

## **Conservación de las raíces frescas de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) aplicándole el proceso de parafinado**

R. Sotelo y G. Acevedo\*

Facultad de Tecnología de la Construcción, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)  
PO Box 5595, Managua, Nicaragua  
e-mail: [guillermo.acevedo@ftc.uni.edu.ni](mailto:guillermo.acevedo@ftc.uni.edu.ni)

(recibido/received: 14-Oct-2008; aceptado/accepted: 27-Marzo-2009)

### **RESUMEN**

Una característica de las raíces de yuca es el rápido deterioro que sufren luego de ser cosechadas; este proceso es llamado "Deterioro Fisiológico de Poscosecha" (DFP). Este estudio se realizó para determinar el efecto del proceso de parafinado en la conservación de la calidad de las raíces de yuca. Esto incluye calidad morfológica, calidad fisiológica, calidad culinaria y deterioro microbiano.

Las raíces provienen de distintas áreas de cultivo y fueron cosechadas en diferentes periodos de tiempo. Se ensayó su conservación utilizando una tecnología para parafinado de bajo costo. Durante los veintiún días de estudio para cada lote de raíces sometidas a parafinado, se muestran buenos niveles de conservación de sus características fisiológicas y culinarias. Los resultados conducen a considerar que el parafinado es una alternativa para su adopción por productores de yuca para incrementar los períodos de comercialización.

Palabras claves: deterioro fisiológico de poscosecha, calidad morfológica, calidad culinaria, deterioro microbiano, calidad fisiológica.

### **ABSTRACT**

A characteristic of cassava root (*Manihot esculenta* Crantz) is the fast deterioration that occurs after harvesting, this process is called "Physiological Deterioration of Postharvest" (PDP). This study was made to determine the effect of waxing process in the conservation of the quality of the cassava root of cassava. This includes morphological quality, physiological quality, culinary quality and microbial deterioration.

The study tested the conservation of roots from different places at different periods of time using waxing technology at low cost. During twenty one days of study for each lot submitted for technology, show good levels of conservation of their characteristics physiological and culinary. The results lead us to consider waxing technology of cassava producers to increase the periods of commercialization.

Keywords: physiological deterioration post-harvest, morphological quality, culinary quality, microbial deterioration, physiological quality.

---

\* Autor para la correspondencia

## INTRODUCCIÓN

La yuca es un tubérculo perteneciente a la familia Euforbiácea y al género *Manihot*, siendo de la especie *Manihot esculenta* Crantz; la que es conocida comercialmente en el mundo. Es un cultivo perenne con alta producción de raíces tuberosas, como fuente de carbohidratos y follajes para la elaboración de harinas con alto porcentaje de proteínas. (Rosses, 2005)

El problema principal por el cual no se pueden comercializar las raíces en zonas distantes al origen de producción es el deterioro poscosecha que sufren a no más de 48 horas de extraídas del suelo (Cenóz, *et al.*, 2001). Este deterioro conocido como Deterioro Fisiológico Poscosecha (DFP) provoca pérdidas económicas que van desde leves hasta moderadas. Este deterioro está asociado a factores como la variedad del material, los daños mecánicos que sufren durante la cosecha y las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad relativa.

Los síntomas de deterioro de las raíces se manifiestan con cambios de coloración en los tejidos parenquimatosos y los haces xilógenos, adquiriendo éstos una coloración azulada para luego pasar a marrón en forma de estrías vasculares. (Montaldo, 1973). Los cambios de coloración se extienden a las células parenquimáticas, las cuales presentan un tinte azulado y también pueden mostrar síntomas de desecación (Wheatley *et al.*, 1982).

El objetivo principal de este estudio fue determinar el efecto del parafinado en la conservación de la calidad de las raíces de yuca.

## METODOLOGÍA

### *Establecimiento del experimento*

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental Agrícola de la Universidad Nacional de Ingeniería (CEA-UNI) ubicado en el municipio de Las Flores, departamento de Masaya, durante el período de abril a diciembre del 2006.

Se utilizó para este proyecto el clon denominado “algodón” por tener las mejores características para ser exportado, entre ellas el buen sabor y el poco tiempo para su cocción. (INTA, 2003). Se cultiva en zonas aledañas al CEA-UNI, obteniéndose plantaciones de

buena calidad y buena producción bajo condiciones edafo-climáticas adecuadas.

### a) Cosecha

El material físico de yuca fue cosechado manualmente en tres parcelas distintas los días 25/08/06, 11/10/06 y 20/10/06, con cuidado de no dañar las raíces. Las raíces cosechadas fueron trasladadas al CEA, donde se realizó la selección, el lavado y secado, para luego ser sometidas al control en dos niveles de oxigenación diferentes: un tratamiento a medio ambiente y otro con parafina. Los lotes sometidos a parafinado son el 2, 4 y 6. Los sometidos a conservación al medio ambiente son los lotes 1, 3 y 5.

### b) Selección

Se formaron lotes seleccionando raíces que presentaran diámetros mayores de 4 cm., con longitud entre 20 y 40 cm., con forma cónica alargada o cilíndrica. Cada lote consistió en 12 raíces tomadas al azar, de los cuales se tomaron 3 para la evaluación en cada fecha de control establecida.

La fecha de control para la evaluación de las raíces seleccionadas se estableció cada 7 días en las raíces parafinadas a los 7, 14, 21 y 28 días después del parafinado (Cenóz, *et al.*, 2001) y a los 3, 7, 10 y 13 días después del corte en las muestras sin parafinar.

### c) Lavado, desinfección y secado

El lavado se realizó primero con agua y un cepillo con cerdas flexibles para remover tierra y elementos extraños de la superficie de la raíz. Posteriormente se sumergieron en una solución de agua y cloro de uso doméstico, a una proporción de 2 gotas por cada litro de agua, por 15 minutos, para lograr un efecto germicida y bactericida en la superficie de la raíz.

Posteriormente, se secaron bajo sombra colocándolas sobre una superficie limpia por tres horas, para que el secado fuese de forma natural y uniforme.

### d) Parafinado

Se procedió a seleccionar los lotes que se someterían al parafinado. Se utilizó una olla grande con parafina suficiente para cubrir las raíces que se sumergieran en ella. Las raíces se sumergieron de 2 a 3 segundos por medio de una parrilla diseñada para este fin. Cuando la parafina cubría totalmente la raíz ésta se sacaba y se

dejaba enfriar para luego ser colocada en canastas plásticas para su control.

#### *Calidad morfológica*

La calidad morfológica se determinó seleccionando las raíces tuberosas anatómicamente mejor conformadas de forma cilíndrica, con tamaños en los rangos establecidos y que tuvieran el pedúnculo bien desarrollado para evitar daños mecánicos a las raíces.

##### a) Forma de las raíces

Se procedió a escoger al azar 20 plantas de yuca de la plantación. Cada planta disponía de 6 – 10 raíces con calidad para ser comercializada. Se realizaba la escogencia entre las raíces que cumplían con los estándares para ser parafinadas y aquellas que no los cumplían.

#### *Medición del deterioro fisiológico*

Se procedió a determinar muestras que no tuviesen presencia de puntos o manchas negras, azules o pardas, ni daños mecánicos en la corteza y pulpa para posteriormente aplicarles los tratamientos.

Para medir el deterioro físico se realizó una evaluación a través del análisis de tres secciones de cada raíz, una sección apical (correspondiente al punto de crecimiento apical de la raíz), una sección media y una basal (sección que se encuentra cerca del tallo), posteriormente se realizaba un corte longitudinal, determinándose los niveles de deterioro mediante la siguiente escala:

- 0 – sin manchas ni estrías, superficie totalmente sana y de color blanco
- 1 – puntuaciones azuladas con una cobertura de hasta un 20 % de la superficie
- 2 – puntuaciones azuladas de mayor diámetro, alcanzando hasta 40 % de la superficie
- 3 – aparición de zonas marrones con ablandamiento de la pulpa, afectada hasta en un 60 %
- 4 – ampliación de la zona marrón y mayor ablandamiento de la pulpa, afectando 80 %
- 5 – total putrefacción de la raíz, con una afectación del 100 %

El porcentaje de deterioro se determinó usando la media aritmética. Para calcularla se tomaron los valores de las mediciones del deterioro en cada sección como un porcentaje del área total. (ver Fig. 1)

La suma total de estos valores entre el número de observaciones constituye el porcentaje de deterioro en cada período de evaluación establecido.

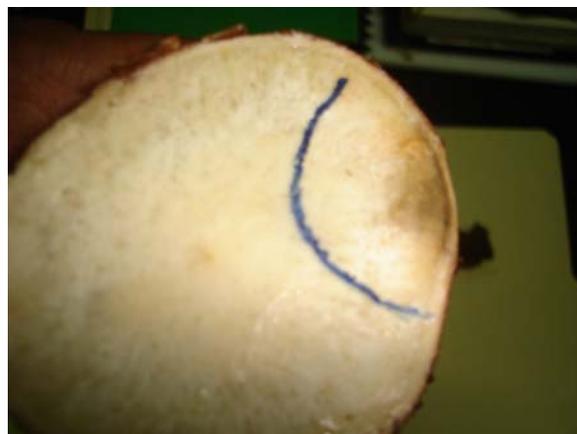


Fig. 1 Deterioro Fisiológico Poscosecha (DFP) en una muestra de raíz de yuca sin parafinar a los 7 días

#### *Medición del deterioro microbiano*

Para determinar el deterioro microbiano se realizaron pruebas para el aislamiento de microorganismos en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Para esto se tomaron trozos de raíces que mostraran deterioro microbiano (Fig. 2).

Los fragmentos fueron lavados con agua del grifo y posteriormente desinfectados con hipoclorito de sodio al 5 % por tres minutos y lavados nuevamente con agua destilada estéril, secados con papel toalla, trasladándose a plato petri con medio Agar Nutriente (AN), el cual es un medio para el crecimiento de bacterias, tanto saprofitas como fitopatógenas, dejándose incubar por 24 horas. Las colonias crecidas se transfirieron posteriormente a medios específicos.



Fig. 2 Deterioro microbiano en una muestra de raíz de yuca sin parafinar a los 10 días.

Para la identificación de la bacteria se utilizó el medio tetrazalium, el cual es un medio específico para identificar a las bacterias; también se utilizó el medio CVP (degradación de pectona) que permite la identificación de la especie. Se realizaron pruebas bioquímicas: oxidasa, catalasa, KOH y utilización de carbohidratos como fuente de energía.

*Calidad culinaria*

Para determinar la calidad culinaria de la yuca se tomó en cuenta el tiempo de cocción, el color y la consistencia de la pulpa. Una vez cocidos los trozos, posteriormente se comparó el sabor de los mismos, así como la consistencia de la pulpa al tacto y el color blanco característico de esta variedad.

*Tiempo de cocción de las muestras*

Para determinar el tiempo de cocción, se seleccionaron al azar raíces de las diferentes muestras a las cuales se les quitó la cáscara y se redujeron a trozos que fueron lavados nuevamente.

Se tomó ½ kilogramo de estos trozos para ser sometido a cocción en agua en estado de ebullición. Se midió el tiempo que se tardó en cocer hasta tener una consistencia blanda al tacto.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados de deterioro medio en las raíces de yuca sin parafinar muestran valores en el rango de 18 – 19 % entre los 10 a 13 días de almacenamiento (ver Tabla 1). Períodos mayores de análisis mostraron un mayor deterioro lo que vuelve a las raíces carentes de valor comercial.

Tabla 1 Valores medios de deterioro de yuca sin parafinar

Nº de lote	Días de almacenamiento			
	3 días	7 días	10 días	13 días
1	0.00	11.11	22.22	20.00
3	2.22	8.88	20.00	13.33
5	2.22	8.88	15.55	22.22
Promedio	1.48	9.62	19.26	18.52

Los resultados de deterioro medio de yuca parafinada muestran valores entre 4 - 5 % a los 21 – 28 días de almacenamiento (ver Tabla 2).

Tabla 2 Valores medios de deterioro de yuca parafinada

Nº de lote	Días de almacenamiento			
	7 días	14 días	21 días	28 días
2	2.20	2.20	8.88	4.44
4	0.00	6.67	2.22	4.44
6	0.00	2.22	4.44	4.44
Promedio	0.73	3.70	5.18	4.44

Estos datos reflejan el impacto de la parafina en la conservación de los tejidos, logrando ampliar el período de conservación incidiendo positivamente en el manejo y valor comercial del producto. Este resultado concuerda con el reportado por Sánchez y Alonso (2002).

Existe un efecto retardador del deterioro mediante el proceso de parafinado de las raíces de yuca en comparación con las raíces sin tratamiento. (ver Fig. 3)

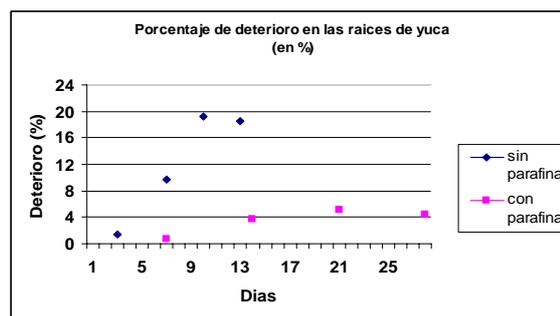


Fig. 3 Porcentaje de deterioro en raíces de yuca parafinada y sin parafinar

Los resultados de laboratorio muestran que el deterioro fue causado principalmente por la presencia del patógeno *Erwinia spp.*, provocando la pudrición y áreas necróticas en la pulpa de la yuca.

En Nicaragua no es frecuente encontrar *Erwinia spp* en productos cosechados como tubérculos, si no que es común hallarla afectando las partes aéreas de las plantas, provocando la pudrición acuosa y fetidez del tallo o por la necrosis medular de la porción leñosa de la planta. Las plantas afectadas muestran marchitez en los cogollos y una coloración marrón de la parte leñosa de la planta. Este tipo de enfermedad es llamada “pudrición blanda”.

En cuanto a la calidad culinaria, el tiempo de cocción de yuca sin parafinar fue de 24 minutos y para la yuca parafinada fue de 24 a 25 minutos. Este tiempo confirma las bondades de la característica del clon “algodón” en relación al tiempo de cocción que fue relativamente corto.

La consistencia de ambas muestras, yuca sin parafinar y parafinada, fue suave pero firme y con pocas fibras, de sabor poco dulce al ser degustadas minutos después de cocidas.

## CONCLUSIONES

Los valores medios obtenidos para determinar el deterioro de las raíces de la yuca muestran que el tratamiento con parafina influye considerablemente en la retardación de dicho proceso, lo que permite prolongar el período de conservación de las raíces, con un comportamiento fisiológico más estable en comparación con las muestras de yuca sin parafinar, que presentaron un mayor deterioro en menor tiempo.

Los resultados de laboratorio muestran que el deterioro microbiano fue causado principalmente por la presencia del patógeno *Erwinia Spp*, provocando la pudrición y áreas necróticas en la pulpa de la yuca.

El efecto del proceso de parafinado no influyó en el tiempo de cocción de las muestras; asimismo la consistencia y sabor de las muestras parafinadas se mantienen en relación a las muestras sin parafinar.

Aunque en Nicaragua la técnica de parafinado aún no ha sido masificada en el sector agrícola, ésta representa una alternativa de bajo costo para retardar el deterioro y disminuir las pérdidas que éste causa en la comercialización de la yuca fresca.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Asdi) por el apoyo financiero brindado para la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

Cenóz P.J., A. López y Á. M. Burgos “Factores ambientales que regulan el deterioro poscosecha en *Mandioca*”, <http://www.unne.edu.ar/cyt/2001/5->

Agrarias /A-011.pdf, [fecha de consulta, 17 de Octubre de 2006]

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2003). *Guía Tecnológica de la yuca*. Managua, Nicaragua.

Montaldo, A. (1973) *Vascular streaking of cassava root tuber* Tropical Science Oxford (UK), Vol 15 N° 1, p 39 - 46

Rosses, M (2005) *Consultoría de Canales y Márgenes de Comercialización de la Yuca*, MAGFOR. Nicaragua.

Sánchez, T y L. Alonso (2002), *Conservación y Acondicionamiento de las Raíces Frescas*, En *La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización* por B. Ospina y H. Ceballos, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), capítulo 27, pp. 503-526, Cali, Colombia.

Wheatley, C.; C. Lozano, y G. Gómez, (1982) *Deterioro y almacenamiento de raíces de yuca*, En *Yuca; investigación, producción y utilización*, Programa de Yuca, CIAT, Cali, Colombia, p 493 – 512.



**Rosario Sotelo Contreras** se graduó de Ingeniera Agrónoma en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN - Managua) en 1986. Obtuvo su Maestría en Planificación Territorial en Función del Medio Ambiente, CIHEAM, Zaragoza, España, en 1995. Profesor titular, Facultad de Tecnología de la Construcción, Universidad Nacional de Ingeniería.



**Guillermo Acevedo Ampié** se graduó de Ingeniero Agrícola en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en 1994. Obtuvo su Maestría en Economía y Desarrollo graduado en la Universidad Centroamericana (UCA) en 2001. Su área de trabajo es la tecnología en la agricultura. Profesor Titular, Facultad de Tecnología de la Construcción, Universidad Nacional de Ingeniería.

