



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

HOJA TÉCNICA

DEPARTAMENTO DE POSCOSECHA

No. 1 • Julio, 2012

EFFECTO DEL RyzUp® 40SG SOBRE LA VIDA VERDE DEL PLÁTANO VARIEDAD CURARÉ

Introducción

El plátano (*Musa* spp. ABB Simmonds.) es un cultivo de subsistencia para muchos pequeños productores en diferentes países del mundo. Es una fuente de carbohidratos de bajo costo y de menor uso de mano de obra comparado con algunos cereales tropicales. Este cultivo también es fuente importante de ingresos económicos para otros productores que contribuyen a satisfacer la demanda nacional y para aquellos que se dedican a la exportación hacia mercados étnicos en los Estados Unidos y Europa.

El estándar de calidad en los mercados de exportación indica que la fruta debe ser recibida completamente verde, por lo que es necesario el uso de temperaturas bajas, atmósfera modificada y la aplicación de inhibidores de la maduración, así como combinar adecuadamente estas tecnologías para extender en lo posible la vida verde del plátano.

Vendrell (1970) y Khader (1992) demostraron que las gibberelinas (GA₃) –que son un grupo de hormonas naturales de crecimiento-, retardan la maduración y senescencia de los frutos. El efecto de GA₃ está relacionado a la inhibición del desarrollo de color, aunque otros aspectos de los procesos de maduración son también afectados. Estudios realizados por Lahav y Gottreich (1984), demostraron que el ácido giberélico retrasa la senescencia de los frutos cuando se aplica en distintos estados de desarrollo.

También, Osman et ál., (2008), encontraron que tratamientos con ácido giberélico en bananos y plátanos aplicados por inmersión, inhiben la maduración y extienden la vida de anaquel de la fruta. También determinaron que los tratamientos por inmersión de la fruta fueron más efectivos que aplicados solo al pedúnculo de la fruta, lo que se reflejó en un incremento de la vida verde. Además, se redujo la tasa de respiración e inhibió el desarrollo de color amarillo en la cáscara, mantuvo la firmeza, el contenido de azúcares y el peso de la fruta. Gottreich y Halevy (1982) y Lahav y Gottreich (1984) también afirman que estas hormonas retardantes o inhibidores de la maduración no afectan la calidad y contenido de carbohidratos y azúcares dentro de la fruta.

En base a las experiencias anteriores, se realizó este estudio con el objetivo de evaluar el efecto del RyzUp® 40SG, asperjado en diferentes dosis, sobre la extensión de la vida verde del plátano variedad Curaré.

El RyzUp® 40SG tiene como ingrediente activo el ácido giberélico GA₃ (Ácido [3S,3aR,4aS,7S,9aR,9bR,12S]-7,12 dihidroxi-3-metil-6-metilen-2-oxoperhidro-4a,7meta-no-9b,3propeno[1,2b]furan-4-carboxílico). La formulación es en gránulos solubles, 400 g de ingrediente activo por kg. El GA₃ tiene efecto en la actividad de elongación celular, estimula la elongación vegetativa, induce el desarrollo de flores, aumenta el tamaño del fruto, inhibe la senescencia de frutas y en semillas rompe la latencia.

Metodología utilizada

La fruta de plátano de la variedad Curaré fue obtenida de la Finca San Juan, La Lima, Cortés, Honduras, de una plantación comercial donde el manejo agronómico fue realizado siguiendo protocolos de producción para exportación. La siembra se hizo en surcos de doble hilera y las plantas llegaron a la cosecha con 6 a 7 hojas funcionales. Los racimos presentaron en promedio 36 frutos de los cuales fueron seleccionados al azar 25 frutos de cada racimo para cada tratamiento, con edad de 81 días a la cosecha, el calibre fue entre 48 a 60/32" y entre 10-12" de largo de pulpa.



Después del desmane la fruta fue colocada en la pila de lavado, luego cortada en dedos individuales -según la norma de exportación- y colocada en la pila de desleche, seguidamente fue colocada en bandejas para la aplicación de los tratamientos que contenían diferentes dosis de RyzUp® 40SG (Cuadro 1). Al tratamiento testigo (T1 sin aplicación) únicamente se le realizó el desleche y lavado. El tratamiento comercial (T2) actualmente utilizado en la finca consiste en la aplicación de una solución de Imazalil (Magnate® 75SG) con una dosis de 0.25 g/l de agua en combinación con alumbre al 1.0% (10 g/1.0 l de agua). Este tratamiento lo aplican sobre el cuerpo y corona de la fruta en forma de aspersión usando una bomba de mochila con boquilla 8002 de Spray Systems.

En los tratamientos del T3 al T6 se preparó una pre-mezcla de Imazalil y alumbre a la que se le agregó RyzUp® 40SG en diferentes dosis, la mezcla completa fue aplicada sobre la fruta en forma de aspersión con bomba de mochila. Después de escurrida, la fruta fue empacada en cajas de cartón, transportadas y colocadas en cuarto frío a 10 °C y 90-95% de humedad relativa, en las instalaciones de la FHIA, en La Lima, Cortés, Honduras.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados.

No.	TRATAMIENTOS
T1	Sin ninguna aplicación (testigo)
T2	0.25 g/l Imazalil (Magnate® 75SG) + alumbre al 1.0% (fungicida + alumbre)
T3	2.50 g/l de RyzUp® 40SG + fungicida + alumbre
T4	3.75 g/l de RyzUp® 40SG + fungicida + alumbre
T5	5.00 g/l de RyzUp® 40SG + fungicida + alumbre
T6	7.50 g/l de RyzUp® 40SG + fungicida + alumbre

Las soluciones de cada tratamiento fueron preparadas el día de cosecha obteniendo un pH del agua de 7.3, la combinación del agua con el alumbre provocó un pH de 4.2 y la mezcla de esta solución con RyzUp® 40SG se mantuvo en pH de 4.2. La temperatura de la solución fue de 25.4 °C en cambio la temperatura del ambiente fue de 38 °C durante el proceso de empaque de la fruta.

Variables medidas

La vida verde del plátano fue calculada como el número de días entre la cosecha e inicio de la maduración, cuando la fruta inició el cambio de color al grado 2 (Dadzie y Orchard, 1997). La fruta que alcanzó el grado 2, fue removida del cuarto de almacenamiento y se continuó evaluando, en un cuarto separado, a 19.0 °C con 90-95% de humedad relativa. Se utilizó la escala de madurez de 1 a 6 establecida por Von Loesckse and W. Simmonds (1966), tal como se indica en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Escala de madurez utilizada.

Grados	Característica
1	Fruta 100% verde.
2	El color amarillo pálido inicia en el cuerpo de la fruta.
3	Fruta 50% verde y 50% amarilla.
4	Fruta 25% verde y 75% amarilla.
5	La fruta está amarilla presentando únicamente los pedicelos verdes.
6	Fruta 100% amarilla.

Para la evaluación de la tasa de respiración se tomó por tratamiento una muestra de dos plátanos, los que fueron colocados en recipientes de vidrio a temperatura de 20 °C, realizando cambios de aire cada 12 horas hasta alcanzar la maduración grado 6. La concentración de CO₂ (%) y el consumo de O₂ (%) fue medido con un analizador Bridge para CO₂ y O₂ y la emisión de etileno (ppm) fue medido con el monitor foto acústico multigas Innova.



Equipo utilizado para medir la tasa de respiración.

Para determinar las características físico-químicas del fruto, se tomaron muestras al momento del empaque y a los 28 días; para medir la pérdida de peso se usó una balanza Ohaus CT6000 (±0.05 g), la firmeza fue medida con penetrómetro (Electronic Force Salter Gauge) con sonda de 0.5 cm de diámetro, la concentración de sólidos solubles fue medida por medio de refractómetro Atago (0-53%), el ácido málico fue calculado por medio de la acides titular expresado en miliequivalentes por 100 g de pulpa fresca y la apariencia de la pulpa por medio del tacto.

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de Bloques Completamente al Azar con 8 repeticiones; cada repetición fue representada por un racimo individual, del cual se seleccionaron 25 dedos. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza; la separación de las medias de los tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey al 5%. Para todos los análisis se empleó el programa estadístico SAS (Statistic Analysis System).

Resultados obtenidos

Los plátanos a los que se les aplicó los tratamientos T1 y T2 (control y tratamiento comercial, respectivamente), mostraron una vida verde similar entre sí, de 10 días de duración. Mientras que con los tratamientos en los que se aplicó 2.50, 3.75, 5.00 y 7.50 g de RyzUp® 40SG/l se prolongó la vida verde significativamente en 9, 14, 14 y 17 días, respectivamente, comparados a los tratamientos control y comercial (Cuadro 3). Los tratamientos que más prolongaron la vida verde del plátano variedad Curaré son aquellos en los que se aplicó 3.75, 5.00 y 7.50 g/l, que superaron en 14 y 17 días la duración de la vida verde de la fruta al compararlos con los resultados obtenidos con los tratamientos control y comercial.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos de RyzUp®40SG sobre la vida verde del plátano variedad Curaré.

Tratamientos	Días para iniciar el grado de madurez				
	Grado Color 2*	Grado Color 3**	Grado Color 4**	Grado Color 5**	Grado Color 6**
T1 (Control)	10 c***	12 c***	13 c***	15 c***	16 c***
T2 (Comercial)	10 c	12 c	14 c	17 c	18 c
T3 (2.50g/l)	19 b	24 b	26 b	28 b	30 b
T4 (3.75g/l)	24 ba	26 ba	29 ba	32 ba	33 ba
T5 (5.00g/l)	24 ba	25 ba	28 ba	31 ba	35 ba
T6 (7.50g/l)	27 a	30 a	33 a	36 a	39 a

*Días después de cosecha y almacenado a 10.0 °C.

** Almacenado a 19.0 °C con 90-95% de humedad relativa.

***Promedios en cada columna con diferente letra indica diferencias significativas según la prueba de Tukey (P= 0.05%).

En estos resultados también se observa que hay diferencia significativa en la duración de la vida verde del plátano entre los tratamientos de 2.50 y 7.50 g/l, con una diferencia de 8 días de vida verde entre sí. Estos resultados evidencian que el RyzUp® 40SG aplicado sobre los plátanos variedad Curaré tiene efecto sobre el proceso de maduración, prolongando la vida verde de los mismos, de manera similar a lo que ha sucedido con otros frutos climatéricos y no climatéricos, según Blake y Peacock (1971).

Tal como se explicó anteriormente, la fruta que alcanzó el grado 2 de maduración fue trasladada a otro cuarto frío programado a 19 °C, para obtener una maduración moderada y poder observar durante el proceso cualquier efecto causado por el tratamiento, sin ser afectado por altas temperaturas. En todos los tratamientos en los que se aplicó RyzUp® 40SG se obtuvo vida amarilla utilizable (grado 5) en un periodo que osciló entre 28 y 36 días, que fue significativamente superior a la obtenida con los tratamientos control y comercial que alcanzaron una vida amarilla útil en un periodo de 15 y 17 días, respectivamente (Cuadro 3).

Tasa de respiración

En la Figura 1, se observa que la tasa de liberación de CO₂ en los tratamientos T1 y T2 (Control y comercial, respectivamente) se inició al 6to día de lectura, siendo la mayor liberación de CO₂ al 9^{no} día. La fruta con los tratamientos con dosis de RyzUp® 40SG iniciaron la liberación de CO₂ entre el 9^{no} y 10^{mo} día con valores que oscilaron entre 7.0 y 10.20%.

La máxima liberación de CO₂ de las frutas con estos tratamientos se manifestó en el 13^{avo} día con valores entre 29.20 y 34.0%, la máxima expresión del climatérico fue 4 días después que los tratamientos control y comercial.

Por su parte, las curvas de liberación de etileno (Figura 2) en plátanos con los tratamientos T1 y T2 (Control y comercial, respectivamente), iniciaron en el 6^{to} y 7^{mo} día después de almacenada la fruta, manifestándose la máxima liberación de etileno al 12^{avo} día. El tratamiento T3 con dosis de 2.5 g/l inició la liberación de etileno al 9^{no} día, mientras que los tratamientos T4 3.75 g/l, T5 5.0 g/l y T6 7.50 g/l lo hicieron al 11^{avo} día, con máxima liberación el 14^{avo} día.

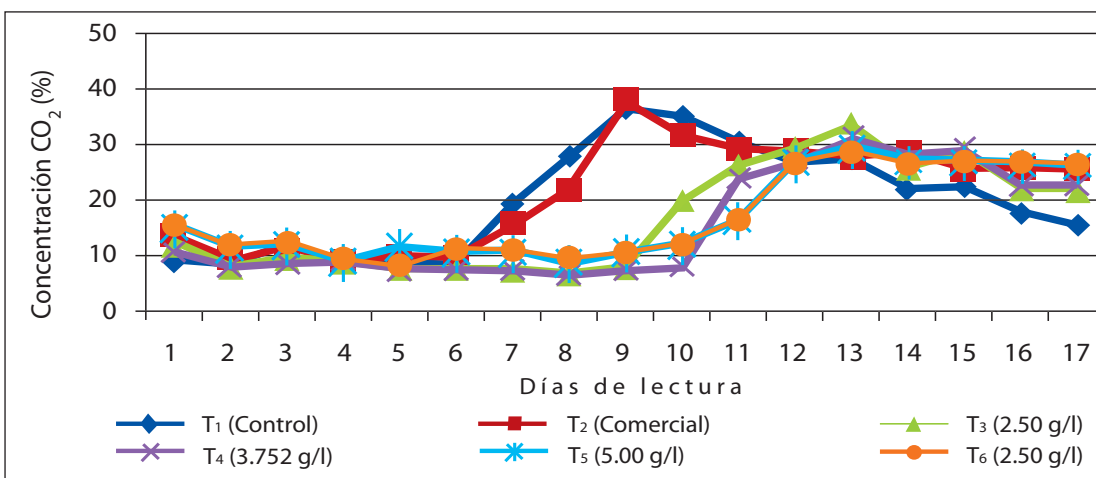


Figura 1. Tasa de emisión de dióxido de carbono en plátano con diferentes dosis de RyzUp®40SG.

El comportamiento de maduración de los plátanos con tratamiento de RyzUp®40SG durante el almacenamiento tuvo similar comportamiento a los plátanos utilizados en el estudio de respiración, con la diferencia que en almacenamiento las respuestas fueron más lentas. Esto coincide con reportes realizados anteriormente por Ahmed y Tingwa (1995) y Awadd et al. (1977) en que el GA3

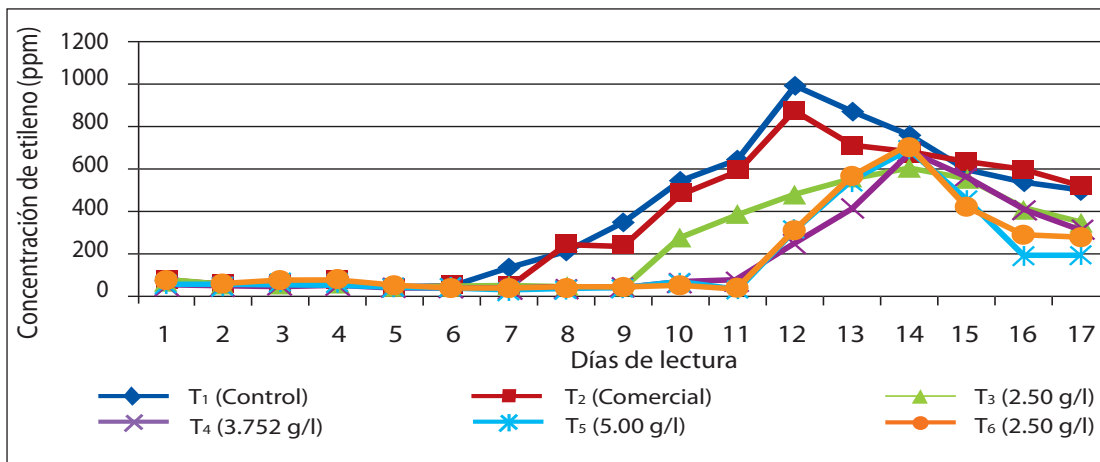


Figura 2. Concentración de etileno emitido por plátanos tratados con diferentes dosis de RyzUp®40SG.

retrasó la aparición del pico climatérico en banano, plátano y tomate (Abdel-Kader et ál. 1966).

Características fisicoquímicas de la fruta

A medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento se observó que después de los 17 días, los tratamientos T1 y T2 presentaron un promedio de 24.65 g de pérdida de peso. Los plátanos con los tratamientos de RyzUp® 40SG a dosis de 2.5, 3.75, 5.0 y 7.5 g/l presentaron pérdidas de peso de 42.1, 45.2, 49.2 y 49.9 g, respectivamente, existiendo diferencia

significativa entre tratamientos a los 28 días de almacenamiento. La pérdida mayor fue con el tratamiento de 7.5 g/l debido a que presentó mayor deshidratación de la cáscara (Cuadro 4).

Con respecto a la firmeza fueron evidentes los cambios en pérdida de resistencia de la cáscara a los 28 días, en todos los tratamientos, provocados por la deshidratación y por el efecto de la maduración. Los sólidos solubles totales en todos los tratamientos presentaron incremento a los 28 días, y aunque no hubo diferencia estadística significativa entre ellos, se observa que hay una tendencia a incrementar los sólidos solubles totales en los tratamientos con RyzUp® 40SG. De manera similar, a los 28 días se incrementó en todos los tratamientos el contenido de ácido málico. En el tratamiento T6 (7.5 g de RyzUp® 40SG/l) se observó maduración prematura y decoloración (color café-negro) de la cáscara, la que se deterioró más rápido que la pulpa; sin embargo, la pulpa presentó buena firmeza y buenas características fisicoquímicas.

Cuadro 4. Efectos de la aplicación de RyzUp®40SG sobre las características fisicoquímicas del plátano variedad Curaré.

Tratamientos	Días de almacenamiento/características fisicoquímicas									
	0 días					28 días				
	Peso (g)	Firmeza (Kgf) ¹	Sólidos solubles totales	Acido málico ²	Apariencia interna	Peso (g)	Firmeza (Kgf)	Sólidos soluble totales	Acido málico	Apariencia interna
T1 (Control)	319.2	7.7	4.3	3.3	Mb	296.7a ³	2.3a	27.8a	6.3a	Mb
T2 (Comercial)	317.1	7.5	3.9	3.1	Mb	290.3a	2.3a	28.8a	6.0a	Mb
T3 (2.50g/l)	320.4	7.5	3.8	3.1	Mb	278.3 b	2.3a	30.3a	5.9a	Mb
T4 (3.75g/l)	320.8	7.5	4.1	3.5	Mb	275.6 bc	2.6a	29.9a	5.8a	Mb
T5 (5.00g/l)	322.1	7.3	4.4	3.4	Mb	272.9 c	2.4a	30.1a	5.9a	Mb
T6 (7.5g/l)	319.8	7.6	3.9	3.3	Mb	269.9 c	2.8a	30.0a	5.9a	Mb

1= Kgf: Kilogramos fuerza medido con sonda de 0.5 cm de diámetro.

2= Acido málico expresado como mili equivalentes por 100 g de muestra.

Mb= Buena apariencia de la pulpa.

3= Promedios en cada columna con diferente letra indica diferencias significativas según la prueba de Tukey (P= 0.05%).



Diferentes grados de maduración del plátano 10 días después de la aplicación de los tratamientos con RyzUp® 40SG.

Conclusiones

1. La duración de la vida verde del plátano variedad Curaré para los tratamientos T₁ y T₂ (Control y comercial) fue de solamente 10 días.
2. Con los tratamientos de 2.5, 3.75, 5.0 y 7.5 g de RyzUp® 40SG/l se prolongó la vida verde significativamente en 19, 24, 24 y 27 días, respectivamente.
3. La vida amarilla del plátano variedad Curaré con los tratamientos de RyzUp® 40SG, se logró en un periodo que osciló entre 28 y 36 días, que fue significativamente mayor a la vida amarilla obtenida con los tratamientos control y comercial, que se logró a los 15 y 17 días, respectivamente.
4. El tratamiento 7.5 g de RyzUp® 40SG/l manifestó maduración prematura de la cáscara y rápida decoloración, no sincronizando con la maduración de la pulpa. Se observó en los otros tratamientos cambios normales en las características fisicoquímicas de la pulpa que son similares entre sí.

Recomendación

- Tomando en consideración la similitud de los resultados obtenidos con los tratamientos T₄, T₅ y T₆, en cuanto a la prolongación de la vida verde del plátano Curaré, que a su vez son estadísticamente superiores a los obtenidos con los tratamientos control y comercial, se recomienda el uso comercial de la dosis de 3.75 g de RyzUp® 40SG/L (T₄), para prolongar la vida verde de esta fruta.

Literatura consultada

- Abdel- Kader, A.S.; Morris, L.L. and Maxie, E.C., 1966. Effect of growth regulating substances on ripening and shelf-life of tomatoes. *HortScience* 1, 90-91.
- Ahmed, O.K. and Tingwa, P.O., 1995. Effect of gibberellic acid on several parameters of ripening banana fruits. *University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences* 3(1), 47-59.
- Awadd, M.; Olivira, A.I.D. and Corren, D.D.L., 1977. The effect of ethephon, GA₃ and partial vacuum on respiration in banana. *Horticultural Abstracts* 47, 2014.
- Blake, J. R. and Peacock, B. C. 1971. Effect of temperature on the preclimateric life of banana. *Queensland J. Agric. Anim. Sci.* 28:243-248.

- Dadzie, B. K. y Orchard, J. E. 1997. Evaluación rutinaria de híbridos de banana y plátanos: Criterios y métodos. Guía técnica INIBAP 2. Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos, Roma, Italia; Red Internacional del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia.
- Gottreich, M.; Halevy, Y. 1982. Delaying ripening of pre-harvest bananas (Dwarf Cavendish) with gibberellins. *Fruits* 37: 97-102.
- Khader, S.E.S.A., 1992. Effect of gibberellic acid and vapour guard on ripening, amylase and peroxidase activities and quality of mango fruit during storage. *J. Hort. Sci.* 67(6): 855-860.
- Lahav, E.; Gottreich, M. 1984. The effect of growth hormones on bananas: A review. *Plant Growth Regulation* 2: 15-30.
- Osman, H. E.; and Abu-Goukh, A. A. 2008. Effect of Polyethylene Film Lining and Gibberellic Acid on Quality and Shelf-Life of Banana Fruits. *J. Agric. Sci.* 16(2), 242-261
- Scott, F.M. and Leopold, A.C., 1967. Opposing effect of GA₃ and ethylene. *Plant Physiology* 42, 1012-1023.
- Simmonds, N. W. 1966. Bananas. Tropical Agricultural Series. Second ed. Longmans, Green and Co., Ltd., London.
- Singh, U.K.; Epadhyay, N.P. and Tripathi, B.M., 1976. Effectiveness of hot water treatment, GA₃ and waxing in prolonging the shelf-life of mango. *Progress in Horticulture* 3, 83-88.
- Valdorino, J.G.; Ernest, L.C. and Henry, E.W., 1967. Effect of ethylene and gibberellic acid on Auxin synthesis in plant tissue. *Plant Physiology (Lancaster)* 42, 1803-1806.
- Vendrell, M., 1970. Acceleration and delay of ripening in banana fruit tissue by gibberellic acid. *Australian Journal of Biological Sciences* 23, 553-559.
- Von Loesecke, H.W., 1949. Bananas. Chemistry, Physiology. 2nd ed. Interscience, New York.

A los interesados en conocer más detalles de este estudio, se les recomienda contactar al Ing. Héctor Aguilar, Jefe del Departamento de Poscosecha de la FHIA, La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
Tels: (504) 2668-2470 / 2827; Fax: (504) 2668-2313;
correo electrónico: hectoraguilar6@gmail.com
www.fhia.org.hn