

**NOTA DE INVESTIGACION****FACTORES AMBIENTALES QUE REGULAN EL DETERIORO  
POSCOSECHA EN MANDIOCA (*Manihot esculenta* CRANTZ)**

Cenoz, Pedro J.; López, Alfredo E.; Burgos, Ángela M.

Facultad de Ciencias Agrarias UNNE

Sgto. Cabral 2131 – Corrientes

E-mail : pjcenoz@agr.unne.edu.ar

**RESUMEN**

Con el propósito de evaluar algunos elementos climáticos que influyen en el deterioro poscosecha en mandioca, se realizó una experiencia en un diseño factorial  $2^3$ , analizándose dos condiciones de temperatura inicial, una con secado a estufa a 40° C. durante 45 minutos y otra a temperatura ambiente; dos condiciones de iluminación, con y sin luz diurna; y dos niveles de exposición al aire, una a medio ambiente y otra con película de polietileno. Las evaluaciones se efectuaron cada siete días, realizando cuatro observaciones, a los 7, 14, 21 y 28 días. En cada una se midió pérdida de peso de cada raíz y se estimó el porcentaje de deterioro, para lo que se dividió a cada raíz en tres secciones: apical, media y basal y se aplicó una escala de valores de 0 a 5 según porcentaje de deterioro de cada sección. Se utilizó el clon "Palomita" y la temperatura media ambiente durante la experiencia fue de 20 ° C. Los resultados obtenidos mostraron que el contacto directo de las raíces con el aire (aireación) independientemente de la exposición a la luz aceleró el inicio del deterioro, por lo cual evitando o disminuyendo ese contacto por medios mecánicos (polietileno) se lograría una mayor conservación. La luz no influyó en el proceso de deterioro. La humedad de la raíz es importante en la conservación, manteniendo el peso y retardando la degradación primaria. El secado rápido inicial por medio de estufa permitió una mayor conservación siempre que vaya acompañado de una protección del aire.

Palabras claves: conservación, temperatura, humedad, aireación.

**SUMMARY**

In order to evaluate some climate conditions that influence cassava post-harvest deterioration, a trial with a factorial design  $2^3$  was carried out. Two initial temperatures, one, drying in stove at 40°C for 45 min and the other at room temperature; two lighting conditions, with and without daylight exposition and two airing levels, one in open-air and the other with a polyethylene film cover were studied. Evaluations were done every seven days at 7, 14, 21 and 28 days. On each observation, the roots weight loss and deterioration percentage were measured; for this purpose roots were divided into three sections: apical, medium and basal. A scale from 0 to 5 was used for each section according to the deterioration degree. The clone "Palomita" was used. The average ambient temperature during the trial was 20°C. Results shows that independently of light exposition, the contact between roots and air, accelerates the deterioration beginning, therefore avoiding or reducing that contact by mechanical means (polyethylene), a longest conservation is achieved. Light has no influence on deterioration process. Roots moisture is important, holding the weight and delaying primary deterioration. Longest conservation is obtained with fast initial stove drying and protection against aeration.

Key words: conservation, temperature, humidity, aeration.

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), es hoy día el cultivo de raíz más importante que se realiza en las zonas tropicales y subtropicales del mundo como fuente de hidratos de carbono para la alimentación humana.

La producción mundial rebasó los 160 millones de toneladas en 1999, y podría llegar a los 210 millones para el año 2005. En los últimos cinco años la producción para consumo humano aumentó 50 % en África y 70 % en Asia. (Plucknett *et al.*, 1999). El 80 % de la producción es consumida en fresco en los lugares de producción y solamente un 20 % es transformada en otros productos industrializados para su exportación.

El problema principal, por el cual no se puede comercializar las raíces en zonas distantes al lugar de producción, es el deterioro poscosecha que sufren a no más de 48 horas de extraídas del suelo. Los síntomas de deterioro de las raíces se manifiestan con cambio de coloración en los tejidos parenquimatosos y los haces xilemáticos, adquiriendo éstos últimos una coloración azulada que luego se convierte en estrías vasculares de color marrón (Montaldo, 1973).

Luego de este proceso las raíces pueden ser atacadas por microorganismos que provocan pudrición a los 5 ó 6 días después de la cosecha (Booth, 1976).

Si bien se ha podido identificar a los componentes que causan el deterioro fisiológico, poco se conoce sobre los mecanismos bioquímicos que conducen a la formación de éstos compuestos (Wheatley, *et al.* 1985).

Estudios citológicos realizados, demostraron que los cambios de coloración aparecen como una respuesta de los tejidos de la raíz a daños o heridas y que no quedan localizados, sino que se extienden rápidamente (Rickard, 1982). En estudios posteriores se ha demostrado la aparición de compuestos fluorescentes en el parénquima, de los cuales el más frecuente fue identificado como escopolatina, una cumarina que se encuentra en muy baja concentración en raíces frescas, pero que aumenta considerablemente después de la cosecha (Rickard, 1982; Wheatley, 1982)

Los métodos de control ensayados a fin de disminuir o retardar la aparición del deterioro son numerosos, y van desde la construcción de silos a campo con capas de paja, cajones con aserrín, arena mojada, etc. hasta la utilización de productos químicos para evitar el ataque microbiano (Booth, 1978; CIAT, 1982, 1983).

En nuestra zona, más precisamente en el noroeste de la provincia de Corrientes se efectuaron experiencias con fungicidas

poscosecha como el thiabendazol y benomil, lográndose una mayor conservación al retardarse el tiempo de aparición del ataque microbiano (Burgos y Cenóz, 1999).

Otras experiencias se realizaron empleando tratamientos de inmersión en agua caliente (Averre, 1967), conservación a bajas temperaturas (Averre, 1967 y Montaldo, 1973) y almacenamiento al aire con bajo nivel de oxígeno (Noon y Booth, 1977). Todas ellas arrojaron resultados diferenciados conforme a los clones utilizados y las condiciones climáticas imperantes durante los tratamientos. Quedó evidenciado que la exposición de las raíces al aire (oxígeno) acelera el proceso del deterioro, activando las enzimas responsables del mismo.

En el Brasil, estudios realizados sobre el efecto de podas de los tallos y uso de embalajes para la conservación de raíces demostraron que mediante la privación de oxígeno después de cosecha, por medio de plásticos, se retarda el deterioro, lográndose una mayor conservación. (Vilela Paranaba *et al.*, 1996).

La región del nordeste argentino es la única zona productora de mandioca del país, con aproximadamente 35.000 has. bajo cultivo. Su comercialización y consumo es principalmente local y regional, elaborándose algunos productos derivados que son ofrecidos en otros mercados más lejanos. El deterioro de las raíces constituye, evidentemente, la barrera más importante de la comercialización.

De todo ello surge la necesidad de encontrar métodos de conservación de bajo costo que tengan poca incidencia en el precio final del producto, y que permitan extender las distancias de comercialización, manteniendo la calidad.

Con el objeto de evaluar la influencia de los factores climáticos como temperatura, luz, humedad y aireación, en el proceso del deterioro se efectuó una experiencia comparativa con dichas variables, tomando en consideración los valores ambientales de temperatura en la época de cosecha de la región del nordeste argentino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado a los 27° 25' de latitud sur y 58° 40' de longitud oeste de Greenwich, con un suelo Udipisament álfico, hipertérmico de la serie Ensenada Grande y clima templado cálido subhúmedo-húmedo, un régimen pluviométrico de 1250 mm. anuales, temperatura media de 20,5° C, y 74% de humedad relativa (Escobar *et al.*, 1994).

Se utilizó el clón denominado “Palomita” por ser el más requerido y cultivado en la zona, de buena calidad y producción.

El diseño experimental fue un factorial  $2^3$ , evaluándose dos condiciones de temperatura inicial, una con secado a estufa a 40° C, durante 45 min. y otra a temperatura ambiente. Se analizaron dos condiciones lumínicas, con y sin luz, y dos niveles de aireación, una expuesta a medio ambiente y otra cubierta con película de polietileno.

El orden y condiciones de los tratamientos puede observarse en la tabla 1.

**Tabla 1. Tratamientos**

Trat.	Con estufa	Sin estufa	Con luz	Sin luz	Con aire	Sin aire
1	X	-	X	-	X	-
2	X	-	-	X	X	-
3	X	-	X	-	-	X
4	X	-	-	X	-	X
5		X	X	-	X	-
6		X	-	X	X	-
7		X	X	-	-	X
8		X	-	X	-	X

En los tratamientos 1 a 4 el material, recién cosechado se sometió a un deshidratado rápido por medio de estufa a 40° C durante 45 min. Posteriormente, ese material fue subdividido en grupos con luz y sin luz, y éstos a su vez en expuestos y no expuestos al aire. Para este último caso se envolvieron las raíces con film auto adherente a base de resina de polietileno.

En los tratamientos 5 a 8 las raíces cosechadas fueron oreadas a la sombra durante una hora, antes de ser sometidas a los tratamientos.

Las evaluaciones se efectuaron cada 7 días, con cuatro observaciones, a los 7, 14, 21 y 28 días. En cada una se midió la pérdida de peso de cada raíz y el porcentaje de deterioro aparecido.

Para las mediciones del deterioro se dividió a cada raíz en tres secciones: una apical, una media y otra basal, determinándose para cada sección 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, abarcando hasta un 40% de la superficie.

3 = aparición de zonas marrones con ablandamiento de pulpa, afectando hasta un 60%.

4 = ampliación de la zona marrón y mayor ablandamiento de la pulpa, afectando hasta un 80%.

5 = total putrefacción de raíz. Superficie totalmente afectada (100%).

Los valores obtenidos fueron analizados y comparados estadísticamente por el test de Tukey. Los porcentajes de deterioro fueron previamente transformados por la ecuación  $0,5 + \text{SQRT}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cuanto a pérdida de peso de las raíces durante el proceso pueden verse en la tablas 2 y 3.

**Tabla 2. Pérdida de peso de raíces (en gramos)**

Trat.	DÍAS DE ALMACENAMIENTO			
	7 días	14 días	21 días	28 días
1	37,50 a*	57,50 a	73,25 a	95,25 a
2	40,75 a	43,50 a	67,00 a	116,75 a
3	6,75 b	5,00 b	6,75 b	9,75 cd
4	6,75 b	6,50 b	8,00 b	10,25 cd
5	40,00 a	45,00 a	51,00 a	53,50 b
6	28,25 a	46,25 a	52,50 a	56,00 bc
7	0,75 b	1,00 b	2,25 b	3,00 d
8	2,00 b	2,00 b	2,75 b	4,75 d

\*Letras iguales entre columnas no difieren estadísticamente.

**Tabla 3. Pérdida de peso de raíces (en porcentaje)**

Trat.	DÍAS DE ALMACENAMIENTO			
	7 días	14 días	21 días	28 días
1	11,9 a	18,6 a	21,5 a	23,3 a
2	13,2 a	17,6 a	23,6 a	33,0 a
3	2,9 b	2,1 b	3,0 b	4,2 cd
4	3,1 b	3,6 b	3,9 b	4,8 cd
5	7,7 a	7,7 a	11,5 a	17,0 b
6	9,9 a	9,9 a	14,5 a	15,2 bc
7	0,3 b	0,3 b	1,0 b	1,1 d
8	0,8 b	0,8 b	1,2 b	2,2 d

Letras iguales entre columnas no difieren estadísticamente.

Analizando los resultados obtenidos se puede observar que los tratamientos cubiertos con plástico (3, 4, 8 y 7) fueron los que tuvieron menor pérdida, debido a que se impidió la deshidratación por la cobertura de polietileno.

Los datos de deterioro tomados en cada sección de la raíz, expresados en porcentaje, se promediaron para obtener un solo valor por raíz, que fue luego transformado para su análisis estadístico. Los valores pueden observarse en la tabla 4.

**Tabla 4. Valores medios de deterioro.**

Trat	DÍAS DE ALMACENAMIENTO			
	7 días	14 días	21 días	28 días
1	4,6447 a	6,1182 a	7,0443 ab	9,1447 a
2	3,1992 abc	4,8082 ab	8,4898 a	8,7893 a
3	0,5000 c	0,5000 b	1,2906 c	1,2906 c
4	0,5000 c	0,5000 b	0,5000 c	1,2908 c
5	0,5000 c	5,1078 a	7,0722 ab	6,6091 ab
6	0,5000 c	2,7361 ab	3,5266 bc	4,3172 bc
7	1,2906 bc	3,1992 ab	7,3717 ab	8,1902 ab
8	3,6623 ab	2,8717 ab	3,1992 bc	6,2816 ab

\*Letras iguales entre columnas no difieren estadísticamente

En el análisis de deterioro se observa que en general los tratamientos 3 y 4 resultaron significativamente superiores al resto en todas las observaciones realizadas.

Si tomamos los factores de variación por separados vemos que la luz no influyó significativamente en los resultados aunque los tratamientos sin exposición a la luz resultan entre los menos deteriorados, principalmente en las observaciones a los 21 y 28 días.

En cuanto a la temperatura inicial de la conservación, los tratamientos 3 y 4, que superaron estadísticamente a los demás fueron los que recibieron previamente un golpe de

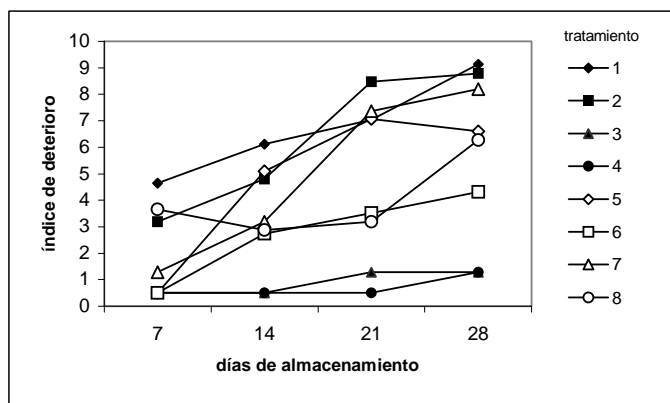
calor con estufa, y a su vez recubiertos con polietileno.

El factor de aireación fue evidentemente el de mayor influencia en la disminución del deterioro, así lo demuestran los tratamientos 3 y 4 (figuras 1 y 2)

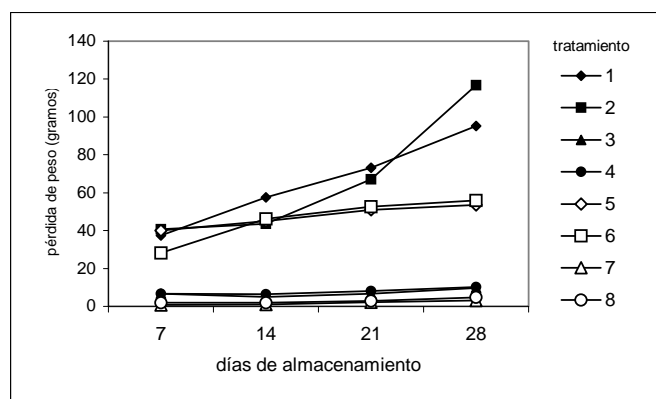
Los resultados obtenidos coincidieron con los trabajos de Averre (1967), demostraron que en condiciones de anaerobiosis, y con temperaturas entre 15 y 25 °C se retardó la aparición de los síntomas de deterioro; así también la influencia de la temperatura inicial, inactiva el mecanismo enzimático, cuando las raíces son sometidas a un golpe de calor a 53° C durante 45 minutos.

La conservación de la humedad interna de las raíces evitando la deshidratación, asegura una mayor conservación, de allí que los métodos de refrigeración y congelado de raíces resultaron de gran eficacia.

Por estas razones, en este tipo de suelo, la conservación de raíces debajo del suelo (sin cosechar) es un buen sistema de protección, ya sea por su falta de aireación, humedad adecuada, y por la permanencia de la conexión con el tallo principal (Burgos y Cenoz, 1999).



**Figura 1. Índice de deterioro en función de los días de almacenamiento.**



**Figura 2. Pérdida de peso de raíces (en gramos) para los ocho tratamientos.**

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se elaboraron las siguientes conclusiones:

- 1º) El contacto directo de las raíces con el aire (aireación) independientemente de la luz, aceleró el inicio del deterioro, por lo cual evitando o disminuyendo ese contacto por medios mecánicos (polietileno) se logró una mayor conservación.
- 2º) La luz no influyó en el proceso de deterioro.
- 3º) La humedad en la raíz es importante para la conservación, manteniendo el peso y retardando la degradación primaria.
- 4º) El tratamiento de las raíces con un secado rápido por medio de estufa permitió una mayor conservación, siempre que vaya acompañado de una protección contra la exposición al aire.

## BIBLIOGRAFÍA

- Averre, C. W. 1967. Vascular streaking of stored cassava root. Proceedings of the First International Symposium of Root and Tuber Crops. Trinidad. 2:31-35.
- Booth, R. H., 1976. Almacenamiento de raíces de Yuca. CIAT. Serie FS 16, Cali, Colombia. 47 p.
- Booth, R. H. 1978. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta*) 1: post-harvest deterioration and its control. *Exper Agric* 12:103-111.
- Burgos A.M.; Cenoz, P.J. 1999. Influencia de la poda de tallos de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) en el contenido de materia seca, almidón y conservación de raíces con fungicidas. *Agrotécnia* 5: 26-28.
- CIAT. 1982. Informe anual del Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT).
- CIAT. 1983. Informe anual del Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT).
- Escobar, E; Ligier, D; Melgar, R; Matteio, H; Vallejos, O. 1994. Mapa de Suelo de los Departamento Capital, San Cosme e Itatí, de la Provincia de Corrientes. INTA. – CFI. – ICA. 125 p.
- Noon, R. A.; Booth. R. H. 1977. Nature of post-harvest deterioration of cassava roots. *Trans. B. Mycol. Soc.*, 69: 287-290.
- Montaldo A. 1973. Vascular streaking of cassava root tubers. *Trop Sci* 15:39-46.
- Plucknett, D., Phillips, T.; Kagbo, R. 1999. Global Cassava Development Strategy. Transforming a traditional tropical root crop. FAO. <http://www.globalcassavastrategy.net>
- Rickard, J.E.- 1982.- Investigation into post-harvest behavior of cassava roots and their response to wounding. Ph.D. Thesis. University of London. 161 p.
- Vilela Paranaba, J. L. V., Chagas, S.J.D.R. Costa.L. 1996.- Efeito da poda e do uso de embalagens na conservação de raízes de mandioca durante o armazenamento. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 31(4):260-276.
- Wheatley, C. C. 1982. Studies on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots. Post-harvest physiological deterioration. Ph.D. Thesis. University of London. 246 p.
- Wheatley, C. C; Lozano C ; Gómez, G. 1985. Deterioración poscosecha en raíces de Yuca. Yuca: Investigación, Producción y Utilización. Documento N° 50. CIAT 393-510.