

Caracterización físico-química del fruto maduro en tres mutantes de FHIA-21 (*Musa AAAB*)

I. Bermúdez-Caraballoso*; P. Orellana; LR. García; N. Veitía; Y. Padrón; C. Romero. *Autor para correspondencia

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas (UCLV). Carretera a Camajuní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: idalmis@ibp.co.cu

RESUMEN

Las evaluaciones morfoagronómicas en mutantes obtenidos en Programas de mejoramiento genético, son esenciales para la incorporación de nuevas variedades de plátanos a la producción. En el presente trabajo se evaluaron varias características físico-químicas del fruto maduro en tres mutantes (IBP 14-23, IBP 17-13 e IBP 24-14) de bajo porte, derivados del híbrido de plátano FHIA-21 (*Musa AAAB*) obtenidos con el empleo de la mutagénesis *in vitro*. Se evaluó el peso, longitud y diámetro del fruto, así como la masa fresca de la pulpa y de la cáscara. Se determinó el color de la pulpa y de la cáscara, contenido de sólidos solubles totales y pH. Como resultados del trabajo se obtuvo que el mutante IBP 14-23 logró dedos con mayor peso, estos fueron más cortos pero con un mayor diámetro y peso de la pulpa. Se observaron cambios en el color de la pulpa en el mutante IBP 17-13 de naranja amarillo a naranja oscuro. Las evaluaciones de los sólidos solubles totales mostraron diferencias entre los mutantes IBP 24-14 e IBP 17-13 con respecto al control. Los valores de pH tendieron a ser ácidos en todos los casos.

Palabras clave: aceptabilidad, fruto, grados brix, mutagénesis

ABSTRACT

Morphoagronomic evaluations of mutants obtained through the Programs of *in vitro* mutagenesis are essential for the incorporation of new varieties to bananas production. The present study enabled to evaluate several physical and chemical characteristics of matured fruits from three mutants (IBP 14-23, IBP 17-13 and IBP 24-14) of low height. These were derived from banana hybrid FHIA-21 (AAAB) obtained by *in vitro* mutagenesis. Characteristics of the fruit such as: weight, length and diameter, as well as the fresh mass of the pulp and peel, were evaluated. Pulp and peel colour, total soluble solids content and pH were determined. As results, mutant IBP 14-23 produced fingers with higher weight. These were smaller but with superior diameter and weight of pulp. Changes in the pulp colour in mutant IBP 17-13 from orange yellow to darker orange were observed. The evaluations of total soluble solids content showed differences between mutants IBP 24-14 and IBP 17-13 with respect to the control. Values of pH tended to be acid in all the cases.

Key words: acceptability, fruit, brix grade, mutagenesis

INTRODUCCIÓN

Los plátanos y bananos son cultivados tanto en las regiones tropicales como subtropicales, en más de 100 países alrededor del mundo, siendo una importante fuente de carbohidratos para millones de personas (García *et al.*, 2007).

La producción mundial de musáceas (bananos y plátanos) fue de 115 708 153 toneladas métricas en el año 2007 y de ellas el 29.8% correspondieron a plátanos (FAOSTAT, 2009).

Desde 1984 la Fundación Hondureña de Investigaciones Agrícolas (FHIA), a través de

los Programas de Mejoramiento y Selección ha identificado nuevos y promisorios híbridos de bananos y plátanos con características agronómicas y de resistencia aceptables. Entre ellos se destaca el cultivar híbrido de plátano FHIA-21 (*Musa AAAB*) que tiene un buen rendimiento en campo y respuesta a la Sigatoka negra, pero que presenta como inconveniente su porte demasiado alto, lo que hace que aumenten los daños ocasionados por el volcamiento de las plantas.

En los Programas de mejoramiento genético desarrollados en el Instituto de Biotecnología de las Plantas se han logrado un grupo de

mutantes de bajo porte derivados de este híbrido (Bermúdez-Carabaloso *et al.*, 2000), pero no han sido evaluados los aspectos relacionados con las características físico-químicas más importantes del fruto maduro.

El conocimiento de las características agronómicas y de aceptabilidad de nuevos híbridos de banano y plátanos, brinda una información muy importante que ayuda a los mejoradores en la toma de decisiones para la selección de genotipos a introducir en la producción a pequeña y gran escala (Marín *et al.*, 2003; Cerqueira *et al.*, 2006; Blanco *et al.*, 2009).

Teniendo en cuenta todos estos antecedentes este trabajo tuvo como objetivo: Determinar las características físico-químicas del fruto maduro en tres mutantes de plátano FHIA-21 seleccionados por su bajo porte.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se realizaron en el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) y en la Estación Experimental Agrícola de Remedios. Como material vegetal se usaron plantas de los mutantes IBP 14-23, IBP 17-13, IBP 24-14 obtenidos en el Programa de mutagénesis *in vitro* llevado a cabo en el propio Instituto (Bermúdez-Carabaloso *et al.*, 2000) y de FHIA-21. La siembra se realizó sobre un suelo Ferralítico Rojo (Hernández *et al.* 1999) a una distancia de plantación de 3.0 metros entre plantas y 3.0 metros entre surcos. Todas las atenciones culturales se llevaron a cabo según Instructivo Técnico para el cultivo del plátano (MINAG, 1991).

Durante dos ciclos de cosecha, a las catorce semanas de emitidos los racimos, se colectaron ocho de cada mutante y el control. Se conservaron a temperatura ambiente para continuar su proceso normal de maduración durante 20-25 días.

Características físicas de los frutos

Las mediciones se realizaron en tres dedos de la segunda y tercera manos. Se determinó el peso individual del fruto (g) con la ayuda de una balanza de precisión electrónica con platillo superior (Sartorius 1213 MP). El largo del fruto (cm) fue medido con una cinta métrica desde

el extremo distal hasta el extremo proximal donde termina la pulpa. El diámetro del fruto (cm) también fue medido con una cinta métrica en el punto medio más ancho del fruto. Se determinó la masa fresca por separado de la pulpa y la cáscara (g).

Las evaluaciones del color de la pulpa y la cáscara se realizaron visualmente con la ayuda de una carta de colores para determinar el estado de madurez en bananos y plátanos (García *et al.*, 2006).

Características químicas de los frutos

El contenido de sólidos solubles totales (SST) se determinó en el jugo de la pulpa de cada uno de los frutos evaluados anteriormente. Se licuaron 30 g de tejido de la pulpa en 90 ml de agua destilada por dos minutos y finalmente la mezcla se filtró con la ayuda de un papel de filtro. Para el cálculo del porcentaje de SST se usó un refractómetro de mano, colocando una gota del filtrado en el prisma de este, el rango de brix varió entre 0-32% a 20 °C. El valor tomado fue multiplicado por tres, ya que la pulpa fue diluida en tres partes de agua destilada.

El filtrado preparado con la pulpa de los frutos evaluados de cada mutante y el control, como se describió anteriormente, se usó para la determinación del pH con el empleo de un pHmetro digital.

Procesamiento estadístico

El procesamiento estadístico de los datos en las diferentes variables analizadas en este experimento consistió en un análisis de varianza de clasificación simple, denominado ONEWAY. Para determinar los grupos homogéneos y/o significativamente diferentes, a un nivel de 5%, se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey con previa comprobación de los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad de los datos a través del paquete estadístico SPSS/PC versión 9.00 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias en las características físico-químicas evaluadas en los frutos maduros de los mutantes de bajo porte de FHIA-21.

Se determinó que el IBP 14-23 alcanzó los mayores valores en cuanto al peso del fruto, con diferencias significativas con respecto al IBP 24-14, IBP 17-13 y al control (Tabla 1). Para el caso del largo del fruto en todos ellos, los valores estuvieron por debajo del control, con diferencias significativas. Además, el diámetro del fruto mostró diferencias significativas entre los mutantes y el control, el que presentó dedos más largos y finos.

Las mayores diferencias entre los mutantes se encontraron en cuanto a la masa fresca de la pulpa y de la cáscara. Se destacó el mutante IBP 14-23, con los mayores valores respecto a la pulpa y los menores en relación con la cáscara.

Este resultado indicó que las diferencias entre los mutantes estuvieron influenciadas por el efecto del tratamiento mutagénico empleado, por lo que tienen una base genética y no por las condiciones ambientales que fueron similares para todos los mutantes evaluados y el control.

De acuerdo con Basu *et al.* (2008) una característica de la mayoría de las mutaciones inducidas, son los cambios que se producen en diferentes sitios del genoma o a nivel del gen; el efecto pleiotrópico de estos genes mutados puede ocasionar cambios múltiples en el individuo.

Dadzie y Orchard (1997), refirieron que la mayoría de los consumidores de plátanos prefieren el fruto con más pulpa comestible por unidad de peso. Muchas personas en América Central y Este de África prefieren dedos de menor tamaño, pero con mayor relación pulpa-cáscara.

En el caso del color de la pulpa y la cáscara se encontraron diferencias entre el mutante IBP

17-13 con respecto al resto. Este varió de naranja amarillo a naranja oscuro. En el caso del color de la cáscara todos los mutantes mantuvieron el color amarillo del control FHIA-21. Estos resultados concuerdan con los descritos por Arcila *et al.* (2002) cuando evaluaron las características del fruto maduro del híbrido de plátano FHIA-21.

Otras características que pueden determinar la aceptabilidad de la fruta son el contenido de los sólidos solubles totales, pH, acidez. En este sentido, el contenido de azúcares como componente mayoritario de los SST en los mutantes analizados fue de 29.1% para el mutante IBP 14-23 sin diferencias con el control FHIA-21 (25.5%). El resto de los mutantes alcanzaron valores inferiores (19.49% y 19.14%) respectivamente (Figura 1).

En estudios realizados por Arcila *et al.* (2002) en este híbrido, el contenido de azúcares alcanzó valores muy superiores a los logrados en este estudio, lo que pudo estar determinado por la influencia de las condiciones agroecológicas así como de cultivo, en las cuales se llevó a cabo la investigación.

En la mayoría de los frutos maduros, incluidos los bananos, bananos de cocción y plátanos, los azúcares son los principales componentes de los sólidos solubles. Los SST son una importante característica en la evaluación de nuevos híbridos de bananos y pueden ser utilizados como un indicador de maduración del fruto (Marín *et al.*, 2003). Según, Arrieta *et al.* (2006) y Piña *et al.* (2006) los SST o grados Brix aumentan durante el proceso de maduración, por lo que estos se usan como criterio para establecer normas de maduración del fruto, además que su calidad comestible se suele correlacionar con el contenido de SST.

Tabla 1. Características físicas del fruto maduro en mutantes de bajo porte del híbrido FHIA-21 (*Musa* AAAB).

Mutantes	Peso fruto (g)	Largo fruto (cm)	Diámetro Fruto (cm)	Masa fresca pulpa (g)	Masa fresca cáscara (g)
IBP 14-23	162.22 a	18.66 bc	13.36 a	136.69 a	25.53 d
IBP 17-13	136.85 c	17.86 c	12.26 b	106.27 d	30.58 c
IBP 24-14	147.98 b	19.00 b	13.28 a	110.57 b	37.41 a
Control FHIA-21	143.15 b	21.50 a	11.06 c	108.20 c	34.95 b
ES X (±)	7.41	0.37	0.18	3.63	2.19

Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Tukey para $p < 0.05$.

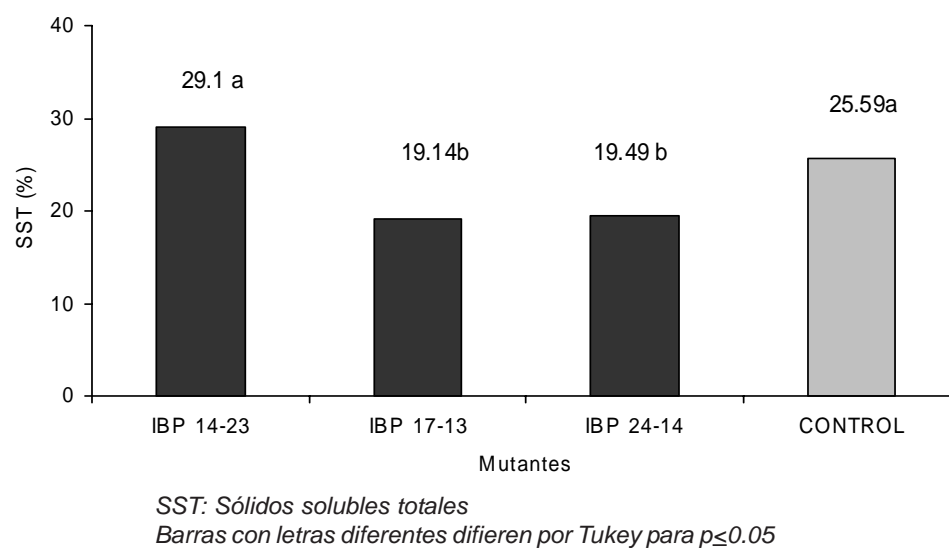


Figura 1. Contenido de sólidos solubles totales en mutantes de FHIA-21 (*Musa AAAB*)

Arcila *et al.* (2006) plantearon que en el estado amarillo del fruto, se presentan las mayores concentraciones de sólidos solubles totales, constituyendo este un índice importante para la selección de cultivares de bananos y plátanos con fines de industrialización.

En las mediciones de pH realizadas a los frutos, se obtuvieron valores de 6.0 a 6.5. Estos resultados coincidieron con los referidos para este híbrido de plátano (Dadzie y Orchard, 1997).

En estudios realizados por Piña *et al.* (2006) cuando evaluaron diferentes híbridos de la FHIA, incluidos bananos, plátanos y bananos de cocción, encontraron valores de pH desde 4.3 hasta 5.0 lo que denotó la presencia de frutos ligeramente ácidos al paladar. Sin embargo, los valores de pH encontrados en las evaluaciones realizadas en este trabajo existió una tendencia a disminuir la acidez, lo que hace que estos mutantes posiblemente tengan mayor aceptación culinaria, si se van a consumir los frutos maduros.

La acidez de la pulpa en los bananos expresada en pH alcanza el valor máximo en el inicio de la maduración o poco después y se produce, por lo general, un ligero descenso a medida que esta progresa. En diversas mediciones de pH realizadas por Piña *et al.* (2007) en diferentes cultivares de bananos refirieron oscilaciones

entre 5.0-5.8 para la pulpa de la fruta verde y entre 4.2-4.8 para la fruta madura. Estos mismos autores, informaron que los valores encontrados para bananos de postre y plátanos fueron diferentes, siendo la acidez del plátano casi dos veces más alta que la de los bananos en cuatro variedades diferentes.

Por otra parte, en la variedad de plátano Papocho, Arrieta *et al.* (2006) determinaron, valores de pH entre 4.5 y 5.8 en dependencia de los días transcurridos después de emergida la pámpana a la cosecha.

De forma general, los resultados en las evaluaciones de las principales características físico-químicas realizadas en los mutantes, permitieron seleccionar al mutante IBP 14-23. Este se destacó integralmente, en cuanto a las características físicas de su fruto maduro, con dedos de mayor peso, más cortos pero con un mayor diámetro y peso de la pulpa que el control. Para el caso de los sólidos solubles totales alcanzó los valores más altos, lo que denota un aumento en el contenido de azúcares. En las características de la coloración de la pulpa y la cáscara fue muy similar al FHIA-21. Estos resultados convierten a este mutante en un material vegetal promisorio para ser introducido en la producción platanera del país, luego de su evaluación en otras regiones.

REFERENCIAS

- Arcila, M, Giraldo G, Celis F (2002) Maduración de los frutos del híbrido FHIA-21 asociada a la edad de la cosecha; en el Departamento del Quindío, Colombia. En: Memorias de la XV Reunion ACORBAT, 2002. Medellín
- Arcila, M, Giraldo G, Celis F, Duarte J (2003) Cambios físico-químicos durante la maduración del plátano Dominico-hartón (*Musa* AAB Simmonds) en la región cafetera central colombiana. *MusaDoc*. INIBAP. Montpellier
- Arrieta, A, Baquero U, Barrera J (2006) Caracterización físico química del proceso de maduración del plátano Papocho (*Musa* ABB Simmonds). *Agronomía Colombiana* 24(1): 48-53
- Basu, SK, Acharya SN, Thomas JE (2008) Genetic improvement of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) through EMS induced mutation breeding for higher seed yield under western Canada prairie conditions. *Euphytica* 2(2): 249 – 258
- Bermúdez-Carabaloso I, Orellana P, Pérez Ponce J, Clavero J, Veitía N, Romero C, Mijica R, García L (2000) Mejoramiento del clon híbrido de plátano FHIA-21 con el uso de la mutagénesis *in vitro*. *INFOMUSA* 9(1): 16-19
- Blanco G, Hernández J, Pérez A, Ordosgoitti A, Martínez G, Manzanilla E (2009) Características agronómicas de clones de Musáceas con niveles de resistencia a Sigatoka negra en el municipio de Veroes, Estado Yaracuy, Venezuela. *Agronomía Tropical* 59(2): 183-188
- Cerqueira R, Silva S, Medina V (2006) Características pós-colheita de frutos de genótipos de bananeira (*Musa* spp.). *Rev Bras. Frutic* 24(3): 654-657
- Dadzie B, Orchard J (1997) Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos. Guías técnicas INIBAP. Montpellier
- FAOSTAT (2009) Food and Agriculture organization of the United Nations. FAO. [En línea] En: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID>. Consultado: 10 de Febrero 2009
- García C, Giraldo G, Hurtado T (2006) Enzyme kinetics of polyphenol oxidase from Gros Michel banana through different maturation stages. *Vitae* 13(2): 13-19
- García T, Chaparro L, Durán L, Avila E, Barrios B (2007) Efecto de etileno (ethefón) y el tiempo de almacenamiento sobre la maduración del plátano (*Musa* ABB cv. Hartón) bajo refrigeración. *Bioagro* 19(2): 91-98
- Hernández AJ, Pérez JM, Bosch DI, Riveros LR, Camacho ED, Ruiz JC, Jaimez ES, Mersán RB, Obregón AS (1999) Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. En Baecaz LL (ed), *AGRINFOR*, ISBN: 959-246-022-1, Habana, pp 64
- Marín D, Romero R, Guzmán M, Sutton T (2003) Black Sigatoka: An increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease* 87(3): 208-222
- Piña G, Escalona G, Surga J, Marín C, Rangel L, Espinosa M, Delgado A (2007) Atributos de calidad en frutos híbridos FHIA (*Musa*) para tres ciclos de cosecha. *Rev. Fac. Agron (Luz)* 23(3): 425-442