

Estudio comparativo de conservación de raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) recubiertas con cera natural y parafina

Comparative study of conservation of fresh cassava roots (*Manihot esculenta* Crantz) coated with natural wax and paraffin

Recibido: 01-03-2013 Aceptado: 31-05-2013

SABRINA MEDINA JIMÉNEZ¹
LUISA MARÍA GARCÍA TORO²
CARLOS VÉLEZ PASOS³
LISÍMACO ALONSO ALCALÁ⁴
ALEJANDRO FERNÁNDEZ QUINTERO⁵

Resumen

Las raíces de yuca son muy susceptibles al deterioro fisiológico, ya que después de dos o tres días de cosechadas no son aptas para el consumo. Por esta razón, se han desarrollado diversos métodos de conservación como, por ejemplo, el recubrimiento de la raíces con parafina, el cual extiende la vida útil del producto hasta 15 días. Este método de conservación con parafina presenta desventajas desde el punto de vista ambiental, debido a que es un hidrocarburo derivado del petróleo y, además, se aplica en caliente (temperatura mayor a 120 °C). Por esto, es importante buscar alternativas de conservación amigables con el ambiente.

En el presente trabajo se evaluó la efectividad del recubrimiento de raíces de yuca con cera natural como posible sustituto al uso de parafina en la conservación del producto. Los resultados mostraron que la cera natural es igual de efectiva que la parafina en la conservación de las raíces, puesto a que retrasa el deterioro fisiológico, la pérdida de materia seca y la pérdida de peso. Por lo tanto, se demostró que la cera es una buena alternativa para la conservación del producto, como sustituto de la parafina.

Palabras clave: Fisiología post-cosecha; recubrimientos de semillas; prácticas de conservación; contenido de materia seca.

Abstract

Cassava roots are very susceptible to physiological deterioration; after a few days of harvesting (two or three) they are not acceptable for consumption. For this reason, diverse methods have been developed for their preservation, for example, coating them with paraffin, which prolongs the product's shelf life up to 15 days.

This conservation method with paraffin has some disadvantages from the environmental point of view because this coating is a hydrocarbon derived from petroleum and it is applied hot to the roots (temperatures above 120 °C). Thereby, it is important to seek alternatives of environmentally friendly preservation.

This work evaluated the effectiveness of root coating with natural wax as a possible substitute for paraffin for the conservation of the product under natural environmental conditions.

- 1 Ingeniera Agrícola, Universidad del Valle, sabrymedi@gmail.com
- 2 Ingeniera Agrícola, Universidad del Valle, lumagato@gmail.com
- 3 Ph.D. Escuela de Ingeniería de Alimentos, Universidad del Valle, carlos.velez@correounivalle.edu.co
- 4 Ingeniero Agrícola Investigador, Clayuca CIAT, l.alonso@cgjar.org
- 5 Ph.D. Escuela de Ingeniería de Alimentos, Universidad del Valle, alejandro.fernandez@correounivalle.edu.co

The results showed that natural wax is as effective as paraffin in preserving cassava roots; it delays physiological deterioration, as well as weight and dry matter losses

Keywords: postharvest physiology; seed dressings; conservation practices; dry matter content.

Introducción

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), originaria de América del Sur (Olsen y Schaal, 2001), es un arbusto leñoso perenne, que pertenece a la familia de las Euphorbiaceae (Mejía, 2002); su cultivo se extiende actualmente por África y América Latina, como parte fundamental de la alimentación de más de mil millones de personas (FAO/FIDA, 2000) y fuente importante de carbohidratos, debido a su alta capacidad de almacenamiento de almidones (Ceballos y De la Cruz, 2002). Sin embargo, este alimento es de difícil conservación debido a que presenta dos tipos de deterioro, denominados primario y secundario. El deterioro primario, conocido como deterioro fisiológico, es una respuesta al estrés abiótico, que aparece 24 a 48 horas después de la cosecha en las raíces y se manifiesta por cambios fisiológicos, bioquímicos y de ultra-estructura (Rickard y Coursey, 1981; Wheatley, 1982). Se caracteriza por una coloración café en la parte interna de la raíz, lo que es generalmente la causa inicial de la poca aceptabilidad del producto. El deterioro secundario, llamado también microbiano, normalmente aparece después del deterioro fisiológico, debido a la acción de un amplio grupo de hongos y bacterias, en su mayoría patógenos (Booth, 1976).

Para minimizar el deterioro fisiológico se recurre a diferentes métodos con los cuales se busca generar una barrera de protección entre el producto y el ambiente, para disminuir la velocidad de deterioro, entre los cuales está el recubrimiento con parafina. Este método, aunque efectivo, revela inconvenientes desde el punto de vista ambiental, debido a que es un derivado del petróleo y además se aplica a temperaturas elevadas (mayores de 120 °C). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad del recubrimiento de raíces de yuca con cera natural, como posible sustituto al uso de parafina en la conservación del producto.

Materiales y métodos

Materiales

Para la realización de este estudio se utilizaron raíces de yuca de las variedades HMC-1 y MPER 183, y como recubrimientos parafina china y cera Fresh Root® (TAO QUÍMICA).

Métodos

En la Figura 1 se muestran los pasos seguidos para la realización de los ensayos. Inicialmente se hizo una preselección de las raíces al momento de la cosecha, las cuales se lavaron posteriormente con un cepillo de cerdas suaves para identificar aquellas libres de daños mecánicos y colocarlas luego en estantes metálicos para su secado al aire libre. A continuación se realizó el encerado frotando las raíces manualmente con la cera a temperatura ambiente, para lo cual se usaron guantes plásticos; el parafinado se efectuó sumergiendo las raíces en un tanque con parafina líquida, previamente calentada a 130°C aproximadamente. Se realizaron tres ensayos en condiciones ambientales promedio en la planta de proceso de la Corporación CLAYUCA – CIAT ($T \approx 24^\circ\text{C}$, $HR \approx 74.5$) en el municipio de Palmira, departamento del Valle del Cauca. Para la ejecución de estos ensayos se usaron 2 variedades de yuca: la HMC-1 y la MPER-183, cultivadas en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con edades entre 12 y 14 meses. Se utilizaron 210 raíces para tres ensayos, correspondientes a 2 tratamientos (cera y parafina) 30 raíces por tratamiento y 30 como testigos ((2x3x30)+30). Cada ensayo tuvo una duración de 21 días.

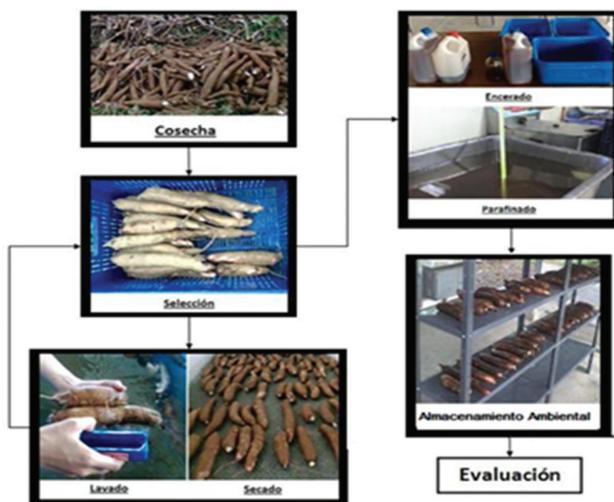


Figura 1. Pasos para la realización de los experimentos.

La evaluación de la calidad de las raíces se basó en los análisis de deterioro fisiológico, materia seca y pérdida de peso, con muestreos cada 7 días.

Para estimar el deterioro fisiológico, cada raíz se dividió en 9 trozos mediante cortes transversales, descartando los extremos proximal y distal. El grado de deterioro se estableció visualmente con base en una escala de 0 a 10, que se ilustra en la Figura 2 (Garzón y Rendón, 2010), en la cual 0 indica que no hay presencia de deterioro y 10 significa un deterioro total; como criterio de aceptación se estableció un grado de deterioro igual o menor a 2.

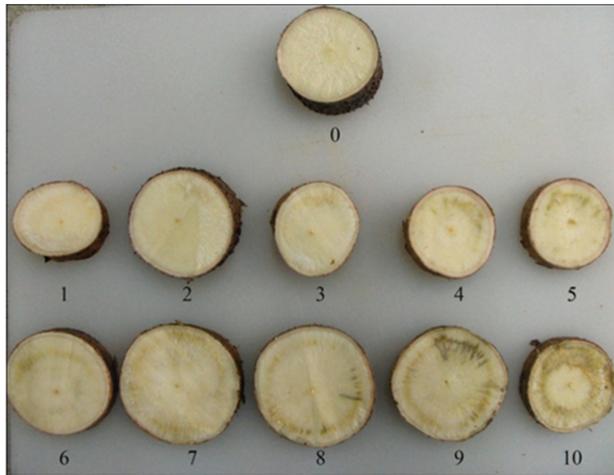


Figura 2. Escala de evaluación establecida para medir deterioro fisiológico.

Para determinar el contenido de materia seca, los trozos utilizados para evaluar el deterioro se picaron finamente, se tomaron muestras de 20 gramos y se llevaron a la estufa a 60°C durante 24 horas.

El contenido de materia seca se determinó por triplicado, a partir de la siguiente ecuación:

$$M.S. = \frac{W_{mh} - W_{ms}}{W_{mh}} \times 100$$

Donde:

$M.S.$: Contenido de materia seca (%)

W_{mh} : Peso de la muestra húmeda (g).

W_{ms} : Peso de la muestra seca (g).

Para estimar la pérdida de peso se utilizaron las raíces destinadas al último muestreo, las cuales se pesaron cada 7 días.

Para determinar el efecto de las diferentes variables (variedades, tratamientos y tiempo) en la conservación de las raíces se empleó un análisis de varianza con el deterioro fisiológico, la pérdida de peso y contenido de materia seca como variables de respuesta, en un diseño de bloques completamente al azar, ejecutando el procedimiento SAS GLM. Los datos fueron expresados en términos de escala transformada $\sqrt{x + 1.0}$ para analizar la varianza en torno a promedios, la cual requiere de una distribución normal y no binomial.

Resultados y discusión

Deterioro fisiológico

De acuerdo con los resultados que se muestran en las Tablas 1 y 2, no se encontraron diferencias significativas ($p > 5\%$) en relación con el deterioro fisiológico entre variedades con valores de 1.31 y 1.34 para la variedad MPER-183 y HMC-1 respectivamente.

En los resultados entre repeticiones se observaron diferencias significativas en relación con el deterioro fisiológico para las dos variedades. Esto puede deberse a que las raíces utilizadas fueron cosechadas en distintos periodos y las condiciones climáticas de cada ensayo cambiaron, lo cual concuerda con lo dicho por Aristizábal y Sánchez 2007, quienes afirman que el comportamiento de un mismo cultivar puede variar en el transcurso del año en un mismo sitio, como consecuencia de los cambios climáticos.

También se presentaron diferencias significativas para cada ensayo en función del tiempo evaluado. El deterioro fisiológico aumentó en relación directa con el tiempo de conservación, con valores de 1.00, 1.32 y 1.66 para 7, 14 y 21 días, respectivamente (Tabla 2). Este resultado está de acuerdo con lo señalado por otros autores (Montaldo 1973; Booth, 1976; Wheatley *et al.*, 1985).

Según la Figura 3, la resistencia al deterioro fisiológico de las dos variedades estudiadas (MPER-183 y HMC-1) fue similar con valores promedios de 1.46 y 1.41 para cera y 1.21 y 1.22 para la parafina. No obstante, al analizar los valores de deterioro en función del recubrimiento aplicado (Tabla 2), hubo diferencia en la respuesta del producto al tratamiento, con 1.22 para la parafina y 1.44 para la cera, ambos valores están por debajo de 2, que es el establecido como límite de deterioro. Esto quiere decir que tanto la parafina como la cera protegen adecuadamente las raíces.

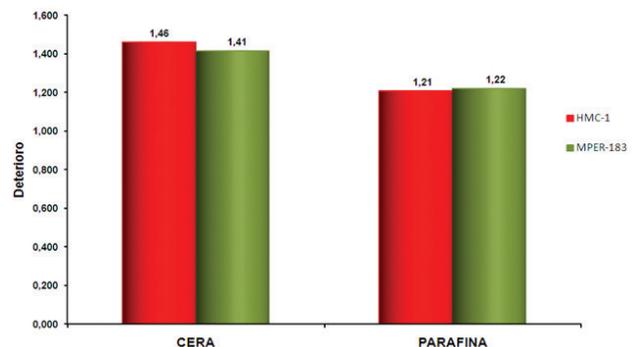


Figura 3. Deterioro de acuerdo con cada variedad dentro de cada tratamiento en condiciones ambientales.

Tabla 1. Análisis de varianza para las variables de respuesta a condiciones ambientales.

Fuentes de Variación	Deterioro	Materia Seca	Pérdida de Peso
	Pr > Fc	Pr > Fc	Pr > Fc
Variedad	0,602	0,017	0,264
Tratamientos	<.0001	0,269	0,000
Variedad x Tratamiento	0,383	0,273	0,709
Tiempo	<.0001	0,017	0,005
Variedad x Tiempo	0,437	0,891	0,935
Tratamientos x Tiempo	<.0001	0,193	0,415
Variedad x Tratamientos x Tiempo	0,002	0,012	0,983
Promedio	1,32	36,970	0,96
CV (%)	19,40	5,78	11,94

Nota: Variable Transformada a $\sqrt{x + 1.0}$

Materia seca

Para este factor, tal como lo muestran los resultados obtenidos en el ANOVA (Tabla 1), se presentaron diferencias significativas entre variedades, con un promedio de 39.52% para la HMC-1 y 34.42% para la MPER-183. Este resultado coincide con lo expresado por Toro y Cañas, 1983, quienes afirman que el porcentaje de materia seca y el contenido de almidón, comúnmente considerados como factores de calidad, dependen de las características propias de cada variedad.

No hubo diferencias significativas entre tratamientos en relación con el contenido final de materia seca, 37.3% para la cera y 36.7% para la parafina (Tabla 2). Al analizar los resultados en función del tiempo de conservación se observó una ligera disminución de materia seca, a

medida que pasaron las semanas, con valores de 37.4%, 36.8% y 36.3% para la segunda, tercera y cuarta semana, respectivamente.

Pérdida de peso

De acuerdo con la Tabla 1, no se encontraron diferencias significativas ($p > 5\%$) para este factor entre variedades y para las diferentes interacciones (variedad x tratamiento, variedad x tiempo, tratamiento x tiempo x variedad, variedad x tratamiento x tiempo).

Se observaron en cambio diferencias entre tratamientos, con valores de 0.88% y 1.05% para cera y parafina, respectivamente, de acuerdo con los valores que aparecen en la misma Tabla. Esto quiere decir que el tratamiento con parafina presenta una leve ventaja en la conservación de la humedad de las raíces.

Tabla 2. Diferencias mínimas significativas para dos variedades, dos tratamientos para ambiente no controlado.

Deterioro	Materia Seca (%)		Pérdida de Peso (%)			
	Variedad	Promedio	Grupo de DMS	Promedio	Grupo de DMS	
HMC-1	1,335	a	39,520	a	0,9882	a
MPER-183	1,319	a	34,423	b	0,9441	a
Tratamientos	Promedio	Grupo de DMS	Promedio	Grupo de DMS	Promedio	Grupo de DMS
Cera	1,439	a	37,286	a	1,0509	a
Parafina	1,215	b	36,657	a	0,8814	b
Tiempo (Semanas)	Promedio	Grupo de DMS	Promedio	Grupo de DMS	Promedio	Grupo de DMS
4	1,657	a	37,762	a	1,0608	a
3	1,324	b	36,846	b a	0,9461	b
2	1,000	c	36,305	b	0,8916	b

Al analizar la influencia del tiempo de conservación de las raíces sobre la pérdida de peso, se notó un ligero aumento con valores promedios de 0.89%, 0.95% y 1.06% (Tabla 2) a los 7, 14 y 21 días respectivamente, resultado que se considera lógico, ya que el producto está expuesto a factores como la humedad relativa, temperatura y movimiento del aire, lo cual afecta la pérdida de humedad (Reina, 1996).

Un análisis de estos datos permite verificar que no existen diferencias entre segunda y tercera semanas, pero sí de estas con la cuarta semana.

Conclusiones

Para las condiciones ambientales promedio a las cuales se realizaron los ensayos, las variedades de la yuca utilizadas (MPER-183 y HMC-1) presentaron deterioro fisiológico semejante. Se puede afirmar que tanto la cera como la parafina alargan la vida útil de las raíces y permiten su conservación y utilización posterior hasta por tres semanas.

Por otra parte, el tratamiento con cera o parafina no tuvo influencia en el contenido final de la materia seca, el cual depende principalmente de la variedad. En cuanto a la pérdida de peso, aunque se presentaron diferencias en el efecto del recubrimiento con valores menores para la parafina, la cera también fue eficaz con una pérdida de peso del 1%, el cual está muy por debajo de la pérdida de peso para las raíces sin recubrimiento (testigos), las cuales pierden 10% de peso en la primera semana (Bastidas, 2011).

Finalmente, los resultados obtenidos permiten afirmar que la cera es una alternativa técnicamente viable para la conservación de raíces de yuca y puede usarse como sustituto de la parafina.

Referencias

ARISTIZÁBAL, J., SÁNCHEZ, T. Guía Técnica para la producción y análisis de almidón de yuca. En: Boletín de servicios agrícolas de la FAO, N° 163. FAO. Roma 2007. p. 28-29. ISBN 978- 92-5-305677-4.

BASTIDAS, E. Evaluación de la aplicación de ceras naturales como una alternativa para la conservación de raíces de yuca fresca. Proyecto de grado de maestría, Universidad del Valle. 2011.

BOOTH, R.H. Almacenamiento de raíces de yuca. Causas del deterioro que se presenta después de la cosecha de raíces frescas. CIAT Cali, Colombia 1976. p.6. Serie ES 16.

CEBALLOS, H.; DE LA CRUZ, G.A. La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT Cali, Colombia. 2002 p. 16 – 32. ISBN 958- 694- 043- 8.

FAO/FIDA. La economía mundial de la yuca: hechos, tendencias y perspectivas. Roma 2000. p. 1-5. ISBN 92-5-304399-7.

GARZÓN, C.M., RENDÓN, O. E. Evaluación de la aplicación de ceras naturales para la conservación de raíces de yuca fresca. Proyecto de grado de pregrado, Universidad del Valle. 2010.

MEJÍA, M. S. La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT, Cali, Colombia. 2002. p. 34 – 35. ISBN 958- 694- 043- 8

MONTALDO, A. Vascular streaking of cassava root tubers. In: Tropical Science 15. p. 39 – 46. (1973)

OLSEN, K.M.; SCHAAL, B.A. Microsatellite variation in cassava (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae) and its wild relatives: Further evidence for a southern Amazonian origin of domestication. In: American Journal of Botany (2001). p.131-142. ISSN: 1537-2197.

REINA, C.E. Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la yuca (*Manihot esculenta*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Proyecto de grado de pregrado, Universidad Sur Colombiana. 1996.

RICKARD, J.E.; COURSEY, D.G. Cassava storage Part 1: Storage of fresh cassava roots. In: Tropical Science 23. p.1 - 32. (1981).

TORO, J.; CAÑAS, A. Determinación del contenido de materia seca y almidón en yuca por el sistema de gravedad específica. En: Yuca: Investigación, producción y utilización. CIAT Cali, Colombia. p. 567-575. (1983).

WHEATLEY, C.C. Studies on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root post-harvest physiological deterioration. Ph.D. Thesis. University of London. 1982.

WHEATLEY, C.C.; LOZANO, C.; GÓMEZ, G. Post-harvest deterioration of cassava roots In: J.H. Cock & J.A. Reyes (Eds.), Cassava: Research, production and utilization. p. 665-671. UNDP-CIAT. Cali, Colombia . 1985.