequeños y las plántulas alcanzaron una altura ligeramente superior a 30 mm en promedio, lo que es frecuente hallar en plantas perennes de crecimiento lento. No se observó detención en el crecimiento del vástago, aunque su tasa de crecimiento fue menor que la mostrada por los cotiledones.

En un período de 90 días la raíz principal alcanzó 300 mm de longitud, aproximadamente 10 veces la altura total del vástago para ese mismo período. Los cambios de intensidad de crecimiento de los cotiledones y la raíz principal mostraron una estrecha relación entre el crecimiento del sistema radical y el desarrollo del vástago. Así, la primera desaceleración coincidió con la aparición del primer par de hojas, la segunda con la aparición del segundo par y el tercer flujo con la aparición del tercer par (Figura 6).

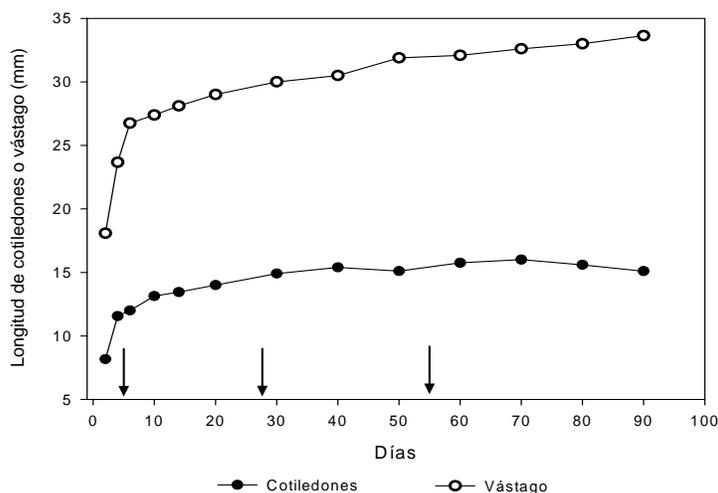


Figura 5. Crecimiento del vástago y cotiledones de la plántula de semeruco desde la emergencia hasta la caída de éstos. Las flechas indican el momento de aparición de los primeros pares de hojas.

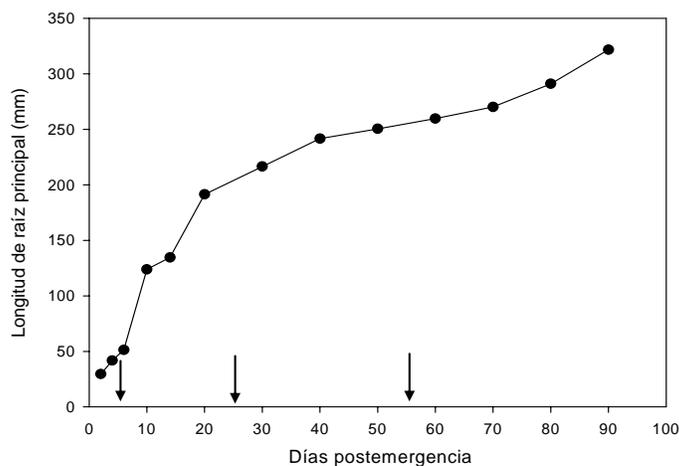


Figura 6. Crecimiento de la raíz principal de la plántula de semeruco, desde la germinación hasta la caída de cotiledones. Las flechas indican el momento de aparición de los pares de hojas

De acuerdo con Gregory (1994) existe un equilibrio funcional entre el crecimiento de los diferentes órganos del vástago y el sistema radical, de tal forma que el crecimiento de uno afecta al otro; sin embargo, está aún por dilucidarse como se reparten los asimilados entre el vástago y la raíz. Al término del período de plántula no se observaron signos de paralización del crecimiento de la raíz principal.

En relación al sistema radical, la emergencia de la radícula y el crecimiento de la raíz principal mostraron un proceso continuo pero con cambios de intensidad de los incrementos a lo largo de su desarrollo. Así, el crecimiento expresado en longitud, ocurrió a una tasa de pequeños incrementos durante los primeros 6 días de la emergencia, una ligera aceleración entre los 6 y 15 días subsecuentes, con nueva desaceleración de esta tasa entre los 16 y 20 días. A partir de este momento el crecimiento se volvió a acelerar ligeramente hasta el día 50 (Figura 6) y luego a partir del día 60.

CONCLUSIONES

El crecimiento del vástago y del sistema radical de la plántula de semeruco fue continuo y los cambios de intensidad en la tasa de crecimiento se vincularon a la expansión de los cotiledones y la aparición de nuevos pares de hojas.

La fase de plántula finalizó cuando quedaron formados al menos tres pares de hojas verdaderas dispuestas de manera decusada y un sistema radical formado por una raíz principal de crecimiento vertical y abundante ramificación basítona, la cual disminuye hacia el ápice, con ramificaciones de hasta el tercer orden.

La fase de plántula tuvo una duración promedio de 35 días con un rango que varió entre un mínimo de 25 y un máximo de 70 días, contados a partir de la germinación.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la UCLA por el financiamiento otorgado. A María E. Sanabria, Dilcia Losada y Jesús Aular por las

recomendaciones al texto. A Carlos Navea y María E. Sanabria por los dibujos.

LITERATURA CITADA

1. Asenjo, C. 1980. Acerola. *In*: E. Shaw (ed.). Tropical and Subtropical Fruits. AVI Publishing. Westport, Connecticut. pp. 341-374.
2. Baskin, C. C. y J. M. Baskin. 1998. Seeds. Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. Acad. Press, New York, NY. 66 p.
3. Duke, J.A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico, *Annals of the Missouri Botanical Garden* 52(3): 314-350.
4. Elesbao, J. y M. Barbosa. 1995. Botánica. Do Aceroleira. *In*: A. Sao José y R. Alves (eds.). Acerola No Brasil. Bahia, Brasil.
5. Finneseth, C. y D. Layne. 1998. Morphological development of the North American Pawpaw during germination and seedling emergence. *HortScience* 33(5): 802-805.
6. Fitter, A. 1996. Characteristic and functions of roots systems. *In*: Y. Waisel, A. Eshel y V. Kafkafi. (eds.). Plant roots the hidden half. Marcel Dekker. New York, USA pp. 1-20.
7. Gregory, P. 1994. Root growth and activity. *In*: K. Boote, J. Bennett, T. Sinclair y G. Paulsen. (eds.) Physiology and Determination Crop Yield. Amer. Soc. Agron. Crop Sci. Madison, WI. pp. 65-93.
8. Hartmann, H.T., D.E. Kester y F. T. Davies y R. L. Geneve. 2002. Plant Propagation Principles and Practices. Prentice Hall, New Jersey.
9. Kigel, J. 1995. Seed germination in arid and semiarid regions. *In*: J. Kigel y G. Galili

- (eds.). Seed Development and Germination. Marcel Dekker. New York. pp. 645-699.
10. Laskowski, L. 1996. Selección, propagación y anatomía del semeruco. Tesis. Posgrado de Horticultura. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto. 179 p.
 11. Laskowski, L. y D. Bautista. 1998. Evaluación de las características vegetativas, productivas y de la calidad de la fruta en la plantas de semeruco. *Agronomía Tropical* 48(3): 239-249.
 12. Laskowski, L y D. Bautista. 1999. Características anatómicas de las raíces adventicias en estacas de semeruco (*Malpighia emarginata* DC) tratadas con AIB. *Bioagro* 11(3): 88-96.
 13. Laskowski, L. y D. Bautista. 2000. Características anatómicas del desarrollo del fruto del semeruco. *Ernstia* 10(3): 105-115.
 14. Le Roux, Y. y L. Pages. 1994. Development et polymorphisme racinaires chez de jenues semis d'hevea. *Can. J. Bot.* 72: 924-932.
 15. Monterrey, P. C. A. y B. Trujillo. 1994. Identificación de plántulas de Cactaceae representativas de algunos géneros presentes en Venezuela. *Ernstia* 4 (1 y 2): 37-67.
 16. Rey, J. 1998. L'étude architecturale du gayavier. I. Problematique. *Fruits* 53: 191-197.
 17. Ricardi, M. 1979. Morfología de plántulas de árboles Venezolanos. *Rev. Forestal Venezolana* 27: 15-56.
 18. Van Volkenburgh, E. 1994. Leaf and shoot growth. *In*: K. Boote, J. Bennett, T. Sinclair y G. Paulsen (eds.). *Physiology and Determination of Crop Yield*. Amer. Soc. Agron. Crop Sci. Soc. Amer. and Soil. Sci. Soc. Amer. Madison, WI. pp. 95-100.
 19. Vivaldi, J. 1979. The systematic of *Malpighia* L. Thesis for degree of Doctor of Phylosophy. Fac. of Graduate School of Cornell University. Ithaca, New York. 177 p.