

Almacenamiento y conservación de raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)¹

ADOLFREDO DELGADO²

RESUMEN

Para estudiar la reacción las raíces de yuca al rayado marrón se realizaron dos experimentos.

En el primer experimento se almacenaron raíces de yuca a temperatura ambiente (30°C) de acuerdo a los tratamientos siguientes:

- a) Sacos de sisal sin revestir
- b) Sacos de sisal revestidos con bolsas de polietileno negro.
- c) Sacos de sisal revestidos con bolsas de polietileno blanco.

Se encontró que después de cuarenta días las raíces almacenadas en sacos de sisal sin revestir, presentaron un 100 por ciento de pérdida en raíces dañadas por rayado marrón. Las raíces almacenadas en sacos de sisal revestidos con polietileno negro o blanco dieron un 43 por ciento de raíces dañadas como consecuencia del rayado marrón. Las raíces no dañadas tenían un sabor aceptable en la mesa, aunque algunas eran un poco dulces.

En el segundo experimento se almacenaron raíces de yuca a temperatura ambiente (30°C). Se utilizaron bolsas de polietileno negro perforadas y de diferentes tamaños. 4, 8 y 12 Kg. Después de treinta días se encontró que solamente un pequeño porcentaje de raíces presentó el rayado marrón en todos los tratamientos.

ABSTRACT

Two experiments were conducted to study the reaction of cassava roots to vascular streaking. In the first experiments: cassava roots were stored at 30°C and subjected to the following treatment.

- a) Sisal sacks without lining,
- b) Sisal sacks lined with black polyethylene plastic bags,
- c) Sisal sacks lined with white polyethylene plastic bags.

¹ Recibido para su publicación el 5-5-1978.

² Ing. Agr. M.S. Jefe del Programa de Raíces y Tubérculos. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental "El Guayabo", Estado Zulia, Venezuela.

Results showed that after 40 days storage in unlined sisal sacks, 100 per cent of the roots were lost due to damage caused by vascular streaking. Roots stored in sisal sacks lined with either black or white polyethylene bags demonstrated a 43 per cent loss rate to vascular streaking. Undamaged roots were acceptable with respect to flavor, though some were slightly sweet.

In the second experiment, cassava roots were also stored at 30°C. Perforated, black polyethylene plastic bags which held 4, 8 or 12 kg were utilized. After 30 days storage, it was found that only a small percentage of roots were damaged by vascular streaking in all treatments.

It is suggested that conservation and storage be studied further before any definite recommendations are made.

INTRODUCCION

Las raíces tuberosas de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), constituyen un valioso recurso de carbohidratos y energía para la alimentación humana y animal en las regiones tropicales húmedas y bajas. Igualmente como recursos abundantes y baratos de almidón para las industrias de papel y textiles, siendo posible su cultivo aún en suelos relativamente pobres (4, 6).

Existe un serio problema en la conservación de las raíces tuberosas de yuca después de la cosecha, y es que aparecen alteraciones en la pulpa, en forma de manchas o estrías inicialmente azuladas y posteriormente marrones. La forma como hasta ahora se ha superado este problema en la industria, es mediante el secado inmediato de las raíces de yuca, ya en forma de rodajas, granulos o harina, productos éstos con 10-12 por ciento de humedad. Para consumo fresco las raíces de yuca en algunos lugares se entierran en arena o se mantienen bajo refrigeración (5).

En el sub-programa de raíces y tubérculos que se lleva a cabo en la Estación Experimental "El Guayabo", Estado Zulia, Venezuela, se estudió el almacenamiento y conservación de la variedad de yuca RT-ZU-1018 "Llanerita" a temperatura ambiental, con relación al rayado marrón.

REVISION DE LITERATURA

En Africa (1), se indica en un estudio sobre almacenamiento de productos alimenticios, que las raíces tuberosas de yuca, no se conservan bien por ningún período de tiempo después de la cosecha.

Pacheco (9), en Brasil señala que las raíces de yuca tienen muy poca resistencia al almacenamiento, e indica como posible causa, a las enzimas que existen en las raíces y que se vuelven muy activas después de la cosecha y también por la invasión posterior de microorganismos. Se hicieron determinaciones de color, viscosidad y sedimentación en muestras de almidón preparadas de raíces de yuca fresca y de raíces almacenadas por veinticuatro, cuarenta y ocho y setenta y dos horas. Se notó que las raíces almacenadas dieron almidón de inferior calidad en relación al color y tipo de sedimentación. También hubo un efecto menor de viscosidad. Los cambios en la calidad del almidón ocurrieron después de la aparición de las nervaduras cenicientas azuladas en el cilindro central. El autor recomienda no almacenar las raíces de yuca por más de veinticuatro horas.

En otro trabajo, Pacheco (8), estudió el contenido en almidón de las raíces frescas y almacenadas de yuca y concluye que éste no se altera con el almacenamiento a temperaturas bajas; pero sí ocurren pérdidas de peso de las raíces alrededor del 2-7 por ciento y también se desmejora la calidad del almidón.

Normanha y Pereira (7), recomiendan para una buena conservación de raíces de yuca, que éstas reciban el mínimo de sol en la cosecha y que para el consumo doméstico pueden ser mantenidas en un refrigerador a pocos grados sobre cero. También indican mantenerlas ensacadas y enterradas en un lugar fresco.

En la India*, se señala para conservar raíces de yuca, la refrigeración a 0° - 2°C y 85-90 por ciento de humedad relativa.

Averre (2), en Carolina del Norte, realiza una serie de observaciones y se inclina a señalar la naturaleza enzimática del rayado marrón, por las siguientes razones.

- 1) Ausencia de microorganismos en los tejidos en proceso de decoloración.
- 2) Inactividad del mecanismo cuando las raíces tuberosas son mantenidas a 53°C por cuarenta y cinco minutos.
- 3) Falta del completo desarrollo de la decoloración en raíces tuberosas bajo condiciones anaeróbicas.
- 3) Falta completa del rayado marrón en raíces mantenidas sumergidas en agua.

El autor señala finalmente que las pérdidas debidas al rayado marrón pueden evitarse, por refrigeración, por tratamientos con agua caliente previo el almacenamiento, por mantenimiento de las raíces sumergidas en agua a temperatura ambiente o por almacenamiento a bajas temperaturas (2-5°C).

Averre (3), en otro experimento, tratando de probar la naturaleza enzimática del rayado marrón, colocó raíces por quince y veintitrés días bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas, a temperatura que variaron de 15°C a 35°C. Las raíces en condiciones aeróbicas desarrollaron un alto porcentaje de rayado marrón con cifras entre 45 y 100 por ciento; en cambio las raíces en condiciones anaeróbicas tuvieron en tres casos 0 por ciento de rayado marrón y en un caso 19 por ciento.

MATERIALES Y METODOS

a. Descripción del área.

La Estación Experimental "El Guayabo", está localizada en la zona sur del Lago de Maracaibo, Dtto. Colón, Estado Zulia.

Para el año 1976 las condiciones climáticas del área fueron: temperatura media 26,0°C con una media máxima de 32,3°C y una media mínima de precipitación media 2.425,9 mm con una media máxima de 3.310,1 mm y una media mínima de 2.069,8 mm. La humedad relativa media fue de 82 por

* Council, of sciences and industrial research. India, Wealth of India Raw: Materials, Delh, Vol. 6: 292. 1962.

ciento. La zona climática corresponde al bosque húmedo tropical según la clasificación de Leslie Holdridge.

b. Metodología.

Dos tipos diferentes de experimentos se realizaron en Marzo de 1976. Uno para evaluar el efecto de la conservación de raíces de yuca en sacos de sisal revestidos con bolsas de polietileno blanco o negro y otro en sacos de sisal sin revestir para evaluar el efecto de almacenamiento de yuca en bolsas de polietileno negro de diferentes tamaños, con el objeto de prevenir el rayado de la yuca. En ambos casos se utilizó la variedad RT-ZU 1018 "Llanerita".

c. Primer Experimento.

Con el objeto de investigar el efecto de la conservación de raíces de yuca en sacos de sisal revestidos con bolsas de polietileno blanco o negro y, en sacos de sisal sin revestir, se aplicaron tres tratamientos de almacenaje de raíces maduras a temperatura ambiente 30°C, los tratamientos usados fueron.

- 1) Tratamiento (T₁): Sacos de sisal revestidos por dentro con bolsas de polietileno negro.
- 2) Tratamiento (T₂): Sacos de sisal revestidos por dentro con bolsas de polietileno blanco.
- 3) Tratamiento (T₃): Sacos de sisal sin revestir.

Se cosecharon las raíces de yuca cuatro horas antes de comenzar el experimento. Se seleccionaron las raíces sanas y uniformes en tamaño, se separaron en tres lotes de 60 Kg cada uno, y se sometieron a los tratamientos antes mencionados. Posteriormente se almacenaron en un galpón a temperatura ambiente (30°C).

Se evaluaron los tratamientos cada cinco días, sacando muestras de tres Kg de raíces por tratamiento. Se cortaron las raíces para observar la presencia o no del rayado marrón.

Los resultados se expresaron en base al peso de raíces sanas y dañadas. El tiempo de duración del ensayo fue de cuarenta días y el experimento fue arreglado como bloques completamente al azar con cuatro repeticiones.

c. Segundo Experimento.

Con el objeto de investigar el efecto del almacenamiento de la yuca en bolsas de polietileno negro, de diferentes tamaños, se hicieron tres tratamientos de almacenaje de raíces maduras.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- Tratamiento 1 (T₁): Se colocaron raíces de yuca en bolsas de polietileno negro de 4 Kg de capacidad.
- Tratamiento 2 (T₂): Se colocaron raíces de yuca en bolsas de polietileno negro de 8 Kg de capacidad.
- Tratamiento 3 (T₃): Se colocaron raíces de yuca en bolsas de polietileno negro de 12 Kg de capacidad.

Se cosecharon las raíces de yuca tres horas antes de comenzar el experimento. Se seleccionaron las raíces sanas y uniforme de tamaño. Se separaron en tres lotes cada uno y se sometieron a los tratamientos antes mencionados, posteriormente se almacenaron los tres tratamientos en un galpón a temperatura ambiente (30°C).

Las bolsas fueron perforadas para permitir la aireación y cerradas por su parte posterior. Al ensayo se le tomaron tres muestras (bolsas) al azar, para cada tratamiento cada cinco días, registrándose la cantidad en kilos de yuca en buen estado y peso de la yuca dañada por el rayado marrón. El tiempo del ensayo fue de cuarenta días.

El experimento fue arreglado como un bloque completamente al azar con tres repeticiones según el arreglo factorial 3 x 8 (tamaño de bolsa por semana).

DISCUSION Y RESULTADOS

En este ensayo se usó la variedad RT-ZU-1018 "Llanerita", debido a que ésta es la de mayor uso comercial y aceptación en el mercado. Este trabajo fué acompañado por dos experimentos.

Se examinaron en el microscopio pedazos o secciones de tejidos decolorados y no revelaron la presencia de microorganismos. Con los tratamientos uno y dos (T₁, y T₂), se observa una ligera pudrición de raíces (Tabla 1 y 2). En el tratamiento uno (T₁), a los diez días de almacenamiento, las raíces de yuca presentaron un 2,5 por ciento de pérdidas, a los veinticinco días presentaron un 30 por ciento de pérdidas, y al final del experimento presentaron un 49 por ciento de pérdidas.

En cuanto al tratamiento dos (T₂) a los diez días de almacenamiento presentó un 8 por ciento de pérdidas totales de raíces, a los quince días presentó un 9 por ciento de pérdidas, a los veinticinco días tuvo un 40 por ciento y al final del experimento presentó un 47,75 por ciento de pérdidas. En el tratamiento tres (T₃), a los diez días de almacenamiento presentaba un 45 por ciento de pérdidas, y a los veinticinco días presentaba un 100 por ciento de pérdidas de las raíces. Las pudriciones, posiblemente fueron consecuencia del exceso de humedad lo que favoreció la proliferación de hongos.

Segundo Experimento.

Almacenamiento de yuca en diferentes tamaños de bolsas de polietileno negro

Se examinaron en el microscopio secciones negras de tejidos que presentaban rayado marrón, y no revelaron la presencia de micelios de hongos.

Los resultados de este experimento se presentan en la Tabla 3. No se detectaron diferencias significativas (Apéndice 1), entre los respectivos tratamientos.

TABLA 1. Efecto de varios tratamientos contra el rayado marrón en raíces de yuca almacenadas a temperatura ambiente (30°C) durante cuarenta días.

Número de días	Tratamientos	Peso de Raíces		
		Sanas (Kg)	Dañadas (Kg)	Total (Kg)
5	T ₁	11,70	0,30	12
	T ₂	12,00	0,00	12
	T ₃	11,70	0,30	12
10	T ₁	11,70	0,30	12
	T ₂	11,03	0,97	12
	T ₃	6,6	5,4	12
15	T ₁	10,33	1,67	12
	T ₂	11,35	0,65	12
	T ₃	6,23	5,77	12
20	T ₁	6,20	5,80	12
	T ₂	8,9	3,09	12
	T ₃	2,17	9,83	12
25	T ₁	8,32	3,68	12
	T ₂	7,18	4,82	12
	T ₃	0,00	12,00	12
30	T ₁	5,80	6,20	12
	T ₂	5,89	6,11	12
	T ₃	0,00	12,00	12
35	T ₁	5,73	6,27	12
	T ₂	6,15	5,85	12
	T ₃	0,00	12,00	12
40	T ₁	6,10	5,90	12
	T ₂	6,27	5,73	12
	T ₃	0,00	12,00	12

T₁ = Sacos de sisal revestidos por dentro con bolsas de polietileno negras.

T₂ = Sacos de sisal revestidos por dentro con bolsas de polietileno blanco.

T₃ = Sacos de sisal sin revestir.

TABLA 2. Efecto de varios tratamientos contra el rayado marrón en raíces de yuca almacenadas a temperatura ambiente (30°C) durante cuarenta días.

Duración del Ensayo	Tratamiento*	Peso de raíces en Kg.		
		Sanas	Dañadas	Total**
40 días	Sacos de sisal revestidos de polietileno negro.	31,94	16,06	48
	Sacos de sisal revestidos de polietileno blanco.	32,39	15,61	48
	Sacos de sisal	13,35	34,65	48

* La lectura fue tomada cada cinco días.

** Basado en cuatro repeticiones de 12 kilogramos cada una.

TABLA 3. Efectos de diferentes tamaños de bolsas de polietileno negro para controlar el rayado marrón en raíces de yuca.

Número	Peso de raíces sanas y dañadas en Kg.					
	Bolsas de 4 Kg.		Bolsas de 8 Kg.		Bolsas de 12 Kg.	
	Sanas	Dañadas	Sanas	Dañadas	Sanas	Dañadas
5	3,18	0,82	7,20	0,80	10,75	1,25
10	1,80	2,20	5,35	2,65	6,56	5,44
15	1,70	2,30	3,06	4,94	7,26	4,74
20	2,81	1,19	4,50	3,50	5,69	6,32
25	1,25	2,75	1,90	6,10	5,96	6,04
30	0,85	3,15	2,48	5,52	5,06	6,94
35	0,92	3,08	1,66	6,34	6,16	5,84
40	0,68	3,32	1,81	6,19	6,86	5,14

Apéndice 1. Análisis de variancia para diferentes tamaños de bolsas de polietileno negra.

Fuente de Variación	C. de L.	S.C.	C.M.	F
Total	71	5,66	0,16	
Tratamiento	2	0,32	0,16	4,00 N.S.
Bloques	2	0,13	0,66	1,50 N.S.
Semana	7	2,33	0,33	8,25*
Bloque x Semana	14	0,68	0,04	
Bloque x Tratamiento	4	0,28	0,07	1,75
Semana x Tratamiento	14	0,56	0,04	1,00
Semana x Tratamiento x Bloque	28	1,36	0,04	

* significativo al 5%

A los cinco días de almacenamiento:

En el tratamiento uno (T₁), las raíces de yuca presentaron un 20,5 por ciento de pérdidas, el tratamiento dos (T₂) presentó un 10 por ciento de pérdidas y el tratamiento tres (T₃) presentó un 10,4 por ciento de pérdidas.

A los quince días de almacenamiento, las raíces de yuca presentaron las siguientes características: En el tratamiento uno (T₁) hubo un 42,5 por ciento de pérdidas, en el Tratamiento dos (T₂), hubo un 60,7 por ciento de pérdidas, y en el tratamiento tres (T₃) hubo un 40 por ciento de pérdidas.

A los cuarenta días de almacenamiento, las raíces de yuca presentaron las siguientes características.

En el tratamiento uno (T₁) hubo un total de 83 por ciento de pérdidas.

En el tratamiento dos (T₂) 76 por ciento de pérdidas y en el tratamiento tres (T₃) un 43 por ciento de pérdidas (Tabla 3).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en los experimentos uno y dos se puede concluir lo siguiente:

1) La ausencia de microorganismos y el rápido desarrollo del rayado, permite concluir que el rayado marrón es de naturaleza enzimática.

2) Es posible disminuir en raíces de yuca el rayado marrón almacenándolas en bolsas de polietileno negro o blanco de diferentes tamaños.

3) El uso de bolsas de polietileno negro perforadas, evita el exceso de humedad producido por la transpiración de las raíces de yuca dentro de las bolsas.

4) Es preferible almacenar raíces de yucas en bolsas de polietileno negro perforadas de 12 Kg de capacidad, ya que resultan más económicas.

RECOMENDACIONES

Debido a que éstos ensayos son preliminares es necesario seguir investigando la humedad más adecuada para la conservación de raíces de yuca en bolsas de polietileno negro de diferentes tamaños y también en sacos de sisal revestidos de polietileno negro o blanco.

LITERATURA CITADA

1. ANONIMO. Notes on storage of foodstuffs. *East African Agricultural Journal (Nairobi)* 2 (5) 1937.
2. AVERRE, C.W. Vascular streaking of stored cassava roots Trinidad, *Inst. Symp. Trop. Root. crops Proc. Vol. 2, Sect. Iva* 31-35. 1976.
3. AVERRE, C.W. Effect of packaging on vascular streaking of fresh cassava roots. Bogotá, 8a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. 1970.
4. CZYHRINCIW, N. & JAFFE, W. Modificaciones químicas durante la conservación de raíces tubérculas. *Archivos Venezolanos Nutrición (Caracas)* 2 (1): 49-67. 1951.
5. JONES, W.O. *Manioc in Africa* California Stanford University, Press 315 p. 1959.
6. MONTALDO, A. El cultivo de la yuca. Publicación divulgativa N° 4 Instituto de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. 8 pp. 1965.
7. NORMANHA, E.S. & PEREIRA, A.S. "Cultura de Mandioca", Campinas Instituto Agrônomo. 29 p. (Vol. 124). 1964.
8. PACHECO, J.A. Alterações do teor de amido durante armazenamento das raízes de Mandioca. (Campinas) *Brasil* 13 (nota 6): XV - XVI. 1954.
9. PACHECO, J.A. de C. Alterações da qualidade da fécula or armazenamento das raízes de Mandioca. *Bragantia (Campinas) Brasil* 12 (7/8) 297, 1952.