

Factores ambientales que regulan el deterioro poscosecha en Mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz)

Cenóz, Pedro J. - López, Alfredo - Burgos, Ángela M.

Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE.
Sargento Cabral 2131 - (3400) Corrientes - Argentina.

INTRODUCCION 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.). 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 hs. de extraídas del suelo. Los síntomas de deterioro de las raíces se manifiestan con cambio 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).

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

Las causas del deterioro fisiológico, si bien se ha podido identificar a los componentes, poco se conoce sobre los mecanismos bioquímicos que conducen a la formación de éstos compuestos (Wheatley, 1995).

Estudios citológicos realizados, demostraron que los cambios de coloración aparecen como una respuesta de los tejidos de la raíz a daños o heridas que no quedan localizadas, sino que se extienden rápidamente (Rickard, 1982). Aparecen compuestos fluorescentes en el parénquima, de los cuales el de mayor frecuencia 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 y Wheatley, 1982).

Los métodos de control ensayados a fin de disminuir o retardar la aparición del deterioro son numerosos, que 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 la zona , más precisamente en el NO de Corrientes se efectuaron experiencias con fungicidas poscosecha como el thiabendazol y benomil, lográndose una mayor conservación al prolongarse el tiempo de la aparición del ataque microbiano (Burgos y Cenóz).

Entre otras experiencias se realizaron tratamientos de inmersión en agua caliente (Averre,1967), conservación a bajas temperaturas (Averre, 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 imperante durante los tratamientos. Quedó evidenciado que la exposición de las raíces al aire (oxígeno) acelera el proceso del deterioro, activando las enzimas inhibidoras.

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

La región del nordeste argentino es la única zona productora de mandioca del país, con aproximadamente 35.000 has., 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 se constituye evidentemente en la barrera de comercialización más importante.

Con el objeto de evaluar la influencia de los factores climáticos como temperatura, luz, humedad y oxigenación, en el proceso del deterioro se efectuó esta experiencia comparativa de dichos fenómenos.

MATERIALES Y METODOS

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 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 2³, evaluándose dos condiciones de temperatura inicial, una secada a estufa a 40° C, durante 45' y otra a temperatura ambiente. Se analizaron dos condiciones lumínicas, con y sin luz, y dos niveles de oxigenación, una 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

Tratamiento	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'. Posteriormente, ese material fue subdividido en grupos con luz y sin luz, y éstos a su vez en con aire y sin 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 en 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, afectado hasta un 60%.

4 = ampliación de la zona marrón y mayor ablandamiento de la pulpa, afectado 80%.

5 = total putrefacción de raíz. Superficie total afectada 100%.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en cuanto a pérdida de peso de las raíces durante el proceso puede verse en la tabla 2..

Tabla 2.- Pérdida de peso de raíces (gramos)

Tratamientos	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 c d
4	6,75 b	6,50 b	8,00 b	10,25 c d
5	40,00 a	56,00 a	51,00 a	53,50 b
6	28,25 a	52,25 a	56,00 a	46,50 b c
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

Los datos del deterioro tomados en cada sección de la raíz , expresados en porcentaje, se promedió para obtener un solo valor por raíz y luego esos datos fueron transformados para el análisis estadístico. Los valores pueden observarse en la tabla 3.

Tabla 3. Valores medios de deterioro.

Tratamientos	DÍAS DE ALMACENAMIENTO			
	7 días	14 días	21 días	28 días
1	4,6447 a	6,1182 a	7,0443 a b	9,1447 a
2	3,1992 a b c	4,8082 a b	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 a b	6,6091 a b
6	0,5000 c	2,7361 a b	3,5266 b c	4,3172 b c
7	1,2906 b c	3,1992 a b	7,3717 a b	8,1902 a b
8	3,6623 a b	2,8717 a b	3,1992 b c	6,2816 a b

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

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 luz predominan entre los menos deteriorados, principalmente en las observaciones de 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 oxigenación fue evidentemente el de mayor influencia en la disminución del deterioro, así lo demuestran los tratamientos 3 y 4.

Los resultados obtenidos coinciden con los trabajos de Averre (1) ,demostrando que en condiciones de anaerobiosis, y con temperaturas entre 15 y 25° C se retarda la aparición de los síntomas de deterioro, como así mismo la influencia de la temperatura inicial , inactivando el mecanismo enzimático, cuando son sometidos a 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 resulten de gran eficacia.

Por estas razones la conservación de raíces debajo del suelo (sin cosechar) se constituyen en un buen sistema de protección, ya sea por su falta de aireación, humedad adecuada, y su conexión con el tallo principal.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos podemos deducir las siguientes conclusiones:

- 1°) El contacto directo de las raíces con el aire (oxigenación) independientemente de la luz, acelera el inicio del deterioro, por lo cual evitando o disminuyendo ese contacto por medios mecánicos (polietileno) se logra una mayor conservación.
- 2°) La luz no influye en el proceso de deterioro.
- 3°) La humedad en la raíz es importante en la conservación, manteniendo el peso y retardando la degradación primaria .
- 4°) El sometimiento de las raíces a un secado rápido por medio de estufa permite una mayor conservación siempre que vaya acompañado de una protección del oxígeno.

BIBLIOGRAFIA

- Averre, C. W. – 1967. Vascular streaking of stored cassava root. Proceeding of the First International Symposium of Root and Tuber Crops. Trinidad 2: 31-35.
- Booth, R.H., - 1976. Almacenamiento de raíces de Yuca . Publicación del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Serie FS 16 ,Calí, Colombia. 20 p
- Booth, R. H.- 1976. Storage of fresh cassava .1-Post harvest deterioration and its control. Experimental Agriculture 12: 103-111.
- Burgos A.; P. J. Cenoz.- 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. Revista Agrotécnica N° 5. Instituto Agrotécnico “Pedro M. Fuentes Godo” Facultad de Ciencias Agrarias UNNE. p. 26-28.
- CIAT.- 1982. Informe anual del Centro Internacional de Agricultura Tropical.(CIAT).
- CIAT.- 1983. Informe anual del Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT).
- Montaldo A.- 1973.- Vascular streaking of cassava root tuber . Tropical Science 15. 39-46.
- Plucknett, D.; T. Phillips; R. Kagbo.- 1999.- Global Cassava Development Strategy. Transforming a traditional tropical root crop. FAO.
- Rickard, J.E.- 1982.- Investigation into post-harvest behavior of cassava roots and their response to wounding . PhD. Thesis . University of London . 161 p.
- Vilela Paranaíba J.L.; De Rosende Chagas S.J.; Costa Laerte.- 1996.- Efeito da poda e do uso de embalagens na conservação de raíces de mandioca durante o armazenamento. Revista Pesquisa Agropecuaria brasileira, V 31, N° 4, p. 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; C. Lozano; G. Gómez .- 1985.- Deterioración poscosecha en raíces de Yuca . Yuca: Investigación, Producción y Utilización. Documento N° 50. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 393-510.