

NOTA TÉCNICA

CALIDAD DE LAS RAÍCES EN CUATRO CLONES DE YUCA (*Manihot esculenta* CRANTZ) Y EFECTO DEL RÉGIMEN DE RIEGO

Rommel León-Pacheco¹, Mercedes Pérez-Macias², Francia Fuenmayor-Campos², Adrián Rodríguez-Izquierdo², Gustavo Rodríguez-Izquierdo³ y Carlos Marín-Rodríguez²

RESUMEN

La yuca ha ganado importante auge en la industria del almidón, alimentos concentrados y diferentes usos culinarios, con requerimientos cada vez más de alta calidad. Sin embargo, una gran parte de las áreas dedicadas a este cultivo en Latinoamérica provienen de zonas con estrés hídrico o con lluvias esporádicas, que afectan la calidad culinaria de las raíces. El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento del cultivo bajo diferentes regímenes de riego en las siguientes variables asociadas a la calidad: porcentajes de materia seca, carbohidratos totales, almidón, ceniza y fibra cruda. Para ello, se realizó un diseño en parcelas divididas donde se evaluaron cuatro clones de yuca y cuatro tratamientos de riego (25, 50, 75 y 100 % de la evapotranspiración del cultivo, Etc) y tres repeticiones. Las raíces de todos los clones mostraron un adecuado contenido de materia seca. Concha Rosada y Mven 77-3 presentaron los mayores porcentajes de carbohidratos totales y almidón, y Bolívar 32 el menor. Los valores de ambas variables aumentaron al disminuir los volúmenes de riego. Los porcentajes de ceniza fueron adecuados mientras que los de fibra fueron altos. Mayores contenidos de ceniza implicaron menor contenido de fibra, y viceversa, y los tratamientos de riego no mostraron una tendencia definida para estas variables.

Palabras clave adicionales: Bromatología, calidad culinaria, estrés hídrico

ABSTRACT

Root quality of four clones on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) as affected by the irrigation regime

Cassava has gained importance in the starch industry, concentrated for animal feeding, and in different culinary uses, with increasingly quality requirements. However, many cassava producing areas in Latin America are located in low or sporadic rainfall zones, thus affecting the quality of the root. The objective of this study aimed the evaluation of the culinary quality of this crop (percentages of dry matter, total carbohydrates, starch, ash, and crude fiber) under different irrigation regimes. Thus, an experiment was carried out under split plot design with three replications to evaluate four clones and four irrigation treatments (25, 50, 75, and 100 % of the crop evapotranspiration, Etc). The roots of all the clones showed an adequate content of dry matter. Concha Rosada and Mven 77-3 presented the highest percentages of total carbohydrates and starch, and Bolívar 32 the lowest values. The percentages of both variables increased when the irrigation volumes decreased. The percentages of ash were adequate but the fiber percentages were high. Higher ash contents implied lower fiber content, and viceversa, and irrigation treatments did not show a definite trend for these variables.

Additional key words: Bromatology, culinary quality, water stress

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un cultivo que tiene gran diversidad para el mercado como consumo fresco o uso industrial y tiene ventajas en comparación con otros cultivos del

tropical ya que se adapta a condiciones de estrés biótico y abiótico (Montaldo, 1996). En Venezuela, es uno de los cultivos con mayor superficie cosechada dentro del rubro de raíces y tubérculos con un promedio cercano a 40 mil hectáreas en los últimos años (FEDEAGRO,

Recibido: Abril 5, 2017

Aceptado: Septiembre 25, 2017

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Apartado 470004. Santa Marta, Magdalena, Colombia. e-mail: rleon@corpoica.org.co, leonr745@hotmail.com

² Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-CENIAP). Apdo. 4653. Maracay, Venezuela.

³ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Apdo. 500001. Villavicencio, Meta, Colombia

2015).

Es una planta cultivada en su mayoría por pequeños productores que inician la plantación durante la temporada de lluvias, pero dado que la cosecha se produce aproximadamente a los 8 meses de edad de la planta, la segunda mitad del ciclo fenológico ocurre durante la época seca, con la consiguiente deficiencia hídrica en el momento de mayor exigencia para el crecimiento de la raíz comestible. A esto se suma que las precipitaciones en las zonas productoras cada vez son más erráticas. Su mecanismo principal de tolerancia a la sequía radica en el cierre de estomas, lo cual limita la capacidad fotosintética de la planta y ocasiona deterioro en las variables asociadas a la calidad de las raíces (Setter y Fregene, 2007; El-Sharkawy, 2012).

En virtud de lo anterior y la poca información existente, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de las raíces en cuatro clones de yuca y su respuesta al déficit hídrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el año 2014 en el Campo Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP), Maracay, Venezuela, ubicado a 10°17'N, 67°36'W y 480 msnm en zona de bosque seco tropical premontano. El promedio anual de radiación es de 18,5 MJ·m⁻²·d⁻¹, temperaturas de 19,3-33,3 °C y correspondiente humedad relativa de 78,2-60,2 %. La evapotranspiración anual es cercana a 1550 mm. El suelo es de textura franco-limosa, fertilidad media, pH 6,1 y sin problemas salinos.

Se evaluaron los siguientes cuatro clones de yuca: 'Guajira 3', 'Mven 77-3', 'Concha Rosada' y 'Bolívar 32', seleccionados en función de su comportamiento potencial favorable frente a la sequía. Así mismo, se evaluaron los siguientes cuatro niveles de riego: 25; 50; 75 y 100% de la evapotranspiración del cultivo.

Las características del sistema de riego y el cálculo de las necesidades hídricas se detallan en una publicación previa (León et al., 2016)

El experimento duró ocho meses. Durante el establecimiento y desarrollo inicial del cultivo (dos meses) se garantizó 100 % del requerimiento hídrico, y del tercer al octavo mes se aplicaron los tratamientos de riego.

Se utilizó un diseño en parcelas divididas donde la parcela principal estuvo conformada por el manejo del riego y la secundaria por los clones. La plantación se estableció a una distancia de 1 x 1 m y cada unidad experimental estuvo representada por 15 plantas.

Al momento de la cosecha se tomaron muestras de raíces, las cuales fueron secadas en estufa a 60 °C por 72 horas, para evaluar las siguientes variables:

- Porcentaje de materia seca por clon, a partir de las raíces de dos plantas.
- Contenido de ceniza, fibra cruda, carbohidratos totales y almidón, para lo cual se utilizaron muestras compuestas de 2 kg de raíces comerciales a partir de cuatro plantas centrales.

Posteriormente se procedió a medir los porcentajes de cada uno de ellos empleando la metodología de la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC, 2016).

Los resultados se interpretaron mediante un análisis de varianza y comparación de medias según la prueba de Tukey, utilizando el programa Statistix 8 (Tallahassee, FL, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interpretación de los resultados se realizó en función de las diferencias más destacadas. El porcentaje de materia seca en raíces varió entre los diferentes clones, en los que sobresalió Bolívar 32 el cual superó estadísticamente a Mven 77-3, independientemente del tratamiento de riego (Cuadro 1).

Cuadro 1. Materia seca (MS) en la raíz de cuatro clones de yuca

Clon	MS (%)
Concha Rosada	44,07 ab
Mven 77-3	34,52 b
Guajira 3	42,03 ab
Bolívar 32	46,79 a

Letras distintas indican diferencias significativas entre clones según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Lo anterior representa que por cada kilogramo de producto fresco adquirido el consumidor puede obtener mayor cantidad de materia seca y por consiguiente mayor cantidad de alimento al adquirir yuca del clon Bolívar 32. No obstante,

pueden encontrarse porcentajes aun mayores ya que Rodríguez et al. (2009) reportaron valores de 53,2 % en raíces de yuca cv. Tempranita.

Los porcentajes de carbohidratos totales y almidón en raíces fueron siempre superiores en Concha Rosada y Mven 77-3 (Cuadro 2). El clon Guajira 3 mostró valores intermedios mientras que Bolívar 32 siempre ocupó el último puesto tanto para los carbohidratos como para el almidón. Y con relación al riego, existió una tendencia neta de estas dos variables a disminuir a medida que a las plantas se le aplicaban mayores volúmenes de agua (Figura 1), incrementando de 73,1 a 77,4 % en carbohidratos totales y de 64,8 a 68,4 % en almidón. Se infiere que la restricción hídrica favorece la mayor concentración (porcentaje) de los carbohidratos. Sin embargo, esos porcentajes son más bajos que los reportados por Ceballos y de la Cruz (2002) y Rojas (2012) quienes mencionan valores superiores al 90 % de carbohidratos totales, lo cual pudiera atribuirse a diferentes condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo y el período de cosecha lo cual puede afectar la calidad de las raíces de la yuca (Lorenzi, 1994).

Cuadro 2. Contenido de carbohidratos totales y almidón (%) en cuatro clones de yuca

Clon	Carbohidratos totales	Almidón
Concha Rosada	77,10 a	68,17 a
Mven 77-3	76,38 a	67,57 a
Guajira 3	75,37 b	66,74 b
Bolivar 32	71,95 c	63,63 c

Letras distintas indican diferencias significativas entre clones según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

El almidón, después del agua, es el componente más abundante en la yuca y representa la mayor parte de los carbohidratos, y es por tanto, el principal componente de la materia seca de la raíz (Rojas, 2012). Representa un excelente componente de reserva y permite a la planta sobrevivir y recuperarse luego de períodos prolongados de sequía, ya que provee la energía necesaria para la formación de las nuevas hojas (Nesreen et al., 2013).

Es de destacar que Rojas (2012) señala que la industria prefiere plantas con alto contenido de almidón, pero bajo contenido de azúcares, debido a que la presencia de éstas se relaciona con el

grado de oscurecimiento no enzimático desarrollado en la fritura y puede causar un rechazo del producto por parte del consumidor. Si en el Cuadro 2 se resta a los carbohidratos totales el contenido de almidón se obtiene aproximadamente el porcentaje de azúcares, y se observa que las mismas se incrementan en conjunto con el almidón. Esto significa que el mayor valor de los azúcares en los clones Concha Rosada y Mven 77-3 podría causar una disminución en la calidad de sus raíces para uso industrial. De acuerdo a ello, se pudiera sugerir un incremento del volumen de riego para bajar los porcentajes de azúcares aunque ello puede significar también un descenso en los valores de almidón.

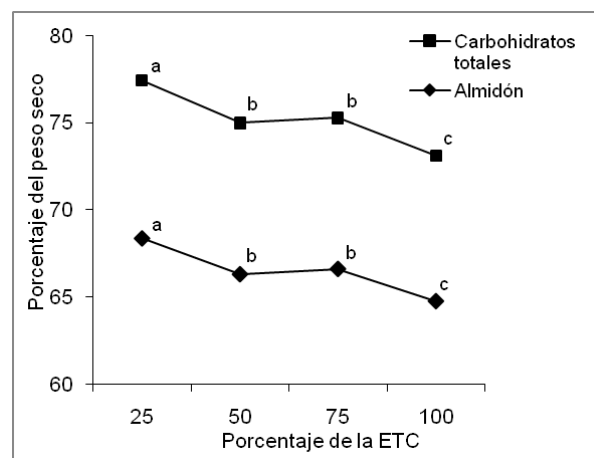


Figura 1. Contenidos promedio de carbohidratos totales y almidón en función del volumen de riego en yuca. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Con relación a los porcentajes de fibra y ceniza, se encontró que, en general, los clones con mayor cantidad de fibra fueron los que mostraron menor porcentaje de ceniza (Cuadro 3). Por ejemplo, Concha Rosada fue estadísticamente superior a Bolívar 32 en ceniza pero inferior a este clon en los valores de fibra. La misma situación ocurre al comparar los clones Bolívar 32 y Mven 77-3.

Según las cifras presentadas por Rojas (2012), el contenido de ceniza fue adecuado para todos los clones con valores promedio comprendidos entre 1,6 y 2,0 %. Sin embargo, los porcentajes de fibra fueron bastante altos (superiores al 2,7 %). Hasbún et al. (2009) señalan que el contenido de

fibra se suele correlacionar con la textura (dureza) del producto, por lo que altos contenidos de fibra favorecen mayor dureza en el producto frito, lo que los hará inaceptables; es por este motivo que se prefieren valores bajos. Según Rojas (2012), los valores de fibra cruda usualmente no superan el 2,5 %.

Cuadro 3. Contenidos de ceniza y fibra (%) en cuatro clones de yuca

Clon	Fibra	Ceniza
Concha Rosada	2,73 c	1,93 a
Mven 77-3	3,27 b	1,92 a
Guajira 3	4,11 a	1,86 a
Bolivar 32	3,90 a	1,66 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas entre clones según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

En lo referente que los tratamientos de riego se observó que los mayores valores de fibra y ceniza se encontraron hacia los tratamientos extremos, es decir, 25 y 100 % ETC (Figura 2). Este comportamiento no sigue una tendencia definida y se atribuye a la alta variabilidad encontrada para los datos correspondientes en estas variables.

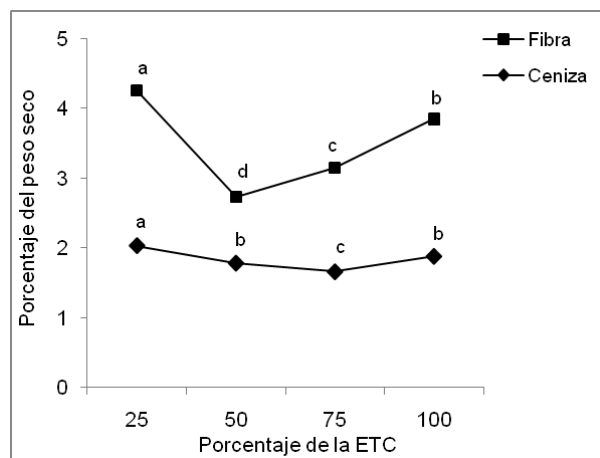


Figura 2. Contenidos promedio de fibra y ceniza en función del volumen de riego en yuca. Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

CONCLUSIONES

Los clones evaluados mostraron un adecuado contenido de materia seca en sus raíces con valores que superaron el 34 %.

Los clones Concha Rosada y Mven 77-3

presentan los mayores porcentajes de carbohidratos totales y almidón en raíces, y Bolívar 32 el menor. Los valores de ambas variables aumentan al disminuir los volúmenes de riego.

Los porcentajes de ceniza son adecuados pero los de fibra son altos en los cuatro clones. Mayores contenidos de ceniza implican menor contenido de fibra, y viceversa. Los tratamientos de riego no mostraron una tendencia definida para estas variables.

AGRADECIMIENTO

Al profesor Roberto Villafañe, de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, por su valioso apoyo, y al personal del Laboratorio de Nutrición Vegetal del INIA-CENIAP por la realización de los análisis químicos

LITERATURA CITADA

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2016. Official methods of analysis. Washington D.C. 326 p.
2. Ceballos, H. y A. de la Cruz. 2002. Taxonomía y morfología de la yuca. *In*: Ospina y Ceballos (comp.). La Yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. pp. 16-32.
3. El-Sharkawy, M., S. De Tafur y Y. López. 2012. Cassava productivity, photosynthesis, ecophysiology, and response to environmental stresses in the tropics: a multidisciplinary approach to crop improvement and sustainable production. *In*: Ospina y Ceballos (eds.). Cassava in the Third Millenium. CIAT-Clayuca. Cali, Palmira, Colombia. pp. 29-88.
4. FEDEAGRO. 2015. Base de datos. <http://www.fedeagro.org/produccion/> (consulta del 05/04/2017).
5. Hasbún, J., P. Esquivel., A. Brenes y I. Alfaro. 2009. Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense* 33(1): 77-89.
6. León, R., M. Pérez, F. Fuenmayor, M.

- Gutiérrez, A. Rodríguez, G. Rodríguez² y C. Marín. 2016. Evaluación fisiológica y agronómica de clones promisorios de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) sometidos a condiciones de estrés por sequía. Rev. Unell. Cienc. Tec. 34: 50-57.
7. Lorenzi, J. 1994. Variação na qualidade culinaria das raízes de mandioca. *Bragantia* 53(2): 237-245.
8. Montaldo, A. 1996. La Yuca frente al Hambre del Mundo Tropical. Maracay. Venezuela. Editorial Anauco. pp. 32-33,127-128.
9. Nesreen, A., S. Helal y A. Attia. 2013. Morphological and chemical studies on influence of water deficit on cassava. *World Journal of Agricultural Sciences* 9(5): 369-376.
10. Rodríguez, G., L. Marmol, J. Martínez y M. Montiel. 2009. Acumulación total y por órganos de macronutrientes en plantas de yuca (*Manihot esculentra* Crantz) cv. "Tempranita" en la altiplanicie de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 26: 470-489.
11. Rojas, M. 2012. Estudio de las características fisicoquímicas de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y sus efectos en la calidad de hojuelas fritas para su procesamiento en la Empresa Pronal S.A. Tecnología de Alimentos, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. 130 p.
12. Setter, T., y M. Fregene. 2007. Recent advances in molecular breeding of cassava for improved drought stress tolerance. *In: Jenks, Hasegawa y Jain (eds.). Advances in Molecular-Breeding toward Drought and Salt Tolerant Crops.* Springer. Berlin. pp. 701-711.