

Procesamiento de la yuca como alternativa en la elaboración de productos alimenticios

Jenny Reina*
Luis Guerra

INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, estado Monagas
*Correo electrónico: jreina@inia.gob.ve

En Venezuela, se ha presentado un agudo y creciente desbalance en la importación y la demanda de trigo, para abastecer las necesidades internas de producción de harina utilizada en la panificación.

Existen rubros agrícolas alternativos que pueden utilizarse como un sustituto parcial del trigo, como por ejemplo la yuca, que es una raíz con gran potencial nutricional y tradición de alto consumo en países de Asia, África y América Latina.

La yuca procesada, por su alta calidad, podría sustituir parcial o totalmente, a la harina de trigo y a la harina de otros cereales; para la formulación de alimentos como pastas, galletas, fideos, mezclas para tortas, entre otros. La harina de yuca otorga ventajas en el área de panificación, ya que, permite diversificar la materia prima y obtener productos de alto contenido en fibra, aspecto muy demandado actualmente por la sociedad preocupada por la buena salud y nutrición.

Con la utilización de la harina de yuca, las panaderías podrían sustituir hasta un 30% de harina de trigo, y obtener un producto con características organolépticas similares a los obtenidos con el uso exclusivo de harina de trigo tradicional.

Procedimiento para la elaboración de la harina de yuca

El proceso de producción de harina de yuca se llevó a cabo en el Laboratorio de Poscosecha del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicado en el estado Monagas. Las etapas del procedimiento pueden ser visualizadas en la Figura 1 y se describen a continuación:

Recepción y selección de materia prima

La materia prima fue adquirida en el sector San Agustín de la Pica, vía Laguna Grande, ubicado en la parroquia la Pica.

La yuca fresca se recibió en saco, fue pesada, seleccionada y se eliminaron las raíces con podredumbre o coloraciones extrañas. Posterior a este proceso, quedaron siete kilogramos de yuca para la obtención de la harina. Se llevó a cabo una inspección visual de la materia prima, además de determinar el peso para establecer los parámetros de rendimiento.

Preparación de la muestra

Los análisis físicos, químicos y funcionales se realizaron en los laboratorios de Poscosecha, Suelo y en la sala de procesamiento del INIA Monagas.

Primer lavado: el lavado de la yuca se realizó con agua fría para retirar los restos. Esta etapa es importante porque si las raíces tienen restos de suelo adherido, el producto final resultará con alto contenido de cenizas, especialmente de sílice, lo cual reduce su calidad.

Pelado: para elaborar harina, se eliminó la corteza o concha manualmente con cuchillos de acero inoxidable y luego se pesó el producto.

Segundo lavado: las raíces de la yuca fueron lavadas a mano sumergiéndolas en agua destilada a temperatura ambiente para eliminar las impurezas y posibles microorganismos existentes que pudiesen alterar la calidad del producto final.

Cortado: la yuca se cortó en ruedas de aproximadamente cinco milímetros de espesor, con la finalidad de promover un secado uniforme (Foto 1 a y b).

Deshidratación: las ruedas se distribuyeron en seis rejillas metálicas y fueron llevadas a la estufa de aire forzado WTC Brinder, serie BD/ED/FD. Se utilizaron tres temperaturas de deshidratación; 50, 55 y 60°C, por un lapso de 12 horas (Figura 2).

Molienda: se llevó a cabo en una licuadora marca Oster, para obtener la mayor cantidad de harina posible, posteriormente se pesó el producto (Foto 2 a y b).



Figura 1. Proceso de preparación de la harina de yuca.

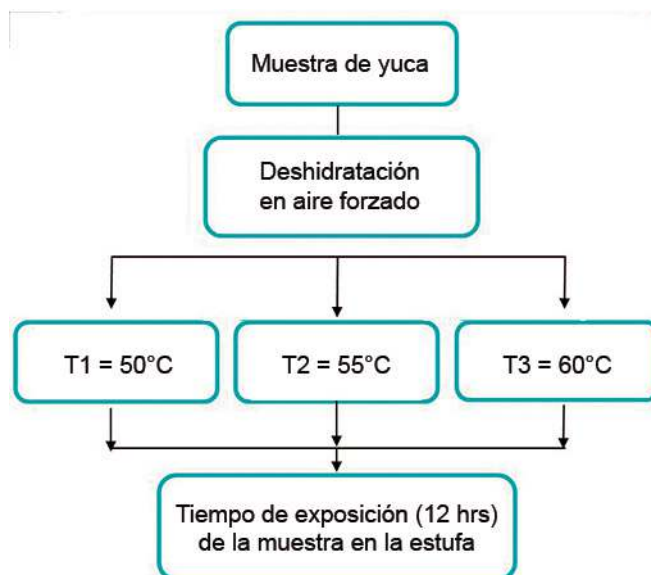


Figura 2. Diagrama del proceso de deshidratación de la yuca.

Envasado: la harina de yuca obtenida se envasó en frascos de vidrios con sus respectivas tapas, con el objetivo de proteger el producto final de la humedad.



Foto 1 a y b. Proceso de deshidratación de la muestra de yuca.



Foto 2 a y b. Proceso de molienda de la yuca.

La Figura 3 muestra el esquema general del proceso de transformación para la obtención de la harina, además de los análisis físico-químicos y funcionales que permitieron evaluar la potencialidad de la materia prima en la industria panificadora y otros subproductos.

Se llevó a cabo la deshidratación de muestras de la materia prima a tres temperaturas distintas, durante 12 horas cada una.

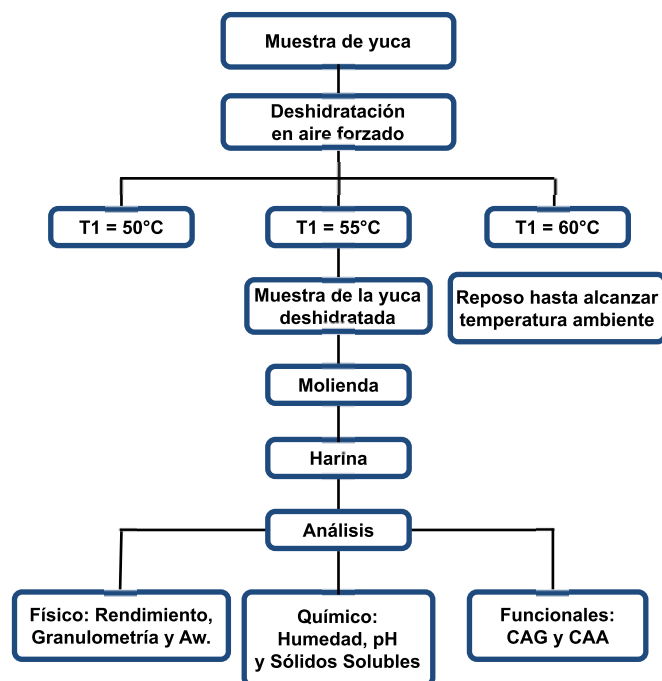


Figura 3. Esquema general del proceso de transformación que permite la obtención de la harina y sus respectivos análisis físico-químicos y funcionales.

Determinación del rendimiento

El rendimiento se determinó relacionando el peso final del producto obtenido (harina), y el peso inicial de la parte comestible de la muestra (peso fresco sin la concha), según la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Gramos de harina}}{\text{Gramos frescos sin concha}} \times 100$$

En el Cuadro 1, se indica la pérdida de peso en las muestras de yuca, resultando que la mayor pérdida de humedad se obtuvo en la yuca deshidratada a 55°C, y en consecuencia, menor rendimiento en el producto final.

Sin embargo, permite que el producto final tenga mayor estabilidad a favor de menor desarrollo de microorganismos y reacciones químicas.

Determinación de granulometría

El tamaño de las partículas es una de las propiedades más importante de las harinas, pues ayuda a caracterizar los polvos o harinas más utilizados en industria de alimentos. Es por ello que, se determina granulometría en la harina de yuca para su respectiva caracterización y evaluación. Permite tener una referencia de la velocidad de disolución, adecuación para la mezcla y fluidez.

La granulometría se determinó de acuerdo al método propuesto por Álvaro y Aguilera (2001), el cual mide la uniformidad de las partículas.

El producto de la molienda se pasó por dos tamices (Foto 3) identificados con el número de 20 mesh (0,850 milímetros) y el de 60 mesh (0,250 milímetros).

El grueso de ambos tamices se procesó en un molino hasta lograr un fino menor o igual a 0,250 milímetros. El polvo de esta operación fue pesado. Los valores se calcularon mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Granulometría} = \frac{\text{g de partículas que pasan por el tamiz}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

El 65% de la harina de yuca tratada a una temperatura de 50°C, presentó mayor aprovechamiento y uniformidad de partículas (Cuadro 2). Aun cuando, el porcentaje más alto quedó en el tamiz N° 20, se pudo observar que tiene una granulometría por encima del 50% en cada una de las muestras de yuca. La harina obtenida de la yuca deshidratada a 50°C, fue la que presentó la granulometría más aceptable.

Cuadro 1. Rendimientos y humedad de las harinas de yuca.

Tratamiento	Peso inicial (Kg)	Peso cáscara (Kg)	Peso pulpa (Kg)	Materia seca (Kg)	Rendimiento (%)	Humedad (%)
50°C	7	2	5	3,1	62	55,71
55°C	7	2	5	1,9	38	72,86
60°C	7	2	5	2,1	42	70

**Foto 3.** Proceso de tamizado.**Cuadro 2.** Porcentaje de granulometría de las harinas de yuca.

Tratamiento °C	Tamiz 20 Mesh (0,850 mm)	Tamiz 60 Mesh (0,250 mm)
50°C	95,6	65
55°C	94,2	54,9
60°C	97	63

Determinación de actividad de agua (aw)

La actividad de agua de la harina se determinó mediante un hidrómetro eléctrico (AQUALAB Decagón). En el porta muestra se colocaron 10 gramos de muestra aproximadamente y se llevó al interior del equipo hasta que éste mostró la lectura de actividad de agua en tres temperaturas: 50, 55 y 60°C.

En el Cuadro 3, se puede observar la disminución de actividad de agua de las muestras. El mayor valor fue 0,59 para 50°C y la mínima de 0,38 para 60°C. Todos los valores se encuentran dentro de los parámetros deseables para la conservación, pues la mayoría de los microorganismos se desarrollan por encima de una actividad (aw) de 0,60. La FAO establece en su clasificación de alimentos auto estables, todos aquellos que posean un (aw) menor o igual a 0,60.

Cuadro 3. Actividad de agua inicial (0,98) de las harinas de yuca.

Muestra de la harina	Promedio
50°C	0,59
55°C	0,38
60°C	0,37

Contenido de humedad

La determinación de humedad para las muestras de la harina de yuca, se hizo de acuerdo a la norma COVENIN 1553-80.

Se pesaron cinco gramos de muestra de harina y se colocaron en un crisol de capacidad de 50 mililitros, y se sometió a calentamiento en un horno de estufa marca VWR, a una temperatura de 130°C. La muestra fue pesada cada hora hasta obtener una masa constante. El cálculo del porcentaje de humedad se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A: masa de la muestra original en gramos.

B: masa de la muestra seca en gramos.

Medición de pH

La determinación de pH para las muestras de harina de yuca se realizó de acuerdo a la norma COVENIN 1315-79. Se pesaron 10 gramos de muestra y se diluyeron en 50 mililitros de agua destilada, en un beaker de 100 mililitros, luego se filtró la solución con el uso de fibra de vidrio.

Se utilizó un potenciómetro marca CRISON, y se calibró con una solución buffer de pH 7. Se tomó la lectura en tres temperaturas: 50, 55 y 60°C (Foto 4).

Los valores de pH se muestran en el Cuadro 4. La harina obtenida de la yuca deshidratada a 55°C, presentó un valor de pH de 6,75.

De acuerdo a la norma COVENIN 1315-79, el pH para las harinas y polvos debe ubicarse entre 3 y 7. De las harinas evaluadas, la obtenida con la yuca deshidratada a 50°C, presentó el valor de pH más adecuado. Los alimentos con pH alcalinos son más susceptibles a la descomposición bacteriana.



Foto 4. Determinación de pH.

Cuadro 4. pH inicial de la materia prima (6.57) de las harinas de yuca.

Muestra de la harina	Promedio
50°C	6,62
55°C	6,75
60°C	6,69

Determinación de Sólidos Solubles (SS)

Para el análisis de sólidos solubles, se siguió la metodología utilizada por la Norma COVENIN 924-84. Se tomó una pequeña porción de la solución, preparada con el mismo procedimiento seguido para la determinación de pH. Con una varilla de vidrio se tomó una gota de filtrado y se colocó en el prisma de un refractómetro análogo marca ATAGO, el cual posee una precisión de 0-30%. Los sólidos solubles se expresaron en grados Brix (°Brix) según COVENIN (1984).

Los resultados mostrados en el Cuadro 5, sobre el contenido de sólidos solubles presentes en las muestras registran un máximo de 7,66 °Brix en la harina obtenida de yuca deshidratada a 50°C, y un mínimo de 4 °Brix en la harina obtenida a partir de yuca deshidratada a 60 °C.

Durante la deshidratación se elimina la mayor parte del agua contenida en el alimento, lo que permite un mayor contenido de sólidos solubles por unidad de volumen en las muestras. (Foto 5).



Foto 5. Determinación de Sólidos Solubles.

Cuadro 5. Sólido Soluble (°Brix) de las harinas de yuca.

Muestra de la harina	Promedio
50°C	7,66
55°C	6,66
60°C	4

Capacidad de Absorción de Grasa (CAG)

La Capacidad de Absorción de Grasa en las muestras se determinó mediante la metodología propuesta por Granito *et al.* (2004a). Se pesó un gramo de cada muestra y se colocó cada una en un tubo de ensayo de 20 mililitros. Se les añadió 10 mililitros de aceite comestible (Foto 6).

Se agitaron con movimiento constante, a temperatura ambiente, luego fueron centrifugadas a 300 rpm por 30 minutos. Los resultados se expresaron como gramos de aceite retenidos por gramo de muestra, y se calcularon utilizando la siguiente fórmula:

$$CAG = \frac{\text{Gramos aceite retenido}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

La capacidad de absorción de grasas de las harinas evaluadas, fue baja para todas las temperaturas aplicadas durante la deshidratación de las muestras de yuca (Cuadro 6).

La capacidad de absorción de grasa es producto del atrapamiento físico de las grasas por parte de las proteínas, a través de la formación de estructuras matriz proteica por la disposición de los aminoácidos dentro de la estructura proteica. Esta propiedad se encuentra determinada por las interacciones hidrofóbicas proteínas – grasa y por la presencia de almidones.



Foto 6. Muestra Capacidad de Absorción de Grasa.

Cuadro 6. Capacidad de Absorción de Grasa (CAG) de las harinas de yuca.

Muestra de la harina	Promedio
50°C	1,62
55°C	1,25
60°C	1,60

Capacidad de Absorción de Agua (CAA)

La capacidad de absorción de agua en las muestras de harina de yuca se determinó según la metodología descrita por Granito *et al.* (2004a). Se pesó un gramo de muestra de harina de yuca y se le añadió 10 mililitros de agua destilada (Foto 7). El pH se ajustó a 7 y se sometió a agitación constante por un lapso de 30 minutos a temperatura ambiente y se colocó en un tubo para ser centrifugado a 300 rpm

durante 30 minutos. Los resultados se expresaron como gramo de agua retenida por gramo de muestra utilizada, calculados usando la siguiente fórmula:

$$CAG = \frac{\text{Gramo de agua retenido}}{\text{Gramo de muestra}} \times 100$$

El Cuadro 7 muestra los valores de la CAA de la harina de yuca. Se puede observar que la capacidad de absorción de agua de la harina de yuca es baja. La capacidad para absorber agua está relacionada con la presencia de proteínas (Thompson *et al.*, 1982), contenido de almidón (Flores *et al.*, 2000) y fibra (Nelson 2001) en los alimentos.

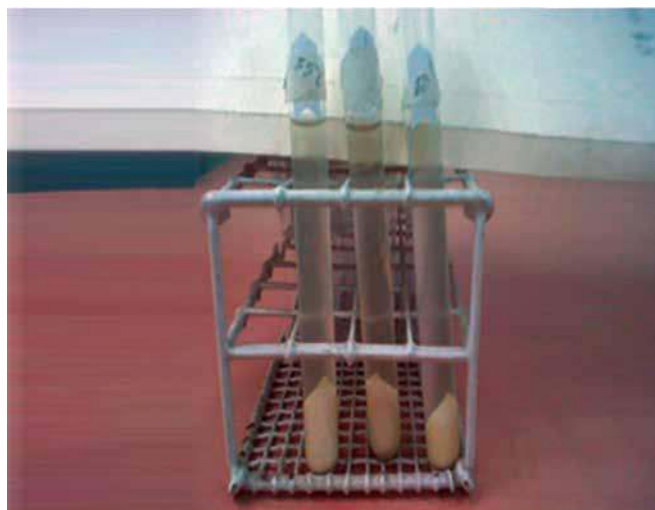


Foto 7. Muestra Capacidad de Absorción de Agua.

Cuadro 7. Capacidad de Absorción de Agua (CAA) de las harinas de yuca.

Muestra de la harina	Promedio
50°C	1,75
55°C	1,66
60°C	1,95

Las características físicas, químicas y funcionales observadas en la harina de yuca procesada en el INIA Monagas, dejan evidencia de la potencialidad de dicha materia prima para su uso en panificación (Fotos 8 a y b). Los valores obtenidos se encuentran, dentro de los rangos recomendados en las Normas y caracterizaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).



Fotos 8. Productos de panificación elaborados a base de harina de yuca.
a) Pastelitos y b) Pan de yuca.

Consideraciones finales

La harina más aceptada y recomendada es la proveniente de la muestra de yuca deshidratada a 50°C, debido a que se acerca a los parámetros de calidad y aceptación establecidos según las normas COVENIN y FAO.

El porcentaje de humedad y rendimiento para la harina proveniente de la muestra de yuca deshidratada a 50°C, cumple con los parámetros establecidos por las normas COVENIN.

Según la granimetría en la harina deshidratada, el 65% de partículas se obtuvo bajo los 50°C con 7,66 °Brix. Este resultado se acerca al valor establecido en las normas COVENIN.

En cuanto a la Capacidad de Absorción de Grasa (CAG) fue baja para ser utilizadas o incorporadas en el desarrollo de alimentos fritos, tales como empanadas, donas, entre otros.

Bibliografía consultada

- COVENIN. Comisión venezolana de Norma Industriales. 1979. Determinación de pH. Acidez iónica. Norma: 1315-79. FONDONORMA. Caracas. Venezuela.
- COVENIN. Comisión venezolana de normas Industriales. 1977. Frutas y productos derivados. Determinación de acidez. Norma: 1151-77. FONDONORMA. Caracas. Venezuela.
- COVENIN. Comisión venezolana de normas Industriales. 1983. Frutas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles (SS). Norma: 924-83. FONDONORMA. Caracas. Venezuela.
- Granito M., M. Guerra, A. Torres y J. Guinand. 2004 Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de Vigna Sinensis.
- Perry R., "Manual del Ingeniero", Tomo II. Séptima Edición, Editorial McGraw-Hill, México (2001) Es.slideshare.net/brendalozada/el-proyecto-investigacion-fideas-arias-3er-edicion.
- Thompson, L., R. Liu y J. Jones. 1982. Functional properties and food applications of rapeseed protein concentrate. Journal Food Science, 7(4): 1175-1180.

