

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS PÓS-COLHEITA DO LULO EMBALADO EM FOLHA DE BANANEIRA (*Musa paradisiaca*) COM DIFERENTES TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO

ANDRÉS FELIPE SILVA DIMATÉ¹, NATHALIA MARIA FORERO CABRERA², SEBASTIAN GUTIERREZ PACHECO², JAVIER RIVERA ACOSTA², CAROLINA MARÍA SÁNCHEZ-SÁENZ³

1 Estudante de Engenharia Agrícola, Universidade Nacional da Colômbia, Bogotá, Colômbia, Cr. 30 #45-03. Celular: (57) 3203998232. afsilvad@unal.edu.co

2 Estudante de Engenharia Agrícola, Universidade Nacional da Colômbia, Bogotá, Colômbia.

3 Engenheiro Agrícola, PhD. Professor assistente Departamento de Engenharia Agrícola. Faculdade de Engenharia da Universidade Nacional da Colômbia, Bogotá, Colômbia.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: Na Colômbia, as perdas pós-colheita do lulo (*Solanum quitoense*) podem chegar até 45% da produção, em sua maioria ocorrem pelos danos mecânicos pelo número de batidas que o produto sofre nesta fase. O valor das perdas pode ser reduzido com o uso de embalagem primária não convencional. O objetivo desta pesquisa foi identificar os efeitos das condições de armazenamento e número de batidas na perda de peso e intensidade respiratória (IR) de produto no período pós-colheita. Utilizou-se o planejamento fatorial rotacional completo 2², com três pontos centrais (nível 0). Os tratamentos foram com e sem embalagem, e dois fatores. Dessa forma, cada fator foi avaliado em 5 níveis; temperatura (7- 20 °C), e número de batidas (15). A refrigeração contribuiu para a vida de prateleira do produto. Os lulos que preservaram a sua qualidade mais tempo foram armazenados a 7 °C com e sem embalagem de folhas de bananeira. Para esses tratamentos, nos lulos armazenados com folhas de bananeira, a perda de peso foi menor até o dia 15 após a colheita. Verificou-se que o tipo de embalagem e a temperatura afetou o valor de IR.

PALAVRAS-CHAVE: Pós-colheita, embalagem, *Solanum quitoense*.

EVALUATION POSTHARVEST CHARACTERISTICS OF LULO PACKED IN BANANA LEAF (*Musa paradisiaca*) WITH DIFERENTS STORAGE TEMPERATURES

ABSTRACT: In Colombia postharvest losses of lulo (*Solanum quitoense*) are close to 45% occurred mostly by mechanical harm by the number of hits that the product undergoes at this stage. This value can be decreased with the use of unconventional primary package to cushion the product. The objective of this study was identify the effects in postharvest characteristics of lulo. The use of banana leaves (*Musa paradisiaca*) was evaluated with a complete rotational design (factorial 2²), with three central points (level 0). Thus, each factor was evaluated in 5 levels; temperature (7- 20 °C) and

number of hits (15), but this factor was not taken into account in this summary. Monitoring the weight loss, color changes and the respiratory rate (IR) as response variables was completed. Refrigeration contributed to the shelf life of the product. The lulos who preserved their quality for a longer time were stored at 7 ° C with and without banana leaf. For these treatments, weight loss in packed lulos was lower until the 15th day after harvest. It was observed that the type of packaging and temperature affected the value of IR.

KEYWORDS: Postharvest, package, *Solanum quitoense*.

INTRODUCCIÓN: El área de producción dedicada al cultivo de lulo (*Solanum quitoense*) en Colombia para el año 2013 fue superior a 7000 ha, cuya producción fue superior a 68.000 ton (Min.Agricultura, 2014). Reina et al (1998), aseveran que las pérdidas poscosecha en lulo pueden llegar a ser superiores al 50% de la producción original, gran parte de estas pérdidas se dan por daños mecánicos en el transporte del producto. El uso de empaques no convencionales es una alternativa potencial para la reducción de pérdidas poscosecha en frutas tropicales, en especial en frutos climatéricos, cuya maduración organoléptica se alcanza luego de haber sido cosechados. En Colombia se han usado diversos materiales como empaque no convencional (Forero,2014); por ello, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la hoja de plátano como alternativa de empaque con el fin de reducir las pérdidas poscosecha de lulo buscando condiciones de temperatura y empaque óptimas para lograr un tiempo de vida en almacenamiento más prolongado.

MATERIALES Y MÉTODOS: El estudio fue realizado siguiendo el diseño central compuesto rotacional (DCCR) en el cual se determinaron como variables independientes la temperatura y el número de golpes. Se trabajó con 500 Kg de lulo cosechados en el área rural del municipio de San Bernardo (Cundinamarca). Las pruebas de laboratorio fueron realizadas en el laboratorio de poscosecha del departamento Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia. La muestra se dividió en 22 tratamientos con lulos empacados en canastas de plástico de 30 x 60 cm. La mitad de estos tratamientos se usó hoja de plátano como empaque cubriendo los lulos, para los demás tratamientos no se contó con ningún tipo de empaque distinto a la canasta.

Cada tratamiento contó con 121 lulos (aproximadamente 16 kg como lo ordena la NTC 1265), los cuales fueron numerados para poder realizar un seguimiento más detallado. Una vez enumerados se escogieron cuatro al azar para tener un seguimiento sobre las pruebas no destructivas.

Dentro de las pruebas no destructivas se realizaron mediciones periódicas a tres variables distintas, estas fueron cambio de color, pérdida de peso e intensidad respiratoria. Para la medición de color de la epidermis se tuvo en cuenta la calibración del equipo Konica Minolta CR-410 en la escala de color CIELAB ($L^* a^* b^*$). Por otro lado, para la medición de la respiración se contó con cámaras de respiración que contaban con sensores infrarrojos Vernier, que miden la concentración en ppm de CO₂. La tasa de respiración se calculó como:

$$IR = 59,93 \frac{m VC}{P} \quad (1)$$

Donde, IR es la intensidad respiratoria ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$), m es la pendiente generada por los puntos de la gráfica de la prueba de respiración (ppm min^{-1}), VC es volumen de la cámara, en litros (para este caso fueron 2 L), y P el peso del fruto (g) para cada día de medición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN: Para resumir los resultados obtenidos referentes a la pérdida de peso y tener una visión general de estos resultados, los valores encontrados se muestran en la tabla 1 y 2.

TABLA 1. Pérdida de peso (en porcentaje con respecto al peso inicial) de lulos almacenados con hoja de plátano a tres temperaturas de almacenamiento.

T = 7 °C			T = 13 °C			T = 20 °C		
Día	\bar{x}	σ	Día	\bar{x}	σ	Día	\bar{x}	σ
1	0,000	0,000	1	0,000	0,000	1	0,000	0,000
3	0,510	0,081	6	2,045	0,749	6	2,143	0,194
6	1,015	0,156	9	3,344	1,100	9	3,489	0,240
10	1,566	0,184	13	5,010	1,520	13	5,296	0,652
13	2,043	0,255	16	6,774	1,571	16	6,571	0,947
16	2,577	0,322	20	8,568	1,688			
19	3,172	0,400	23	10,115	1,911			
24	4,012	0,585						
26	4,547	0,696						
28	4,889	0,774						
31	5,523	0,868						

\bar{x} : Promedio, σ : Desviación estándar

TABLA 2. Pérdida de peso (en porcentaje con respecto al peso inicial) de lulos almacenados sin hoja de plátano a tres temperaturas de almacenamiento.

T = 7 °C			T = 13 °C			T = 20 °C		
Día	\bar{x}	σ	Día	\bar{x}	σ	Día	\bar{x}	σ
1	0,000	0,000	1	0,000	0,000	1	0,000	0,000
3	0,470	0,022	6	2,940	0,369	6	3,534	0,571
6	0,914	0,075	9	4,563	0,643	9	4,983	0,653
10	1,583	0,175	13	6,717	0,929	13	7,228	0,715
13	2,012	0,253	16	8,216	1,195	16	8,674	1,113
16	2,466	0,292	20	10,352	1,702			
19	2,935	0,335	23	11,781	1,839			
24	3,681	0,433						
26	4,236	0,440						
28	4,542	0,465						
31	5,332	0,334						

\bar{x} : Promedio, σ : Desviación estándar

La pérdida de peso aumenta con el tiempo, tal como lo reporta Forero et al (2014) para lulo, Barco et al. (2011) para tomate con recubrimiento a base de almidón de yuca, y Castellano et al (2005) para guayaba.

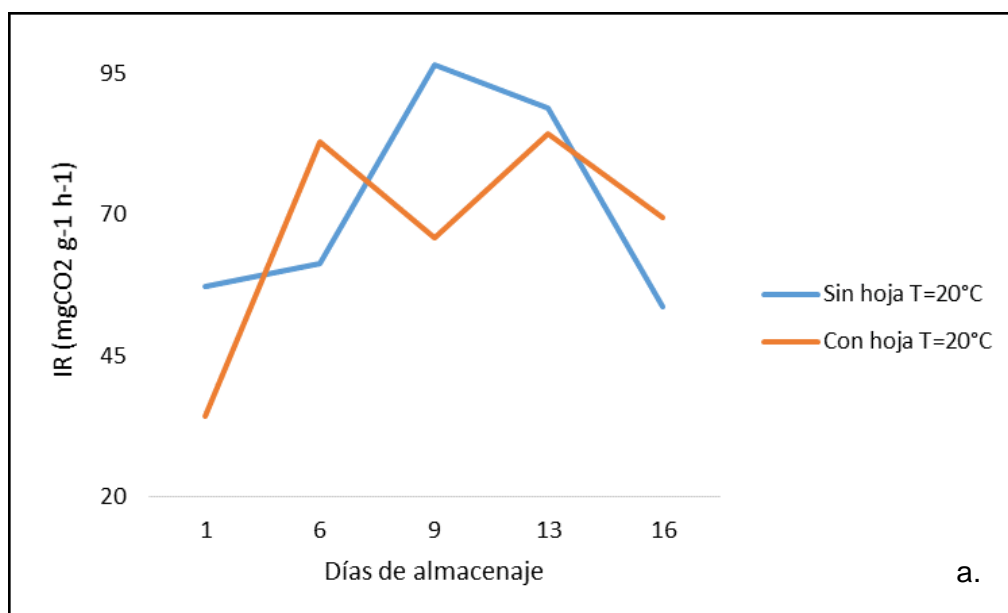
Para los 15 días de almacenamiento, Forero et al. reportaron pérdidas de peso de 7,3% para frutos sin empaque y de 3,8% para frutos con hoja de plátano como empaque en muestras a temperatura ambiente. Así mismo, Balaguera et al. (2014) registraron una pérdida de peso de 12,9% para el mismo intervalo de tiempo. En esta investigación para el día 16 de almacenamiento se obtuvieron pérdidas de peso de 6,57% para frutos con empaque y de 8,67% para frutos sin empaque almacenados a 20 °C.

Reina et al. (1998) trabajaron *Solanum quitoense* en condiciones de refrigeración a 12 °C y reportó una pérdida de peso del 7,7% a los 18 días. Estos resultados difieren con la presente investigación por el aumento del número de golpes. Los datos obtenidos en esta investigación para 13°C a los 23 días para los frutos empacados en hoja de plátano fue de 10,11% en tanto que para los frutos sin empaque se registró una pérdida promedio de 11,78%.

En esta configuración de empaque, la hoja de plátano al ser un empaque vivo, permitió conservar el peso del lulo por más tiempo, permitiendo que sea su contenido de humedad el que se reduzca antes que el fruto pierda peso por transpiración. Esto obedece al desequilibrio entre la humedad de la fruta y el empaque y la humedad del ambiente (Forero, 2014).

Uno de los procesos más efectivos para retardar el proceso de maduración en frutos climatéricos es inhibir el proceso de respiración de estos. Casierra et al. (2004) aseveran que la reducción en la temperatura de almacenamiento de las frutas reduce la respiración mediante su influencia sobre la actividad enzimática en las mitocondrias, lo que retarda el proceso de maduración de los frutos.

Trujillo et al. (2010) encontraron que para lulos almacenados a temperatura ambiente el pico climatérico se producía el día 7 luego de su recolección. En esta investigación, para temperatura ambiente se observó que el pico climatérico para los lulos con empaque se dio el día 13, aunque el día 6 registró un nivel de respiración similar el valor de IR fue mayor el día 13. Los lulos con empaque alcanzaron el climatérico el día 9. Se observa que el empaque en hoja de plátano contribuyó a mantener unos niveles de respiración más bajos y retardó el pico climatérico (Figura 1).



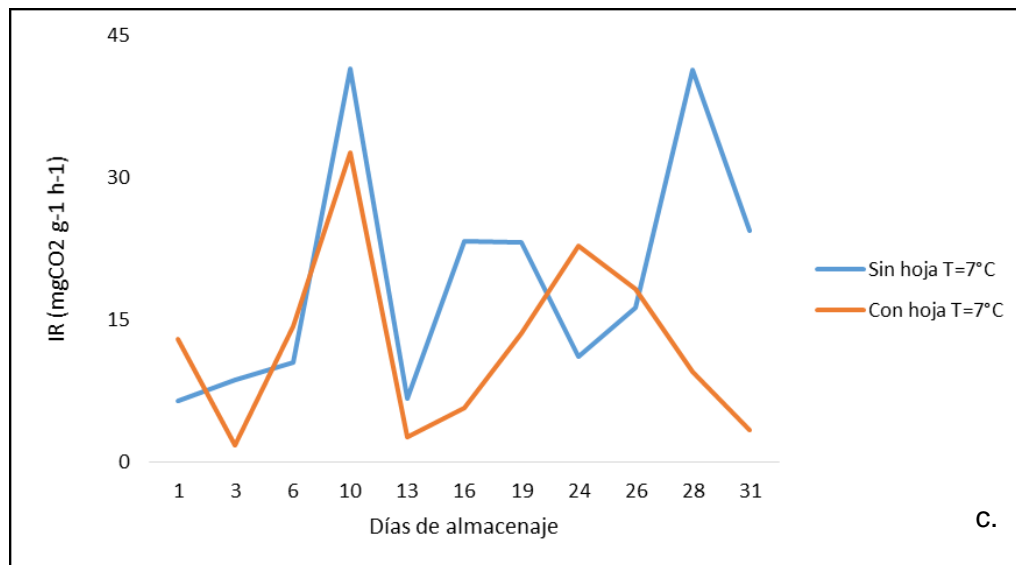
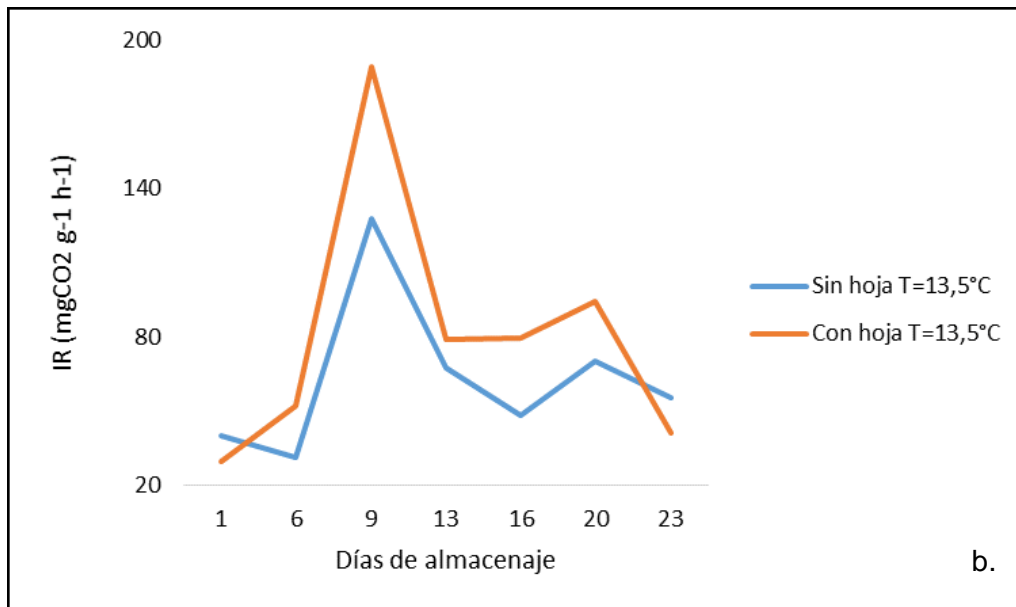


FIGURA 1. Variación de la IR en el tiempo de almacenaje. a. Temperatura de almacenamiento de 20°C (ambiente). b. Temperatura de almacenamiento de 13°C. c. Temperatura de almacenamiento de 7°C.

Mallikarjuna et al. (2012) encontraron que para respiración en Chirimoya (*Annona squamosa L.*) los picos climatéricos se presentaban más tarde y con valores más bajos cuando los frutos se encontraban a temperaturas más bajas. Como se observa en la Figura 1, los frutos almacenados a 13°C con y sin empaque presentaron su climatérico en el día 9 luego de la recolección en tanto que los frutos almacenados a 7°C con y sin empaque alcanzaron su climatérico el día 10.

El color es uno de los parámetros más utilizados para la clasificación del lulo en la comercialización. Para frutos empacados con hoja de plátano se obtuvo que el cuadrado de la temperatura (T^2) es significativa ($p=0,033$) para el modelo de cambio de los valores de a^* , que corresponde a la tonalidad verde-rojo (Figura 2). Por otra parte, para lulos sin esta configuración de empaque, ningún factor tuvo

significancia y por ende no se obtuvo un modelo para predecir los cambios en el valor de a^* . Así mismo, el ajuste de los modelos para predecir esta variable para frutos con hoja de plátano fue $R^2 = 0,52$ y para los lulos sin hoja de plátano $R^2 = 0,20$

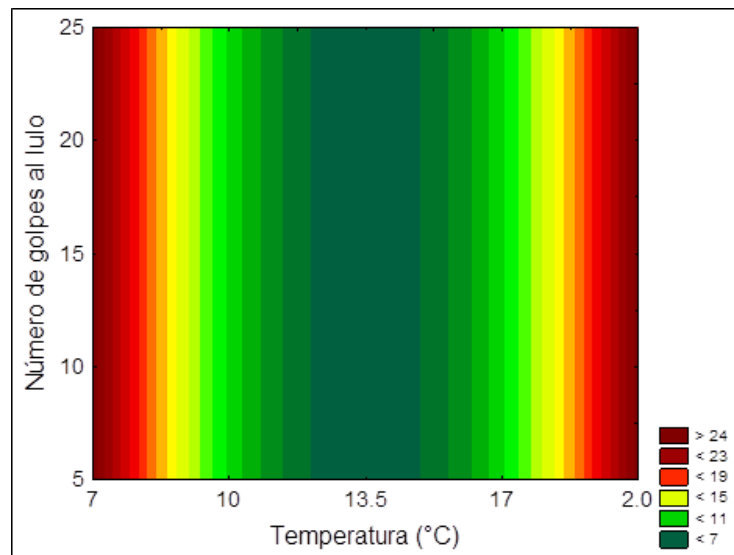


FIGURA 2. Modelo de cambio de la tonalidad verde ($-a^*$) – rojo (a^*) para lulos almacenados con hoja de plátano con variación de temperatura de 7°C a 20°C.

Como se puede apreciar en el modelo encontrado (ecuación 2) para el cambio del tono verde rojo (cambio de a^*) es función T^2 . Una temperatura de almacenamiento de 13°C permite que la diferencia de esta coloración respecto a la inicial sea mínima.

$$\Delta a^* = 6,2331 + 4,5848(T - 13)^2, \quad T \text{ en } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

Los resultados encontrados son similares a los reportados por Trujillo et al. (2010), quienes encontraron que el tono rojo aumenta con el tiempo de almacenamiento, especialmente entre el día 1 y 7 para lulos almacenados a 20°C, independientemente el tipo de empaque. Este cambio coincide con el pico climatérico registrado para lulos almacenados en estas condiciones. Las condiciones de almacenamiento a temperaturas altas permiten que la pérdida de la clorofila propia del proceso de maduración se manifieste en mayor medida. De esta manera la degradación de este pigmento provoca una síntesis de carotenoides dando paso a coloraciones naranjas y amarillas (Salinas et al. 2010).

CONCLUSIONES:

El empaque propuesto para temperaturas altas generó menos pérdidas de peso durante el almacenamiento.

El empaque junto con la temperatura más baja resultó ser el tratamiento más adecuado para el manejo poscosecha del lulo, pues redujo las pérdidas de peso a lo largo de los días en almacenamiento.

Se encontró que el cambio de tono (verde-rojo) es un parámetro importante para describir el comportamiento poscosecha del lulo.

La mayor variación de color se da entre el día 3 y 7 de almacenamiento, lo cual coincide con el climatérico registrado.

REFERENCIAS

- BALAGUERA, H.; RAMIREZ, D.; ALMANZA, P. El tiempo de inmersión en CaCl₂ y la refrigeración modifican algunas características físicas del fruto de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) durante la poscosecha. **Revista Postharvest and quality management of horticultural products of interest for Tropical Regions**.v. 1016, p. 147-150, 2014.
- BARCO, P.L.; BURBANO, A.C.; MOSQUERA, S.A.; VILADA, H.S.; NAVIA, D.P. Efecto Del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate. **Revista Lasallista de investigación**. Colombia, v. 8, n. 2, p. 96-103, 2011
- CASIERRA, F.; GARCIA, E.; LUDDERS P. Determinación del punto óptimo de cosecha en el lulo (*Solanum quitoense* Lam. Var. Quitoense y septentrionale). **Revista agronomía colombiana**. Colombia, v. 22, n. 1, p. 32-39, 2004.
- CASTELLANO, G.; QUIJADA, O.; RAMÍREZ, R.; SAYAGO, E. Efecto de tratamientos poscosecha sobre la calidad de las frutas de guayaba (*Psidium guajaya* L.). **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.** Venezuela, v. 48, p 111-114, 2005.
- FORERO, N. M.; GUTIERREZ, S; SANDOVAL, R. L.; CAMACHO, J.H.; MENESES, M.A. Evaluación poscosecha de las características del lulo (*Solanum quitoense*) cubierto con hoja de plátano. **Temas agrarios**. Colombia, v. 19, n. 1, p. 73-85, 2014.
- REINA, C.; ARAUJO, C.; MANRIQUE, I. Manejo poscosecha y evaluación de la calidad del lulo que se comercializa en la ciudad de Neiva. **Universidad Surcolombiana**. Neiva, Colombia, p. 86-94, 1998.
- SALINAS, R; LIÉVANO, E.; ULLÍN, F.; MERCADO, J.; JIMÉNEZ, D. Caracterización morfológica y cambios durante la vida postcosecha de cuatro tipos de chile amashito (*Capsicum annum* l.) variedad glabriusculum (dunal) heiser & pickersgill. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**. V. 11, n. 1, p. 92-100, 2010.
- MALLIKARJUNA, R.; RANGANNA, B.; DRONACHARI, M. Respiration studies of custard apple (*Annona squamosa* L.) fruit under different maturity levels at ambient and refrigerated condition. **Journal of dairying, foods & home sciences**. V. 31. n. 1, p. 26-27,2012.
- TRUJILLO, Y. Y.; SUAREZ, J. Evaluación del proceso de maduración del lulo (*Solanum quitoense* Lam) variedad Castilla. **Revista alimentech: Ciencia y tecnología alimentaria**. V. 8, n.1, p. 58-66, 2010.
- INCONTEC. Norma técnica colombiana NTC 1265 – Lulo. **Ed instituto colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC**. Bogotá, 2001.
- MINAGRIGULTURA. (2014). Anuario estadístico del sector agropecuario 2013. Recuperado de: <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/ReportesAjax/VerReporte.aspx>.