

Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce (*Capsicum frutescens* L.)

Phenology of growth and development of sweet pepper (*Capsicum frutescens* L.) seedlings

Sol Mundarain¹, Martín Coa¹ y Adolfo Cañizares^{2*}

¹Posgrado en Agricultura Tropical. Núcleo Monagas, Universidad de Oriente. Maturín. Estado Monagas y

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. CIAE Monagas. Vía Laguna Grande. San Agustín de la Pica. Estado Monagas. Email: acanizares@inia.gov.ve * Autor para correspondencia

RESUMEN

Con el objeto de estudiar el crecimiento y desarrollo de la plántula de ají dulce (*Capsicum frutescens* L.), en un lapso de treinta y cinco días a partir de la siembra, fueron seleccionadas semillas sanas y sembradas en una mezcla de arena, suelo y materia orgánica. Las evaluaciones morfológicas y de crecimiento fueron realizadas a lo largo de veintinueve muestreos sucesivos a partir de la germinación. La emergencia del hipocótilo se presentó al sexto día después de la germinación. La verticalidad del hipocótilo y la horizontalidad del primer par de hojas ocurrió el octavo día. A los once días después de la siembra y cinco días de haber ocurrido la germinación fueron observadas raíces laterales o de primer orden.

Palabras Clave: Ají dulce, fenología, desarrollo, crecimiento

ABSTRACT

In order to studying the growth and development of sweet pepper seedlings, in a lapse of thirty five days, starting from the sowing; healthy seeds were selected and sowed in a mixture of sand, soil and organic matter. The morphological evaluations and those of growth were carried out along twenty-nine successive samplings, starting from the germination. The emergence of the hypocotyl was presented sixth days after the germination. The verticality of the hypocotyl and the horizontality of the first pair of leaves happened the eighth day. Eleven days after the sowing and five days of germination, laterals roots or those of first order were observed.

Key words: Sweet pepper, phenology, development, growth

INTRODUCCIÓN

La fenología comprende el estudio de los fenómenos biológicos vinculados a ciertos ritmos periódicos o fases y la relación con el clima de la localidad donde ocurre. En su ciclo ontogénico, los vegetales experimentan cambios visibles o no y que están en estrecha relación con el genotipo, clima (temperatura, luz, fotoperíodo), disponibilidad de agua y condiciones biológicas (virus, patógenos, etc.). El resultado del complejo de interacciones, ocasiona amplias respuestas de los diferentes cultivos y variedades (Gastiazoro, 2000; Krajewski y Rabe, 1995).

La aparición de la radícula o raíz embrionaria es el evento que evidencia el fenómeno de la germinación (Solomon *et al.*, 2001). La germinación es el desarrollo del germen contenido en la semilla. Varios factores como temperatura, agua, oxígeno y presencia de luz influyen para que una semilla germine o no (Izco, *et al.*, 1997). 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 el caso del ají dulce, Aguilera (1996), señala que el estado de plántula queda delimitado entre los 35 y 40 días después de la siembra, tiempo requerido para ser llevada al suelo definitivo. Sin embargo, el trasplante debe realizarse cuando las plantitas tengan de 12 a 15 centímetros de alto, con un tallo de 5 a 7 milímetros de grosor y entre cuatro a cinco folíolos, esto ocurre entre 18 y 28 días, aunque esto depende de la temperatura ambiental y de la formación que presente la plántula para ese momento, es decir, va a depender de las reservas del embrión, capacidad fotosintética y de la genética de las mismas.

La mayoría de las dicotiledóneas poseen un sistema radical establecido a partir de la raíz primaria y sus ramificaciones. El crecimiento vertical de la raíz principal y el desarrollo de las raíces laterales en las plántulas de ají es característico del sistema radical de las plantas dicotiledóneas, llamado sistema de raíces

primarias persistentes. Esta estructura le va a permitir a la planta un mejor aprovechamiento de la humedad presente en el suelo gracias a que poseen una mayor superficie de contacto (Solomon, *et al.*, 2001).

Existe un equilibrio funcional entre el crecimiento de los diferentes órganos del vástago y el sistema radicular, de tal forma que el crecimiento de uno afecta al otro; sin embargo, está a un por dilucidarse como se reparten los asimilados entre el vástago y la raíz (Gregory, 1994).

El cultivo de ají pertenece al género *Capsicum*, es una planta tolerante a temperaturas altas, sin embargo, por encima de los 32°C disminuyen el número de flores y la fecundación y cuajado de frutos se ve afectado (Flores, 1983). Es una especie adaptada a climas tropicales húmedos con y sin estación seca marcada. Crece bien en condiciones de alta humedad relativa en el aire y altitudes entre el nivel del mar y los 500m. Se propaga por semilla, que tienen un alto poder germinativo. La germinación se produce a los 15 o 17 días y, después de crecer por 20 a 25 días, se trasplante. Poco se conoce sobre el desarrollo fenológico del cultivo de ají, a excepción de los estudios sobre períodos de trasplantes.

El objetivo de esta investigación es proporcionar información sobre el desarrollo y crecimiento de la plántula de ají, en un lapso de 35 días a partir de la siembra. Describiendo cronológicamente el desarrollo morfológico del vástago y el sistema radicular de la plántula.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado entre los meses de Julio y Agosto de 2004, en las instalaciones de la Escuela Técnica Agropecuaria "Aragua de Maturín", ubicada en la población de Aragua de Maturín, Municipio Piar, geográficamente entre los 63°12'-63°37' Longitud Oeste y 09°07'-10°08' Latitud Norte, estado Monagas, Venezuela.

Se seleccionaron semillas de ají (*Capsicum frutescens* L.), procedentes de frutos maduros, y colocadas en bandejas de anime con papel húmedo, esto para determinar el momento exacto de ocurrencia de la germinación.

Se preparó un sustrato formado por arena y tierra negra, en una proporción 2:1, la cual se

desinfectó con 25g de Basamid, proceso que duró 15 días. Trascorrido este lapso de tiempo se enumeraron 100 vasos plásticos que fueron llenados con el sustrato, y en donde se sembraron, a 1cm de profundidad y en grupos de cinco, un total se 500 semillas de ají previamente seleccionadas y desinfectadas.

Posteriormente los vasos se colocaron bajo condiciones de vivero, lugar definitivo para las observaciones sobre el desarrollo y crecimiento de las plántulas. El riego se realizó de forma manual y diariamente. Las observaciones se llevaron a cabo a través de 35 muestreos destructivos de 10 plántulas cada uno de manera aleatoria, durante 35 días consecutivos después de la germinación. Sin embargo, los valores de las mediciones se tomaron de forma interdiaria los cuales se definieron como "días de observación" (cada dos días).

Para el desarrollo y crecimiento del vástago de cada plántula se tomó en cuenta la aparición de las siguientes fases fenológicas (Laskowski y Bautista, 2003):

1. Emergencia del hipocótilo.
2. Elongación del hipocótilo
3. Verticalidad del hipocótilo.
4. Horizontalidad de hojas del primer par de hojas.
5. Aparición del primer par de hojas verdaderas.
6. Aparición del primer nudo.
7. Aparición del segundo par de hojas.
8. Aparición de segundo nudo y primer entrenudo.
9. Aparición del tercer par de hojas
10. Aparición del tercer nudo y segundo nudo.

De igual manera para la descripción del desarrollo radicular se tomaron en cuenta las siguientes fases fenológicas:

1. Emergencia de la radícula.
2. Elongación de la radícula.
3. Verticalidad de la raíz principal.
4. Aparición de raíces laterales.
5. Aparición de ramificaciones de segundo orden.

Las lecturas y mediciones de las variables fueron realizadas a una hora preestablecida comprendida entre las 11am y 12m a fin de que los datos recabados estuvieran distribuidos en un tiempo determinado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**Germinación**

La aparición de la radícula o raíz embrionaria es el evento que evidencia el fenómeno de la germinación (Solomon *et al.*, 2001), en esta investigación la ocurrencia exacta de este evento, en las semillas de ají, quedó determinado el cuarto día después de la siembra en los envases, fenómeno que se manifestó hasta el 8^{vo} día. En donde se observó un 60 por ciento de germinación.

Desarrollo del vástago

El desarrollo de la plántula de ají se evidenció luego que se presentaron ciertos fenómenos de forma sistemática y coordinada, tales como la aparición del sistema aéreo, manifestado en primer lugar por la emergencia del hipocótilo en forma curvada al sexto día después de la siembra (Cuadro 1), en segundo lugar la elongación del hipocótilo al séptimo día después de la siembra y 24 horas después de la emergencia, presentado una forma de gancho invertido o bastón con las hojas plegadas, siendo esta la manera que utilizan las plántulas dicotiledóneas de proteger las delicadas puntas del tallo cuando crecen a través del suelo hacia la superficie (Solomon *et al.*, 2001). Además este evento marcó un momento importante debido a que la planta comenzó a ser independiente y fotosintética.

La verticalidad del hipocótilo y la horizontalidad del primer par de hojas ocurrieron el 8vo día después de la siembra y 48 horas después de la emergencia del hipocótilo. Es así como la aparición del primer par de hojas se hizo evidente con disposición foliar opuesta, (Cuadro 1) mostrando una gran variabilidad en toda la población en cuanto al tamaño e intensidad del color de las hojas característico de plantas fotosintéticas y debido a la información genética de cada embrión, asimismo se

observó el primer nudo.

El segundo par de hojas apareció 16 días después de la siembra y 10 días después de la emergencia del hipocótilo (Cuadro 1), éstas se presentaron opuestas entre sí formando un ángulo de 90° con respecto al primer par y además mostraron nervaduras reticulares, lo que significa que las venas se ramifican formando una red. Con la aparición de esta fase fenológica quedó determinado el primer entrenudo y la formación del segundo nudo.

La aparición del tercer par de hojas se observó 19 días después de la siembra y 13 días después de la emergencia del hipocótilo (Cuadro 1), de igual forma las hojas se presentaron decusadas con respecto al par anterior, mostrando un color verde intenso. Así mismo apareció el tercer nudo y segundo entrenudo.

Según, Aguilera (1996), el estado de plántula queda delimitado entre 35 y 40 días después de la siembra, tiempo requerido para ser llevada al suelo definitivo. Sin embargo, el transplante debe realizarse cuando las plántulas tengan de 12 a 15 centímetros de alto, con un tallo de 5 a 7 milímetros de grosor y entre cuatro a cinco foliolos, esto ocurre entre 18 y 28 días, aunque esto depende de la temperatura ambiental y de la formación que presente la plántula para ese momento, es decir, depende de las condiciones fisiológicas de la misma.

Desarrollo radicular

La germinación se inició el día 6 después de la siembra, con un 40% de emergencia y el resto de germinación se prolongó hasta 8 días después de la emergencia del hipocótilo. La germinación es el desarrollo del germen contenido en una semilla. Varios factores influyen para que una semilla germine o no, tales como temperatura, agua, oxígeno y presencia de luz (Izco, *et al.*, 1997).

Cuadro 1. Estados de desarrollo del vástago de la plántula de ají a partir de la germinación hasta un período de 35 días.

Eventos	Días	Longitud (cm)
Emergencia del hipocótilo	6	
Elongación del hipocótilo	7	
Verticalidad del hipocótilo	8	2,2
Aparición y horizontalización del primer par de hojas	8	
Aparición del segundo par de hojas	16	
Aparición del tercer par de hojas	19	

Desde la germinación, la radícula mostró un crecimiento constante y vertical dentro del sustrato constituyéndose en la raíz principal o pivotante (Cuadro 2). A los 11 días después de la siembra y 7 días de la germinación fueron observadas raíces laterales o de primer orden, también fueron observadas pequeñas ramificaciones en la zona de transición y en la zona basal de la raíz. (Cuadro 2).

En los días siguientes la plántula de ají mostró un sistema radical donde se destaca una raíz principal con abundante ramificación y raíces secundarias con ramificaciones. De manera similar al del vástago el sistema radicular de la plántula presentó, durante su desarrollo, eventos morfogénicos fácilmente identificables. Estas fases fenológicas mostraron estar sincronizadas con el desarrollo del vástago de tal modo que la aparición de las primeras ramificaciones coincidió con la horizontalidad del primer par de hojas y así mismo la aparición de ramificaciones laterales con la aparición del segundo par de hojas. Con la aparición del tercer par de hojas se observa una excesiva ramificación de las raíces de segundo orden fenómeno que fue reiterado hasta el final de las observaciones.

La mayoría de las dicotiledóneas poseen un sistema radical establecido a partir de la raíz primaria y sus ramificaciones (Solomon, *et al.*, 2001). El crecimiento vertical de la raíz principal y el desarrollo de las raíces laterales en las plántulas de ají es característico del sistema radical de las plantas dicotiledóneas, llamado sistema de raíces primarias persistentes. Esta estructura le va a permitir a la planta un mejor aprovechamiento de la humedad presente en el suelo gracias a que posee una mayor superficie de contacto.

Crecimiento del vástago

Desde la emergencia del hipocótilo hasta la erección del mismo las plántulas presentaron un color verde que dio inicio a la actividad fotosintética. El

crecimiento del vástago expresado en altura mostró ser continuo, rápido, de dirección ortotrópica y con filotaxis opuesta. Durante el período de 35 días los cambios fueron apreciables y las plántulas alcanzaron una altura promedio de 4,6 cm lo que es común en estas plantas de ciclo corto. No se observó detención en el crecimiento del vástago pues su elongación siempre fue en continuo aumento. En donde se presentó una diferencia evidente fue el día de observación número 13 donde se registró una disminución del crecimiento promedio del tallo. Sin embargo, en las siguientes observaciones el crecimiento fue continuo (Figura 1).

Crecimiento del sistema radicular

En un período de 35 días la raíz principal alcanzó una altura promedio de 9 cm de longitud, lo cual se traduce en el doble de la altura total del vástago para ese mismo período (Figura 1). Sin embargo, para los días de observación comprendido entre 11 y 13 se apreció un descenso promedio del crecimiento de la raíz principal, que en los días sucesivos sigue el crecimiento normal.

La aparición del segundo par de hojas coincidió con la aparición de las raíces laterales, en los días sucesivos a la aparición del tercer par de hojas se registró un pequeño decrecimiento en la longitud de la raíz principal. Lo anterior significa que hay una estrecha relación entre el desarrollo del vástago, aparición de las hojas y crecimiento de la raíz.

Con relación al sistema radicular, la emergencia de la radícula, la aparición de las raíces laterales y el crecimiento de la raíz principal mostraron un proceso continuo sin cambios radicales de intensidad a lo largo de su desarrollo. El crecimiento expresado en longitud en principio ocurrió a una tasa de incrementos sustanciales los primeros 10 días observación, para luego disminuir un poco la rata de crecimiento, y al final de los

Cuadro 2. Estados de desarrollo de la raíz de la plántula de ají a partir de la germinación hasta un período de 35 días.

Eventos	Días	Longitud (cm)
Emergencia de la radícula	4	
Elongación de la radícula	4-6	1,2
Desarrollo de la raíz principal	8	3
Aparición de raíces laterales	11	
Aparición de ramificaciones de segundo orden	17	

últimos 3 días se presentó un aumento de aceleración de mayor significado en el crecimiento de la raíz principal.

Existe un equilibrio funcional entre el crecimiento de los diferentes órganos del vástago y el sistema radicular, de tal forma que el crecimiento de uno afecta al otro; sin embargo, está aun por dilucidarse como se reparten los asimilados entre el vástago y la raíz. (Gregory, 1994)

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación expresan que el desarrollo y el crecimiento del vástago y del sistema radicular de la plántula de ají se comportaron de forma continua y sincronizada.

Los fenómenos experimentados por los órganos que conforman el sistema aéreo y el sistema radical de la plántula de ají guardan una estrecha relación entre sí.

Cumplido el lapso de ejecución de este proyecto, la plántula de ají alcanzó una longitud del vástago de 4,6 cm, la elongación promedio de la raíz principal fue de 9 cm con la presencia de tres pares de hojas.

Estas observaciones fenológicas tienen su aplicación en el plano de la agricultura, toda vez que la información de las necesidades climáticas de esta especie y su relación permiten una mejor elección del tipo de producción a implementar, lo cual significa un uso racional del medio ambiente en beneficio de la producción.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, J. 1996. Efecto de edad de transplante en tres selecciones de ají dulce. Trabajo de Grado Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente. Jusepín. 200 p.
- Campo, O. 1987. Efecto de la distancia de siembra sobre rendimiento de tres selecciones de ají (*Capsicum* sp) de la localidad de Jusepín. Trabajo de Grado Escuela de Ingeniería Agronómica Universidad de Oriente. Jusepín. 157 p.
- Flores, A. 1983. Fundación Servicio por la Agricultura (FUSAGRI). Edición Petróleo y Agricultura. N° 3. Segunda Edición. Caracas.
- Gastiazoro, T. 2000. Fenología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.C. Argentina.

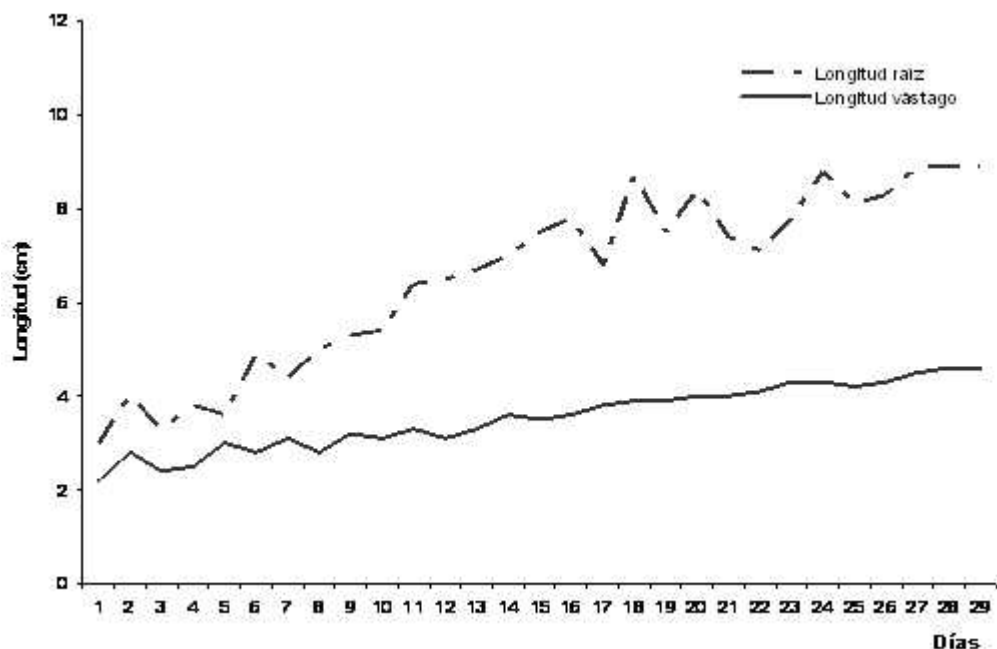


Figura 1. Crecimiento de la raíz y el vástago de plántulas de ají dulce

- 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. p. 65- 93
- Izco, J.; E Barreno; M. Bruguets. 1997. *Botánica*. Primera Edición. España.
- Krajeswski, A. and E. Rabe. 1995. Citrus flowering a critical evaluation. *J. Hort. Sci.* 70 (3):357-374
- Laskowski, L; D. Bautista. 2003. Estudio de la Fenológico del Crecimiento y Desarrollo de la Plántula de Semeruco. *Malpighia emarginata* DC. *Bioagro* 15 (3): 183-191
- Solomon, E.; L. Berg y D. Martín. 2001. *Biología*. Quinta Edición. México.