

Valoración de características fisicoquímicas del fruto del banano (*Musa* AAA), cultivado en altas densidades de plantación y arreglo poblacional

Jose Luis Barrera-Violeth^{1*}; Jose Regulo Cartagena-Valenzuela²

¹Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Montería, ²Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agrarias.

***Autor de**

Correspondencia:

Jose Luis Barrera-Violeth
jlbarraera@correo.unicordoba.edu.co

Contribución:

Tecnológica

Sección:

Tecnológica de Postcosecha

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

16 Abril, 2024

Cita:

Barrera-Violeth JL y
Cartagena-Valenzuela JR.
2024. Valoración de
características
fisicoquímicas del fruto del
banano (*Musa* AAA),
cultivado en altas
densidades de plantación y
arreglo poblacional.
*Acorbat Revista de
Tecnología y Ciencia* 1(1):
76
<https://doi.org/10.62498/AR.TC.2476>

RESUMEN

Se determinó el efecto de las altas densidades de plantación y arreglos poblacionales *Musa* AAA Simmonds, en los parámetros fisicoquímicos del fruto. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo bifactorial de 3 x 4, correspondiente a tres arreglos poblacionales (rectángulo, triángulo y doble surco), cuatro densidades (2000, 2500, 3000 y 3500 plantas ha⁻¹). Se determinaron los parámetros físicos (textura) y químicos (pH, acidez titulable y sólidos solubles totales). Las características fisicoquímicas de los frutos fueron afectadas cuando las plantas fueron distribuidas en doble surco al incrementar el contenido de sólidos solubles totales, pH y en triángulo los ácidos orgánicos.

Palabras clave: Maduración, frutas tropicales, atributos organolépticos y químicos, postcosecha.

ABSTRACT

The effect of high plantation densities and *Musa* AAA Simmonds population arrangements on the physicochemical parameters of the fruit in the municipality of Turbo, Antioquia, was determined. An experiment was established under a randomized complete block design in bifactorial arrangement of 3 x 4, corresponding to three population arrangements (rectangle, triangle and double groove), four densities (2000, 2500, 3000 and 3500 plants ha⁻¹). Physical (texture) and chemical parameters (pH, titratable acidity and total soluble solids) were determined. The physicochemical characteristics of the fruits were affected by plant distributions in triangle and double groove designs

Keywords: Ripening, tropical fruits organoleptic and chemical attributes, postharvest.



INTRODUCCIÓN

En Colombia se reportaron para el 2022 cerca de 53.318 ha de banano con fines de exportación establecidas en los departamentos de Antioquia con la mayor área y el departamento del Magdalena, con una productividad de 2.027 cajas por hectárea, sin embargo, hubo una notoria caída en la productividad de -4,5% con respecto al año anterior. En cuanto a la comercialización el volumen de exportación total en 2022 fue de 108 millones de cajas (20 kg) que generaron ingresos de US\$ 892 millones FOB (AUGURA, 2022). Las condiciones ambientales y de manejo agronómico del cultivo influyen durante el llenado, así como en los parámetros de calidad de los frutos requeridos para el mercado de destino (Robinson y Galán, 2010; Breneset *et al.*, 2017). Las altas densidades de plantación, así como la distribución de las plantas juegan un papel importante en la productividad del cultivo de banano, porque de ellas depende que se obtengan frutas de buena calidad, en particular por el efecto de la competencia entre plantas sobre el grosor y largo de la fruta (Barrera *et al.*, 2020). Por otro lado, las prácticas culturales, épocas de cosecha y las condiciones agroecológicas, influyen significativamente en el contenido de sólidos solubles totales (SST), minerales, acidez, pH, entre otras variables que se expresan durante los estados de la maduración en diferentes Musáceas (Barrera-Violeth *et al.*, 2010). Los descensos observados en la textura de la pulpa del fruto de banano, cuando se incrementaron los SST, se atribuyen a la acción de la maduración por incremento en los niveles de etileno (C₂H₄) y de otros catalizadores metabólicos, que causan la degradación de la pectina, el almidón y el aumento de los azúcares (García-W. *et al.*, 2006) y al tiempo de almacenamiento en poscosecha (Ciro-Velásquez *et al.*, 2005).

En las zonas bananeras de Colombia, ubicadas en los departamentos del Magdalena y Antioquia, son pocas las referencias relacionadas con el efecto de las densidades de plantación y la distribución de las plantas en las variables organolépticas relevantes del fruto para el manejo poscosecha y su comercialización; por tal motivo, se planteó este estudio, que aborda el tema al que se hace referencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca La Venturosa de la Empresa Bananeras del Urabá, ubicada en el municipio de Turbo Antioquia-Colombia, con un promedio de temperatura de 28 °C, humedad relativa de 86,94%, precipitación anual de 3246,42 mm y brillo solar de 4,2 horas luz día, con un relieve plano desarrollado a partir de aluviones de diferente granulometría, moderadamente profundo, con drenaje interno

moderado, de texturas franco arcillo limosa y fertilidad media, representativos del orden Inceptisoles (IGAC, 2007).

El estudio se estableció, bajo un diseño de bloques completos al azar con un arreglo bifactorial 4 x 3 (cuatro densidades de plantación, tres arreglos poblacionales) y 12 tratamientos que corresponden a las cuatro densidades (2,000, 2,500, 3,000 y 3,500 plantas ha⁻¹), los arreglos de plantas (triángulo, rectángulo y doble surco) para un total de 12 tratamientos. Fueron utilizadas plántulas obtenidas de cultivo in vitro de *Musa* AAA Simmonds cv. Williams y establecidas de acuerdo al plan de tratamientos. El manejo agronómico se hizo de acuerdo a los requerimientos de la comercializadora UNIBAN.

La cosecha de los racimos de cada tratamiento se realizó cuando alcanzaron la madurez comercial entre 10 a 12 semanas de edad. En cada tratamiento se seleccionaron cuatro racimos de las plantas ubicadas en la parcela útil. Para las determinaciones físicas y químicas en los frutos, de cada tratamiento se seleccionaron cuatro racimos y de cada uno, se tomaron cincuenta (50) frutos, que fueron transportadas al laboratorio de la Universidad de Córdoba-Montería en condiciones de refrigeración, donde fueron almacenados a temperatura ambiente de 22 °C para registrar su proceso de maduración. Cada tratamiento se ubicó en recipientes separados para evitar contaminación de muestras por acumulación de gases como el etileno. El registro de los datos correspondiente a cada una de las variables, se hizo cada cuatro días.

Caracterización física de los frutos. La firmeza se determinó en muestras frescas de banana en diferentes estados de madurez, para esta evaluación se utilizó un texturómetro TA.XT plus Stable Micro Systems. El procedimiento se hizo en pedúnculo, centro y ápice, equivalentes al 25, 50 y 75 % de la longitud de la curvatura externa del fruto, obteniendo un promedio final (Ciro-Velásquez *et al.*, 2005). La fuerza para penetrar la cáscara y la pulpa, se expresó en Newton (N).

Características químicas de los frutos. El contenido de SST se determinó según el método 932.12/90 de la A.O.A.C., el pH, conforme al método 981.12 de la A.O.A., la acidez titulable (AT), se expresó como porcentaje de ácido málico, acorde a lo definido en la norma 942.05/90 de la A.O.A.C

Análisis estadístico. La información obtenida fue sometida a un análisis de varianza (ANAVA). Las significancias estadísticas del ANAVA, se analizaron con pruebas de

Tukey ($p=0,05$) para los arreglos poblacionales; regresiones para las densidades de siembra; y tablas de doble entrada con contrastes ortogonales para la interacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Firmeza del fruto (pulpa y cáscara) (N). El análisis de varianza indicó que la firmeza de la pulpa (FP) fue influenciada significativamente ($p \leq 0,01$) por el arreglo poblacional a los 0 y 12 DDC, y por la interacción arreglo poblacional x densidad de plantación, a los 0 y 12 DDC; mientras que la firmeza de la cáscara (FC) tendió a responder a los efectos ($p=0,01-0,05$) del arreglo poblacional y la densidad de plantación, al igual que la interacción, a los 0 y 12 DDC. En la FP, la respuesta de los arreglos en función de la densidad de plantación, tuvo una respuesta diferencial. Por su parte, la prueba de medias (Cuadro 1), indicó que el arreglo de plantas en triángulo y doble surco presentaba similitud en la FP en densidades de 2,000 y 2,500 plantas ha^{-1} , en densidades superiores los arreglos poblacionales presentaron la misma similitud estadística y fue notoria la disminución de la firmeza de los frutos con el avance de la maduración del fruto. Sin embargo, de manera general el arreglo en triángulo influyó en una mayor FP a los 12 DDC. La FC del fruto al momento de la cosecha presentó similitud estadística, en tanto que a los 12 DDC se observó que el arreglo en triángulo de manera general presentó mayor influencia en la conservación de la firmeza de los frutos en las diferentes densidades de plantación evaluadas.

Cuadro 1. Respuesta de la firmeza (N) de la pulpa (FP) y de la cáscara (FC) de frutos de banano cv. Williams (Musa AAA Simmonds), en función del arreglo poblacional y la densidad de plantación a los 0, 12 y 20 días después de la cosecha (DDC).

Parámetro	DDC	Arreglo	Densidad de plantación (plantas ha^{-1})			
			2000	2500	3000	3500
FP	0	Triángulo	6,42 aA	6,20 aA	6,10 aA	6,20 aA
		Rectángulo	5,19 cB	5,54 bcB	6,12 aA	5,88 abA
		Doble surco	6,43 aA	6,19 aA	6,26 aA	6,13 aA
	12	Triángulo	4,27 aA	5,05 aA	4,99 aA	5,19 aA
		Rectángulo	1,56 cB	3,54 abA	3,22 abB	3,77 aB
		Doble surco	5,33 aA	1,29 bB	1,93 bB	2,35 bB
FC	0	Triángulo	15,05 aA	12,89 bB	15,79 aA	13,48 bB
		Rectángulo	14,12 cA	14,09 cA	16,38 aA	15,16 bA
		Doble surco	14,97 aA	14,65 abA	13,96 bB	13,95 bB
	12	Triángulo	11,89 aA	12,25 aA	12,90 aA	11,79 aA
		Rectángulo	6,93 cB	10,95 abA	10,98 abA	12,23 aA
		Doble surco	12,54 aA	10,34 aA	10,82 aA	10,82 aA

Promedios con letras minúsculas en sentido horizontal no difieren estadísticamente, según la prueba de contrastes ortogonales (F , $p \leq 0,05$). Promedios con letras mayúsculas en sentido vertical no difieren estadísticamente, según la prueba de contrastes ortogonales (F , $p \leq 0,05$).

Características químicas del fruto. El análisis de varianza, mostró que el pH, los SST y la acidez respondieron significativamente ($p=0,01-0,05$) a los efectos del arreglo poblacional, la densidad de plantación y a la interacción densidad x arreglos poblacionales, a los 0 y 12 DDC (Cuadro 2). El pH del fruto al momento de la cosecha y a los 12 DDC, es influenciado por los arreglos y densidades de plantación; al respecto se observó, que en densidades de 3,500 plantas ha^{-1} y en arreglo en doble surco, es más bajo el pH. En cuanto al contenido de SST en el fruto al momento de la cosecha y a los 12 DDC, el arreglo en doble surco presento de manera general la mayor acumulación en todas las densidades. Mientras que la acidez del fruto fue mayor en el arreglo en triángulo en todas las densidades de plantación.

Cuadro 2. Respuesta del pH, contenido de sólidos solubles totales (SST) y acidez de frutos de banano cv. Williams (Musa AAA Simmonds en función del arreglo poblacional y la densidad de plantación a los 0, 12 y 20 días después de la cosecha (DDC)

DDC	Arreglo	pH				SST				Acidez			
		2000	2500	3000	3500	2000	2500	3000	3500	2000	2500	3000	3500
0	Triángulo	5,26 bB	6,01 bA	6,13 aA	6,15 a/	5,12 aA	4,34 bcB	4,45 bC	4,12 cB	0,17 bA	0,19 aA	0,12 dB	0,14 cA
	Rectángulo	4,65 cC	5,74 bB	5,67 bB	6,03 a/	4,23 cB	5,01 bA	5,56 aA	5,03 bA	0,14 aB	0,10 dC	0,12 cB	0,13 bB
	Doble surco	5,70 bA	5,96 aA	5,28 cC	4,98 d/	5,00 aA	5,13 aA	5,15 aB	5,13 aA	0,09 dC	0,12 bB	0,16 aA	0,10 cC
	Triángulo	4,83 dC	5,41 cA	5,50 bA	5,57 a/	16,57 cB	19,81 aB	17,99 bB	11,86 dB	0,16 aB	0,13 bA	0,14 bB	0,16 aA
12	Rectángulo	5,19 cB	5,42 bA	5,43 bC	5,67 a/	17,62 bA	12,50 cC	24,34 aA	11,67 dB	0,12 aC	0,11 bB	0,12 aC	0,12 aB
	Doble surco	5,57 aA	5,44 cA	4,51 bB	5,06 d/	15,22 dC	21,17 aA	16,68 cC	19,52 bA	0,18 aA	0,11 bB	0,17 aA	0,11 bC

Promedios con letras minúsculas en sentido horizontal no difieren estadísticamente, según la prueba de contrastes ortogonales ($F, p \leq 0,05$). Promedios con letras mayúsculas en sentido vertical no difieren estadísticamente, según la prueba de contrastes ortogonales ($F, p \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

El efecto derivado del incremento de las densidades de plantación bajo el arreglo en doble surco, tuvo poca influencia sobre la textura de los frutos de banano. La distribución de plantas en doble surco con incremento en las densidades de plantación, favoreció positivamente el contenido de SST y pH en la pulpa y de igual modo, el arreglo en triángulo promovió el incremento de los ácidos orgánicos.

Las correlaciones positivas observadas mostraron que las densidades y arreglos poblacionales influyeron positivamente sobre la mayoría de los parámetros de maduración del fruto.

REFERENCIAS

1. Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.) (2003). Official Methods of Analysis of AOAC International. Maryland, USA.
2. ASOCIACIÓN DE BANANEROS DE COLOMBIA (AUGURA) (2022). Coyuntura bananera: “Análisis del Mercado del Banano”. 38 p. <https://augura.com.co/wp-content/uploads/2023/04/Coyuntura-Bananera-2022-2.pdf>
3. Barrera-Violeth, JL, Cartagena, J., Nanclares-Gómez, O. (2020). Influencia de altas densidades y arreglos de siembra en el rendimiento y desarrollo de frutos de Musa AAA Simmonds. *Acta Agronómica* 60 (1): 46-53 doi: <https://doi.org/10.15446/acag.v69n1.79834>
4. Barrera-Violeth, J. Arrazola, G., Cayón-Salinas., D. (2010). Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (*Musa* AAB Simmonds) en dos sistemas de producción. *Acta Agronómica* 59 (1), 20-29.
5. Brenes-Gamboa, S. 2017. Production and quality parameters of three banana cultivars FHIA-17, FHIA-25 and Yangambi. *Agron. Mesoam.* 28(3):719-733. doi: <https://10.15517/ma.v28i3.21902>
6. Ciro-Velásquez, H., Montoya, M., Milán-Cardona, L. (2005). Caracterización de las propiedades mecánicas del banano (Cavendish Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58(2), 2975-2988.
7. García, C., Giraldo, G., Hurtado, H. & Mendiivil, C. (2006). Cinética enzimática de la polifenol oxidasa del banano Gros Michel en diferentes estados de maduración. *Vitae*, 13(2), 13-19.
8. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (2007). Estudio semidetallado de suelos de las áreas potencialmente agrícolas. Urabá Departamento de Antioquia (489 pp.). Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <http://harvester.humboldt.org.co/Record/cat-iavh-18334/Details>
9. Robinson J.CH., Galán, V. (2010) *Bananas and Plantains*. London, UK.: CABI.