

## **Caracterización de algunas propiedades físico – mecánicas y químicas en el banano (*Musa spp.*)** **Characterization of some physicist, mechanics and chemistries properties in the banana (*Musa spp.*)**

Carlos Manuel Martínez Hernández<sup>1</sup> y Tania de la Caridad Bermúdez Camacho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Carretera a Camajuani km.5½, CP: 54830. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. Tel: 53-42-281692. Fax: 53-42-281608.

<sup>2</sup> Delegación de la Agricultura, Santi Spiritus.

E-mail: carlosmh@uclv.edu.cu

---

**RESUMEN.** El presente trabajo aborda el estudio sobre propiedades físico-mecánicas y químicas del banano (*Musa spp.*). Para su investigación se tomaron muestras en la Empresa Municipal de Cultivos Varios, municipio Taguasco, provincia Sancti Spiritus. Se realizaron ensayos relacionados con algunas variables físicas, mecánicas y químicas, tales como: pH, °Brix, acides titular total, coeficientes de fricción estático y daños mecánicos por impacto de acuerdo con las normas establecidas. El objetivo del trabajo está relacionado con la evaluación de los parámetros físicos- químicos y mecánicos del banano para un óptimo manejo poscosecha. Dentro de los principales resultados obtenidos se destacan: longitud media 20,85 cm; circunferencia 11,25 cm; grosor de la cáscara 0,25 cm; grosor de la pulpa 2,85 cm. Los sólidos solubles totales (SST) oscilaron entre 13 y 16 °Brix; la acidez titular total oscilo entre 0,2 y 1,6 meq/100 g de ácido málico. El pH oscilo entre 4,42 y 5,27. El contenido de humedad de la pulpa oscilo entre 82 y 86 %; mientras en la cáscara este valor oscilo entre 14 y 18 %. Los ensayos de impacto mostraron poca resistencia a impactos mayores al orden de 105,94 (J), lo cual hace que la fruta sea muy susceptible a daños mecánicos, unido a sus cualidades de poca vida de anaquel (seis días) poscosecha. Los resultados obtenidos fueron siempre al utilizar las dos primeras manos del racimo con un rango de 1 a 9 días posterior a la cosecha de los frutos.

**Palabras claves:** banano, propiedades físico-mecánicas y químicas

**ABSTRACT.** The present work approaches the study of some physical-mechanical and chemical properties of the banana (*Musa spp.*). For its investigation, they took samples in the Municipal Company of Cultivos Varios, municipality Taguasco, provinces of Sancti-Spíritus. They were carried out rehearsals related to some physical, mechanical and chemical variables as: pH, °Brix, total regular acids, static coefficients of friction and mechanical impact damages deal with the established norms. The objective of the work it related to the evaluation of the physical – mechanical and chemical parameters of the banana (*Musa spp.*) for a good postharvest manage. Inside the main obtained results they stand out: longitude half 20.85 cm; circumference 11.25 cm; the depth of the shell 0.25 cm; the depth of the pulp 2.85 cm. The total soluble solids (SST) they oscillated between 13 and 16 °Brix; the total regular acidity oscillates between 0, 2 and 1, 6 meq/100 g malic acid. The pH oscillates between 4.42 and 5.27. The content of humidity of the pulp oscillates between 82 and 86 %; while in the shell this value oscillates between 14 and 18%. The impact rehearsals showed little resistance to impacts to the order of 105,94 (J), that which makes that the fruit is very susceptible to mechanical damages, together with their qualities of little shelf life (6 days) postharvest. The results in the analyzed banana have been always using the first two hands of the cluster with a range from 1 to 9 days later in the crop of the fruits.

**Keywords:** banana, physical-mechanical and chemical properties

---

## INTRODUCCIÓN

Como precedentes de estas investigaciones se pueden mencionar las ejecutadas en las estaciones experimentales de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) referenciadas por Dadzie *and* Orchard (1997). En nuestro país se tienen pocas referencias de estudios similares (Martínez y Mollineda, 2003; Campusano *et al.*, 2010; Bermúdez, 2015). Los estudios relacionados con las propiedades químicas y físicas – mecánicas de los bananos pueden reportar información importante referida a:

- Momento óptimo para la cosecha
- Susceptibilidad a daños mecánicos
- Vida de almacenamiento
- Cualidades organolépticas entre otras

Con estos precedentes se comenzaron las investigaciones de los aspectos primarios (determinación de las propiedades químicas y físico–mecánicas). Ya que es conocido en el campo de la Ingeniería agrícola que estos elementos constituyen los datos bases para la cosecha, manipulación, envase, transporte, almacenamiento y mercadeo de las producciones agrícolas.

Por otra parte, la literatura revisada abunda en la esfera agronómica (caracterización agronómica, control agrotécnico y biológico, manejo fitotécnico, densidad de siembra, enfermedades, variedades y otros aspectos); sin embargo, la misma es muy limitada, prácticamente inexistente, en lo referente a las propiedades químicas y físico-mecánicas del producto objeto de análisis en este trabajo.

El tema presenta gran actualidad, al tratarse de un producto básico de consumo nacional (fruta), en el cual hasta el presente no ha podido solventarse su déficit productivo a nivel de país, teniendo que tomarse diferentes alternativas para suplementar su carencia con otras producciones. Es necesario destacar que la dieta básica del cubano incluye: carnes, granos, viandas y frutas. De aquí, que garantizar cualquier componente de la misma es de vital importancia para la alimentación de nuestra población. Según se reporta en la Oficina Nacional de Estadísticas (Cuba, 2013), la superficie existente sembrada de cultivos permanentes de la agricultura no cañera (independientemente del autoconsumo de los campesinos, patios y parcelas de los hogares) se comportó de la siguiente forma:

- Plátanos (frutas y viandas).....109, 600 ha
- Frutas .....23,500 ha

- Viandas .....86,100 ha

La producción agrícola por cultivos seleccionados de la agricultura no cañera:

- Plátanos (frutas y viandas) ... 658 500 t
- Frutas .....150 336 t
- Viandas .....508 164 t

El rendimiento agrícola por cultivos seleccionados de la agricultura no cañera fue:

- Plátanos (frutas y viandas) .....9,57  $\text{tha}^{-1}$
- Frutas .....11,02  $\text{tha}^{-1}$
- Viandas .....9,21  $\text{tha}^{-1}$

Un aspecto interesante es el precio mayorista de esta fruta en el mercado estatal nacional que oscila entre \$ 40,00 y \$ 70,00 el quintal (1qq = quintal = 45,45 kg). Su precio minorista es (\$ 110,00 el quintal) en la provincia de Villa Clara, siendo superior en otras provincias del país. Sin embargo, como se planteó con anterioridad, aún no somos capaces de autoabastecernos, por lo cual se debe comprar a precios diferenciados en los mercados no estatales (privados), donde la mercancía posee precios superiores (oscilan entre \$ 0,50 y \$ 0,70 el fruto). Uno de los problemas fundamentales de nuestro país respecto a este fruto radica en la insuficiente manipulación, transporte y empaque del mismo, lo cual reporta importantes pérdidas poscosecha.

La importancia de las investigaciones en este tema, radica en conocer las tendencias productivas actuales y el manejo poscosecha de esta fruta; lo que motiva a los investigadores poder proponerle a los decisores de políticas, como revertir esta situación, sobre todo en la poscosecha a la cual va dirigida este trabajo.

Por eso, el objetivo del presente trabajo es evaluar los parámetros físicos- químicos y mecánicos del banano (*Musa spp.*) para un óptimo manejo poscosecha del fruto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo abordó el estudio de algunas propiedades físico-mecánicas y químicas del banano (*Musa spp.*). Se procedió al estudio del subgrupo Cavendish (AAA), trabajando especialmente con el cultivar Cavendish gigante (Johnson). Se tomaron muestras en la Empresa Municipal de Cultivos Varios, municipio Taguasco, provincia Sancti Spiritus, durante el período comprendido entre los meses de noviembre 2014 y mayo del 2015. Para llevarlo a cabo se contó con un plan de tareas de investigación llevadas a cabo por Bermúdez (2015).

Se procedió según las normativas establecidas para cada uno de los siguientes tipos de ensayos (Cuba, 2001<sup>a</sup>, 2001<sup>b</sup> y 2001<sup>c</sup>).

- Longitud de los frutos: Se tomó una cinta métrica y midió desde el extremo distal hasta el extremo proximal del fruto.
- Circunferencia de los frutos: se tomó una cinta métrica y midió en la zona central del fruto, la cual coincide con su máxima circunferencia. La determinación de longitud y circunferencia de los frutos se realizó mediante una cinta métrica con precisión 0,5 mm, esos ensayos se realizaron por triplicado en las muestras de cada estadio analizado.
- Coeficientes de fricción: se determinó con la utilización de un plano inclinado, el cual permite variaciones de inclinación y porta una escala que posibilita realizar lecturas del ángulo al cual está inclinada la superficie. La figura 1 muestra un esquema de este dispositivo.

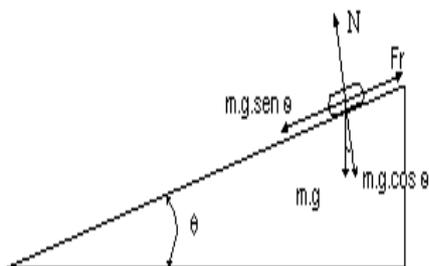


Figura 1. Esquema del plano inclinado utilizado

Donde:

$F_r$  - Fuerza de rozamiento

$N$  - Normal

Aplicando la segunda ley de Newton:

$$\sum F_x = m \cdot a$$

Donde:

$m$  - masa (kg)

$a$  - aceleración ( $ms^{-2}$ )

El coeficiente de fricción estático se mide en el momento que el cuerpo rompe el movimiento y por lo tanto:

La aceleración  $a = 0$

A partir de la primera ecuación y conociendo que:

$$F_r = \mu \cdot N$$

Entonces:

$$\mu_e = F_r / N$$

Para el caso del coeficiente de fricción dinámico se aplicó el mismo dispositivo, pero a los frutos evaluados les fue provocado un golpe inicial para ayudar a romper el movimiento.

Ambos coeficientes se determinaron ante diferentes superficies tales como:

- Madera; Goma y Acero.

El tamaño de la muestra fue de 10 frutos en estado verde-maduro (1 día poscosecha).

- Densidad: se toma el peso del fruto con una balanza, se determina el volumen del fruto mediante una probeta graduada por desplazamiento de agua y posteriormente se determina la densidad como la relación entre la masa y el volumen del fruto.
- Peso de la pulpa: se le retira la cáscara al fruto y se pesa sin la misma.
- Peso de la cáscara: se pesa la misma una vez que ha sido separada del fruto.
- Relación pulpa/cáscara: conociendo el peso de la pulpa y el peso de la cáscara se determina la relación entre ambas.
- pH: el valor de pH del filtrado de las muestras de pulpa se determinó utilizando un pH metro.
- Brix: se batió la pulpa de plátano en una licuadora, se filtró y posteriormente se determinó los grados Brix mediante un refractómetro.
- Acidez titular total: la acidez titular del filtrado de las muestras de pulpa se determinó mediante análisis volumétrico con hidróxido de sodio de la muestra hasta el punto final de fenolftaleína y luego se calculó el ácido predominante como ácido málico.
- Daños mecánicos por impacto: se procedió mediante dos protocolos diferentes. En el primer caso. Se seleccionó un grupo de frutos (15) al azar de la muestra previamente seleccionada; con posterioridad se tomó un peso o masa constante igual a 10,8 g, entonces se procedió a dejar caer la misma de una altura constante igual a 1,10 m sobre cada una de las muestras.

Las muestras para la investigación fueron tomadas al azar de la primera y segunda mano del racimo de banano seleccionado. Estas fueron subdivididas en dependencia de su estadio poscosecha a razón de tres frutos (con 1, 3, 6 y 9 días posteriores a su cosecha). Un grupo de tres frutos fue mantenido durante nueve días en condiciones controladas de almacenamiento (refrigeración) para comparar su comportamiento respecto al primer grupo.

En el segundo caso se dejaron caer los bananos seleccionados (15), de una masa promedio de 500 g, sobre diferentes superficies (acero, goma y madera) a una altura constante de 1,10 m. Estas experiencias fueron con el objetivo de determinar una frontera mínima y máxima respecto a los daños mecánicos por impactos en este fruto.

Para la determinación de los daños mecánicos por impactos, bajo los dos protocolos utilizados, se procedió a comprobar en cada una de las muestras los siguientes parámetros:

- Energía de impacto
- Área de la magulladura
- Volumen de la magulladura
- Susceptibilidad a los daños por impacto

### Energía de impacto (E)

$$E = m \cdot g \cdot h \text{ (Joules)}$$

Donde:

m- masa del cuerpo que impacta (kg)

g- constante gravitacional ( $\text{ms}^{-2}$ )

h- altura de caída de la masa (m)

### Área de la magulladura (A)

$$A = \pi \cdot (d/2)^2 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Donde:

d- diámetro de magulladura (m)

### Volumen de la magulladura (V):

$$V = A \cdot r/2 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Donde:

r- profundidad de la magulladura (cm)

Las principales características del racimo y de la fruta de banano durante la cosecha se exponen en los trabajos realizados por Dadzie and Orchard (1997) y por Martínez (2012).

En este trabajo se analizaron algunas de las características y cualidades de la fruta de banano (*Musa spp.*) durante la cosecha y poscosecha.

Se parte de ciertos criterios tales como: fecha de la cosecha, tiempo de almacenamiento, temperatura y humedad durante el almacenamiento y tipo de almacenamiento.

### Cantidad de muestras investigadas

Para el cálculo del tamaño de la muestra se realizó un pre-experimento con un total de 15 frutos tomados al azar (cosechados con una madurez técnica, verde maduro). El tamaño de la muestra se calculó utilizando el criterio de Student, reportado en Carballo y Prado (1980):

$$n = (t^2 \cdot \sigma^2) / \Delta^2 \quad \text{ec.7}$$

Dónde:

n- tamaño de la muestra

$t^2$ - criterio de Student

$\sigma^2$  - desviación media cuadrática

$\Delta^2$  - error de la media

El tamaño de la muestra se determinó calculado para un error de la media menor de 5 % y con un nivel de significación de 0,10.

Los ensayos de densidad, se realizaron empleando la siguiente ecuación:

$$\delta = m / v \quad \text{ec.8}$$

Dónde:

$\delta$  - densidad ( $\text{g/cm}^3$ ).

m- masa de la muestra (g).

v- volumen que ocupa la muestra ( $\text{cm}^3$ ).

En este caso se determinó la masa de la fruta (pulpa+cáscara); así como el volumen de agua desplazada por las mismas dentro de una probeta graduada. Este procedimiento se realizó por triplicado, tomándose la media de las mediciones. Se utilizó una balanza analítica Denver, modelo SI-234, con precisión de 0,0001 g.

Para la determinación del pH, se empleó un medidor de pH (portátil 315I). Este análisis, así como los referidos a: % de humedad, % de materia seca, acidez titular total, y brix se efectuaron en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas.

Por último se evaluó la vida verde o de almacenamiento de los frutos de la siguiente forma:

Se tomaron 15 frutos de la muestra inicial de 30, se colocaron sobre una mesa de madera en un local (habitación) de las siguientes dimensiones:

Largo = 4,00 m; Ancho = 4,00 m; Alto = 2,70 m.

Este local está ventilado de forma natural a través de puertas y ventanas, con techo de cubierta rígida (placa). Bajo estas condiciones se mantuvo a temperatura y humedad ambiental, durante el tiempo necesario para la maduración total de los frutos.

Se controló temperatura y humedad durante los días evaluados para la determinación de la vida verde (vida de almacenamiento) de los frutos.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la comparación estadística referidos a los sólidos solubles totales, se muestran en la figura 2. Los mayores valores se presentaron en los frutos con nueve días posteriores a la cosecha, con diferencias estadísticas significativa ( $p$ -valor = 0,0104) respecto al resto de las muestras medidas en la evolución poscosecha. Este parámetro se comportó de acuerdo con lo reportado por Martínez, 2012, quien afirma que durante la

maduración de los bananos el contenido de sólidos solubles totales aumenta.

En los resultados obtenidos referidos al pH, se presentaron los valores que se aprecian en la figura 3. Se puede apreciar que en el segundo y tercer día se presentaron los valores más altos con diferencias estadísticas del resto de la muestras para un  $p$ -valor= 0,008. A estas derivaciones también llegaron, quienes afirman que el pH se ve influenciado por el estado de madurez de los frutos, un incremento en el estado de madurez ocasiona un aumento en el pH. Los valores de pH brindan la medida de acidez de un producto.

En los resultados obtenidos de la comparación estadística referidos a la acidez titular, se presentaron los valores que se aprecian en la figura 4. Se puede apreciar que existieron diferencias estadísticas entre todos los grupos establecidos para un  $p$ -valor= 0,008, donde la muestra del primer día posterior a la cosecha se presentó con el promedio más alto, debido a que la fruta se cosechó con un grado de madurez técnica (verde maduro). Este parámetro se comportó de acuerdo a la reportado por Dadzie *et al.* (1997); Campuzano *et al.* 2010) y (Martínez, 2012), los cuales plantean que los ácidos orgánicos en los tejidos de la pulpa de la mayoría de los cultivares de banano, disminuyen durante la maduración o a medida que la maduración progresa.

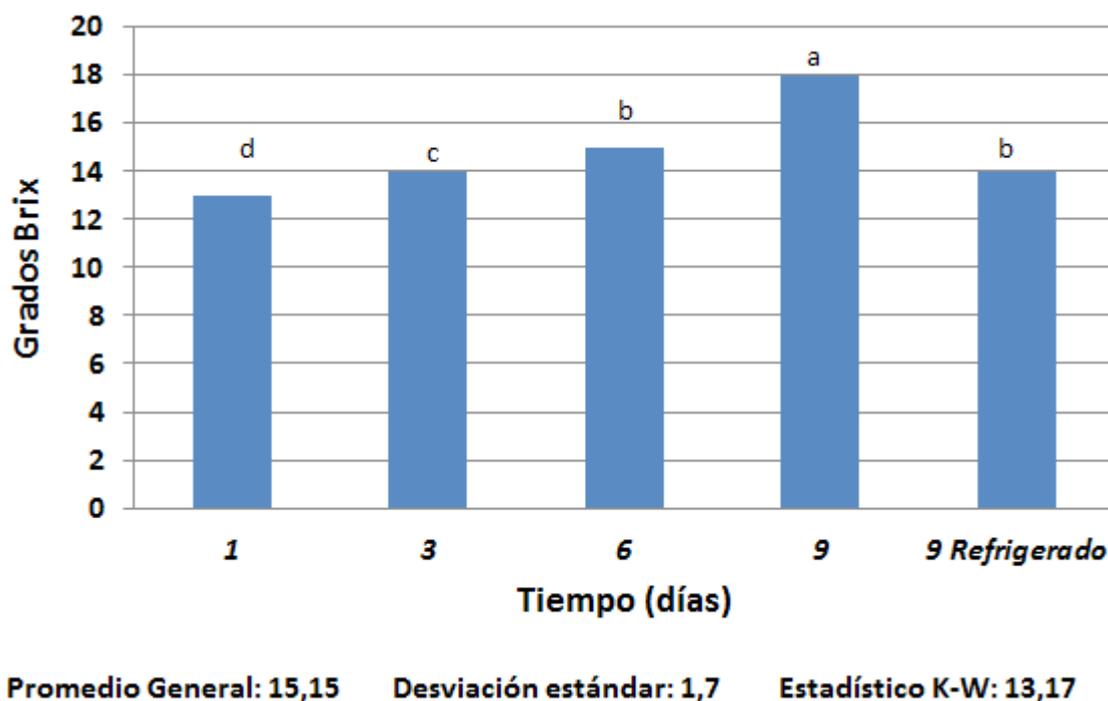


Figura 2. Evolución de los sólidos solubles totales

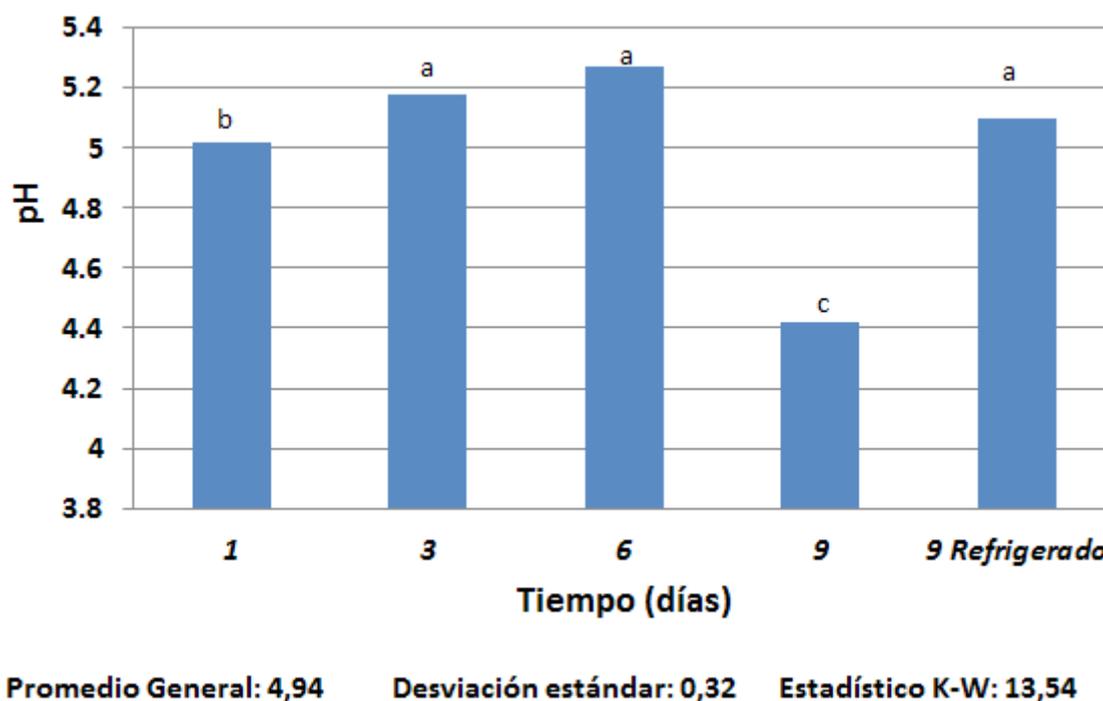


Figura 3. Evolución del pH

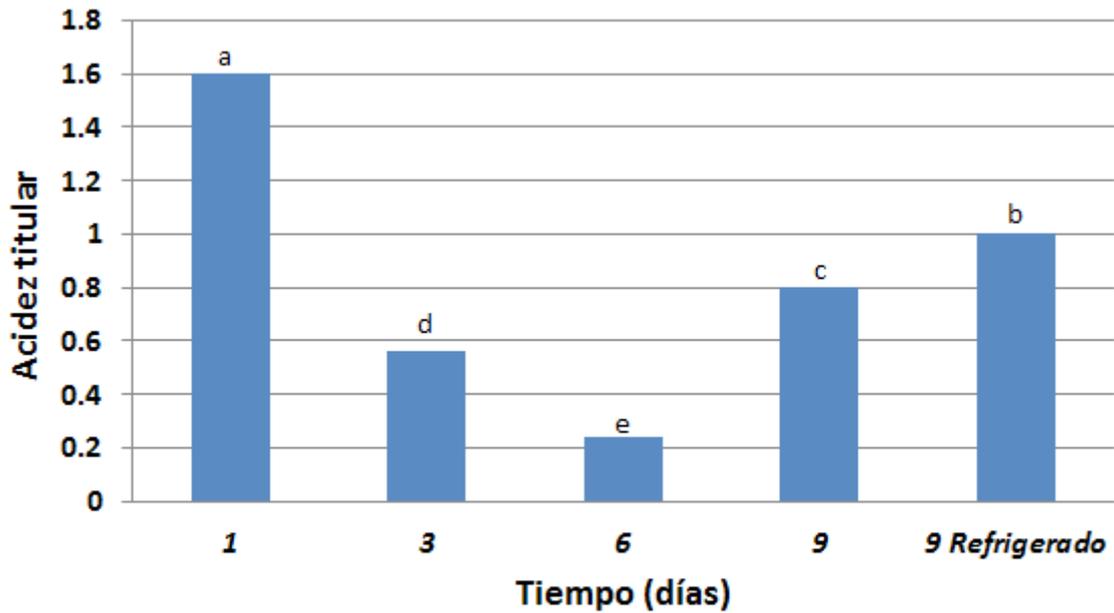
Respecto al contenido de humedad se puede observar que las muestras refrigeradas mantienen sus propiedades similares a los días 1, 3 y 6 poscosecha, según se observa en el gráfico 5. A los 9 días se presentan los valores más bajos del porcentaje de humedad de la cáscara con diferencias significativas. En tanto, similar comportamiento se muestra para la materia seca pero en sentido inverso, es decir, las muestras que presentaron mayor contenido de humedad mostraron menor contenido de materia seca, y hubo diferencia significativa. A medida que va madurando el banano se ve más afectado por las variables ambientales que inciden directamente en el proceso de deterioro del producto. Este parámetro se comportó de acuerdo a lo reportado por Dadzie *et al.* (1997) y Martínez (2012), los cuales plantean que la tasa de respiración se incrementa a medida que madura el fruto, el contenido de humedad de la cáscara disminuye, mientras que el de la pulpa aumenta, debido a que la cáscara pierde agua liberándola tanto a la atmósfera, como a la pulpa. La evaluación del contenido de materia seca podría brindar información útil sobre las diferencias en el contenido de humedad entre los híbridos de bananos y sus progenitores.

Los resultados obtenidos relativos a los coeficientes de fricción estático y dinámico se presentan en la figura 6.

Del análisis de esta figura, se puede observar que ante superficies de madera, goma y acero, los bananos presentan coeficientes dinámicos inferiores a los coeficientes estáticos. Por otra parte, los valores mayores obtenidos de estos coeficientes se presentan en la superficie de goma, lo cual es un resultado esperado debido a la adherencia de los bananos ante esta superficie.

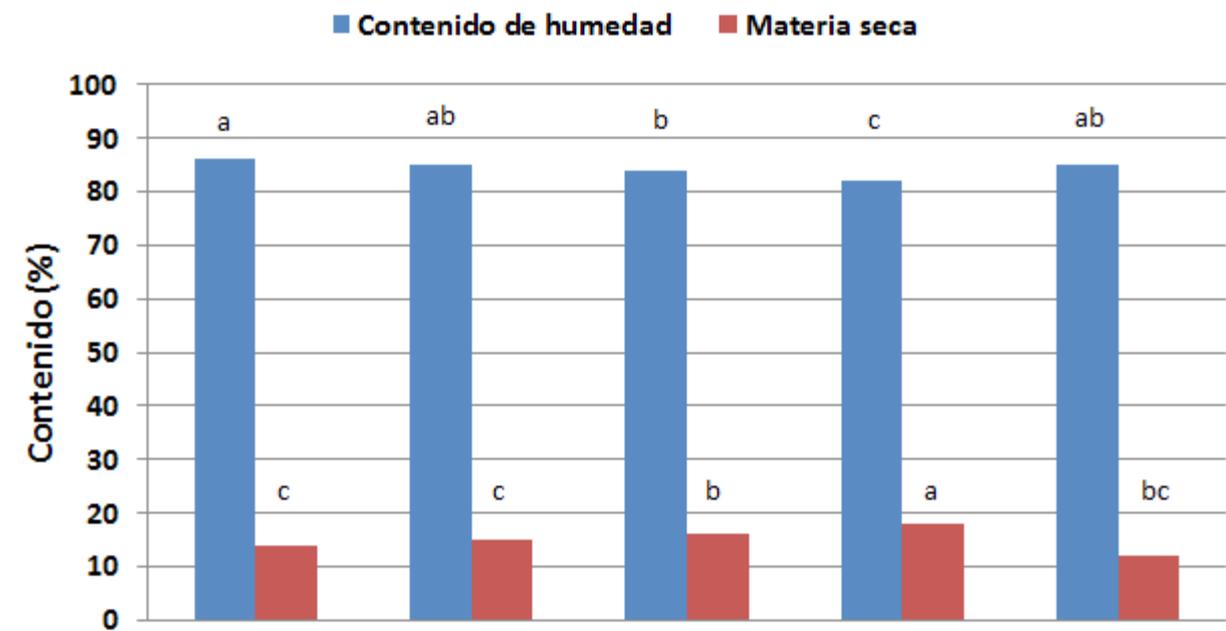
Los resultados obtenidos de los daños por impacto, se presentan en la tabla 1, donde se muestra el comportamiento de los daños por impacto a diferentes alturas (0,90 – 1,10 m), con unas energías de impacto que varían desde 105,94 (J) hasta 116,54 (J). Aquí se evidencian las diferencias estadísticas entre los promedios de todas las variables analizadas obteniéndose los mayores valores para la muestra con la altura de 1,10 m. Este resultado induce que las diferencias de altura repercuten de forma significativa en los daños que se le puedan provocar al fruto durante su manipulación para el transporte y almacenamiento.

En la tabla 2, se refleja el comportamiento de los frutos impactados sobre tres superficies (acero, madera, goma). Para esta última evaluación se utilizó la propia masa de los frutos impactados, siendo estas masas muy similares, ya que se obtuvieron de las segundas manos de cada racimo.



Promedio General: 0,90      Desviación estándar: 0,51      Estadístico K-W: 13,52

Figura 4. Resultados obtenidos referidos a la acidez titulador total



Humedad - Promedio General: 84,45      Desviación estándar: 1,62      p-valor: 0,01  
 Materia Seca - Promedio General: 15,54      Desviación estándar: 1,63      p-valor: 0,017

Figura 5. Contenido de humedad y materia seca de la cáscara

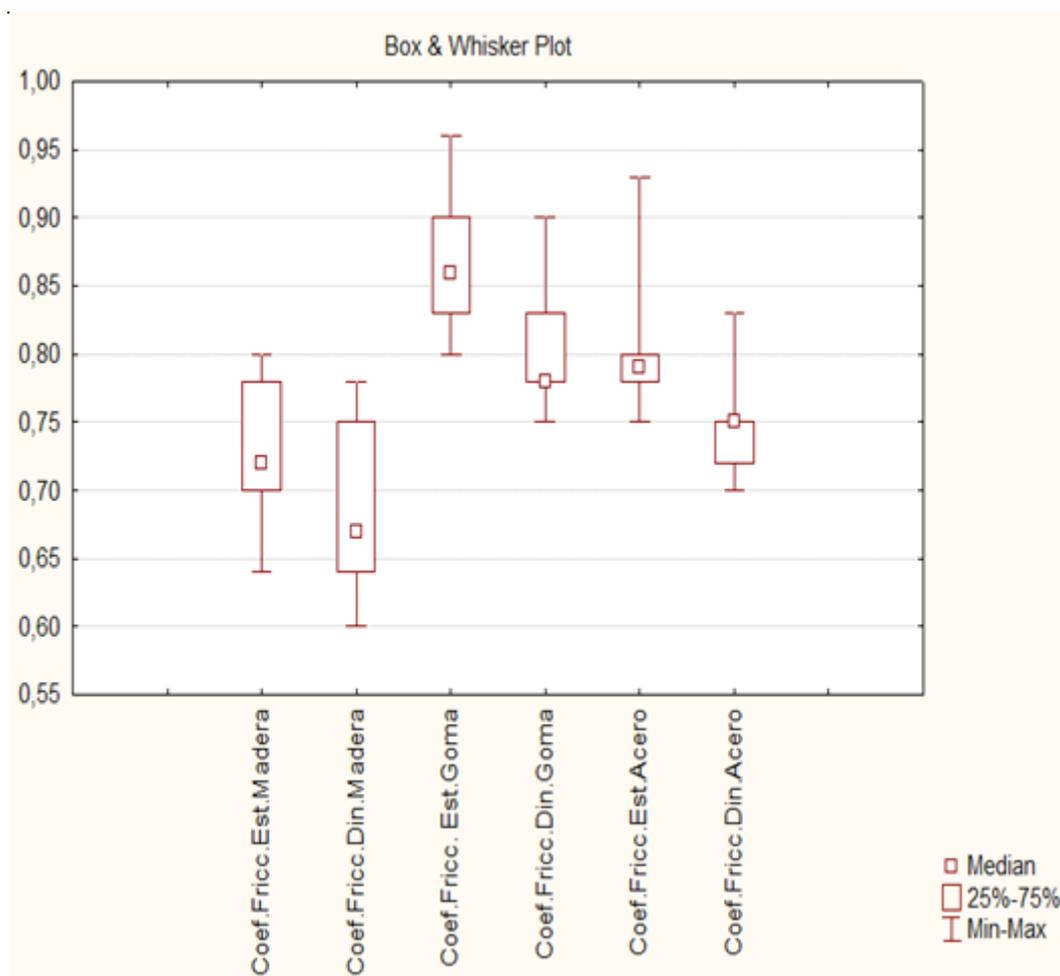


Figura 6. Análisis estadístico de los coeficientes de fricción estático y dinámico

La evaluación de la susceptibilidad de la fruta a daños mecánicos puede suministrar información sobre el potencial de manipulación y almacenamiento del fruto o del cultivar, además de ser imprescindible en el diseño del empaque y del material de empaque para el producto.

La tabla 3 muestra las variables longitud, circunferencia, grosor de la cáscara, grosor de la pulpa y la relación pulpa/cáscara de las muestras analizadas, las cuales no tuvieron diferencias significativas, se comportaron según lo esperado coincidiendo con otras investigaciones realizadas, referenciadas por Arrieta, *et al.* (2006) y Kader, (2014).

La vida verde (vida de almacenamiento) de los frutos se comportó de la siguiente forma: el 90 % de la muestra para este ensayo presentó maduración total a los 6 días. Las condiciones de temperatura y humedad relativa dentro del local fueron las siguientes:

Temperatura = 32,4 °C (valor medio)

Humedad relativa = 75,3 % (valor medio)

## CONCLUSIONES

1. Los frutos que se mantuvieron en condiciones de refrigeración (9 días) posterior a la cosecha mantuvieron similitud en sus propiedades químicas con los evaluados en los días 3 y 6. Esto reafirma la validez e importancia de conservar los productos bajo parámetros de refrigeración controlados.

2. Los parámetros químicos (pH, sólidos solubles totales y acidez titular total) mostraron cambios significativos durante los días posteriores a la cosecha.

3. Los daños mecánicos obtenidos por caída libre de la fruta aumentan dependiendo de las superficies de contacto, los valores alcanzados en la superficie de acero fueron superiores, mostrando diferencias significativas con los obtenidos en las superficies de goma y madera.

4. Energías de impacto igual o superior a 105,94 Joule provocan daños en la pulpa o masa a esta variedad de banano.

**Tabla 1. Resultados estadísticos de la comparación de las variables respecto a los daños por impacto en las frutas evaluadas a diferentes alturas**

Altura (m)	Susceptibilidad	Área de la magulladura (cm <sup>2</sup> )	Volumen de la magulladura (cm <sup>3</sup> )
0,90	0,00696 <sup>b</sup>	1,116 <sup>b</sup>	6,33 <sup>b</sup>
1,10	0,01143 <sup>a</sup>	1,673 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>
Media general	0,006	1,39	0,7341
Desviación estándar	0,0018	0,353	0,181
p-valor	0,04	0,0001	0,009

**Tabla 2. Resultados del comportamiento del banano sobre las superficies impactadas**

	Energía impacto (J)	Susceptibilidad	Área de la magulladura (cm <sup>2</sup> )	Volumen de la magulladura (cm <sup>3</sup> )
Acero	1437,29a	0,0117	18,57a	17,204a
Goma	1354,20b	0,0079	13,107b	11,559b
Madera	1406,02ab	0,0096	14,680b	12,450b
Media general	1399,07	0,0097	15,49	13,72
Desviación estándar	80,61	0,0035	3,57	4,97
p-valor	0,02	0,04	0,001	0,01

**Tabla 3. Propiedades físicas de los bananos**

Parámetro evaluado	Valor mínimo	Valor máximo	Valor medio
Longitud (mm)	190	227	208,5
Circunferencia (mm)	100	125	112,5
Grosor de la cáscara (mm)	2	3	2,5
Grosor de la pulpa (mm)	31	37	28,5
Relación pulpa/cáscara	1,2	2,5	1,85

5. La vida verde promedio (almacenamiento) de esta variedad de bananos es de 6 días para las condiciones climáticas enunciadas con anterioridad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cuba. Anuario estadístico de Cuba, 2013. Editorial ONE (Oficina Nacional de Estadísticas). La Habana, Cuba. 2013, 439 p.
2. Arrieta, A. J.; Barquero, U.M. y Barrera, J.L. Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano "Papocho" (*Musa ABB Simmonds*), *Agronomía Colombiana*, 24 (1): 48-53, 2006.
3. Bermúdez C.T.C. Determinación de los parámetros físicos-químicos y mecánicos del banano (*Musa spp.*) para un óptimo manejo poscosecha.

- Tesis de Ingeniero Agrícola. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara, Cuba. 2015, 45 p.
4. Carballo M; Prado L. Biestadística, Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba. 1980, 236 p.
5. Campuzano A.; Cornejo, F.; Ruiz, O. y Peralta, E. Efecto del Tipo de Producción de Banano Cavendish en su Comportamiento Poscosecha. RTE, 23 (2): 41-48, 2010.
6. Cuba. Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable (ISO 750: 1998, IDT), La Habana, Cuba. 2001, 7 p.
7. Cuba. Productos de frutas y vegetales. Determinación del pH (ISO 1842: 1991, IDT), La Habana, Cuba. 2001, 6 p.
8. Cuba. Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico (ISO 2173: 1978, IDT), La Habana, Cuba. 2001, 7 p.
9. Dadzie B.K. y Orchard, J.E. Evaluación rutinaria poscosecha de híbridos de bananos y plátanos. 1997. Guía técnica INIBAP (International Plant Genetic Resources Institute). En sitio web: [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/Routine\\_post-harvest\\_screening\\_of\\_banana\\_plantain\\_hybrids\\_\\_Criteria\\_and\\_methods\\_235\\_ES.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/Routine_post-harvest_screening_of_banana_plantain_hybrids__Criteria_and_methods_235_ES.pdf) Consultado el 14 de marzo de 2016.
10. Chávez, J. F. Estudio de la densidad de plantación del plátano Vianda “Clon CEMSA 3-4” en el peniplano Camagüey-Tunas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara, Cuba. 1988, 57 p.
11. Kader, A. A. Recomendaciones para Mantener la Calidad Poscosecha 2014. En sitio web: [http://postharvest.ucdavis.edu/frutasymelones/Banano\\_PI%C3%A1tano/](http://postharvest.ucdavis.edu/frutasymelones/Banano_PI%C3%A1tano/) Consultado el 14 de marzo de 2016.
12. Martínez, H. C. y Mollineda, T. A. Estudio de algunas propiedades físico-mecánicas en el plátano burro (*Musa ABB*). Jardín Botánico Nacional, del 4 al 5 de Abril, 2003. La Habana, Cuba. 12 p.
13. Martínez, H. C. Fundamentos del manejo y tratamiento poscosecha de productos agrícolas. Editorial Universitaria Félix Varela, La Habana, Cuba. 2012, 212 p.
14. Siveiras, J. A. Teoría y cálculo de máquinas agrícolas. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1982, 420 p.

---

Recibido el 3 de septiembre de 2015 y aceptado el 17 de marzo de 2016