

Evaluación físico-química del banano maqueño (*Mussa acuminata*) en dos zonas de cultivo en Ecuador.

Physico-chemical evaluation of maqueño banana (*Mussa acuminata*) in two cultivation zones in Ecuador

Hernán Humberto Chevez Véliz^{1,3}, Diego Armando Tuarez García^{1,4}, Cyntia Yadira Erazo Solórzano^{1,5}, Karol Yannela Revilla Escobar^{2,6}, Jhonnatan Placido Aldas Morejon^{2,7}, Gina Mariuxi Guapi Álava^{1,8}.

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. ²Universidad Nacional del Cuyo, Mendoza, Argentina. ³✉ hernan.chevez2013@uteq.edu.ec; ⁴✉ dtuarez@ueq.edu.ec; ⁵✉ cerazo@ute.edu.ec; ⁶✉ revillak12@gmail.com; ⁷✉ Jhonnatan719@gmail.com; ⁸✉ gguapi@uteq.edu.ec.



<https://doi.org/10.15446/acag.v72n2.110066>

2023 | 72-2 p 125-131 | ISSN 0120-2812 | e-ISSN 2323-0118 | Rec.: 2023-07-10 Acep.: 2023-10-30

Resumen

Ecuador es uno de los mayores productores y exportadores de banano a nivel mundial y cumple con estándares de mercados para la Unión Europea y Estados Unidos. Sin embargo, el banano maqueño, “red dacca”, es muy poco explotado, debido al desconocimiento de la funcionalidad del material. Esta materia prima tiene la piel púrpura rojizo, contiene mayores nutrientes que el banano convencional (amarillo) y se caracteriza por la gran adaptación a zonas húmedas y resistencia a la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), sin necesidad de ningún tratamiento químico. Por esta razón, el objetivo del presente estudio fue evaluar las características físicas y químicas del banano maqueño “red dacca” (*Mussa acuminata*) en dos zonas de cultivo en Ecuador. Para ello, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial A*B, y las variables estudiadas fueron: físicas (firmeza, longitud y relación pulpa/cáscara) y químicas (acidez, pH, cenizas, °Brix, grasa, proteína, fibra total y polifenoles). Los resultados físicos y químicos mostraron diferencia significativa ($p < 0,05$) entre la media de los tratamientos, y determinaron que los días de maduración influyen en la disminución de longitud, la relación pulpa/cáscara, el pH y en el aumento del contenido de acidez, humedad, cenizas, °Brix, grasas, proteína y fibra total; mientras que las zonas de estudio influyeron en la reducción del parámetro de firmeza y en la variación del contenido de polifenoles totales.

Palabras claves: calidad, nutrientes, red dacca, variedad.

Abstract

Ecuador is one of the largest producers and exporters of bananas worldwide, meeting the standards of European Union and the United States markets. However, the “red dacca” banana is little exploited due to the lack of knowledge of the functionality of the fruit. This raw material has a reddish-purple skin, contains more nutrients than the conventional banana (yellow) and is characterized by its great adaptation to humid areas and resistance to black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) without any chemical treatment. For this reason, the objective of the present study was to evaluate the physical and chemical characteristics of maqueño “red dacca” banana (*Mussa acuminata*) in two cultivation zones in Ecuador. The variables studied were physical (firmness, length, and pulp/peel ratio) and chemical (acidity, pH, ash, °Brix, fat, protein, total fiber, and polyphenols). The physical and chemical results showed significant difference ($p < 0,05$) between the mean of the treatments, where the days of ripening influenced the decrease in length, pulp/peel ratio, pH and in the increase of acidity, moisture, ash, °Brix, fat, protein, and total fiber content. Likewise, the study zones influenced the reduction of the firmness parameter and the variation of the total polyphenol content.

Key words: nutrients, quality, red dacca, variety.

Introducción

A nivel mundial, el banano es uno de los principales productos agrícolas, y sus mayores productores y exportadores son Ecuador, Filipinas y Costa Rica, mientras que más importan son Estados Unidos, Alemania y Bélgica. Cabe mencionar que la producción bananera a nivel global ha tenido un crecimiento exponencial, gracias a las exportaciones que ascendieron a 20,20 millones de toneladas hasta el año 2020 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020).

Según la Asociación de Exportados de Banano, de enero a noviembre del 2022 Ecuador exportó 234,42 millones de cajas de banano, lo que corresponde al 26,67 % de la oferta mundial (Zhiminaicela-Cabrera *et al.*, 2020). Además, la producción de banano contribuye a la económica familiar como parte de la economía popular y solidaria (EPS), lo que convierte al sector en una importante fuente de trabajo, principalmente en las zonas rurales (Martínez-Solórzano y Rey-Brina, 2021).

Ecuador tiene una gran diversidad climática donde diferentes variedades de plátanos han sabido adaptarse. En este contexto, se ha desarrollado una amplia diversidad genética debido a diferentes cruces naturales entre especies y variedades de banano, dando lugar a nuevas variedades con propiedades nutricionales y organolépticas interesantes para los consumidores (Bashmil *et al.*, 2021). Entre ellos, banano maqueño “red dacca” (*Mussa acuminata*) es una variedad que destaca por su cáscara morada o rojiza y por ser más dulce que el plátano común (Vásquez *et al.*, 2019).

Desde el punto de vista agronómico, esta variedad se cultiva en zonas altas debido a sus requerimientos específicos de clima y suelo, resistiendo bajas temperaturas y enfermedades fúngicas. Además, esta variedad tiene un período de cosecha más corto (7 a 8 semanas después de la inflorescencia) (Tuárez-García *et al.* 2023). Todos estos aspectos reducen los costos de producción, haciendo su cultivo altamente atractivo para pequeños y medianos productores).

El color rojo característico de este tipo de banano se debe a su contenido de carotenoides antioxidantes, especialmente el betacaroteno, que se convierte en vitamina A en el cuerpo; cuanto más oscuros son, más betacaroteno y más vitamina C aportan (Tonon-Ordóñez *et al.*, 2022). Además, esta variedad es rica en potasio, fibra, magnesio y vitamina B6 (León-Ajila *et al.* 2023).

Es necesario mencionar que esta variedad de banano es muy poco comercializado y producido industrialmente debido a la escasez de información, incluidas las características físicas y químicas que ayudan a determinar la edad de cosecha y la vida

útil Ballesteros *et al.* (2017). Por lo expuesto, la presente investigación, se basó en evaluar las características físicas y químicas del banano maqueño “red dacca” (*M. acuminata*) en dos zonas de cultivo en Ecuador.

Materiales y métodos

Material vegetal

Las muestras de banano se obtuvieron en fincas ubicadas en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi y en el Cantón El Empalme, provincia del Guayas, Ecuador. El primer sitio de muestreo está ubicado a 480 m s. n. m. con precipitaciones de 2178 mm anuales, mientras que el segundo está situado a 27 m s. n. m. con precipitaciones de 1500 - 2300 mm anuales. Los análisis físicos se realizaron en el Laboratorio de Bromatología, situado en el campus La María, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 ½ de la vía Quevedo - El Empalme, y los análisis químicos se llevaron a cabo el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Variables físicas

La firmeza se determinó siguiendo la metodología establecida por Torres *et al.* (2015); las muestras se ensayaron durante 10 días mediante una prueba de compresión unidireccional. Para determinar la longitud de la fruta se utilizó una cinta métrica, se midió la curvatura exterior del dedo individual desde el extremo distal hasta el extremo proximal, donde se considera que termina la pulpa (Valdés-Hernández *et al.*, 2020). Por otro lado, la relación pulpa/cáscara, se obtuvo entre el peso de la pulpa y el peso de la cáscara.

Variables químicas

La acidez titulable se obtuvo según el método AOAC 942.15/90; para ello se utilizaron 20 g de muestra, y el resultado se expresó como porcentaje de ácido málico. En cuanto al pH, se tomaron 10 g y se determinó mediante lo establecido en AOAC 981.12, usando un potenciómetro PAL-Easy ACID6. Para el contenido de humedad y ceniza se emplearon 50 g y se realizó por el método gravimétrico de pérdida de peso en estufa (AOAC 925.09) y mufla (AOAC 942.05) consecutivamente. Para la determinación de los sólidos solubles (°Brix) se colocó una gota de muestra previamente triturada en el lente de un refractómetro °Brix 32 %. A su vez, para el contenido de grasa, se utilizaron 50 g de muestra y se determinó mediante Soxhlet, acorde con el método estándar de AOAC (920.39). El contenido de fibra se determinó utilizando la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 0519 y porcentaje de proteína se obtuvo de acuerdo con lo establecido en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 0519. Para la determinación

del contenido de polifenoles totales se empleó el método Folin-Ciocalteu; los resultados se expresaron como equivalentes en ácido gálico (GAE) (Campuzano *et al.*, 2018).

Análisis estadístico

Se aplicó un diseño complementado al azar (DCA) con arreglo factorial A*B (Tabla 1), en el que los factores fueron: factor A= zonas de estudio con dos niveles (Cantones La Maná y El Empalme) y factor B= días de maduración con tres niveles (día 1, día 5 y día 10), con 3 repeticiones, de lo cual se obtuvo un total de 18 unidades experimentales. Para determinar diferencias entre las medias de tratamientos, se aplicó una prueba de rangos múltiples Tukey ($p < 0,05$) mediante los softwares estadísticos InfoStat y Statgraphics.

Resultados

Caracterización física

En la Figura 1 se observa que la variedad de banano maqueño “red dacca” presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) sobre la firmeza (KgF) en relación con los diferentes tratamientos empleados. Ello demostró que las muestras obtenidas del cantón El Empalme (T5 y T6)

Tabla 1. Tratamientos que intervienen en el DCA con arreglo factorial A*B

Tratamientos	Descripción
T1	La Maná + día 1 de maduración
T2	La Maná + día 5 de maduración
T3	La Maná + día 10 de maduración
T4	El Empalme + día 1 de maduración
T5	El Empalme + día 5 de maduración
T6	El Empalme + días 10 de maduración

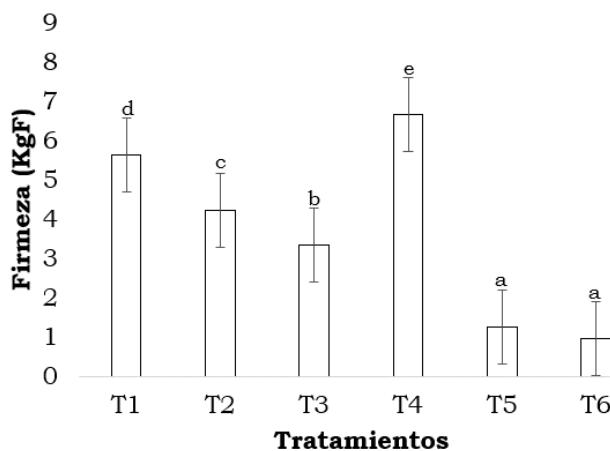


Figura 1. Característica física de firmeza (KgF) en función de los tratamientos considerando dos zonas de estudio y diferentes días de maduración.

situaron una mayor pérdida para esta variable, pues necesitaron una fuerza de penetración de 1,25 KgF al día 5 KgF a 0,97 KgF al día 10 de maduración, mientras que las muestras provenientes del cantón La Maná, presentaron valores que oscilaron entre 5,66 KgF a 3,33 KgF; es decir, en estas muestras se observó una menor degradación en los diferentes días de maduración.

En cuanto a la longitud (Figura 2), se observó un efecto estadísticamente significativo ($p < 0,05$) entre los tratamientos, lo cual determinó que el banano proveniente del cantón La Maná presentó un incremento de longitud en los días 1 y 5 de maduración con valores de 18,50 a 19 %, en comparación a las muestras del cantón El Empalme, que situaron un rango entre 18,50 a 17 %, sin embargo en el día 10 de maduración, los tratamientos T3 y T6 disminuyeron de manera similar, pues presentaron una longitud de 17 a 16,90 cm respectivamente.

En la Figura 3 se presenta la relación entre pulpa y cáscara (p/c), en donde se denotó observó que el T6 es estadísticamente diferente ($p < 0,05$) del T3, ya que se evidenció una mayor disminución, con un valor de 61,14 a 61,83 % respectivamente. De esta forma, se resalta que el banano obtenido de la localidad La Maná obtuvo una mayor pérdida en el día 10 de maduración poscosecha, lo cual implica una reducción de la vida en anaquel de la fruta.

Caracterización química

En los resultados de acidez se observó una diferencia significativa ($p < 0,05$), demostrándolo cual demuestra que la mayor acidez se presentó al décimo día de maduración en el banano de ambas zonas estudiadas (T2 y T5); mientras que el banano obtenido del cantón La Maná obtuvo la menor acidez en el día 1 (T4).

En la Tabla 2 se observa que la variable pH presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en relación con los tratamientos empleados,

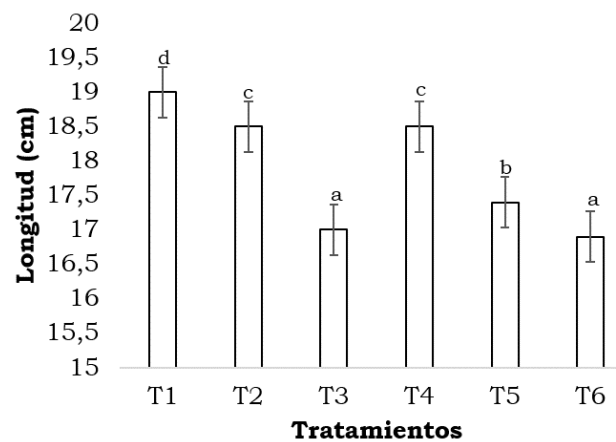


Figura 2. Característica física de longitud (%) en función de los tratamientos en dos zonas de estudio y diferentes días de maduración.

y se demostró que el pH disminuye conforme pasan los días de maduración; estos valores fluctuaron entre 5,11 a 5,65.

Los tratamientos mostraron diferencia significativa ($p < 0,05$) en lo que respecta a la variable ceniza, lo que arroja que el T6 situó el mayor valor con 3,84, a diferencia de los T1 y T4, que obtuvieron resultados inferiores, con 2,29.

En relación con la concentración de °Brix, se observó un incremento progresivo durante los días de maduración; los tratamientos T1 y T4 mostraron menor concentración (5,53 % y 5,87 %) y fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) frente a T3 y T6, que presentaron valores superiores, con 22,53 % y 18,13 %, respectivamente.

Respecto al contenido de grasa, se demostró que los días de maduración difieren significativamente ($p < 0,05$) entre los resultados, pues se obtuvieron, para el día 1, valores entre 0,51 % y 0,55 % considerando las dos zonas estudiadas, mientras que el mayor porcentaje se obtuvo en los T3 y T6 (0,62 %).

En el porcentaje de proteína se observó que las muestras obtenidas del cantón La Maná presentaron un incremento significativo ($p < 0,05$) conforme pasaron los días de maduración (4,19 % a 4,98 %); lo contrario sucedió en las muestras de la zona de El Empalme, donde su contenido disminuyó (4,16 % a 3,67 %).

En cuanto a los resultados de fibra, el valor superior se situó en el T1 con 0,48 %, lo que es estadísticamente diferente ($p < 0,05$) del T4, que posicionó un valor inferior, con 0,23 %.

En la cuantificación de polifenoles totales, se determinó mayor cantidad en las muestras obtenidas de la zona La Maná, las cuales oscilaron entre 22,57 mg/100 g y 20,47 mg/100 g, lo que es estadísticamente diferente ($p < 0,05$) del banano proveniente de la zona El Empalme en diferentes días de maduración, que presentó un rango entre 22,57 mg/100 g a 20,47 mg/100 g.

Discusión

La textura de la pulpa del banano está determinada por varios factores, como la variedad, las prácticas de cultivo y las modificaciones fisiológicas y bioquímicas, con las que se transforma el almidón en azúcares durante el proceso de maduración, lo que causa un incremento en la presión osmótica en la pulpa de banano asociada con una disminución en la presión de turgencia, lo cual, a su vez, provoca una disminución de la firmeza (Jaiswal *et al.*, 2014). En algunas investigaciones, en muestras procesadas con agua ozónica, se obtuvo una firmeza entre 1,35 y 1,60 Kg (Aguilar-Anccota, 2018).

Por otro lado, los valores obtenidos en este estudio son inferiores a lo reportado por Vásquez-Castillo *et al.* (2019), quienes obtuvieron una tendencia descendente que presentó valores de 25 a 20 cm de largo en el décimo día de maduración. Phillips *et al.* (2021) mencionaron que las diferencias en los parámetros físicos de los frutos están relacionadas con las condiciones climáticas, así como con el estrés hídrico y el déficit de nutrientes que inciden en el tamaño de la fruta.

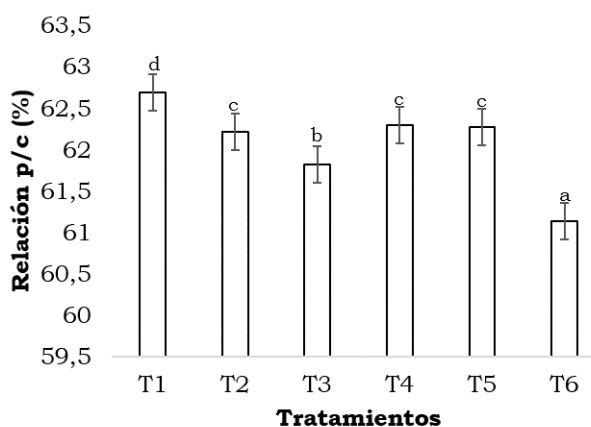


Figura 3. Característica física de relación pulpa/cáscara (%) en función de los tratamientos en dos zonas de estudio y diferentes días de maduración.

Tabla 2. Determinación de las variables fisicoquímicas del banano maqueño "red dacca"

Tratamientos	Acidez	pH	Cenizas	°Brix	Grasa %	Proteína %	Fibra %	Polifenoles mg/100 g
T1	0,28 ^b	5,54 ^{AB}	2,29 ^A	5,53 ^A	0,51 ^A	4,19 ^B	0,48 ^D	13,07 ^B
T2	0,32 ^c	5,27 ^{AB}	2,59 ^B	16,40 ^C	0,55 ^B	4,53 ^C	0,33 ^B	12,74 ^B
T3	0,54 ^D	5,17 ^{AB}	2,70 ^C	22,53 ^D	0,62 ^C	4,98 ^D	0,43 ^{CD}	12,36 ^A
T4	0,22 ^A	5,65 ^B	3,29 ^A	5,87 ^A	0,55 ^B	4,16 ^B	0,23 ^A	22,57 ^D
T5	0,28 ^B	5,27 ^{AB}	3,61 ^B	13,37 ^B	0,56 ^B	3,75 ^A	0,34 ^B	20,97 ^C
T6	0,48 ^D	5,11 ^A	3,84 ^D	18,13 ^C	0,62 ^C	3,67 ^A	0,40 ^{BC}	20,47 ^C
C.V. (%)	4,57	4,82	4,02	7,99	7,36	1,48	11,64	4,83

*Letras diferentes en la misma columna después de cada valor indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.

En la relación pulpa/cáscara, las muestras presentaron una disminución conforme pasaron los días de maduración, debido a que la humedad de la cáscara se transfiere a la parte comestible (Martínez-Cardozo *et al.*, 2016). En la investigación realizada por Brenes-Gamboa (2017) se observó una disminución del 5 % al 8° día de maduración, además, enfatizaron que la valoración de la firmeza es importante en la evaluación de la resistencia a daños físicos, mecánicos o en el manejo poscosecha de la fruta.

En el banano, el pH disminuye y la acidez titulable aumenta con el estado de maduración de la fruta, debido a la degradación de almidones en azúcares reductores y su conversión en ácido pirúvico (Quiceno *et al.*, 2014). Esta tendencia fue similar a lo reportado por Espinosa-Moreno *et al.*, (2018), quienes obtuvieron una acidez de 0,93 % a 1,30 % en banano en estado de madurez fisiológica y organoléptica, respectivamente; mientras que un pH entre 6,70 y 6,06. Por otro lado, Belayneh *et al.* (2014) obtuvieron una acidez de 1,9 % y pH 6,30 en banano Cardaba.

Los valores de cenizas de la investigación realizada mantienen relación con lo estipulado por Martínez-Cardozo *et al.* (2016), quienes determinaron, en el estado madurativo de diferentes cultivares de musáceas, rangos de 2,5 a 3,5 % y especifican que la variación de este parámetro está ligada con el contenido de minerales. Enríquez-Estrella y Ojeda-Caiza (2020) indicaron que la determinación de cenizas tiene por finalidad obtener pureza de distintos ingredientes en la elaboración de alimentos.

En la industria el valor de sólidos solubles inicial para la fruta de banano debe situarse por debajo de 8° Brix. De la misma manera Tuárez-García *et al.* (2020) y Lucas *et al.* (2012) en sus investigaciones determinaron valores de 8,8 a 11,30 %, lo cual evidencia que, conforme aumenta la madurez de la fruta es directamente proporcional el aumento de °Brix; esto se relaciona a la hidrólisis del almidón, que se convierte en azúcar en la fruta.

El contenido de grasa del banano en estado de madurez organoléptico es < 0,5 g (Fernández-Cruz *et al.*, 2022), así, los resultados obtenidos en esta investigación son semejantes a lo reportado por Zambrano-Mantuano (2020), quienes presentaron un contenido inferior a 0,33 % en banano maduro y mencionaron que en el comercio de alimentos el porcentaje de grasa, junto con otros parámetros, puede influir en el precio del producto.

Por otra parte, el contenido de proteína de la pulpa de banano varía entre 0,50 y 1,50 %; al iniciar el proceso de maduración la fruta incrementa su contenido para disminuir posteriormente (24-40 horas después de la aplicación de etileno) (Guerrero-Valdez, 2020). Martínez-Cardozo *et al.* (2016) evaluaron la composición proximal de diferentes genotipos de musáceas (Oura colatina, Nanica, Prata comum, entre otros) y observaron un incremento en

el contenido de proteína de 2,50 % a 3,30 %. De igual manera, algunos autores relacionan que el mayor contenido de proteína se debe a la disminución de almidón (Rivera-Flores, 2015).

La fibra cruda es una sustancia orgánica no nitrogenada que está presente en cantidades muy pequeñas en la pulpa de los frutos de plátano y banano con concentraciones inferiores a 0,83 % en el verde dominico y 0,78 % en la variedad barraganete (Pijal-De la Cruz y Pineda-Pineda, 2022). A su vez, la variación del contenido de fibra está influenciada por diversos factores, y entre los más importantes está el estado de maduración de la fruta, así como también la variedad y las condiciones climáticas o minerales del suelo de siembra (Ospina-Meneses *et al.*, 2016).

El banano maqueño “red dacca” es una buena fuente de polifenoles totales, ya que presenta valores superiores a los de *Musa acuminata* Cavendish Subgroup “banana”, los cuales, al ser estudiados por Marín-Velázquez (2020), obtuvieron 5,78 mg/100 g en su pulpa. De igual manera, Bashmil *et al.* (2021) determinaron valores de 0,43 mg/100 g a 1,18 mg/100 g en banano Cavendish y Ducasse en estado de madurez, es frecuente observar un descenso durante la maduración.

Conclusiones

Se demostró, en el banano maqueño “red dacca”, que los días de maduración influyeron significativamente en la disminución de las características físicas: longitud y relación pulpa/cáscara, a diferencia de la firmeza, que estuvo influenciada directamente por las distintas zonas de cultivo. En el estudio destacó que las muestras provenientes del cantón El Empalme disminuyeron de manera más lenta que las obtenidas del cantón La Maná.

En cuanto a las variables químicas, existió diferencia significativa ($p < 0,05$) y se determinó que los días de maduración inciden en el incremento del contenido de acidez, humedad, cenizas y °Brix; sin embargo, sucedió lo contrario con el pH, que mostró una tendencia descendente. En cambio, la variación del contenido de polifenoles totales está relacionada con la zona de estudio, lo cual arrojó que los tratamientos obtenidos de la zona de El Empalme fueron superiores en comparación con la zona La Maná.

Referencias

- Aguilar-Ancota, R. (2018). Impacto del ozono en el control fitosanitario, reducción de peso, maduración y firmeza de frutos en el proceso productivo en banano de exportación, Piura - 2017. *Catequil Tekné*, 1(2), 39-44. <http://revistacatequiltékne-citecedepas.org.pe/index.php/revct/article/view/13>
- Ballesteros, L.; Ramírez, M.; Orrego, C.; Teixeira, J. y Mussatto, S. (2017). Encapsulation of antioxidant phenolic compounds extracted from spent coffee grounds by freeze-drying

- and spray-drying using different coating materials. *Food Chemistry*, 237, 623-631. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.142>
- Bashmil, b. Y., Akhtar, A., Amrit, B., Dunshea, F. R., & Suleria, H. R. (2021). Screening and Characterization of Phenolic Compounds from Australian Grown Bananas and Their Antioxidant Capacity. *Antioxidants*, 10(10), 1521. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/antiox10101521>
- Belayneh, M.; Workneh, T. S. y Belew, D. (2014). Physicochemical and sensory evaluation of some cooking banana (*Musa* spp.) for boiling and frying process. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12). <https://doi.org/10.1007/s13197-013-0940-z>
- Brenes-Gamboa, S. (2017). Parámetros de producción y calidad de los cultivares de banano FHIA-17, FHIA-25 y Yangambi. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 719-733. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i3.21902>
- Campuzano, A.; Rosell, C. M. y Cornejo, F. (2018). Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. *Food Chemistry*, 256, 11-17. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.113>
- Enríquez-Estrella, M. Á. y Ojeda-Caiza, G. L. (2020). Evaluación bromatológica de dietas alimenticias, con la inclusión de harina de plátano de rechazo. *ESPAACIENCIA*, 1(11), 12-18. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v1i11.200
- Espinosa-Moreno, J.; Centurión-Hidalgo, D.; Mayo-Mosqueda, A.; García-Correa, C.; Martínez-Morales, A.; García-Alamilla, P. y Lagunes-Gálvez, L. M. (2018). Calidad de harina de tres cultivares de banano (*Musa* spp.) resistentes a la enfermedad Sigatoka negra en Tabasco. *Agrociencias*, 52(2). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000200217
- Fernández-Cruz, E.; López-Plaza, B.; Santurino, C. y Gómez-Candela, C. (2022). Composición nutricional y declaraciones nutricionales del plátano de Canarias. *Nutrición Hospitalaria*, 38(6), 1248-1256. <https://doi.org/10.20960/nh.03614>
- Guerrero-Valdez, X. (2020). *Caracterización de ácidos grasos en plátano frito* [Tesis de pregrado]. Universidad del Azuay. Repositorio Institucional de la Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8369/1/14089.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (1980). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0519, Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína <https://ia802906.us.archive.org/28/items/ec.nte.0519.1981/ec.nte.0519.1981.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (1980). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0522, Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda. <https://ia801902.us.archive.org/6/items/ec.nte.0522.1981/ec.nte.0522.1981.pdf>
- Jaiswal, P.; Jha, N. S.; Kaur, P. P.; Bhardwaj, R.; Singh, A. K. y Wadhawan, V. (2014). Prediction of textural attributes using color values of banana (*Musa sapientum*) during ripening. *Journal of Food Science and Technology*, 51(6), 1179-1184. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0614-2>
- León-Ajila, J. P.; Carvajal-Romero, H. R. y Quezada-Campoverde, J. (2023). Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022. *Ciencia Latina*, 7(1), 7494-7507. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4981
- Lucas, J. C.; Quintero, V. D.; Vasco-Leal, J. F. y Mosquera, J. D. (2012). Evaluación de los parámetros de calidad de chips en relación con diferentes variedades de plátano (*Musa paradisiaca* L.). *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 65-74. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69525875009.pdf>
- Marín-Velázquez, M. (2020). Polifenoles y actividad antioxidante de extracto acuoso de *Musa acuminata* Cavendish Subgroup (Banana). *Ciencia e Investigación*, 23(1), 9-14. <https://doi.org/10.15381/ci.v23i1.18717>
- Martínez-Cardozo, C.; Cayón-Salinas, G. y Ligarreto-Moreno, G. (2016). Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. *Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(2), 217-227. https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num2_art:491
- Martínez-Solórzano, G. E. y Rey-Brina, J. C. (2021). Bananos (*Musa* AAA): importancia, producción y comercio en tiempos de Covid-19. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 1034-1046. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.43610>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). Panorama general de la producción y el comercio mundial de banano. <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s04.htm>
- Ospina-Meneses, S. M.; Restrepo-Molina, D. A. y López-Varga, J. H. (2016). Caracterización fisicoquímica y funcionalidad tecnológica de la fibra de banano íntegro verde (*Cavendish valery*) (*Musa* AAA cv. *Musaceae*). *Revista Lasallista de Investigación*, 13(1), 23-30. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69545978003>
- Phillips, K. M.; McGinty, R. C.; Couture, G.; Pehrsson, P. R.; McKillop, K. y Fukagawa, N. K. (2021). Dietary fiber, starch, and sugars in bananas at different stages of ripeness in the retail market. *PLoS One*, 16(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253366>
- Pijal-De la Cruz, B. T. y Pineda-Pineda, G. J. (2022). *Obtención de harina de yuca (Manihot esculenta) y plátano verde (Musa paradisiaca) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno*. [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Estatal de Carchi. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Estatal de Carchi. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1534/1/075-%20PIJAL%20BETHY%20-%20PINEDA%20G%C3%89NESIS.pdf>
- Quiceno, M.; Giraldo, G. y Villamizar, R. (2014). Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. *UGCiencia*, 20, 48-54. <https://core.ac.uk/download/pdf/268087837.pdf>
- Rivera-Flores, V. K. (2015). *Efecto del estado de madurez del banano cavendish en las propiedades de hidratación de la harina y gel*. [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica del litoral. Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica del litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30751>
- Tonon-Ordóñez, L. B.; Vásquez-Bernal, J.; Armijos-Orellana, A. y Altamirano-Flores, J. (2022). Análisis de las exportaciones ecuatorianas por medio del modelo de gravedad. *Caso banano. Econciencia*, 9(4), 74-110. <https://doi.org/10.21855/econciencia.92.628>
- Torres, R.; Andrade, R. T. y Acevedo, D. (2015). Influencia del grado de madurez en la firmeza del plátano hartón (*Musa* AAB Simmonds). *Revista U.D.C.A - Actualidad y Divulgación Científica*, 18(2), 563-567. <https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n2.2015.187>
- Tuárez-García, D. A.; Erazo-Solórzano, C. Y.; Torres-Navarrete, Y. G. y Moreno-Rojas, J. M. (2020). Características físicas, químicas y microbiológicas de la harina de banano morado (*Musa acuminata*) red dacca, producidos en los cantones Mocache, El Empalme y La Maná. *Revista Ingeniería e Innovación*.

<https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2418/3083>

- Tuárez-García, D., Galván-Gámez, H., Erazo Solórzano, C., Edison Zambrano, C., Rodríguez-Solana, R., Pereira-Caro, G. y Ordóñez-Díaz, J. (2023). Effects of Different Heating Treatments on the Antioxidant Activity and Phenolic Compounds of Ecuadorian Red Dacca Banana. *Plants*, 12(15), 2780. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/plants12152780>
- Valdés-Hernández, P. A.; Suárez-Hernández, J. E.; Martínez-Rodríguez, A.; Gómez-Águila, M. V.; Jiménez-Álvarez, Y. R. y Laffita-Leyva, A. (2020). Propiedades físico-mecánicas de racimos de banana como objeto de transporte en cable aéreo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 29(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542020000100002&script=sci_arttext&tlng=es
- Vásquez-Castillo, W.; Racines-Oliva, M.; Moncayo, P.; Viera, W. y Seraquive, M. (2019). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico *Musa acuminata* en el Ecuador. *Enfoque UTE*, 10(4), 57-66. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.545>
- Zambrano-Mantuano, F. E. (2020). Estudio de aceptación de productos de pastelería a base de banano morado *Musa acuminata* “red dacca” en la ciudad de Guayaquil. [Tesis de pregrado]. Universidad de Guayaquil. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50352/1/BINGQ-GS-20P31.pdf>
- Zhiminaicela-Cabrera, J. B.; Quevedo-Guerrero, J. N. y García-Batista, R. M. (2020). La producción de banano en la Provincial de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), 189-195. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/327>