



Título del artículo.

Evaluación fenológica de dos genotipos de papaya (*Carica papaya*) R₅M₅ con tolerancia al virus de la mancha anular en Iguala, Guerrero, México.

Título del artículo en idioma Inglés.

Phenological evaluation of two genotypes of papaya (*Carica papaya*) R₅M₅ with tolerance to annular spot virus at Iguala, Guerrero, Mexico.

Autores.

Tomás Brito Guadarrama
Agustín Damián Nava
Blas Cruz Lagunas
Elías Hernández Castro
Fidel García Rivera
David Brito Miranda

Referencia bibliográfica:

MLA

Brito Guadarrama, Tomás, Agustín Damián Nava, Blas Cruz Lagunas, Elías Hernández Castro, Fidel García Rivera, David Brito Miranda. "Evaluación fenológica de dos genotipos de papaya (*Carica papaya*) R₅M₅ con tolerancia al virus de la mancha anular en Iguala, Guerrero, México". *Tlamati* 7.2 (2016): 9-14. Print.

APA

Brito Guadarrama, T., Damián Nava, A., Cruz Lagunas, B., Hernández Castro, E., García Rivera, F., Brito Miranda, D. (2016). Evaluación fenológica de dos genotipos de papaya (*Carica papaya*) R₅M₅ con tolerancia al virus de la mancha anular en Iguala, Guerrero, México, México. *Tlamati*, 7(2), 9-14.

ISSN: 2007-2066.

Publicado el 30 de Junio del 2016

© 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Dirección General de Posgrado e Investigación

Dirección de Investigación

TLAMATI, es una publicación trimestral de la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma de Guerrero. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja de manera alguna el punto de vista de la Dirección de Investigación de la UAGro. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos previa cita de nuestra publicación.



Evaluación fenológica de dos genotipos de papaya (*Carica papaya*) R₅M₅ con tolerancia al virus de la mancha anular en Iguala, Guerrero, México

Tomás Brito Guadarrama¹
 Agustín Damián Nava¹
 Blas Cruz Lagunas¹
 Elías Hernández Castro²
 Fidel García Rivera¹
 David Brito Miranda¹

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Periférico Poniente s/n frente a Col. Villa de Guadalupe. CP. 40010. Iguala, Guerrero, México. Tel. +52(733) 333 4776

² Universidad Autónoma de Guerrero. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

*Autor de correspondencia
 svilleriass@gmail.com

Resumen

El cultivo del papayo (*Carica papaya*) presenta interés económico y social, con problemas fitosanitarios y de manejo; esto motivó el mejoramiento del cultivar tipo 'Mamey' mediante mutagénesis en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero, obteniendo 2 genotipos R₅M₄ amarilla y R₅M₄ roja, ambos con tolerancia al VMAP y alto rendimiento. Sabiendo que los estudios fenológicos permiten el uso eficiente de insumos en la productividad, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la fenología de dichos genotipos en Iguala, Guerrero, México. La fase vegetativa comprendió 2 subfases: 1) germinación, con 2 momentos: a) siembra de semillas a 2 días de imbibición, b) emisión radicular a 12 días de siembra, en ambos genotipos; 2) crecimiento de planta, con 2 momentos: a) crecimiento en vivero, con tallos de 16.6 y 15.5 cm de altura, 0.5 y 0.4 cm de diámetro, y 10 hojas por planta a 91 días después de pretrasplante en macetas, en papaya amarilla y roja, respectivamente, y b) crecimiento de planta en campo, con tallos de 43.1 y 42.0 cm de altura, 1.4 y 1.1 cm de diámetro, y 13 y 12 hojas por planta a 62 y 65 días después del trasplante en campo, en la misma dirección. La fase reproductiva comprendió 2 subfases: 1) Floración inicial, con 2 momentos: a) crecimiento de primordio floral a 43 y 46 días después del trasplante, b) apertura floral, y c) caída de pétalos a 10 y 9 días después de crecimiento de primordio y de apertura floral, en el mismo sentido, y 2) fructificación inicial, con 3 momentos: a) cuaje de fruto, en el mismo momento de caída de pétalos, b) tamaño máximo de fruto a 82 y 85 días después de cuaje, y c) madurez y cosecha de 1er fruto, a 61 días después de crecimiento de fruto en papaya amarilla y roja, respectivamente.

Palabras clave: *Carica papaya* L., Genotipo de irradiación y selección recurrente R₅M₅ y Fenología

Abstract

Harvest of Papaya (*Carica papaya*) represents an economic and social interest, but at the same time, there are phytosanitary and management problems. These conditions led to improve cultivar type 'Mamey' by means of mutagenesis at the Academic Unit of Agricultural and Environmental Sciences of the Autonomous University of Guerrero, obtaining 2 genotypes R₅M₄ yellow and R₅M₄ red, both of them with VMAP tolerance and high performance. There are evidences about phenological studies that allow efficient use of inputs in productivity. Based on these evidences, this

Como citar el artículo:

Brito Guadarrama, Damián Nava, a., Cruz Lagunas, b., Hernández Castro, E., García Rivera, F. y Brito Miranda, D. (2016). Evaluación fenológica de dos genotipos de papaya (*Carica papaya*) R₅M₅ con tolerancia al virus de la mancha anular en Iguala, Guerrero, México. *Tlamati*, 7(2), 9-14.

study aimed to assess phenology of these genotypes at Iguala, Guerrero, Mexico. Vegetative phase involved 2 sub-phases, as follows: 1) germination, with 2 moments: a) planting seeds after 2 days of imbibition, b) issuance root planting after 12 days in both genotypes; 2) plant growth, with 2 moments, as follows: a) growth in the nursery, with stems of 16.6 and 15.5 cm height, 0.5 and 0.4 cm in diameter, and 10 leaves per plant, 91 days after pre-transplant of yellow papaya and red papaya in pots, respectively; b) plant growth in the field, with stems of 43.1 and 42.0 cm height, 1.4 and 1.1 cm in diameter and 13 to 12 leaves per plant after 62 and 65 days of transplantation on field, in the same direction. Reproductive phase involved two subphases, as follows: 1) initial bloom, with three stages; a) growth of floral primordium 43 and 46 days after transplantation; b) floral opening; c) falling of petals, 9 and 10 days after growth of floral primordium, and floral opening in the same direction. 2) initial fruiting, with three stages, as follows: a) fruit set in the moment of falling petals, b) maximum fruit size at 82 and 85 days after fruit set, and c) 1st harvest maturity and fruit, 61 days after fruit growth of yellow papaya and red papaya, respectively

Keywords: *Carica papaya* L., Genotype irradiation and recurrent selection, R₅M₅,

Introducción

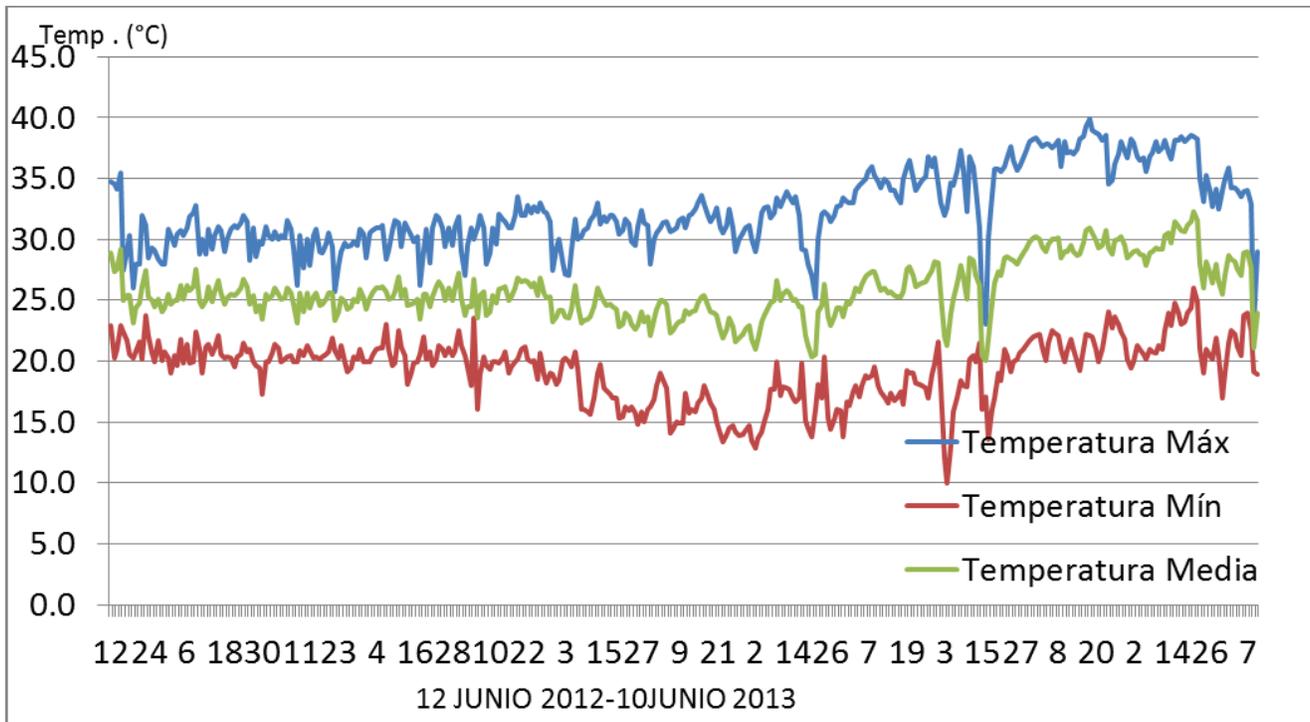
El cultivo de papaya (*Carica papaya*) se visualiza como de pronta recuperación de la inversión y alta rentabilidad, por lo que se ha dispersado por varias áreas tropicales y subtropicales, siendo las principales entidades productoras de la República Mexicana: Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Colima, y Guerrero, donde el *cultivar* [cv] Maradol roja predomina, debido a sus cualidades de fructificación y gran demanda en el mercado nacional y extranjero

(Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2013), no obstante, tanto en Veracruz como en Guerrero, también se siembra cultivares criollos tipo 'Cera' y 'Mamey' respectivamente. Todos los cultivares que se siembran son susceptibles al Virus de la Mancha Anular del Papayo [VMAP], principal problema fitosanitario, sin que por métodos convencionales hasta el momento se haya encontrado éxito completo para su control. Esto motivó la búsqueda de tolerancia a dicha enfermedad a través del mejoramiento genético del

Tabla 1. Fases, Subfases y Momentos fenológicos de los genotipos de papaya R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, en Iguala, Gro.

GENOTIPO/ FASE	VEGETATIVA				REPRODUCTIVA					
	Subfase	Germinación		Crecimiento		Floración inicial		Fructificación inicial		
Momento	Siembra de semillas	Emisión de yemas radicales	Planta en vivero	Planta en campo	Crecimiento de primordio floral	Apertura floral	Caída de pétalos	Cuaje de fruto	Crecimiento máximo de fruto	Madurez y cosecha de 1 ^{er} fruto
R ₅ M ₅ amarilla		12	91	62	43	10	10	-	82	61
		DDI	DDPt	DDT	DDCC	DDCP	DDAF		DDCF	DDCM
Días acum	0	12	103	165	208	218	228	-	310	371
Altura tallo (cm)			16.6	43.1	61.6	-	68.6	-	117.7	201
Diámetro tallo (cm)			0.5	1.4	2.4	-	2.7	-	6.6	10.0
# hojas			10	13	19	-	20	-	35	36
R ₅ M ₅ roja		12	91	65	46	9	9	-	85	61
		DDI	DDPt	DDT	DDCC	DDCP	DDAF		DDCF	DDCM
Días acum	0	12	103	168	214	223	232	-	317	378
Altura tallo (cm)			15.5	42.0	69.5	-	78.7	-	133.8	210
Diámetro tallo (cm)			0.4	1.1	2.2	-	2.7	-	6.7	9.0
# hojas			10	12	20	-	22	-	34	36

Gráfica 1. T máx., mín. y media diaria en Iguala, Gro., durante el periodo de evaluación fenológica de papaya.



papayo en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero [UACAA-UAGro], proceso que mediante irradiación con ^{60}Co en semillas de papaya tipo 'Mamey', y de selección recurrente, se obtuvo a los genotipos R_5M_4 de pulpa amarilla y R_5M_4 de pulpa roja, ambos con alta tolerancia al VMAP y rendimientos de 43.4 y 57.8 t ha $^{-1}$ de fruta respectivamente (Brito, 2007).

Por otra parte es sabido que los estudios fenológicos permiten entender las respuestas de los organismos a los factores ambientales, así como las etapas críticas de las plantas cultivadas, lo que ayuda al uso eficiente de los insumos disponibles, al conocer las dosis óptimas y el momento en que las plantas lo requieren (Nakasone y Paul, 1998). Los mismos autores señalan que la temperatura mínima para crecimiento satisfactorio del papayo es 15°C y, en rango de 15 a 35 °C; con un óptimo para fotosíntesis de 25 a 30 °C, y que las temperaturas inferiores a este nivel inhiben el desarrollo de las flores; si el descenso de las temperaturas es a 0 °C se presentan fuertes daños al follaje, a -2 °C ocasiona daños en frutos, y a -4 °C muere la planta. En otro estudio en Venezuela (Parés, Basso y Jáuregui, 2001) encontró que la forma sexual androica de la lechosa cv Cartagena amarilla fue más precoz en iniciar la floración, tardando 54 días después de la siembra en campo, mientras que las formas sexuales andromonoica y ginoica iniciaron su floración a los 59 y 61 días, respectivamente. Con base a lo anterior se planeó llevar a cabo el presente trabajo con el objetivo de evaluar las fases fenológicas de los genotipos seleccionados de papaya R_5M_5 amarilla y R_5M_5 roja bajo las condiciones climáticas de Iguala, Guerrero, México.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 20 g de semilla del genotipo de papaya R_5M_4 de pulpa amarilla y 20 g del genotipo R_5M_4 de pulpa roja, ambos con alta tolerancia al VMAP; mismos que fueron proporcionados por el actual programa de mejoramiento genético del papayo de la UACAA-UAGro.

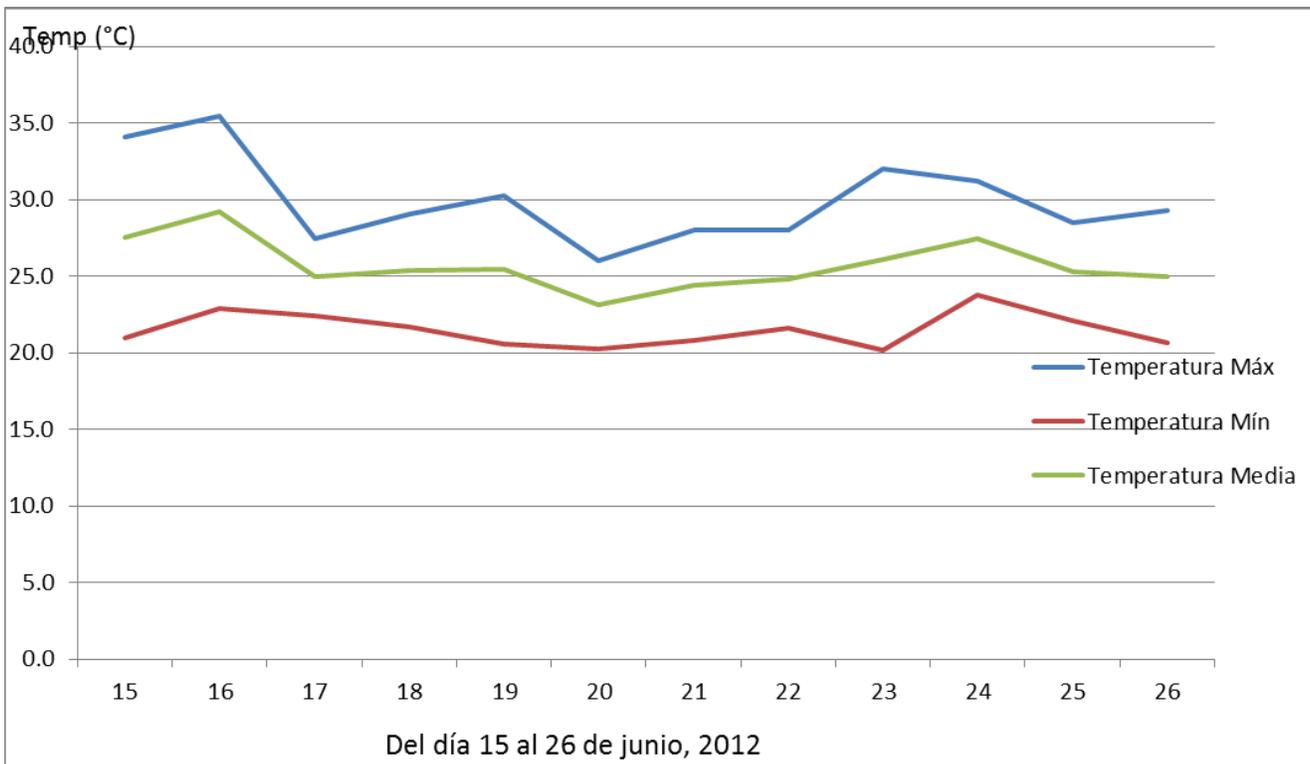
Tratamientos y manejo experimental

El trabajo consistió en el establecimiento de dos parcelas experimentales contiguas o subpoblaciones de 750 plantas de los genotipos de papaya R_5M_5 amarilla y R_5M_5 roja (1,500 plantas en total). Estas parcelas se instalaron en el campo experimental de la UACAA-UAGro, en la localidad de Tuxpan, municipio de Iguala, Guerrero., la cual presenta un clima $Aw_0(w)_g(i)$ con régimen de lluvias en verano, el más seco de los cálidos subhúmedos, con precipitación media anual de 1049.77 mm, la temperatura media anual de 25.9 °C, cuya temperatura más alta se presenta antes de junio y con oscilación térmica poco significativa.

El suelo pertenece al orden Vertisoles y suborden Usterts, profundo, oscuro a pardo amarillento, con textura media, ligeramente alcalino, muy pobre de materia orgánica y fertilidad natural baja, los contenidos de fósforo son bajos, permeabilidad lenta en la superficie y rápida en el subsuelo. Este es muy rico en calcio, magnesio y potasio, susceptible de erosión eólica e hídrica, con respuesta satisfactoriamente a fertilizantes y/o abonos orgánicos (González, 1983).

La semilla de los genotipos de papaya se sometió a imbibición (remojo en agua pura durante 48 horas) a partir del 12 de junio de 2012, inmediatamente después se colocó

Gráfica 2. Temp. máx., mín. y media diaria en Iguala, Gro., durante la germinación de semillas de papaya.



en franela humedecida, para que una vez iniciada la emisión de yemas radiculares se pretrasplantaron en vasos de unicel del número 12 con mezcla de los sustratos peatmos y vermiculita; el 25 de septiembre del mismo año se llevó a cabo el trasplante en campo definitivo, colocando en cada posición de 3 a 4 plantas para que finalmente quedara solo una por cepa.

La fertilización nitrofosfatada y potásica se hizo en 6 partes con base a la dosis (100-80-60) g planta⁻¹, iniciando a partir del trasplante en campo. En la primera y segunda parte se aplicó la mitad de fósforo y potasio y una parte proporcional del nitrógeno, en las subsiguientes aplicaciones se repartió el resto de nitrógeno, siempre alrededor de cada mata, y con intervalos de 30 días después de la primera aplicación.

Los micronutrientes foliares, así como los agroquímicos para el combate de plagas y enfermedades se asperjaron solos o mezclados, con intervalo de 15 a 20 días a partir del trasplante en campo hasta un mes antes del inicio de cosecha.

El riego se llevó a cabo por medio de manguera, mata a mata cada vez que el cultivo lo requirió, tomando en cuenta el contenido de humedad del suelo y la marchitez de las plantas.

El proceso de observación y registro de los eventos fenológicos factibles de medir fue sistemático, mismo que se inició a partir de la germinación de semillas hasta la madurez y cosecha inicial del primer tramo de fructificación, periodo que tuvo una duración de 13 meses, durante el cual se identificaron y registraron los eventos de estudio

a intervalos de cada 8, 15 y 30 días. El procesamiento estadístico de los registros permitió obtener el dato fenológico para estimar la duración de cada fase, subfase y momento fenológico y comparar el proceso consigo mismo a través del tiempo en cada genotipo.

Resultados

El estudio fenológico de los 2 genotipos de papaya (*C. papaya*) R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja en Iguala, Gro., comprendió el crecimiento vegetativo y reproductivo. El primero comprendió 2 subfases: 1) germinación, con 2 momentos: a) siembra de semillas después de 2 días de imbibición en agua, y b) emisión radicular, a 12 días después de siembra, en ambos genotipos, y 2) crecimiento vegetativo a) crecimiento de planta en vivero, y b) crecimiento de planta en campo; el crecimiento en etapa de vivero duró 91 días, momento en que presentaron los tallos con 16.6 y 15.5 cm de altura, 0.5 y 0.4 cm de diámetro y 10 hojas por planta para R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, respectivamente. El crecimiento en campo transcurrió 62 y 65 días después del trasplante a crecimiento de primordio foliar; en este último momento los tallos presentaron 43.1 y 42.0 cm de altura, 1.4 y 1.1 cm de diámetro, con 13 y 12 hojas por planta en la misma dirección, con duración total de 165 y 168 días de crecimiento vegetativo desde germinación en el mismo sentido. La fase de crecimiento reproductivo consistió en la diferenciación y desarrollo de los órganos reproductivos del papayo, la cual comienza con 1) floración inicial y 3 momentos: a) crecimiento de primordio floral a 43 y 46 días después del crecimiento de planta

en campo con tallos de 61.6 y 69.5 cm de altura, 2.4 y 2.2 cm de diámetro, 19 y 20 hojas por planta de R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, respectivamente., b) apertura floral, con disposición a la polinización, a 10 y 9 días después del crecimiento de primordio floral en el mismo sentido y, c) caída de pétalos, que sucedió también a 10 y 9 días después de apertura floral, con tallos de 68.6 y 78.7 cm de altura, y 2.7 cm de diámetro, 20 y 22 hojas por planta, en la misma dirección. La subfase fructificación inicial también se separó en 3 momentos: a) cuaje de fruto, que sucedió simultáneamente con la caída de pétalos, b) crecimiento máximo de fruto (23.5 y 21 cm de diámetro longitudinal y ecuatorial), lo cual ocurrió a 82 y 85 días después del cuaje de fruto, cuando los tallos tenían 117.7 y 133.8 cm de altura, 6.6 y 6.7 cm de diámetro, 35 y 34 hojas por planta de R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, respectivamente y, c) madurez y cosecha de 1er fruto, lo cual ocurrió a 61 días de crecimiento máximo de fruto (8.9 y 9.2 meses del trasplante), cuando los tallos tenían 201 y 210 cm de altura, 10 y 9.0 cm de diámetro y 36 hojas por planta, en la misma dirección (véase tabla 1).

Significado de las letras: DDI (días después de imbibición), DDpt (días después de pretrasplante), DDT (días después de trasplante), DDCC (días después de crecimiento en campo), DDCP (días después de crecimiento de primordio floral), DDAF (días después de apertura floral) y DDCF (días después de cuaje de fruto) y DDCM (días después de crecimiento máximo de fruto).

Discusión y conclusiones

El crecimiento vegetativo y reproductivo del papayo consiste en un proceso evolutivo durante el cual se observa la presencia de órganos activos cuya intensidad de aparición, crecimiento y detención evidencian los eventos fenológicos. La fase de crecimiento vegetativo inicia con la germinación de semillas, y esta subfase a su vez empieza en el momento de siembra y termina con la emisión de yemas radicales de las semillas a los 12 días del tratamiento de imbibición en agua pura, en ambos genotipos, debido en parte al tratamiento pregerminativo y a las temperaturas medias diarias de 23.2 a 29.2 °C durante el mes de junio en que se llevó a cabo (véanse gráficas 1 y 2) En este segundo momento de la germinación se realizó el pretrasplante en macetas, espacios donde ocurrió el crecimiento de plantas en etapa de vivero durante 91 días, momento en que los tallos presentaron 16.6 y 15.5 cm de altura, 0.5 y 0.4 cm de diámetro y 10 hojas por planta de la R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, respectivamente. Esto coincide en parte con los resultados presentados por De los Santos, Becerra, Mosqueda, Vázquez y Vargas (1997) al señalar que las plantas de papayo se deben trasplantar al alcanzar una altura de 10 a 15 cm. Esta etapa precedió al periodo de crecimiento en campo con duración de 62 y 65 días del trasplante al inicio de brotación de primordios foliares, momento en que tallos presentaron 43.1 y 42.0 cm de altura, 1.4 y 1.1 cm de diámetro, con 13 y 12 hojas por planta en el mismo sentido, es decir el crecimiento vegetativo total transcurrió durante 165 y 168 días, en la misma dirección.

La fase reproductiva consiste en cambios cualitativos y cuantitativos de los órganos reproductivos del papayo, la cual comienza con el crecimiento del primordio floral inicial a los 43 y 46 días (más 10 y 9 días de apertura flo-

ral) después del crecimiento de planta en campo, momento en que los tallos tuvieron 61.6 y 69.5 cm de altura, 2.4 y 2.2 cm de diámetro, 19 y 20 hojas por planta para R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja. Respectivamente prosiguió la caída de pétalos y cuaje de fruto, momentos simultáneos a los 10 y 9 días después de apertura floral, en que los tallos presentaron 68.6 y 78.7 cm de altura, 2.7 cm de diámetro, 20 y 22 hojas por planta en la misma dirección. Esto coincide en parte con los resultados presentados por Parés, Basso y Jáuregui (2001), al encontrar que la forma sexual androica de la lechosa cv Cartagena amarilla en Venezuela fue más precoz en iniciar la floración, tardando 54 días después de la siembra en campo, mientras que las formas sexuales andromonoica y ginoica iniciaron su floración a los 59 y 61 días, respectivamente; el crecimiento máximo de fruto (23.5 y 21 cm de diámetro longitudinal y ecuatorial), lo que sucedió a los 82 y 85 días a partir del cuaje de fruto, cuando los tallos tenían 117.7 y 133.8 cm de altura, 6.6 y 6.7 cm de diámetro, 35 y 34 hojas por planta en la misma dirección., culminando esta fase reproductiva con la madurez del primer fruto de cosecha inicial a los 61 días después de crecimiento máximo de fruto (8.9 y 9.2 meses del trasplante), momento en que las plantas presentaron 201 y 210 cm de altura de tallo, 10 y 9 cm de diámetro, y 36 hojas por planta, en papaya R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, respectivamente.

Durante los 12.5 meses de crecimiento vegetativo y reproductivo de los genotipos de papaya R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja se evaluaron 4 eventos fenológicos de crecimiento vegetativo y 6 de crecimiento reproductivo, con similitud entre eventos respecto al periodo de duración en ambos materiales, esto debido en parte a que ambos genotipos provienen del mismo cultivar criollo, con iguales ciclos de irradiación y selección (R⁵M⁵) y, a que la evaluación se llevó a cabo en las condiciones edafoclimáticas de la misma localidad.

Agradecimientos

Se agradece ampliamente a la Dirección General de Investigación de la UAGro quien financió el presente proyecto en la convocatoria 2013.

Referencias

- Brito G. T. (2007). *Evaluación Agronómica y de Tolerancia al Virus Mancha Anular de Genotipos Obtenidos por Mutagénesis de Papaya 'Mamey'*. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Autónoma de Guerrero, 114p.
- De los Santos de la R., F., Becerra, L. E. N., Mosqueda, V. R., Vázquez, H. A. y Vargas, G. A. B. (1997). *Manual de producción de papaya en el estado de Veracruz. Folleto Técnico No. 17*. SAGAR. INIFAP, CIRGOC, FPV, Campo experimental Cotaxtla, Veracruz, Ver., México, 30 pp.
- González, M. R. (1983). *Levantamiento detallado de los suelos del valle de Iguala Gro.* Tesis profesional. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Autónoma de Guerrero, 107p.
- Nakasone H. y Paul, R. E. (1998). *Tropical fruits*. CAB Internacional. Wallingfort, OX. 239-269.
- Parés, J., Basso, C. y Jáuregui, D. (2001). Cantidad, viabilidad y germinabilidad de granos de polen en flores de

lechosa (*Carica Papaya* L.) Cv. Cartagena Amarilla. *X Jornadas de Investigación del Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental «Lisandro Alvarado»,* Tarabana, Venezuela, 137p.
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural,

Pesca y Alimentación, (Octubre 22, 2013). *Resumen de la producción agrícola, situación al 31 de agosto de 2013.* Obtenido de: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=288.