

DETERMINACIÓN DEL GRADO DE MADUREZ ÓPTIMO EN FRUTOS DE PAPAYA PARA LA EXTRACCIÓN DE SEMILLAS E INFLUENCIA EN SU CALIDAD

Maximiliano W. Caballero Álvarez*, Aymé Rayas Cabrera y Yamila Torres González.
Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Villa Clara, Cuba.

* Autor para la correspondencia: semillasfb@inivit.cu

RESUMEN

Las plantas de papaya (*Carica papaya* L.) obtenidas de semillas pueden ser de tres tipos: pistiladas, hermafroditas y estaminadas. Algunas veces son clasificadas según la forma, el número y localización de los estambres, de manera que dentro de las hermafroditas existen tres tipos bien conocidos: Tipo II pentándrias, Tipo III intermedias y Tipo IV elongatas. Esta última es la ideal para la producción de semillas y ofrece las mayores posibilidades de originar plantas con los caracteres del fenotipo de la variedad a producir. El grado de madurez en que se cosecha una fruta, su manejo y tratamiento en pre y post- cosecha determina la calidad y viabilidad de la semilla de papaya. En el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), se realizó un estudio teniendo en cuenta 13 grados de madurez de los frutos de papaya en condiciones de campo y en el centro de beneficio. Se evaluó durante seis meses, el porcentaje y días viables de las semillas germinadas por grado de madurez en cuatro repeticiones, teniendo en cuenta la humedad relativa y temperatura media por mes. Los resultados se procesaron mediante un análisis de proporciones y los tratamientos se compararon en cuanto al porcentaje de germinación y los días viables para germinar la semilla. Se demostró que el grado de madurez más eficiente fue los tratamientos entre una y cinco rayas en beneficio, lo que permitió obtener semilla de alta calidad.

Palabras clave: *Carica papaya*, elongatas, flores hermafroditas, germinación, maduración.

DETERMINING THE OPTIMAL MATURITY LEVEL IN PAPAYA FRUITS FOR SEED EXTRACTION AND INFLUENCE ON QUALITY

ABSTRACT

Papaya plants (*Carica papaya* L.) from true seed can be of three types: pistillate, staminate and hermaphrodite, and plants are sometimes classified according to their shapes and number and location of stamens. Based on the this classification, within hermaphrodite plants, there are three well-known types: Type II, *pentandria*; Type III, *intermedia* and type IV, *elongate*, these last ideal for seed production, where there are most likely to result in plants with the characters of the phenotype of the variety to be produced. The degree of maturity at which the fruit is harvested, its management and behavior in pre-and post-harvest determine the possibilities of quality and viability of papaya seeds. In the Research Institute of Tropical Root and Tuber Crops, Bananas, Plantains and Papaya (INIVIT), Santo Domingo, a study on the maturity degree with 13 treatments of papaya fruits in field conditions and in the profit center was carried out. The percentage and viable days of seeds germinated per treatment in four replicates,

taking into account the relative humidity and average temperature per month was evaluated. Results were processed by analysis of proportions and treatments were compared in terms of germination percentage. It was shown that the most efficient degree of maturity was between treatments with maturity degree from one to five stripes, which also permit to obtain high quality seed.

Keywords: *Carica papaya*, elongate, hermaphrodite flowers, germination, maturation.

INTRODUCCIÓN

Las plantas de papaya (*Carica papaya* L.) obtenidas de semilla botánica pueden ser de tres tipos: pistiladas, hermafroditas y estaminadas. Algunas veces son clasificadas según la forma, el número y localización de los estambres (Storey, 1987), de manera que dentro de las hermafroditas existen tres tipos bien conocidos: Tipo II pentándrias, Tipo III intermedias y Tipo IV elongatas esta última es la ideal para la producción de semillas, donde existen las mayores posibilidades de originar plantas con las características fenotípicas de la variedad, en nuestro caso la “Maradol Roja” obtenido por el fitomejorador Adolfo Rodríguez Rivera en la década del 50 (SDR, 1997).

El color de la cáscara es la característica más utilizada para evaluar el grado de maduración de los frutos de papaya. Las recomendaciones para la cosecha se basan en el cambio del color verde oscuro a verde claro y la aparición de tonos amarillos en el extremo distal (Kader, 2004). La comercialización se realiza desde el estado de rompimiento del color verde a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de madurez, mientras que para el consumo se recomienda cuando la cáscara de los frutos presenta 75% o más de color amarillo (Zhou *et al.*, 2004).

Las escalas subjetivas se continúan usando en papaya, así en el cultivar ‘Tainung’ (Rocha *et al.*, 2005), ‘Caliman’ (De Moraes *et al.*, 2007) y en la descripción de nuevos híbridos derivados de Maradol (Alonso *et al.*, 2008), se informan también mediciones objetivas del color del fruto de papaya (De Oliveira *et al.*, 2002) y el ángulo del tono de la cáscara (Bron y Jacomino, 2006). Con las mediciones objetivas de color se evitan subjetividades, ya que el número de franjas amarillas y los porcentajes de coloración en la cáscara pueden crear dificultades en la interpretación del observador. Por otra parte, el patrón de coloración en papaya no está restringido a las franjas amarillas y pueden aparecer sitios de color amarillo en casi cualquier parte de la cáscara del fruto (Peleg y Gómez-Brito, 1975).

El desarrollo exitoso de la semilla depende de múltiples factores en todos y cada uno de los estados de su formación y maduración. Además, su estructura está estrictamente unida a su función; por tanto, el estudio de su grado de maduración es una característica que permite comprender sus posibilidades futuras de éxito.

Objetivos

1. Determinar el grado de madurez óptimo en la cosecha de frutos de papaya destinados para la obtención de semilla y su relación con la calidad, en cuanto a porcentaje de germinación y a viabilidad.
2. Proporcionar información para contribuir a mejorar de manera sostenible los procedimientos para el beneficio de la semilla en este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), ubicado en Santo Domingo, Villa Clara durante el período entre enero del 2010

y diciembre del 2011, en áreas de plantaciones de papaya para la producción y beneficio de los frutos para semilla. Se utilizó semilla de papaya de la variedad 'Maradol Roja', seleccionada por su valor comercial y su calidad (Rodríguez y Corrales, 1967). La semilla fue procesada hasta quedar sin arilo o sarcotesta (Mosqueda, 1969), mediante lavados de agua corriente, se secó al sol en horas de la mañana y a la sombra en la tarde. Posteriormente se conservó en condiciones no controladas y a temperatura ambiente, por un período de seis meses.

• **Tratamientos evaluados**

Se estudiaron 13 grados de maduración o cambio de coloración de los frutos:

1. Verde oscuro
2. Verde claro
3. Madurez total en el pie de planta
4. Madurez una raya en el pie de planta
5. Madurez dos rayas en el pie de planta
6. Madurez tres rayas en el pie de planta
7. Madurez cuatro rayas en el pie de planta
8. Madurez cinco rayas en el pie de planta
9. Madurez una raya en beneficio
10. Madurez dos rayas en beneficio
11. Madurez tres rayas en beneficio
12. Madurez cuatro rayas en beneficio
13. Madurez cinco rayas en beneficio

Los frutos para el estudio proceden de las producciones del INIVIT, se procesaron y beneficiaron en lotes a razón de 100 frutos por tratamiento para su posterior evaluación en campo y en el centro de beneficio. Los resultados se procesaron mediante un análisis de proporciones y se compararon los tratamientos en cuanto al porcentaje de germinación. Los días viables para germinar se analizaron por el procedimiento no paramétrico Kruskal – Wallis (K-W). Se evaluó el número de semillas germinadas (%), y los días en germinar la semilla para cada uno de los tratamientos estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se aprecian los mejores porcentajes de germinación en el primer mes cuando se cosechan las frutas (T3) con grado de madurez total en el pie de planta sin diferir con los grados de maduración una, dos, tres, cuatro y cinco rayas y son puestas a madurar en beneficio. Para los restantes seis meses cuando se cosechan las frutas (T3) con grado de madurez total en el pie de planta disminuye el porcentaje de germinación con diferencias significativas con los grados de maduración uno, dos, tres, cuatro y cinco rayas y son puestas a madurar en beneficio, se manifiesta un descenso en el porcentaje de germinación a partir del segundo mes para el (T3) Madurez total en el pie de planta. Estos resultados coinciden con lo señalado en la tecnología publicada por el MINAG (1996) al recomendar que los frutos se cosechen rayones y que los frutos maduros no sean utilizados para extracción de la semilla.

Tabla 1. Efecto del grado de madurez de la fruta sobre el porcentaje de germinación de la semilla durante seis meses.

Tratamientos	Porcentaje de germinación de la semilla en el tiempo					
	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses
1.	2,50 e	2,50 e	2,50 e	2,50 e	2,62 e	3,50 e
2.	7,37 d	6,50 d	6,50 d	6,50 d	6,37 d	3,50 e
3.	41,62 a	26,25 b	18,62 b	10,37 c	6,25 d	5,62 de
4.	13,12 c	17,75 bc	14,75 c	17,12 b	16,75 bc	16,37 bc
5.	14,12 c	15,25 c	15,75 c	16,00 b	14,50 c	19,00 b
6.	18,75 b	18,37 b	23,87 b	23,25 b	23,25 b	19,87 b
7.	23,87 b	18,37 b	18,37 b	19,16 b	19,75 b	19,12 b
8.	21,75 b	22,75 b	19,75 b	17,00 b	18,25 b	18,12 b
9.	40,12 a	40,25 a	40,62 a	42,37 a	41,12 a	42,15 a
10.	41,87 a	43,62 a	43,62 a	42,62 a	43,12 a	44,25 a
11.	44,37 a	42,75 a	43,17 a	42,37 a	41,00 a	41,62 a
12.	42,64 a	42,25 a	43,0 a	42,75 a	42,00 a	43,12 a
13.	44,37 a	41,87 a	44,0 a	40,50 a	41,50 a	42,50 a
KW	45,00 **	45,07**	44,94**	44,49**	44,46**	44,66**

Valores con letras desiguales difieren para $p \geq 0,05$.

Los tratamientos donde se extrajo la semilla en el pie de planta a partir de frutos verdes (T1) y con cambio de coloración a verde claro (T2), resultaron con un menor porcentaje de germinación, ya que no han completado su proceso de maduración fisiológica por lo que no presentaron una distribución uniforme en la germinación de acuerdo al grado de maduración al que fueron cosechados los frutos, ya que hubo una diferencia estadística entre los mismos.

En la tabla 2 se confirma que los tratamientos donde se cosechan los frutos con grado de maduración con una, dos, tres, cuatro y cinco rayas y se ubican a madurar en beneficio mantienen la viabilidad de la semilla por mayor período y facilita una germinación precoz y uniforme de las plántulas a sembrar, así como el máximo rendimiento de semillas por fruto, esto puede deberse a que según Pitty (1997) la germinación involucra una secuencia de eventos que incluyen la imbibición, activación de enzimas, incremento en la respiración, producción de almidones y la digestión de los mismos provocado por la suficiente presencia de agua que activa el proceso de germinación en la semilla. Sin embargo, en el tratamiento T3, con la maduración total del fruto en el pie de planta, se obtiene menor rendimiento de semillas por fruto, lo que se debe a que la madurez avanzada estimula la germinación de la semilla dentro de la cavidad del fruto, afectando marcadamente la calidad en la misma. Estos resultados coinciden con los alcanzados por Santamaría *et al.* (2009), quienes refieren que la forma en que madura una fruta y su manejo en pre y post- cosecha determina las posibilidades de calidad y viabilidad de la semilla de papaya e hicieron una clasificación tentativa de frutos en climatéricos y no climatéricos clasificando la papaya tropical en climatérica. En este estado de madurez la fruta ha alcanzado su máximo desarrollo y las semillas se encuentran bien adheridas a la pulpa, cambian de color blanco a ligeramente carmelita y posteriormente se tornan más oscuras, ya que fisiológicamente han madurado.

Tabla 2. Efecto del grado de madurez del fruto en la cosecha sobre los días viables de germinación de la semilla.

Tratamientos	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses
1	26 a	27 a	30 a	32 a	34 a	35 a
2	25 a	26 a	30 a	31 ab	33 a	35 a
3	19 b	19 b	20 c	20 d	23 c	21 c
4	24 a	26 a	27 b	27 c	28 b	29 b
5	26 a	27 a	27 b	27 c	29 b	29 b
6	25 a	25 a	26 b	27 c	30 b	30 b
7	27 a	27 a	28 a	29 bc	30 b	30 b
8	24 a	26 a	26 b	27 c	29 b	30 b
9	16 c	16 c	16 d	16 d	17 cd	18 d
10	16 c	17 c	17 d	18 d	18 cd	19 cd
11	16 c	17 c	17 d	17 d	18 cd	19 cd
12	16 c	17 c	17 d	18 d	18 cd	19 cd
13	16 c	17 c	17 d	18 d	19 cd	19 cd
ES±	0,47	0,44	0,56	0,53	0,56	0,52

Valores con letras desiguales difieren para $p \geq 0,05$.

En la literatura consultada no se han encontrado referencias de estudios de la calidad del fruto de papaya para la producción y el beneficio de semilla categorizada con procedimientos sostenibles para su comercialización. El proceso de germinación requiere que la semilla se encuentre en buen estado, ya sea en su forma natural o peletizada por recubrimiento con micorrizas (*EcoMic*®) es decir, que sea viable y que además reciba condiciones propicias de temperatura, aire y humedad.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que cuando se cosechan los frutos con grado de madurez entre una y cinco rayas y se maduran en beneficio se obtiene el mayor porcentaje de germinación y viabilidad de la semilla.
2. En los frutos cosechados completamente verdes o maduros se afectan la germinación y viabilidad de las semillas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, E.M.; TORNET, Q.Y.; RAMOS, R.R.; FARRÉS, A.E.; ARANGUREN, G.M. y RODRÍGUEZ, M.D. 2008. Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agric. Téc. Méx.*, 34: 333–339.
- BRON, I.U. y JACOMINO, A.P. 2006. Ripening and quality of 'Golden' papaya fruit harvested at different maturity stages. *Braz. J. Plant Physiol.*, 18: 389–396.
- DE MORAIS, P.L.D.; DA SILVA, G.G.; MENEZES, J.B.; NOGUEIRA, M.F.E.; DANTAS, D.J. y SALES, R. 2007. Pós-colheita de mamão híbrido UENF/CALIMAN 01 cultivado no Rio grande do norte. *Rev. Bras. Frutic.*, 29:666–670. Jaboticabal, Brazil.
- De OLIVEIRA, M.A.B.; VIANNI, R.; De SOUZA, G. y ARAÚJO, T.M.R. 2002. Caracterização do estágio de maturação da papaia 'Golden' em função da cor. *Rev. Bras. Frutic.*, 24: 559–561. Jaboticabal, Brazil.

- KADER, A.A. 2004. Recommendations for maintaining postharvest quality. Papaya produce facts. *Postharvest technology research information center*, department of Pomology University of California. Davis. 55 p.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura. 2007. Instructivo Técnico del Cultivo de la Fruta Bomba (*Carica papaya* L.). La Habana, Biblioteca ACTAF. 15 pp.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura. 1996. Fruta Bomba. Tecnología para la producción de semilla y fruta fresca para la exportación en Cuba. Empresa Productora de Semillas Varias. La Habana. Cuba. 22 pp.
- MOSQUEDA, V.R. 1969. Efecto de diversos tratamientos aplicados a la semilla de papaya sobre su poder germinativo. *Agricultura Técnica*, 2 (11): 487-491.
- PELEG, M. y GÓMEZ-BRITO, L. 1975. The red component of the external color as a maturity index of papaya fruits. *Journal of Food Science*, 40:1105-1106.
- PITTY, A. 1997. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. 300 p.
- ROCHA, R.H.C.; DE CARVALHO, N.S.R.; MENEZES, J.B.; DE SOUZA, N.G.H. y DE OLIVEIRA, S.E. 2005. Qualidade pós-colheita do mamão formosa armazenado sob refrigeração. *Rev. Bras. Frutic.*, 27:386-389. Jaboticabal, Brazil.
- RODRÍGUEZ NODALS, A. y CORRALES S.R. 1967. El papayo 'Maradol'. Dirección Nacional de frutales. INRA. La Habana. 74 pp.
- SDR. Secretaría de Desarrollo Rural. 1997. Experiencias obtenidas en el cultivo de papaya 'Maradol' en el Estado de Yucatán. Editorial Dahemont, Mérida, Yucatán. México. 115 p.
- SANTAMARÍA BASALTO, F.; DÍAZ PLAZA, R.; SAURI DUCH, E.; ESPADAS Y GIL, F.; SANTAMARÍA FERNÁNDEZ, J.M. y LARQUÉ SAAVEDRA, A. 2009. Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. *Agric. Téc. Méx.*, 35(3): 347-353.
- STOREY, W. 1987. Papaya. In: F. Ferweda y F. Wit (eds.) *Genotecnia de Cultivos Tropicales Perennes*. A.G.T. Editorial. México. p. 374-392.
- ZHOU, L.; PAULL, R.E. and CHEN, N.J. 2004. Papaya. In: Gross. K. C.; Wang, Ch. Y. and Saltveit, M. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks agricultural. *Agriculture Handbook* 66. USDA-ARS.