

EVALUACIÓN DE HARINA Y ALMIDÓN DE YUCA OBTENIDOS DE DIFERENTES CLONES

Minardo Ochoa^{1}, Lisbeth Sardiñas¹, Nilo Maza², Manuel Lima², Marta Álvarez¹, Ana S. Falco¹, William Pérez¹, Gwendolyne Hernández¹ y Roberto Fraga¹*

¹*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria
Carretera al Guatao, km 3 1/2, C.P. 19 200, La Habana, Cuba.*

E-mail: mochoa@iiaa.edu.cu

²*Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales
Santo Domingo, Villa Clara, Cuba*

RESUMEN

Se evaluaron la harina y el almidón obtenidos de seis clones de yuca (INIVIT Y-93-4, INIVIT E-80+1, CEMSA 74-725, CEMSA 74-6329, CMC-40 y Señorita). Las determinaciones realizadas fueron: humedad, almidón, cenizas, distribución granulométrica, conteo total de microorganismos mesófilos aerobios, hongos filamentosos, levaduras viables y microorganismos coliformes. Además a la harina se le hicieron proteínas y fibra total, mientras que en el almidón se calculó la temperatura de gelatinización y la viscosidad máxima. La humedad en ambos productos (harina y almidón) estuvo por debajo del 13 %. El clon CEMSA 74-6329 produjo más almidón (80,6 % en la harina y 88,8 % en el almidón extraído), mientras que los clones CEMSA 74-725 y Señorita tuvieron los mejores valores de proteínas 2,66 y 2,06 % respectivamente. La fibra total fue más alta en el CEMSA 74-725 (6,68 %) y CMC-40 (6,11 %). Los contenidos de cenizas en la harina de yuca estuvieron entre 1,37 y 1,53 %, mientras que en el almidón fueron desde 0,09 hasta 0,12 %. Las harinas tuvieron un tamaño de partículas por debajo de 0,5 mm y en el caso del almidón más del 95 % de las partículas fueron menores que 0,1 mm. Los parámetros microbiológicos en la harina y el almidón de los clones de yuca se comportaron dentro de los rangos establecidos por las normas. Las temperaturas de gelatinización del almidón de los diferentes clones de yuca oscilaron entre 65 a 68 °C, mientras que la viscosidad máxima fue de 595 hasta 608 Unidades Brabender. **Palabras clave:** clones, yuca, harina y almidón.

ABSTRACT

Evaluated of flour and starch in cassava clones

Cassava flours and starches obtained from six clones (INIVIT Y-93-4, INIVIT E-80+1, CEMSA 74-725, CEMSA 74-6329, CMC-40 and Señorita) were evaluated. The measurements consisted in moisture, starch, ash content, particle size and microbiology. In addition, for the flour; protein and total fibre and for the starch the gelatinization temperature and the maximal viscosity were measured. The moisture for both products was less than 13%. The CEMSA clone 74-6329 produced more starch than the other clones (80.6% in flour and 88.8% in starch), while the CEMSA 74-725 and Señorita had the highest protein values (2.66 and 2.06% respectively). The highest fibre content in flour was found in CEMSA 74-725 (6.68%) and CMC-40 (6.11%). The ash content of the flours from different clones was from 1.37 to 1.53%, and starches from 0.09 to 0.12%. The gelatinization temperature of the starch cassava ranged from 65 to 68°C and maximal viscosity from 595 to 608 Brabender Units. The flours had a particle size below 0.5 mm and in the case of the starches more than 95% of the particles were smaller than 0.1 mm. The microbiological ranges of the cassava flours and starches, from different clones, behaved within the parameters established by the standards.

Keywords: clones, cassava, flour and starch.

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una especie de planta que se cultiva en los trópicos y sub-trópicos, considerado el cuarto producto básico después del arroz, trigo y maíz. Sus raíces amiláceas constituyen un producto de vital importancia para la seguridad alimentaria

**Minardo Ochoa Martínez: Ingeniero Agrónomo, Investigador Auxiliar y Master en Nutrición Vegetal. Especialista en Tecnologías y Procesos de Granos de la Dirección de Cereales del IIAA.*

de muchos países del mundo por ser una fuente de calorías económicamente barata, abasteciendo a más de 1000 millones de personas con pocos recursos financieros. Además del valor económico que brindan los productos que se obtienen de la yuca, este cultivo ofrece otras reconocidas ventajas como la tolerancia a la sequía, plagas y su capacidad de producir en suelos degradados (1).

Los trabajos relacionados con el desarrollo de la industria de la yuca reportan informaciones sobre las tecnologías existentes para la obtención de harina y almidón y exponen la utilidad de estos productos en diferentes ramas de la industria agroalimentaria, sustituyendo y reemplazando materias primas, principalmente en productos horneados, cárnicos y lácteos (2).

En estudios realizados con diferentes clones de yuca se encontraron altos rendimientos de almidón con muy buena calidad para ser empleados en la industria alimentaria en la producción de galletas, pasteles y como espesante en alimentos para niños, destacándose también en la sustitución del almidón de maíz, así como en el aprovechamiento del afrecho para la elaboración de productos horneados (3).

En Cuba se importan grandes cantidades de alimentos, que cada vez se encarecen más en el mercado internacional y se cuenta con las condiciones edafoclimáticas apropiadas para el desarrollo del cultivo y producción de yuca, por lo que sería favorable seleccionar los clones apropiados para ser utilizados en la industria agroalimentaria.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la harina y el almidón obtenidos de diferentes clones de yuca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron seis clones de yuca procedentes del Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) que correspondieron a INIVIT Y-93-4, INIVIT E-80+1, CEMSA 74-725, CEMSA 74-6329, CMC-40 y Señorita, los mismos fueron escogidos por la disponibilidad existente y su potencial agroindustrial.

Luego de la cosecha, que fue en igual período de tiempo para todos los clones, se seleccionaron yucas (raíces) frescas de tres lotes diferentes, se transportaron, se lavaron para eliminar todo tipo de impurezas y se le

retiró la corteza utilizando cuchillos y estropajos abrasivos. Se rebanaron mecánicamente a 2 mm de espesor y se colocaron en un secador eléctrico con circulación de aire a 60 °C por 48 h hasta obtener una humedad menor de 13 %. Para elaborar la harina a las hojuelas secas se le realizó una molienda en un molino de martillos con un elemento estático y otro rotor, dotado con una chapa perforada de orificios redondos de 0,5 mm.

Para la obtención del almidón, las yucas limpias y decorticadas fueron ralladas en un tambor centrífugo, a la masa obtenida se le aplicó abundante agua, presionándola fuertemente sobre una malla de nylon con orificios de 0,15 mm, se dejó sedimentar el sólido y se decantó el líquido a las 12 h. El almidón obtenido se colocó sobre papel para secarlo al sol, removiéndolo periódicamente hasta obtener un producto con una humedad menor de 13 %, luego se molió utilizando el mismo molino que para la harina, aunque la chapa fue de orificios de 0,15 mm.

Las evaluaciones para ambos productos consistieron en humedad (4), almidón (5), cenizas (6), distribución granulométrica (7), conteo total de microorganismos mesófilos aerobios (8), conteo de hongos filamentosos y levaduras viables (9) y microorganismos coliformes (10). Además para la harina se determinaron proteína (11) y fibra total (12), mientras que para el almidón fueron la temperatura de gelatinización (13) y viscosidad máxima (14). Los análisis, en todos los casos, se realizaron por triplicado en los tres lotes y los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación simple y prueba de rangos múltiples de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de la composición fisicoquímica de la harina de yuca aparecen reflejados en la Tabla 1. El contenido de humedad fue menor 13 % por lo que cumplió con lo establecido por la norma CODEX (15) y no existieron diferencias significativas entre clones. El CEMSA 74-6329 presentó el más alto contenido de almidón (80,6 %), aunque de forma general en los restantes clones los valores registrados se consideran buenos por ser superiores a 76,8 %, lo que confirma que este compuesto es la base mayoritaria en las raíces de la yuca (16).

Tabla 1. Composición fisicoquímica de la harina de yuca

Clones	Humedad	Almidón	Proteína Nx5,7	Fibra total	Ceniza
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
INIVIT Y-93-4	12,2a (2,3)	79,1b (3,1)	0,94d (0,1)	4,09d (1,5)	1,38c (0,1)
INIVIT E-80+1	12,4a (2,4)	77,8c (2,8)	1,04c (0,2)	5,22b (1,7)	1,37c (0,1)
CEMSA 74-725	12,5a (2,4)	76,8d (3,2)	2,66a (0,8)	6,68a (2,1)	1,33b (0,2)
CEMSA 74-6329	12,3a (2,4)	80,6a (3,5)	0,89b (0,4)	4,40c (1,6)	1,50a (0,3)
CMC-40	12,2a (2,3)	78,7b (3,0)	0,96d (0,1)	6,11a (1,8)	1,47b (0,2)
Señorita	12,3a (2,4)	77,9c (2,9)	2,06a (0,7)	4,83c (1,6)	1,53a (0,3)

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).
Datos entre paréntesis corresponden a la desviación estándar.

Los clones CEMSA 74-725 y Señorita presentaron los mejores valores de proteínas (superiores al 2,0 %) y si se tiene en cuenta que los contenidos medios de este compuesto que se reportan en la literatura (17) están en el orden del 1 %, entonces, estos valores obtenidos duplican los normales y se pudieran considerar como altos, aunque, no es la proteína un elemento base en la yuca. También el contenido de fibra total las harinas de los clones de yuca CEMSA 74-725 y CMC-40 fueron significativamente superiores al resto (por encima de 6 %).

Si bien la fibra es un componente de la harina de yuca en el proceso de obtención del almidón pasa a constituir un subproducto y es muy importante en la alimentación, tanto humana como animal, debido a su papel funcional en la calidad del proceso digestivo (3).

Aunque se encontraron diferencias significativas en los contenidos de cenizas de la harina de yuca de los diferentes clones (los valores oscilaron entre 1,37 y 1,53 %), pero todos cumplen con lo establecido en la norma CODEX para dicho producto (15) que permite valores hasta 3 %.

La distribución granulométrica de la harina de yuca (Tabla 2) cumple con el parámetro estandarizado (15) que plantea que el 90 % del producto esté por debajo de 0,6 mm. En las harinas analizadas las partículas estuvieron por debajo de 0,5 mm y la mayor cantidad (cercana al 90 %) se encontraron entre 0,2 y 0,4 mm

Tabla 2. Distribución granulométrica de la harina de yuca (porcentaje retenido en malla)

Clones	0,4 mm	0,3 mm	0,2 mm	0,1 mm
	(%)	(%)	(%)	(%)
INIVIT Y-93-4	11,1c (0,2)	29,4a (1,3)	39,8c (2,4)	19,7a (1,3)
INIVIT E-80+1	11,8a (0,6)	27,5c (1,7)	41,2b (2,6)	19,5a (1,4)
CEMSA 74-725	10,8d (0,0)	29,7a (1,1)	39,8c (2,5)	19,7a (1,7)
CEMSA 74-6329	11,1c (0,2)	28,5b (1,3)	41,8a (2,7)	18,6b (1,5)
CMC-40	11,5b (0,4)	28,7b (1,4)	41,0b (2,3)	18,8b (1,0)
Señorita	11,7a (0,3)	28,5b (1,7)	41,3b (2,8)	18,5b (1,1)

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).
Datos entre paréntesis corresponden a la desviación estándar.

Tabla 3. Evaluación microbiológica de la harina de yuca

Clones	Mesófilos aerobios (ufc/g)	Hongos filamentosos (ufc/g)	Coliformes totales (ufc/g)	Levaduras viables (ufc/g)
INIVIT Y-93-4	4,6x10 ⁴	1,0x10 ¹	<10	1,0x10 ¹
INIVIT E-80+1	2,6x10 ⁴	9,0x10 ¹	<10	<10
CEMSA 74-725	1,9x10 ⁴	1,8x10 ¹	<10	1,0x10 ¹
CEMSA 74-6329	8,0x10 ³	9,0x10 ¹	<10	<10
CMC-40	3,0x10 ⁴	7,0x10 ¹	<10	<10
Señorita	6,1x10 ³	5,0x10 ¹	<10	<10

Durante la evaluación microbiológica de la harina de los diferentes clones de yuca (Tabla 3) se comprobó que este producto no presentó conteos de microorganismos que lo hagan riesgoso para la salud humana. Los datos de las variables que se midieron cumplen con las especificaciones normalizadas (18), que permiten conteos totales de microorganismos mesófilos aerobios menores de 5x10⁴, de coliformes menor de 10 y hongos y levaduras menores de 10³.

La evaluación fisicoquímica del almidón de yuca extraído de los diferentes clones se presenta en la Tabla 4. Se observó que los porcentajes de humedad son ho-

mogéneos y no sobrepasan el 13 % lo que indica que este producto cumple con el indicador recomendado por la literatura (16) que recomienda valores entre 10 y 13 %. Los contenidos de almidón en los diferentes clones fueron altos (19,20), en todos los casos superiores al 85,7 %, aunque en el clon CEMSA 74-6329 fue significativamente superior a los demás (88,8 %) y coincidentemente también lo fue en la harina.

Entre los almidones obtenidos de los diferentes clones de yuca no existieron diferencias significativas respecto a la temperatura de gelatinización, la viscosidad máxima y las cenizas. Los valores encontrados están

Tabla 4. Evaluación fisicoquímica del almidón de yuca

Clones	Humedad (%)	Almidón (%)	Temperatura gelatinización (°C)	Viscosidad máxima (UB)	Ceniza (%)
INIVIT Y-93-4	11,1a (2,2)	87,4b (3,3)	66a (2,58)	604a (9,9)	0,10a (0,01)
INIVIT E-80+1	11,2a (2,3)	85,9c (3,6)	67a (2,49)	608a (10,4)	0,09a (0,00)
CEMSA 74-725	11,3a (2,3)	86,8b (3,4)	68a (2,55)	602a (11,6)	0,11a (0,01)
CEMSA 74-6329	11,0a (2,0)	88,8a (4,1)	67a (2,47)	605a (10,7)	0,10a (0,01)
CMC-40	11,3a (2,3)	85,7c (3,1)	65a (2,61)	607a (12,1)	0,12a (0,02)
Señorita	11,1a (2,2)	85,9c (2,9)	66a (2,58)	595a (11,8)	0,09a (0,00)

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).
Datos entre paréntesis corresponden a la desviación estándar.

Tabla 5. Distribución granulométrica del almidón de yuca (porcentaje retenido en malla)

Clones de Yuca	0,100 mm (%)	0,075 mm (%)	0,050 mm (%)	0,025 mm (%)
INIVIT Y-93-4	3,5c (0,9)	28,4a (1,4)	48,8a (2,7)	19,3b (1,5)
INIVIT E-80+1	4,6ab (1,1)	25,5c (1,1)	49,0a (2,9)	20,9a (1,8)
CEMSA 74-725	4,8a (1,2)	26,7b (1,2)	48,6a (2,6)	19,9a (1,7)
CEMSA 74-6329	4,7a (1,1)	26,5b (1,0)	48,8a (2,7)	20,0a (1,7)
CMC-40	4,3b (0,8)	28,8a (1,5)	48,4a (2,4)	18,5b (1,8)
Señorita	3,8c (0,9)	27,9a (1,3)	48,9a (2,6)	19,4b (1,6)

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)
 Datos entre paréntesis corresponden a la desviación estándar

en el orden establecido para este producto, según la literatura (16), que son de: 58 a 70 °C para la temperatura de gelatinización, de 400 a 900 Unidades Brabender para la viscosidad máxima y menor de 0,12 % para los contenidos de cenizas.

La distribución granulométrica del almidón en los diferentes clones de yuca se presenta en la Tabla 5. Se observó que el producto cumple con lo establecido (16), que plantea que más del 95 % de las partículas sean menores de 0,1 mm.

La evaluación microbiológica del almidón extraído de los diferentes clones de yuca (Tabla 6) reveló que el producto cumple con los parámetros fijados por la norma (18) y no representa ningún riesgo para su utilización en la industria alimentaria. Los valores encontrados son indicativos de una correcta manipulación del producto durante el proceso de obtención.

Tabla 6. Evaluación microbiológica del almidón de yuca

Clones	Conteo total de microorganismos mesófilos aerobios (ufc/g)	Hongos filamentosos (ufc/g)	Conteo total de coliformes (ufc/g)	Levaduras viables (ufc/g)
INIVIT Y-93-4	5,4x10 ⁴	5,6x10 ¹	<10	<10
INIVIT E-80+1	4,6x10 ⁴	3,1x10 ¹	<10	<10
CEMSA 74-725	4,9x10 ⁴	4,8x10 ¹	<10	<10
CEMSA 74-6329	7,3x10 ⁴	5,0x10 ¹	<10	<10
CMC-40	4,5x10 ⁴	4,2x10 ¹	<10	<10
Señorita	5,3x10 ⁴	5,0x10 ¹	<10	<10

CONCLUSIONES

Los contenidos de humedad en la harina y el almidón de yuca de los diferentes clones fueron menores de 13,0 % en todos los casos.

La harina del clon de yuca CEMSA 74-6329 contuvo más almidón (80,6 %) que los restantes y el almidón extraído en todos los clones superaron el 85,7 %, mientras que los clones CEMSA 74-725 y Señorita presentan los mayores valores de proteína (2,66 y 2,06, respectivamente).

El contenido de fibra total en la harina de yuca fue más alto en los clones CEMSA 74-725 (6,68 %) y CMC-40 (6,11 %).

Los contenidos de cenizas en la harina de yuca oscilaron entre 1,37 % y 1,53 %, mientras que en el almidón fueron desde 0,09 % hasta 0,12 %.

La composición granulométrica de la harina (menor de 0,5 mm) y el almidón (menor de 0,12 mm), así como los parámetros microbiológicos en los diferentes clones de yuca se comportaron en los rangos establecidos para estos productos.

No se encontraron diferencias significativas para los almidones de los diferentes clones de yuca respecto a la temperatura de gelatinización (65 a 68 °C) y la viscosidad máxima (595 a 608 Unidades Brabender).

REFERENCIAS

1. Mantilla, A.; Perdomo J.E.; Dinaba; P. 1996. El cultivo de la yuca en amazonas y sus posibilidades de transformación. Maracay, UCV, p. 217-232. Venezuela.
2. Alarcón MF, Dufour D. 1999. Almidón agrio de yuca en Colombia: Producción y recomendaciones. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 35 p Cali, Colombia.
3. Montaldo, A. 1996. La yuca frente al hambre del mundo tropical. Maracay, Universidad Central de Venezuela, 570 p. Venezuela.
4. NC-ISO 712: 2002. Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia de rutina.
5. ISO 105-20: 1997. Determination of starch content. Ewers polarimetric method.
6. NC ISO 2171: 2002. Cereales y productos de cereales molidos. Determinación de cenizas totales.
7. ISI. 1999. Determination of starch size distribution by screening. ISI 32 1ed. In Laboratory methods. Science Park, International Starch Institute. Aarhus, Denmark.
8. NC ISO 4833: 2002. Método de ensayo microbiológico. Conteo total de microorganismos mesófilos viables.
9. NC ISO 7954: 2002. Método de ensayo microbiológico. Conteo de hongos filamentosos (mohos) y levaduras viables.
10. NC ISO 4032: 2002. Método de ensayo microbiológico. Determinación de microorganismos coliformes.
11. NC ISO 86-05: 1984. Determinación de proteínas. Cereales y Harinas.
12. AOAC. 2000. Association of Analytical Chemists International (AOAC). 7 ed. MD, Estados Unidos de América.
13. Grace, M. R. 1977. Elaboración de yuca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 116 p. Roma, Italia.
14. ISI. 2000. Determination of viscosity of starch by Brabender. ISI 19 6ed. In: Laboratory methods. Science Park, International Starch Institute. Aarhus, Denmark.
15. CODEX ALIMENTARIUS. FAO/OMS. 1996. Cereal, Pulses, Legumes and derived products and vegetable protein. CODEX STANDARD for edible cassava flour. 2a. Edition. Vol. 7. p. 133. Roma, Italia.
16. Aristizábal, Y. y Sánchez, T. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO (163). ONU-FAO, p 113. Roma.
17. Bedoya JP. 1997. Comité para la promoción de la agroindustria de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 25 p., Cali, Colombia.
18. NC 585. 2011. Norma Cubana de Contaminantes Microbiológicos en Alimentos. Requisitos Sanitarios.
19. Quintero, F. 1980. Pruebas regionales de variedades de yuca. Comportamiento de siete variedades en el campo de agronomía. Maracay. UCV. Instituto de Agronomía, 5 p. Venezuela
20. Fernández, A; Vélez, C. La producción y uso de la harina de yuca para consumo humano. América Latina (II) p.251-262. Lima, 1992.