

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



NOMBRE DEL SUB-EVENTO
VIII SIMPOSIO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Título

**Propiedades fisico-mecánicas de racimos de banana como objeto de
transportación en cable aéreo**

Title

*Physical-mechanical properties of banana bunches as an object of
transportation aerial cable*

**Pedro A. Valdés Hernández¹; Jorge E. Suárez Hernández²; Arturo Martínez
Rodríguez¹; María V. Gómez Águila³ y Yolanda R. Jiménez Alvarez¹**

¹ Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas. Cuba, E-mail:
pvaldes@unah.edu.cu.

² Universidad de Los Andes (ULA), Núcleo Universitario Rafael Rangel. Venezuela.

³ Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola.
México.

Resumen: El presente trabajo se propone como objetivo determinar las propiedades fisico-mecánicas de racimos de banana como objeto de su transportación en cable aéreo, como parámetros requeridos para el diseño de un sistema de transporte de racimos de banana en zonas montañosas del estado Trujillo, Venezuela. Se realizó un análisis descriptivo de todas las muestras para las propiedades estudiadas obteniendo la media aritmética y las medidas de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación), así como un análisis de varianza del tipo LSD, determinando el p-valor y un análisis de regresión simple y múltiple con el empleo del Statgraphics versión 16. Los resultados obtenidos arrojan que la media aritmética obtenida para el diámetro del raquis ascendió a 5,41 cm, con una desviación estándar de $\pm 0,77$ cm; la longitud de los racimos 63,96 cm, con una desviación estándar de $\pm 14,92$ cm; el diámetro de los racimos ascendió a 33,67 cm, con una desviación estándar de $\pm 2,69$ cm; la masa de los racimos obtenida ascendió

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

a 16,58 kg, con una desviación estándar de $\pm 4,91$ kg; la coordenada **X** del centro de masa de los racimos arribó a 28,84 cm, con una desviación estándar de $\pm 3,78$ cm y el momento de inercia ascendió a $0,13 \text{ kg m}^2$ con una desviación estándar de $\pm 0,11 \text{ kg m}^2$. El mejor modelo ajustado de la relación entre el momento de inercia y la masa de los racimos de bananos fue el método de box – cox con un R^2 de 86,65 %. En cuanto a la relación con el diámetro de los racimos el modelo que mejor se ajustó fue el polinomial con un R^2 de 88,7 %.

Palabras Clave: Diseño; Máquinas agrícolas; Zona montañosa

Abstract: *The objective of this work is to determine the physico-mechanical properties of banana bunches as an object of their transportation in aerial cable, as parameters required for the design of a transport system of banana bunches in mountainous areas of Trujillo State, Venezuela. A descriptive analysis of all the samples was carried out for the properties studied, obtaining the arithmetic mean and the dispersion measurements (standard deviation and coefficient of variation), as well as a variance analysis of the LSD type, determining the p-value and an analysis of simple and multiple regression with the use of Statgraphics version 16. The results obtained show that the arithmetic mean obtained for the diameter of the rachis was 5,41 cm, with a standard deviation of $\pm 0,77$ cm; the length of the clusters 63,96 cm, with a standard deviation of $\pm 14,92$ cm; the diameter of the bunches amounted to 33,67 cm, with a standard deviation of $\pm 2,69$ cm; the mass of the bunches obtained amounted to 16,58 kg, with a standard deviation of $\pm 4,91$ kg; the X coordinate of the center of mass of the clusters arrived at 28,84 cm, with a standard deviation of $\pm 3,78$ cm and the moment of inertia amounted to $0,13 \text{ kg m}^2$ with a standard deviation of $\pm 0,11 \text{ kg m}^2$. The best adjusted model of the relationship between the moment of inertia and the mass of banana clusters was the box-cox method with an R^2 of 86, 65 %. Regarding the relationship with the diameter of the bunches, the model that was best adjusted was the polynomial with an R^2 of 88, 7 %.*

Keywords: Design; Agricultural machines; Mountainous area

1. Introducción

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

La ubicación geográfica le otorga a Venezuela potencialidades para la agricultura tropical, pudiendo obtener altos rendimientos en cultivos de carácter permanente tales como café, cacao, palma aceitera y frutales, o semi-permanentes como caña de azúcar, banano, plátano y yuca (FAO, 2009).

El cultivo de plátanos (*Musa paradisiaca*) y el banano (*Musa cavendish*) en Venezuela representa la mayor actividad frutícola del país con 459 000 t en 2013. La producción se distribuye en diferentes partes del territorio nacional en relación al grado adaptativo del cultivar (Martínez, 2009a). Las zonas de mayor producción de banano están en los estados Aragua, Carabobo, Trujillo, Mérida, Barinas y Yaracuy. Cifras del censo agrícola (Mayo 2007/Abril 2008) señalan que el Estado Mérida es el mayor productor, seguido de Trujillo con una producción de 144 000 t (Martínez, 2009b).

La principal zona bananera del estado Trujillo son monocultivos con fines de exportación, esta se ubica en la planicie aluvial del río Motatán, según cifras del Censo Agrícola representa el 15,75% de la producción; el 84,25% corresponde a la zona media y alta del estado donde por tradición existe la producción agroecológica de bananos, generalmente asociada con el rubro café y cítricos. Los principales municipios productores son Monte Carmelo, Boconó, Trujillo, Escuque y San Rafael de Carvajal. Ramírez *et al.*, (2010) y Lescot, (2013) señalan que el banano de zona alta presenta características idóneas de calidad para la comercialización, pero con la condición de escaso manejo agronómico y en el traslado durante su cosecha, en las plantaciones provocan que la calidad estética de la fruta no sea la más adecuada.

Los bananos cultivados bajo la modalidad de finca patronal y familiar son cosechados de forma manual por una o dos personas, a fin de evitar que los racimos caigan al suelo y se estropeen perjudicando el precio y la calidad final del producto. En la zona de estudio las plantaciones de banano están establecidas a 1 300 msnm de altitud promedio y en terrenos con pendientes elevadas (IGVSB, 1999), lo que dificulta en gran medida las labores de traslado en la cosecha del cambur. La cosecha es una de las últimas operaciones del cultivo de bananos y a la vez un punto clave para obtener la fruta de la calidad deseada en el mercado. El acarreo de los racimos de bananos desde el cultivo hasta el punto donde se prepara para su transportación a los mercados, se hace normalmente en ascenso de forma manual (al hombro) y en animales (mulas y asnos), según Magalhaes *et al.*, (2004). Además el transporte manual de los racimos de banano, dentro

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

de las parcelas, provoca daños físicos a los frutos que comprometen su calidad. Estos daños se producen generalmente por caída y aplastamiento.

No todos los países poseen sistemas para el manejo y transporte de los productos agrícolas recién cosechados, desde la plantación hasta las plantas empacadoras o embarque. El sistema cable vía (transporte por cable aéreo) de la plantación, es tan importante como el sistema de riego y drenajes de la plantación, pues de él depende el transporte y la calidad de la fruta. Este método es sin duda la forma más eficiente y económica de transporte de fruta en plantaciones bananeras que se ha desarrollado en los últimos años (Soto, 2008).

Por otro lado durante las investigaciones vinculadas con los órganos de trabajo de las máquinas agrícolas en general y en particular en el caso del transporte de racimos de bananos por cable vía, la determinación de las propiedades físico-mecánicas de los productos agrícolas a transportar resulta una etapa indispensable [Parra et al., 2006 y 2007; Valdés et al., 2008], ya que constituyen datos de entrada durante la evaluación de los modelos teóricos elaborados, según Valdés et al., (2018); Valdés y Martínez, (2012), para el cálculo de los diferentes parámetros de diseño, constructivos y de explotación de dichas máquinas.

Investigaciones de dichas propiedades relacionadas con el objeto de estudio han sido realizadas por Martínez y Mollineda, (2003); Ciro et al., (2005); Millán y Ciro, (2012) y Martínez y Bermúdez, (2016), pero dirigidas a los bananos y plátanos burro directamente, no para el caso de los racimos, por otro lado no se investigan las propiedades inerciales.

Tomando en cuenta estos aspectos se plantea como objetivo: Determinar las propiedades físico-mecánicas de los racimos de banana (*Musa cavendish* L.) como objeto de su transportación en cable aéreo, las cuales son requeridas como datos de entrada en los modelos teóricos, con vista al diseño de un sistema de transporte de racimos de bananos en las zonas montañosas del estado Trujillo de Venezuela.

2. Metodología

2.1. Caracterización de la zona experimental

La zona objeto de estudio se encuentra ubicada en el caserío Alto de la Cruz, parroquia Carvajal del municipio San Rafael de Carvajal del estado Trujillo en Venezuela. Las muestras fueron obtenidas de cuatro cosechas de bananos variedad Cavendish correspondientes a los meses de noviembre 2012, enero 2013, febrero 2013 y abril 2015, en las cuatro cosechas realizadas se obtienen 36, 22, 26 y 14 racimos respectivamente, para un total de 98 racimos cosechados. El

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

relieve de los suelos es montañoso con altitudes que van desde los 800 hasta 1 400 m.s.n.m y con una pendiente promedio de 53,84 %, lo que equivale a un ángulo de inclinación de 24°. La finca está conformada de forma general por dos parcelas (A y B), las cuales ocupan un área de 2,5 y 1,30 ha respectivamente, como se aprecia en el levantamiento topográfico planialtimétrico (Figura 1a). La función del sistema consiste en transportar la carga en la trayectoria indicada desde la parte más baja (punto 1) hasta la vía de acceso (punto 2) donde se realiza el embarque del producto (Figura 1b).

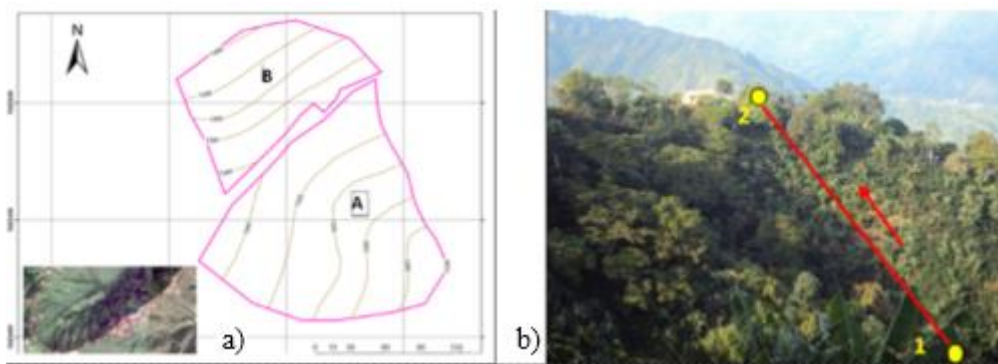


FIGURA 1. a) Levantamiento topográfico, b) Distribución del cultivo en la finca

2.2. Materiales y métodos para la determinación de las características dimensionales.

-Diámetro del raquis (d_r). Asumiendo que la geometría de la sección transversal del raquis es aproximadamente circular se calculó el diámetro del raquis midiendo el perímetro (p_r) en el primer anillo del mismo con una cinta métrica de 100 cm de longitud y una precisión de 1 mm como se indica en la Figura 2a. El diámetro (d_r) se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$p = \pi \cdot d_r, [m] \quad (1)$$

-Longitud de los racimos (L_r). Se midió con el uso de una cinta métrica de 100 cm de longitud con una precisión de 1mm, desde el último clúster o mano hasta el primer anillo del raquis, como se ilustra en la Figura 2b.

-Diámetro de los racimos (D_r). Se midió el perímetro (P_r) en tres secciones del racimo (parte superior, central e inferior), con una cinta métrica de 100 cm de longitud y precisión de 1 mm, según Figura 2c. A estos resultados se le determinó la media aritmética total para las tres secciones estudiadas. El cálculo del diámetro se realizó de forma similar al diámetro del raquis.

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

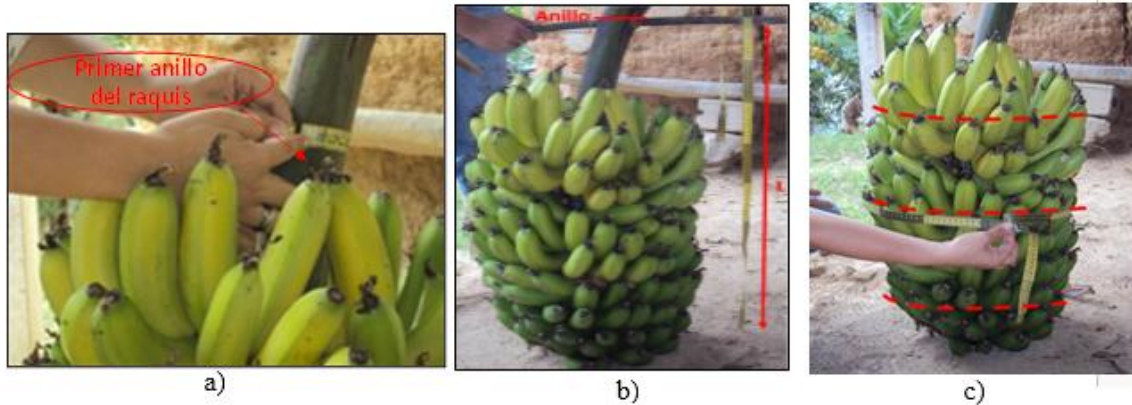


FIGURA 2. Forma de medición de las características dimensionales. a) Perímetro del raquis, b) Longitud y c) Diámetro de los racimos.

2.3. Materiales y métodos para la determinación de las propiedades inerciales

-Masa de los racimos (m_r). Se determinó utilizando una balanza digital con capacidad para 40 kg y una precisión de 0,01 kg, según se ilustra en la Figura 3. El peso de los racimos se calculó a partir de la masa mediante la siguiente expresión $W_r = m_r \cdot g$ siendo $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

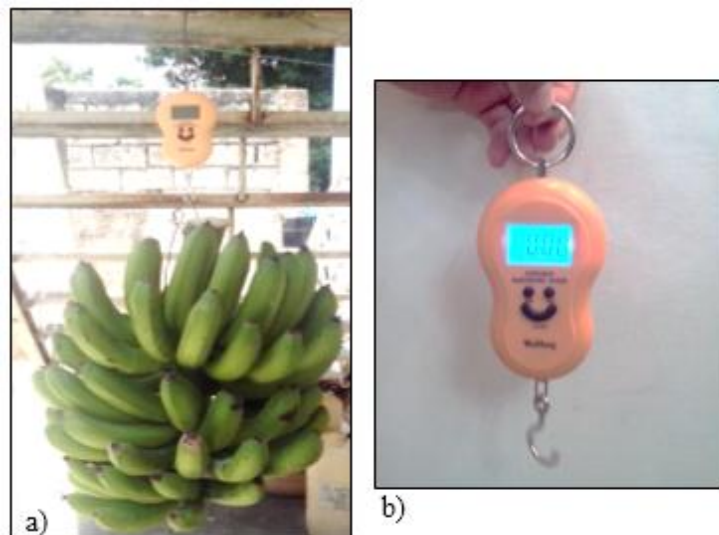


FIGURA 3. Forma de medición de la masa. a) Colocación del racimo en la balanza; b) Balanza digital empleada

-Centro de masa. Se soportó el racimo sobre un gancho rígido de acero y se fue desplazando hasta lograr la horizontalidad y verticalidad del mismo comprobándola a partir de un nivel de burbuja y dos guías de madera, como se muestra en la Figura 4. En esta posición se midieron las coordenadas X_c y Y_c con respecto al punto O ubicado en el extremo izquierdo del raquis (eje Y)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

y en la parte inferior del racimo (eje X) verticalmente con un nivel de burbuja coordenadas (x,y). La coordenada Y_C se calculó a partir del diámetro mediante la siguiente expresión $Y_C=D_r/2$.

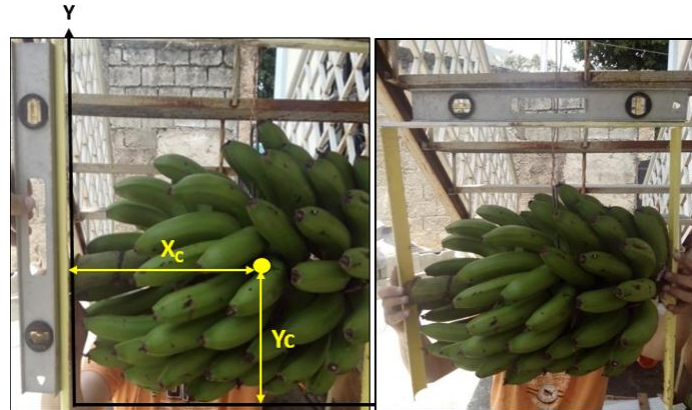


Figura 4. Sistema para la determinación de las coordenadas del centro de masa de los racimos de bananos. a) Sistema de referencia de las coordenadas X,Y y verticalidad. b) Horizontalidad de los racimos.

-Momento de inercia. Para la determinación de esta propiedad se parte de la investigación realizada por Valdés, 2008 y Valdés et al., 2009, tomando los criterios expuestos en su tesis doctoral y durante la determinación de la energía específica para corte de tallos de caña. Para calcular este parámetro, resulta necesario conocer la constante elástica del alambre pendular. Por lo que se utiliza el método del péndulo ó alambre torsional (alambre acerado de 0,0025 m de diámetro y 1 m de longitud), se le coloca un cilindro con momento de inercia conocido, sujeto a un extremo del alambre y al centro del cilindro en posición horizontal, para calcular este parámetro se utilizó la siguiente ecuación, según Beer et al., 2007:

$$I_y = \frac{m}{12}(3r^2 + L^2), \text{ [kg m}^2\text{]} \quad (2)$$

Dónde:

I_y - momento de inercia conocido de un cilindro; kg m²

L- longitud del cilindro; m

m- masa del cilindro; kg

r- radio del cilindro; m

El período de las oscilaciones libres torsionales (p, s) se determina girando el cilindro 90 grados con respecto a la posición de equilibrio del péndulo torsional y se mide el tiempo en 10

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

oscilaciones con un cronómetro digital de una precisión de 0,01 s, Figura 5a, determinándose la constante elástica torsional del alambre por la siguiente expresión:

$$K = I_y(2\pi f)^2, \left[\frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}\right] \quad (3)$$

Dónde:

K –Constante elástica torsional del alambre; Nm/rad;

I_y –Momento de inercia conocido del cilindro, kg m^2 ;

f –Frecuencia de las oscilaciones libres, s^{-1} .

Conociendo que:

$$f = \frac{1}{p}, [\text{s}^{-1}] \quad (4)$$

Posteriormente se toma dicho alambre y se une al racimo de bananos por su parte superior (raquis), según Figura 5b, luego se mide el período de oscilaciones libres del sistema, y se determina el momento de inercia del sistema por la siguiente expresión:

$$I_y = \frac{k}{(2\pi f)^2}, [\text{kg m}^2] \quad (5)$$

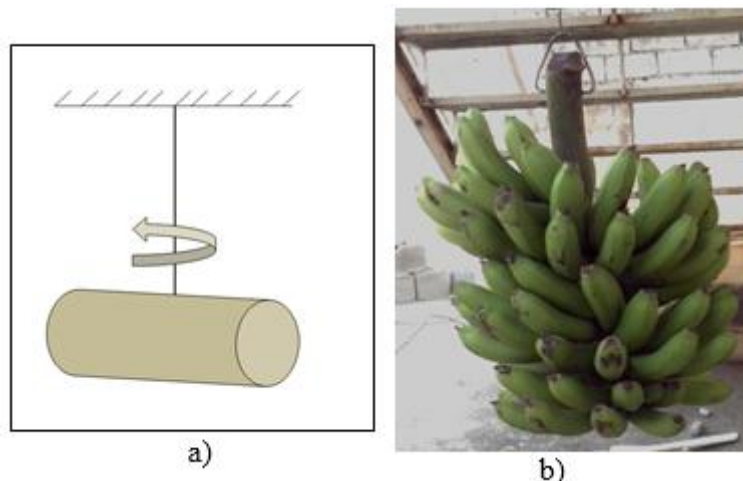


Figura 5. a) Esquema para la determinación de la constante elástica torsional del alambre, b) Colocación de racimos de bananos

Procesamiento estadístico de los datos primarios. Se realizaron cuatro toma de muestras de racimos en las cuales se midió: perímetro del raquis, longitud, perímetro, masa, e inercia de los racimos y se realizó un análisis descriptivo de todas las muestras de forma independiente, con la determinación de las medidas de tendencia central (media aritmética) y las medidas de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación). Además se realizó un análisis de varianza del

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

tipo LSD, determinando el p-valor entre las cuatro cosechas realizadas, para identificar si existen diferencias significativas entre las medias.

Por otro lado se aplicó el método de regresión simple y múltiple para determinar la dependencia del momento de inercia en función de la masa y diámetro, finalmente se realizó la prueba t-test determinando el nivel de significación en el modelo de regresión simple y múltiple. Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó el software Microsoft Excel versión 2013 y Statgraphics versión 16.

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados de la determinación de las características dimensionales.

En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis descriptivo realizado al diámetro de raquis, longitud y diámetro de los racimos. La media aritmética obtenida del diámetro de raquis para las 4 cosechas ascendió a 5,40 cm, con una desviación estándar de $\pm 0,77$ cm y un coeficiente de variación de 14,25 %, de aquí se infiere que la dispersión de los datos se considera adecuada ya que no supera el 15 % de variación con respecto a la media. El análisis de varianza simple realizado al comparar las cuatro cosechas indicó que no existen diferencias significativas entre las medias del diámetro del raquis, puesto que el p-valor es de 0,6123 mayor a 0,05, esto explica además la homogeneidad de este parámetro en las cosechas realizadas.

Tabla 1. Parámetros estadísticos del diámetro del raquis, longitud y diámetro de los racimos

Estadígrafo	dr	Lr	Dr
Media aritmética, cm	5,40	63,96	33,67
Desviación estándar, cm	0,77	14,92	2,69
Coefficiente de variación, %	14,25	23,33	7,99

La media aritmética obtenida en el diámetro de los racimos para las 4 cosechas ascendió a 33,67 cm, con una desviación estándar de $\pm 2,69$ cm y un coeficiente de variación de 7,99 %, lo cual considera que la dispersión de los datos es adecuada ya que no supera el 15 % de variación con respecto a la media.

El análisis de varianza simple realizado al comparar el diámetro de las cuatro cosechas realizadas, indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias del diámetro del racimo, puesto que el p-valor es de 0,2182 mayor a 0,05, esto explica además la homogeneidad de este parámetro en las cosechas realizadas.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

La media aritmética obtenida para la longitud de los racimos, en las 4 cosechas ascendió a 63,96 cm, con una desviación estándar de $\pm 14,92$ cm y un coeficiente de variación de 23,33 %, lo que denota una ligera dispersión ya que supera el rango de 15-20 % de variación con respecto a la media. La comparación de la longitud de los racimos para las cuatro cosechas mediante un análisis de varianza simple indicó que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de la longitud, puesto que el p-valor es de 0,0157 menor a 0,05 para un 95 % de confianza. La aplicación de una prueba de múltiples rangos muestra que la longitud de los racimos en la cuarta cosecha difiere de las tres primeras como se observa en la tabla 2. Esta variabilidad puede estar dada por las condiciones climatológicas de la zona, ya que el cultivo es producido en modalidad de secano y antes de la cosecha de los frutos transcurren aproximadamente seis meses, estando influenciada la formación del fruto por las variantes climáticas adversas como las altas temperaturas y la sequía, provocando tamaños irregulares de los racimos de bananos especialmente por la baja en las precipitaciones acumuladas para cuando se cosecha en el mes de abril.

Tabla 2. Prueba de múltiples rangos para la longitud de los racimos.

Longitud, cm	Nº de mediciones	Media, cm	Grupos Homogéneos
Longitud 4	14	52,47	X
Longitud 1	36	65,22	X
Longitud 3	26	65,31	X
Longitud 2	22	67,62	X

3.2 Resultados de la determinación de las propiedades inerciales.

La Tabla 3 muestra los resultados del análisis descriptivo realizado a la masa, las coordenadas (X, Y) del centro de masa y momento de inercia de los racimos. La media aritmética obtenida en la masa de los racimos para las cuatro cosechas ascendió a 16,58 kg, con una desviación estándar de $\pm 4,91$ kg y un coeficiente de variación de 29,65 %, lo que denota una ligera dispersión de los datos ya que supera el 15-20 % de variación con respecto a la media.

La media aritmética obtenida en la coordenada X del centro de masa para la cuarta cosecha ascendió a 28,84 cm, con una desviación estándar de $\pm 3,78$ cm y un coeficiente de variación de

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

13,11 %, por lo cual se considera que la dispersión de los datos es adecuada ya que no supera el 15 % de variación con respecto a la media.

Tabla 3. Parámetros estadísticos de la masa, las coordenadas (X, Y) del centro de masa y momento de inercia de los racimos.

Estadígrafo	Mr, kg	X, cm	Y, cm	I _y , Kg m ²
Media aritmética	16,58	28,84	16,73	0,13
Desviación estándar	4,91	3,78	1,37	0,11
Coefficiente de variación, %	29,65	13,11	8,20	79,39

La media aritmética obtenida en la coordenada Y del centro de masa para la cuarta cosecha ascendió a 16,73 cm, con una desviación estándar de $\pm 1,37$ cm y un coeficiente de variación de 8,20 %, por lo cual se considera que la dispersión de los datos es adecuada ya que no supera el 15 % de variación con respecto a la media.

La media aritmética del momento de inercia de los racimos obtenida, para la cuarta cosecha ascendió a 0,13 kg m² con una desviación estándar de $\pm 0,11$ kg m² y un coeficiente de variación de 79,39 %, lo que denota una alta dispersión de los datos ya que supera el 15-20 % de variación con respecto a la media, esto fue debido a las condiciones climatológicas adversas mencionadas anteriormente.

El análisis de varianza simple realizado al comparar la masa en las cuatro cosechas indicó que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las masas de los racimos, puesto que el p-valor es de 0,000 menor a 0,05, para un nivel de confianza del 95 %. La aplicación de una prueba de múltiples rangos muestra que la masa de los racimos en la cuarta cosecha difiere de las tres primeras como se observa en la Tabla 4, esto es producto de la variabilidad climática mencionada anteriormente.

Tabla 4. Prueba de múltiples rangos de la masa de los racimos

Masa, kg	Nº de Mediciones	Media, kg	Grupos Homogéneos
Masa 4	14	10,01	X
Masa 1	36	17,18	X
Masa 3	26	17,84	X
Masa 2	22	18,28	X

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

-Relación del momento de inercia en función de la masa de los racimos.

El análisis de regresión mostró que el método de box – cox realiza el mejor ajuste de ambas variables, con un coeficiente de correlación de 93 %, un valor de R^2 de 86,65% superior al 75% y un error estándar de 0,023, según se muestra en la Figura 6, todo lo cual indica que existe una dependencia funcional fuerte entre ambas variables. Este método realiza transformaciones en los datos primarios de manera que se garantiza que el error cuadrático sea mínimo, a partir de la siguiente ecuación lineal.

$$I_y = 0,693286 + 0,0153322m_r \quad (6)$$

Obteniéndose la siguiente ecuación transformada:

$$I_y = 1 - \left[\frac{I_y^{-1,56}}{(0,56 * 0,114316^{-1,56})} \right] \quad (7)$$

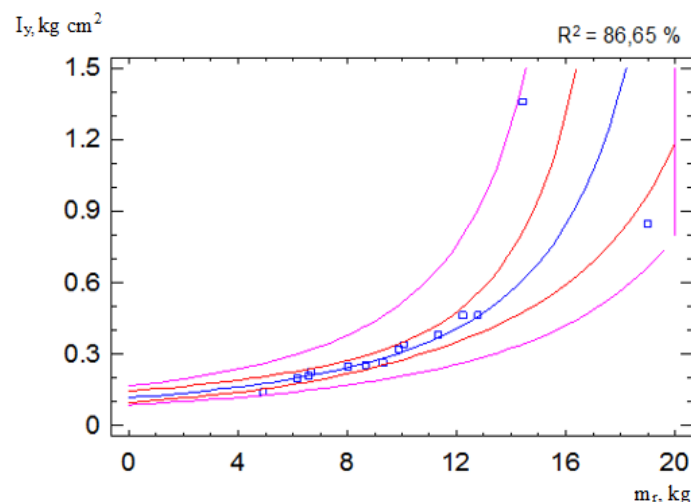


Figura 6. Modelo ajustado por el método de box – cox, entre el momento de inercia y la masa de los racimos de bananos.

-Relación del momento de inercia en función del diámetro de los racimos.

El análisis de regresión realizado entre las variables mencionadas arrojó que el modelo polinomial realiza el mejor ajuste, obteniéndose un valor de correlación de 1,37, error estándar de 0,11 y un R^2 de 88,77%, según se muestra en la Figura 7, además se obtuvo un p-valor de 0,012 menor a 0,05, todo lo cual indica que existe una dependencia funcional fuerte y una relación estadísticamente significativa entre el momento de inercia y el diámetro de los racimos con un nivel de confianza del 95%, obteniéndose la siguiente ecuación:

$$I_y = 2.6296 - 0.182062D_r + 0.00322811D_r^2 \quad (8)$$

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

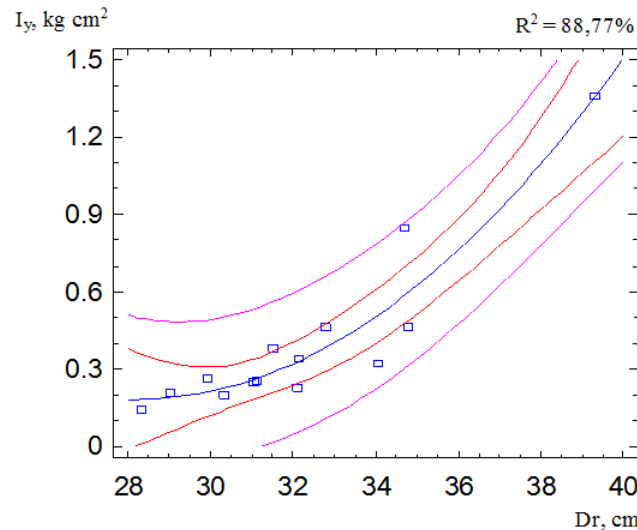


Figura 7. Modelo polinomial ajustado entre el momento de inercia y el diámetro de los racimos de bananos.

4. Conclusiones

En cuanto a las características dimensionales:

-El diámetro promedio del raquis para las cuatro cosechas es de 5,40 cm con un coeficiente de variación de 14,25 %, el diámetro promedio de los racimos para las cuatro cosechas es de 33,67 cm con un coeficiente de variación de 7,99 %, lo que evidencia una baja variabilidad de los datos obtenidos para ambos casos; la longitud promedio de los racimos para las cuatro cosechas es de 63,6 cm con un coeficiente de variación de 23,33 %, que evidencia una ligera dispersión de los datos obtenidos.

En cuanto a las propiedades inerciales:

-La masa promedio de los racimos para las cuatro cosechas es de 16,58 kg con un coeficiente de variación de 29,65 %, lo que evidencia una ligera dispersión de los datos obtenidos;

-La coordenada (X, Y) del centro de masa es de 28,84 y 16,73 cm, con coeficientes de variación entre 13,11 y 8,20 % respectivamente, por lo cual se considera que la dispersión de los datos es adecuada;

-El momento de inercia promedio obtenido fue de 0,13 kg m² y se realizó un análisis de regresión que relacionó esta propiedad con la masa a través del método de Box-cox con un 93 % de correlación y un R² de 86,65 %. En cuanto a la relación con el diámetro de los racimos el modelo que mejor se ajustó fue el polinomial con un valor de R² de 88,7 %, en ambos casos R² es superior

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

al 75 %, esto indica que hay una fuerte dependencia entre las variables, para ambos casos, dichos modelos se pueden utilizar para la predicción del momento de inercia;

-Las propiedades físico-mecánicas (dimensionales e inerciales) obtenidas de los racimos de bananos variedad *Cavendish*, son requeridas como datos de entrada a los modelos teóricos, con vista al diseño de un sistema de transporte por cable vía de dichos racimos, para la zona montañosa del estado Trujillo de Venezuela.

5. Referencias bibliográficas

1. BEER, F. P.; JOHNSTON, E. R.; EISENBERG, E. R.; CLAUSEN, W. E.: *Mecánica vectorial para ingenieros*, no. ser. 968–422–565–2. 04–A1 LU. CG–12., Ed. MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. Inc., U.S.A, México, México, 2007, ISBN: 13:978-970-6103-9.
2. CIRO-VELÁSQUEZ, H. J.; MONTOYA-LÓPEZ, M. L.Y MILLÁN-CARDONA, L. DE J. Caracterización de propiedades mecánicas del banano (Cavendish Valery). Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 58 (2): 2975-2988, 2005, ISSN electrónico 2248-7026, ISSN impreso 0304-2847. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24254>, [Consulta: 15 de febrero de 2019].
3. FAO: *Venezuela nota de análisis sectorial, Agricultura y Desarrollo Rural*, [en línea], 2009, Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/ak170s/ak170s00.htm>, [Consulta: 5 de julio de 2017].
4. IGVSb: *Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar, Cartografía Nacional, No. Caracas*, [en línea], 1999, Disponible en: <http://www.igvsb.gob.ve/>, [Consulta: 15 de julio de 2017].
5. LESCOT, T.: *Sistemas de producción de bananos y plátanos en el mundo.*, [en línea], XX Reunión Internacional da Associação para a Cooperação Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos), Fortaleza, Brazil, 2013, Disponible en: http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/AGROFORESTERIA/SISTEMAS.pdf, [Consulta: 8 de junio de 2017].
6. MAGALHÃES, M.J.M. de; ABRAHÃO, R.F.; LEAL, P.A.M.: “Manual transportation within the plot and physical damages to bananas”, *Scientia Agricola*, 61(1): 32–35, 2004, ISSN: 0103-9016.
7. MARTÍNEZ, G.: “Situación nacional de las Musáceas”, *Producción Agropecuaria*, 2(1): 31–44, 2009a.
8. MARTÍNEZ, G.: *Situación nacional de las musáceas*, [en línea], Primer Simposio Internacional de Plátano y Banano, Santa Bárbara de Zulia-Venezuela. Instituto nacional de investigaciones agrícolas INIA-CENIAP, Maracay-Venezuela, 2009b,

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Disponible en: <https://www.researchgate.net/application.AdditionalEmailInterstitial.html.loopbackUrl=%81>, [Consulta: 8 de junio de 2017].

9. MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, C. M., Y BERMÚDEZ-CAMACHO, T. C.: Caracterización de algunas propiedades físico – mecánicas y químicas en el banano (*Musa* spp.). Centro Agrícola, 43 (3): 46-55; julio-septiembre, 2016, ISSN papel: 0253-5785, ISSN on line: 2072-2001, Disponible en: <http://cagricola.uclv.edu.cu>, [Consulta: 21 de febrero de 2019].
10. MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, C. M. Y MOLLINEDA-TRUJILLO, A.: Estudio de algunas propiedades físico – mecánicas en el plátano burro (*Musa ABB*). Trabajo presentado al Evento AGROMECA 2003. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/CarlosHernandez56/publication/272815985Estudio_de_algunas_propiedades_fisico-mecanicas_del_platano_Burro_Musa_ABB/links/54ef43b70cf25f74d721d2c2.pdf, [Consulta: 13 de febrero de 2019].
11. MILLÁN-CARDONA, L. DE J.; CIRO-VELÁSQUEZ, H. J.: Caracterización mecánica y físico-química del banano tipo exportación (CAVENDISH VALERY). Corporación Universitaria Lasallista, ISBN: 978-958-8406-14-5, 2012. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10567/136>; <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/136>, [Consulta: 18 de febrero de 2019].
12. PARRA-CORONADO, A; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, J. E.; CAMACHO-TAMAYO, J. H.: Estudio de algunas propiedades físicas y fisiológicas precosecha de la Ciruela Variedad Horvin. Revista Brasileira de Fruticultura, 29(3): 431-437, Jaboticabal 2007, ISSN 1806-9967. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v29n3/a06v29n3>, [Consulta: 21 de febrero de 2019].
13. PARRA-CORONADO, A; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, J. E.; CAMACHO-TAMAYO, J. H.: Estudio de algunas propiedades físicas y fisiológicas precosecha de la Pera Variedad Triunfo de Viena. Revista Brasileira de Fruticultura, 28(1): 55-59, Jaboticabal 2006, ISSN 1806-9967. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbf/v28n1/29691.pdf>, [Consulta: 11 de febrero de 2019].
14. RAMÍREZ-CÉSPEDES, C.; TAPIA-FERNÁNDEZ, A.C.; CALVO-BRENES, P.: “Evaluación de la calidad de fruta de banano de altura que se produce en el cantón de Turrialba, Costa Rica”, *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 11(20), 2010, ISSN: 2215–2458.
15. SOTO, M.: “Banano, técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización”, *Tercera Edición. San José. Costa Rica. Litografía e Imprenta LIL. 1 disco compacto.*, 2008, Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000147&pid=S0304-2847200500020001200016&lng=en, [Consulta: 8 de junio de 2017].

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



16. VALDÉS-HERNÁNDEZ, P. A; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A; SUÁREZ-HERNÁNDEZ, J.; GÓMEZ-ÁGUILA, M. V.: Modelo teórico de un sistema de transportación de racimos de bananos en laderas. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 27 (3), 2018, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
17. VALDÉS-HERNÁNDEZ, P. A Y MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A.: Validación del modelo de cálculo de la potencia consumida por las picadoras de forraje del tipo de tambor con alimentación manual. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 21(2): 5-10, 2012, ISSN: 1010-2760.
18. VALDÉS-HERNÁNDEZ, P. A; GONZÁLES, D. Y MARTÍNEZ, A.: Determinación experimental de propiedades físico – mecánicas de la caña de azúcar para su procesamiento en molinos forrajeros. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 17(2): 1-6, 2008, ISSN 1010-2760.
19. VALDÉS-HERNÁNDEZ, P. A; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A.; AJALLA-PUENTE, R.; BRITO-DÍAZ, E. Y ALBONIGA, R.: Influencia del ángulo de deslizamiento y la velocidad de la cuchilla sobre la energía específica durante el corte de tallos de caña de azúcar. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 18 (1): 21-26, 2009. ISSN 1010-2760.
20. VALDÉS-HERNÁNDEZ, P. A.: Modelación físico-matemática del proceso tecnológico del órgano de corte de tambor en las picadoras de forraje con alimentación manual. Resumen de Tesis Doctoral defendida en diciembre 2008. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 18 (1): 83, 2009. ISSN 1010-2760. <https://go.galegroup.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA467049800&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=10102760&p=AONE&sw=w>

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu