

NOTA DE INVESTIGACION**EFFECTO DE PODAS Y DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO SOBRE FACTORES DE CALIDAD DE RAÍCES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)****Burgos, Angela M.; Cenóz, Pedro J.; López, Alfredo E., Rodríguez, S.C.**

Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE.

Sgto. Cabral 2131 (CP 3400) Corrientes. Argentina. Tel/fax: 03783-427131

RESUMEN

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) es una de las principales plantas útiles tropicales, tanto para consumo humano como animal, fresca o industrializada. La alta perecibilidad poscosecha de las raíces reduce su mercado potencial. Con el objetivo de encontrar alternativas de manejo del cultivo y tecnología de poscosecha de fácil transferencia y adopción por parte de los pequeños productores de la región, se estudió el efecto de la poda aérea de plantas de mandioca y del uso de bolsas de polietileno sobre el control del deterioro fisiológico poscosecha y sobre factores determinantes de la calidad de las raíces: contenido de materia seca, almidón y ácido cianhídrico. La investigación se llevó a cabo en el en el noroeste de la Provincia de Corrientes, Argentina; probándose el comportamiento de tres cultivares, Amarilla, Misionera y Cambi. Las podas de las plantas se efectuaron 24 y 34 días antes de la fecha prevista de cosecha, dejándose testigos sin podar; las raíces seleccionadas por sus cualidades morfológicas como aptas para comercialización en fresco, procedentes de parcelas con y sin podar, fueron almacenadas durante 30 días en galpones cerrados, algunas a granel y otras en bolsas cerradas de polietileno. Cada 10 días se muestreó el grado de deterioro del cilindro central de las mismas mediante cortes transversales y estimación de área deteriorada según escala de evaluación predeterminada. Se concluyó que la poda aérea realizada 34 días antes de la cosecha favoreció un mayor rendimiento de raíces (g. pl.⁻¹). Si bien esta práctica provocó una merma del porcentaje de materia seca, ello no produjo disminución en el tenor de almidón, por otro lado, la cosecha 24 días después de podar retardó el inicio del deterioro y el almacenamiento en bolsas de polietileno reforzó ese efecto positivo.

En cuanto al comportamiento genético, el cultivar Cambi presenta el mayor contenido de materia seca y almidón, sin embargo la producción de raíces por planta es

significativamente inferior al de las otras dos variedades.

Palabras clave: mandioca, *Manihot*, poscosecha.

SUMMARY

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is one of the most important useful tropical plants, whether human or animal consumption, fresh or after an industrial process. Roots fast postharvest deterioration reduces its potencial market. In order to develop an efficient postharvest technology as easy and cheaply as to be adopted by the local farmers, this essay was carried out in the northwest of Corrientes province, Argentina. The aim was to study the effect of pruning and the use of polyethylene bags during storage of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) on the physiological decay and on the level of dry matter, starch and cianhidric acid as quality factors. Three cultivares were proved, Amarilla, Misionera and Cambi. Prunings were performed 24 and 34 days before the harvest, control plants were not pruned; selected roots coming from prune and control plants were stored in a large shed for 30 days, half in bulk and half packed in polyethylene bags. In the space of 10 days, three times during the storage, roots were transversally cutted to evaluate the deterioration stage with an evaluation scale previously established. Pruning done 34 days before harvest induced higher roots yield (g. pl.⁻¹). Although this technique induced a decrease of dry matter percentage, no effect were seen over starch; by the other hand, pruning 24 days before harvest, delayed the decay beginning; packed storage raised this positive effect, so pruning, as well as use of bags, reduced physiological decay. About genetical behaviour, Cambi showed highest dry matter and starch percentage, nevertheless roots yield by each plant is significantly lesser than the other cultivares.

Key words: cassava-*Manihot*-postharvest.

INTRODUCCIÓN

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) es una de las principales plantas útiles tropicales. Argentina es el país más austral del mundo que la cultiva.

Se considera que con un paquete tecnológico adecuado es fácil lograr rendimientos de 30 t·ha⁻¹ de raíces a los 12 meses de ciclo (Montaldo, A. 1991; CIAT, 1983); sin embargo en la Provincia de Corrientes, éste no supera las 14 tn·ha⁻¹. (MAGIC, 1999)

El aumento de la utilización de la mandioca, se ve obstaculizado por el rápido deterioro que sufren las raíces después de la cosecha; este puede ser fisiológico y/o microbiano. El primero necesita oxígeno para su desarrollo e involucra reacciones enzimáticas. (CIAT, 1987).

El CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) conjuntamente con el TDRI (Tropical Development and Research Institute), han estudiado diferentes métodos de conservación poscosecha de raíces de mandioca. El más promisorio ha sido el empaque en bolsas de polietileno (Oudit, 1976; Carvalho *et al.*, 1985a; Kato *et al.*, 1988). De acuerdo con Rickard (1982) y Carvalho *et al.* (1985b), esos embalajes posibilitan un ambiente con menores concentraciones de oxígeno y mayores concentraciones de gas carbónico, con la consecuente reducción de la actividad respiratoria.

Sin embargo, hasta el momento no existe una técnica universal para conservar raíces de mandioca adoptada a nivel comercial, a pesar de los resultados satisfactorios obtenidos a nivel experimental. (Sánchez y Alonso, 2002)

La poda de la parte aérea de la planta de mandioca es practicada con diversos objetivos: protección contra los efectos de las heladas, de la broca del tallo, reserva de ramas para plantación, entre otros (Santiago, 1985). Esta técnica demostró ser bastante eficaz en el control del deterioro fisiológico de raíces cuando se la realizaba en un período de 14 a 21 días antes de la cosecha (Hirose *et al.*, 1984; Santiago, 1985; Kato *et al.*, 1991), pero al mismo tiempo provoca una disminución en el contenido de almidón (Santiago, 1985; Kato *et al.*, 1991; Wheatley y Lozano, 1980). En investigaciones previas realizadas en Corrientes, Argentina, se evaluó la respuesta del cultivar Palomita a podas efectuadas antes de la cosecha, concluyéndose que esta práctica, realizada con 30 a 25 días de antelación a la misma, reducía el deterioro fisiológico poscosecha y que esto en combinación con el almacenamiento en bolsas de polietileno permitía conservar las raíces en buen estado durante un plazo de 14 días, por su parte

los contenidos de materia seca y almidón de las raíces manifestaban reducciones significativas respecto a las plantas testigos sin podar. (Burgos y Cenóz, 1999).

El presente trabajo tuvo por objetivo verificar el efecto de la poda de la parte aérea sobre el rendimiento, contenido de materia seca, almidón y ácido cianhídrico de raíces de los cultivares Amarilla, Misionera y Cambi y sobre su deterioro fisiológico poscosecha asociado con el tipo de almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), ubicado en el Departamento Capital de la Provincia de Corrientes. La localidad donde se realizó el ensayo se encuentra en una zona de clima subtropical, mesotermal, con poca o casi ninguna deficiencia hídrica. Las temperaturas medias anuales superan los 21°C y las medias mínimas son inferiores a 18°C. (Escobar *et al.*, 1994). La radiación solar en la zona, alcanza todavía altos valores, es decir unos 330 días térmicos. La frecuencia media de días con heladas es en promedio de 1 a 2 registros anuales. (Bruniard, 1966). Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 1200 y 1400 mm (Escobar *et al.*, 1994).

El suelo sobre el cual se implantó el ensayo está comprendido dentro de la serie Ensenada Grande, identificado como Udipsamente, álfico, mixto, hipertérmico, apto para la forestación, agricultura, fruticultura y horticultura, (Escobar *et al.*, 1994), el minifundio es la condición que identifica a los productores de mandioca de la región.

Los clones utilizados fueron Amarilla, Misionera y Cambi, plantados a una densidad de 10.000 plantas·ha⁻¹, algunas plantas fueron podadas 24 días antes de la fecha prevista de cosecha, mientras que otras fueron podadas 34 días antes de la misma; la poda en ambos casos se realizó a aproximadamente 30 cm del cuello de la planta; las plantas de los tratamientos testigos permanecieron sin podar. Quedaron establecidos nueve tratamientos (Trat.) distribuidos al azar con cuatro repeticiones (Tabla 1)

Tabla 1. Descripción de tratamientos.

	Amarilla	Misionera	Cambi
Sin poda	Trat. 1	Trat. 4	Trat. 7
Poda 24	Trat.2	Trat. 5	Trat. 8
Poda 34	Trat.3	Trat. 6	Trat. 9

Las raíces cosechadas fueron sometidas a determinaciones químicas de porcentaje de materia seca (M.S.), contenidos de almidón y ácido cianhídrico (HCN); y de aptitud para la conservación. Para ello las raíces se almacenaron separadamente bajo dos sistemas de conservación bajo techo: en bolsas de polietileno (P.E.T.) transparente y sin embolsar. Se evaluaron los siguientes factores:

Rendimiento por planta: se registró el peso total de raíces reservantes, clasificándolas en dos tipos, a saber, las aptas para comercialización en fresco, aquellas enteras, con muy poco o nulo daño mecánico, longitud comprendida entre 20 y 35 cm., diámetro en su parte más ensanchada comprendido entre 4 y 8 cm., forma cilíndrica o cilindro-cónica; y aquellas que por no reunir esas características fueron consideradas de descarte o no aptas para comercialización en fresco.

Contenido de M.S. y Almidón en pulpa: por la metodología de Krochmal y Kilbrides (1966).

Contenido de Ácido Cianhídrico en pulpa y corteza: por método de Freymuth. (Herce, 1954) Los resultados se sometieron al Análisis de la Variancia y Test de Tukey ($\alpha=0,05$).

Aptitud para la Conservación: se utilizaron raíces clasificadas como aptas para comercialización en fresco, luego de la primera selección visual, se les quitó el exceso de tierra, se las dejó orear por no más de 20 minutos y se volvieron a seleccionar visualmente para lograr homogeneizar las muestras representativas de la media poblacional.

Para el almacenamiento, las raíces se llevaron a un galpón, donde la mitad se guardaron a granel y la otra mitad se empacaron en bolsas de polietileno transparente que se cerraron adecuadamente y se rotularon, acomodándose las en el mismo galpón que las raíces sueltas. Las raíces almacenadas se muestrearon en tres oportunidades cada 10 días, con 4 repeticiones por muestreo y se midió el deterioro del cilindro central de las raíces, mediante la observación de cortes transversales realizados en su parte distal, media y proximal que permitía obtener un porcentaje promedio representativo del área deteriorada por cada raíz y que se correspondía con un número de una escala de evaluación predeterminada de 0 (sin deterioro) a 10 (100% deteriorada).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Rendimiento de raíces ($g.pl^{-1}$) y contenidos de materia seca (M.S.) y almidón referido a materia seca (Alm/M.S.) y a materia fresca (Alm/M.F.) del cilindro central de raíces en porciento (%), y de ácido cianhídrico (HCN) en ppm.

Cultivar	PRC ($g.pl^{-1}$)	PRNC ($g.pl^{-1}$)	Materia Seca (%)	Almidón/M.S (%)	Almidón/M.F. (%)	HCN (ppm)	
						Pulpa	Corteza
Amarilla	1138,33 B	218,86 A	39,69 A	82,43 A	32,72 A	49,73	112,01
Misionera	988,37 B	256,93 A	40,59 A	83,14 B	33,75 B	60,86	135,39
Cambi	586,48 A	226,47 A	42,97 B	82,47 A	35,44 C	52,65	118,73
C.V. (%)	32,00	32,00	2,23	1,00	1,00		

Letras iguales indican diferencias no significativas ($\alpha=0,05$).

Referencias: **PRC:** Peso de Raíces Comerciales-**PRNC:** Peso de Raíces No Comerciales

Si bien el cultivar Cambi presenta el mayor porcentaje de M.S y de Almidón referido a materia fresca, su bajo rendimiento de raíces no compensa al de las otras dos variedades probadas; por lo tanto es un cultivar que presenta buenos parámetros cualitativos pero cuantitativamente deficientes.

Los contenidos de HCN fueron analizados con el fin de poder tener un parámetro cualitativo más para caracterizar los cultivares bajo estudio. Los resultados obtenidos al aplicarse podas a los diferentes cultivares se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Efecto de los diferentes tratamientos sobre el rendimiento de raíces (g.pl⁻¹) y contenidos de materia seca (M.S.) y almidón referido a materia fresca (Alm/M.F.) del cilindro central de raíces en porciento (%).

Tratamiento	PRC (g.pl ⁻¹)	PRNC (g.pl ⁻¹)	Materia Seca (%)	Almidón/M.F (%)
T1	1106,25 A-B	182,50-A	44,57 D	35,64 B
T2	1000,00 A-B	284,09 A	34,83 A	28,36 A
T3	1308,75 B	190,00 A	39,68 B	34,16 B
T4	959,09 A-B	397,73 A	44,86 D	37,12 C
T5	702,08 A-B	188,46 A	34,94 A	28,07 A
T6	1303,93 B	184,62 A	41,97 C	36,06 B-C
T7	438,46 A	234,21 A	44,21 D	34,43 B
T8	563,64 A	204,41 A	41,34 B-C	34,43 B
T9	757,35 A-B	240,79 A	43,36 C-D	37,47 C
C.V. (%)	35,00	35,00	2,23	1,00

Letras iguales indican diferencias no significativas ($\alpha=0,05$).

Las plantas podadas 34 días antes de cosecha presentaron mayor peso de raíces comerciales, si bien el contenido de M.S disminuye respecto al de aquellas plantas no podadas, el contenido de almidón referido a esta última aumenta proporcionalmente de manera significativa, pero debido al menor contenido de M.S., el rendimiento absoluto se mantiene respecto a las plantas sin poda.

Si la cosecha se realiza 24 días después de la poda, decaen los rendimientos de raíces y también el contenido de M.S. y almidón decae significativamente; las raíces presentan un alto tenor de humedad, probablemente debido a la falta de superficie foliar que permita eliminar el agua que las raíces continúan absorbiendo.

En investigaciones anteriores se demostró que las podas y rebrotes sucesivos disminuyen el contenido de almidón, lo cual podría ser una desventaja. Esto se debe a que se movilizan reservas de hidratos de carbono y se forma sacarosa para ser utilizada por la planta para el crecimiento y sostenimiento de los rebrotes, lo que disminuye el contenido de M.S. de las raíces (CIAT, 1987). Santiago (1985) y Kato (1987)

demonstraron que uno de los efectos producidos por la poda es aumentar el contenido de agua de las raíces y que esto puede estar relacionado con una mayor absorción de agua del suelo y con la interrupción de la transpiración a causa de la drástica reducción de superficie evapotranspirante, produciéndose así la reducción relativa de M.S. y del contenido de almidón.

En el presente ensayo, con el lapso de 34 días entre poda y cosecha; no se registró la disminución del contenido de almidón, si bien el tenor de M.S. se redujo. Por el contrario, en general se observó que los porcentajes de almidón/M.S. fueron superiores en las plantas podadas. Se considera que el 90-95 % de la M.S. del parénquima radicular está constituida por carbohidratos como almidón (96%) y azúcares (4%) (Ceballos y de la Cruz, 2002). Por tanto, serían estas sustancias de composición más simple, las que habrían sido utilizadas para el sostenimiento de la planta.

Los resultados referidos al deterioro poscosecha se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Medias de deterioro (escala 0-10) y relación con el contenido medio de humedad de raíces (%).

Trat.	% humedad	Embolsadas			Sin embolsar		
		10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días
1	55,44	1,25	1,00	1,00	0,50	3,75	4,00
2	65,18	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	3,00
3	60,32	1,00	2,50	1,50	1,00	2,75	3,50
4	55,80	0,25	3,00	3,75	6,50	6,25	7,75
5	65,12	0,00	0,00	0,00	0,67	0,33	0,33
6	58,04	6,75	0,00	0,00	5,50	6,25	5,50
7	55,16	1,50	3,00	2,67	9,67	6,33	9,67
8	58,66	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	6,00
9	56,64	3,50	0,50	2,25	4,00	4,75	7,00

Como se puede apreciar en la Tabla 4, las observaciones realizadas desde el primer muestreo (10 días) pusieron en evidencia la ventaja del almacenamiento en bolsas para retardar los efectos del deterioro fisiológico. Además, la velocidad de la aparición de síntomas fue mayor en las raíces almacenadas sin embolsar.

Por otra parte, al estudiar el efecto de las podas, las plantas que fueron podadas 24 días antes de la cosecha (Trat. 2, 5 y 8) mostraron mayor grado de conservación. Carvalho *et al.* (1985a) y Data *et al.* (1984) observaron que el proceso de deterioro era retardado cuando las raíces presentaban un alto tenor inicial de humedad por encima de 58,30%. En concordancia, en este ensayo los tratamientos con podas realizadas 24 días antes de cosechar superaron este tenor de humedad.

CONCLUSIONES

El cultivar Cambi presenta las mayores concentraciones de M.S. y almidón, sin embargo la producción de raíces por planta es significativamente inferior al de las otras dos variedades.

La poda aérea de plantas de mandioca 34 días antes de la cosecha favoreció un mayor rendimiento de raíces (g. pl.⁻¹). Si bien provocó una merma del porcentaje de M.S., ello no produjo disminución en el tenor de almidón. La cosecha 24 días después de podar retardó el inicio del deterioro y el almacenamiento en bolsas de P.E.T. reforzó este efecto positivo, por lo menos hasta 30 días después.

BIBLIOGRAFÍA.

- Bruniard, E. D. 1966. Bases Fisiográficas para una División Regional de la Prov. de Corrientes. Revista NORDESTE. N° 8. Facultad de Humanidades de la UNNE. Resistencia, Chaco. p 7-80
- Burgos, A. M., P. J. Cenóz. 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 Agrotecnia. n.5, p. 26-28.
- Carvalho, V. D. de, S. M. Chalfoun, S. Hwei-Wang, 1985a. Armazenamento pós-colheita da mandioca. Influencia da composição química de raízes de cultivares de mandioca sobre a resistencia à deterioração pós-colheita (fisiológica e microbiológica). Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, v.1, n.1, p.15-23.
- Carvalho, V. D. de, S. M. Chalfoun, E.S.G. Juste-Junior. 1985b. Métodos de armazenamento na conservação de raízes de mandioca. II. Efeito da embalagem de polietileno e serragem úmida associada a tratamentos químicos nos teores de umidade, amido e açúcares das raízes. Revista Brasileira de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), Cruz das Almas, v.3, n.2, p.105-113.
- Ceballos, H. y G. A. de la Cruz. 2002. Taxonomía y Morfología de la Yuca. Capítulo 2. En: Ospina, B. y Ceballos, H. (Eds.) La yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. Centro Internacional de Agricultura

- Tropical. (CIAT publicación n° 327). Cali, Colombia. pp 586.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Almacenamiento de raíces frescas de yuca; guía complemento de la Unidad Audio tutorial. Contenido científico: Christopher Wheatley. Producción: Fernando Fernández O. Cali, Colombia. CIAT 35 p
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Conservación de raíces de yuca en bolsas de polietileno; guía complemento de la Unidad Audio tutorial. Contenido específico: Christopher Wheatley. Producción: Fernando Fernández O. Cali, Colombia. CIAT 34 p.
- Data, E. S., M. A. Quevedo, L. A. Gloria. 1984. Pruning techniques affecting the root quality of cassava at harvest and subsequent storage. In: Uritani, J.; Reyes, E. D. (Eds.) Tropical root crops: postharvest physiology and processing. Tóquio, Jaopan: Scientific Societies Press. P.127-143.
- Escobar, E.H., D. Ligier, R. Melgar, H. Matteio, O. Vallejos. 1994. Mapa de suelo de los Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la Prov. de Corrientes. Publicación del convenio del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.-ICA) y Pcia. de Corrientes-CFI, 129 p.
- Kato, M. S. A. 1987. Efeito da poda e da época de colheita na produtividade, conservação e qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Lavras: ESAL, 1987. p.107 Tesis de Maestría.
- Kato, M. S. A.; A. D Campos, V. D. Carvalho. 1988. Influência da espessura de embalagem de polietileno na deterioração fisiológica em raízes de mandioca. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.23, n.8, p 803-809.
- Kato, M. S. A., V. D. Carvalho, H. Correa. 1991. Efeitos da poda na deterioração fisiológica, atividade enzimática e nos compostos fenólicos em raízes de mandioca. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.26, n.2, p237-245.
- Krochmal, A. y B. Kilbrides. 1966. An inexpensive laboratory method for cassava starch extraction. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 50 (3): 252-253.
- Herce, P. 1954. Análisis Agrícola. Editorial Donat. Madrid, España.
- Hirose, S.; E. S Data, Y. Tanaka, J. Uritani. 1984. Physiological deterioration and ethylene production in cassava roots after harvest in relation with pruning treatments. Japanese Journal of Crop Science, Tokyo, v. 53, n.3, p.282-289
- MAGIC-SIA. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio de la Provincia de Corrientes-Servicio de Información Agropecuaria). Corrientes. 1999. Boletín Informativo. Dirección de Agricultura.
- Montaldo, A. 1991. Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. pp 131-230.
- Oudit, D.D. 1976. Polyethylene bag keep cassava tubers fresh for several weeks at ambient temperatures. Journal of the Agricultural Society of Trinidad and Tobago, v.76, p.36-66.
- Rickard, J. E. 1982. Investigation in postharvest behaviour of cassava roots and their response to wounding. London: University of London. 161 p. Tese de Doutorado.
- Sánchez, T y L. Alonso. 2002. Conservación y Acondicionamiento de Raíces Frescas. En: Ospina, B. y Ceballos, H. (Eds.) La yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT publicación n° 327). 503-525.
- Santiago, A.D. 1985. Efeito da poda na produtividade, conservação e qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Lavras: ESAL, 100 p. Tesis de Maestría.
- Wheatley, C. y J. C Lozano. 1980. Susceptibilidad de los genotipos de yuca a la deterioración fisiológica. In: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Yuca-Boletín Informativo, Cali, Colombia, v.8, p.15.