

## Producción de Harina de Camote y su uso en Pan de caja

L Vázquez-Chávez y C. Hernández-López\*

División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento Biotecnología, Área Alimentos Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. Michoacán y La Purísima Col. Vicentina Ciudad de México [lvch@xanum.uam.mx](mailto:lvch@xanum.uam.mx)

### RESUMEN

Se determinaron las propiedades químicas de camote fresco amarillo (*Ipomoea batatas* L.). Los tubérculos de camote fueron seleccionados, lavados, pelados, rebanados, blanqueados, escurridos, secados y molidos para obtener harina. La harina de camote presentó menos cantidad de proteínas, que la harina de trigo, aunque es rico en contenido de fibra dietética carbohidratos y  $\beta$  carotenos, siendo buena combinación para el pan. La harina de trigo se mezcló con harina de camote; 100:0, 90:10, 85:15, 80:20. Se hicieron evaluaciones de las diferentes mezclas de harinas trigo–camote y de los panes obtenidos con las diferentes mezclas y se realizó la evaluación sensorial. El análisis sensorial incluyo textura, color, sabor, gusto y aceptabilidad general. El tratamiento preferido por los panelistas fue el tratamiento con hasta 15% de harina de camote. Los resultados revelaron que a medida que se añadió más harina de camote a la harina de trigo, hubo cambios significativos en las propiedades funcionales.

**Palabras clave:** Harina de camote; camote; análisis; evaluación sensorial

### ABSTRACT

The chemical properties of fresh yellow sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) were determined. The sweet potato tubers were selected washed, peeled, sliced, blanched, drained, dried and ground to obtain flour. Sweet potato flour presented less amount of protein than wheat flour, although it is rich in dietary fiber content, carbohydrates and  $\beta$  carotenes, being a good combination for bread. The wheat flour was mixed with sweet potato flour; 100:0, 90:10, 85:15, 80:20. Evaluations were made of the different mixtures of wheat-sweet potato flours and of the breads obtained with the different mixtures and the sensory evaluation was carried out. Sensory analysis included texture, color, flavor, taste, and general acceptability. The panelists preferred treatment was treatment with up to 15% sweet potato flour. The results revealed that as more sweet potato flour was added to the wheat flour, there were significant changes in functional properties.

**Keywords:** Sweet potato flour; sweet potato; analysis; sensory evaluation

## INTRODUCCIÓN

Los tubérculos de los camotes (*Ipomoea batatas Lam*) se caracterizan por tener un alto contenido de humedad y ser metabólicamente activos después de la cosecha con pérdidas poscosecha que alcanzan hasta un 30 % (20). El camote es una verdura altamente nutritiva puede servir como fuente de energía, de fibra dietética, potasio, hierro,  $\beta$ -caroteno, tiamina, vitamina C y en menor proporción proteínas, siendo bajo en grasa y colesterol. El contenido de carbohidratos varía del 25% al 30%, y el resto está compuesto de agua (58% -72%). Los tubérculos de camote son voluminosos difíciles de almacenar y perecederos. El camote se puede procesar en harina, que es menos voluminosa y más estable que la raíz fresca. Los camotes se pueden cortar, secar y moler para producir harina que permanece en buen estado durante más tiempo. El camote deshidratado se podría usar para reemplazar parcialmente la harina de trigo en productos horneados como, panes.

El objetivo del presente estudio fue reemplazar la harina de trigo en panes con harina de camote para aumentar la fibra y  $\square$  carotenos y evaluar la aceptabilidad y preferencia de panes preparados con harina de camote (*Ipomoea batatas L.*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los tubérculos de camote (*Ipomoea batatas Lam*), anaranjado, se compraron en el mercado local. El camote se clasificó se eliminaron los tubérculos dañados se lavó con agua se quitó tierra, con un pelador manual se eliminó la piel. Las muestras peladas se cortaron manualmente en rodajas finas y se blanquearon en agua con bisulfito de sodio ( $\text{NaHSO}_3$ ) 0.5% durante 20 minutos para prevenir el oscurecimiento enzimático. Las rodajas se escurrieron, se colocaron en una sola capa en unas bandejas y se deshidrataron a 70°C por 8 h hasta alcanzar entre 8-5% de humedad. Las rodajas secas de camote se molieron en un molino. La harina obtenida se envasó y se almacenó. El camote fresco y la harina obtenida fueron analizados en su composición química según métodos descritos por (AOAC, 2005). Al camote se le determinó porcentaje de sólidos totales = 100 – porcentaje de humedad de la parte comestible.

El contenido total de caroteno se determinó pesando harina de camote deshidratada (0.5 g) haciendo una extracción con una mezcla de hexano y acetona (7: 3, 25 ml) los extractos se filtraron en un embudo Buchner con papel filtro Whatman No1. El residuo se volvió a extraer hasta que se volvió incoloro. Los filtrados se combinaron en un embudo separación y se lavaron con 50 ml de agua destilada. La fase de agua se descartó y se añadió una pizca de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  como desecante. La fase del hexano acetona se transfirió a un matraz volumétrico. La concentración de caroteno en la solución se determinó a partir de la absorbancia a 450 nm (UV-1201, Shimadzu, Kyoto, Japón). El contenido de  $\square$ -caroteno se determinó a partir de la curva estándar.

Se realizaron mezclas de harina trigo: harina de camote: A= 100% harina trigo, B= 90% harina trigo 10%, harina camote C= 85% harina trigo 15% harina camote, D= 80% harina trigo 20% harina camote, F= 100% harina camote. A las mezclas de harinas se les evaluó; humedad, pH, con potenciómetro, método de la AOAC (2005).

Capacidad de absorción de agua: se añadieron 15 ml de agua destilada a 1 g de harina en un tubo de centrifuga pesado de 25 ml. El tubo se agitó en un mezclador de vértice durante 2 minutos. Se centrifugó a 4000 rpm durante 20 min. El sobrenadante claro se decantó y se desechó. Se retiraron las gotas de agua adheridas y se volvió a pesar. La capacidad de absorción se expresa como el peso del agua unida por 100 g de harina seca.

Densidad aparente: 50 g de muestra de harina en una probeta de 100 ml se golpeó varias veces. Se registra el volumen de la muestra. Densidad ( $\text{g/cm}^3$ ) = Peso/ Volumen.

Poder de hinchamiento: se pesó 1 g de la muestra en un matraz. Se hidrató con 15 ml de agua destilada, se agitó durante 5 minutos con agitador mecánico a baja velocidad. El calentamiento se realizó durante 40 minutos a 80-85 °C con agitación constante en un baño de agua. El contenido se transfirió a un tubo de centrifuga limpio, seco y pesado previamente. Se añadieron 7,5 ml de agua destilada y

se centrifugaron a 2200 rpm durante 20 min. El sobrenadante se decantó en una charola previamente pesada y se secó a 100 °C hasta un peso constante. El sedimento del tubo se pesó.

El poder de hinchamiento y la solubilidad se calcularon  $\text{solubilidad} = \% \text{ de almidón disuelto en el sedimento}$ .

Propiedades reológicas de la harina. - Las propiedades reológicas de las masas se evaluaron con el farinógrafo de Brabender de acuerdo al método del AACC.

Prueba de panificación según AACC. - harinas de trigo, harina de camote, agua, sal, azúcar, manteca vegetal, levadura. Se mezclaron ingredientes por 20 a 30 min la masa se cortó en porciones de 150g se dejaron fermentar por 30 a 60 min la masa fue moldeada en moldes se dejó media hora más y se coció en el horno a 280°C por 30 min los panes se almacenaron. Se determinó peso, densidad y el volumen de los panes (AACC 1983). Los atributos del pan que se evaluaron sensorialmente por 20 panelistas no entrenados midiendo, textura, dureza y miga, color, olor, sabor, apariencia y aceptación general. Se usó una escala de 0 a 5 (0 = desagradada; 5= me agrada mucho). A los resultados se les determino el análisis de varianza y el análisis múltiple de medias por la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sólidos totales resultaron de 256.0 %, del tubérculo. Los valores de humedad del fueron altos por el agua que contiene el tubérculo 75%. El contenido de cenizas (tabla i) está por debajo del 5 % que representa trazas de elementos minerales y sales inorgánicas. El contenido de proteínas fue del 5% menor comparado al contenido de proteínas de harinas de trigo.

Se obtuvieron harina de camote con y sin bisulfito de sodio y se evaluó la composición química (tabla I). El contenido de grasa cruda en la harina es relativamente bajo si se compara harina de trigo. La fibra presente en la harina tiene un efecto benéfico en la salud. Se determinó que el camote contiene una cantidad limitada de proteína. El contenido de carbohidratos totales fue de 82%, valor en que se incluye el contenido de almidón, y otros carbohidratos presentes en la harina. En general los tubérculos aportan más calorías por carbohidratos que por proteínas.

No hubo efecto significativo sobre las características de la harina de camote de muestras tratadas y sin tratar con NaHSO<sub>3</sub> En general estos parámetros pueden variar según la variedad del camote y la cosecha.

Parámetros	Sin bisulfito	Con bisulfito	Camote fresco
Humedad (%)	5.18 a	5.7 b	75
Cenizas (%)	2.41 a	2.53a	2.8
Proteína	3.47a	3.9a	5.4
Grasa	0.52a	0.59a	2.1
Carbohidratos	82.0a	83.06a	9.0
Fibra total	6.38 a	6.45b	6.0

Los valores promedio con la misma letra en una fila no son significativamente diferentes. Análisis de Varianza y de rango múltiple ( $p \geq 0,05$ );  $n=3$ .

El oscurecimiento de la harina de camote a una coloración marrón causada por el oscurecimiento enzimático de las peroxidadas y por el pardeamiento no enzimático por la reducción de azúcares con grupos amino a alta temperatura fue controlada por el uso de bisulfito de sodio Los  $\beta$ -carotenos en el tubérculo fresco se encontraron entre 5.6- 15.6 mg/100g. El contenido de  $\beta$ -caroteno en las harinas de camote reportado fue de 7.68 a 10.79 mg /100 g. Este valor está dentro de los límites con mediciones previas. El contenido de  $\beta$ -caroteno en el camote puede variar dependiendo de los cultivares, condiciones de cosecha y madurez. Se ha reportado que, para las harinas, el contenido de

□-caroteno disminuye con la temperatura de secado. No obstante, la conservación de las betas carotenos se conservan por la reducción de la humedad en la harina.

Muestra	(%) H	pH	AA (%)	D (g/cm <sup>3</sup> )	PI	SS
A= 100% HC	4.07	6.01	2.45	7.47	12.7	8.63
B= 90% HT-10% HC	2.75	5.70	1.83	6.75	7.40	6.85
C= 85% HT 15% HC	2.60	5.70	1.55	5.80	6.85	6.75
D= 80% HT 20% HC	3.24	5.63	1.24	5.73	6.50	6.40
F= 100% HC	4.68	5.50	1.27	6.83	5.73	6.01

HT= harina trigo HC= harina camote AA= Absorción agua (g) D= densidad (g/cm<sup>3</sup>)  
PI= poder de hinchamiento SS= solubilidad

En las harinas el contenido de humedad (tabla II) aumentó a medida que se agregaba más harina de camote a harina de trigo. Todos los valores de la muestra mezclada caen dentro del límite aceptable. Aumento el contenido de □ caroteno en las mezclas de harina, mientras que disminuyo su contenido de proteínas principalmente gluten. Los valores de pH (tabla II) para las mezclas de harina a medida que se agregaba más harina de camote a harina trigo, el valor del pH tendió hacia una ligera acidez estos valores están dentro del rango aceptado NOM para harinas. Según las especificaciones de la norma mexicana NMX-F-159-s-1983 el pH mínimo para pan es de 4.5 y el máximo es de 5.8. A pH mayores de 5.9 se presenta la proliferación microbiana.

El Índice de absorción de agua (tabla II) indica la capacidad de unión de los grupos hidroxilo para formar enlaces covalentes entre cadenas de almidón. El índice de absorción se ha asociado con la pérdida de la estructura cristalina del almidón (amilosa-amilopectina) y temperatura de secado. Cuando el almidón se gelatiniza, la organización de las moléculas de almidón dentro de los gránulos se altera y las interacciones almidón-agua aumentan, lo que resulta en un aumento sustancial en la capacidad de hinchamiento. Pero se produce una baja capacidad de hinchamiento por la presencia de cristales, que aumentan la estabilidad granular. La capacidad de absorción de agua de la harina de trigo fue mayor que la capacidad de la harina de camote. Indicando que la harina de trigo presento una mayor afinidad por el agua, debido a su composición química principalmente al gluten y almidón. La capacidad de absorción de agua de las diferentes mezclas de harina fue disminuyendo a medida que se agrega más harina de camote.

La densidad (tabla II) disminuyo en relación directa a la sustitución de harina de camote influyendo el peso y el volumen de las harinas que están relacionados con los componentes químicos de cada harina. A medida que se sustituyó más harina de trigo por harina de camote, la densidad disminuyo. La densidad se ve afectada por el tamaño de partícula. La densidad para las harinas es importante para determinar los requisitos de empaque, el manejo del material durante el transporte y almacenamiento y de su procesamiento.

El poder de hinchamiento (tabla II) es una indicación del índice de absorción de agua de los gránulos durante el calentamiento mostró la misma tendencia de hinchamiento y de la solubilidad, los valores disminuyeron en las mezclas de harinas a medida que más harina de camote contenía las mezclas de harinas.

La prueba realizada a las mezclas de harina de trigo y camote con el farinógrafo mostro que entre más harina de camote contenía la mezcla con el trigo se presentaron variaciones en la absorción de agua de las harinas. Con mayor harina de camote en las mezclas disminuyo el tiempo de desarrollo y de

mezclado, así como la elasticidad y la estabilidad de la masa, así como el valor valorimétrico. Lo cual es debido a que las diferentes mezclas de harina presentaron menor contenido de gluten de trigo.

En cuanto al proceso de panificación el peso del pan aumento y el volumen disminuyo en proporción directa al porcentaje de harina de camote en las mezclas de harina usadas para elaborar pan. El volumen de pan que se utiliza como criterio para medir la calidad osciló entre 999 para pan con sustitución de 20% HC para 15% HC fue de 1100, para 10% HC 1120 y para el pan control 100% HT1135. Mientras que la densidad de los diferentes panes aumento al disminuir el volumen y al aumentar el peso de los diferentes panes. La acción de las enzimas amilolíticas responsables de la descomposición del almidón de camote, producen azúcares y más sustrato para la levadura, pudiendo haber contribuido con el volumen del pan. Sin embargo, el Gluten es la principal proteína formadora de estructura responsable de la elasticidad y extensibles necesarias para producir atrapar gas y producir pan de buena calidad. El gluten presente en la harina de trigo disminuyo conforme aumento la harina de camote afectando así el volumen y la estructura de la miga del pan. No obstante, la harina de camote le dio más suavidad y sabor dulce del camote dado por la degradación del almidón a azúcares como sacarosa, siendo este el mayor componente, seguido de la fructosa y glucosa al pan. Al aumentar el nivel de harina de camote en el pan, el contenido de  $\beta$  caroteno aumentó.

El análisis sensorial mostro que el pan hecho con harina de camote con 5, 10 y hasta 15% de sustitución resultó con buena aceptación hasta el tercer día cuando se modificó la estructura de la miga del pan cambiado las características de textura. El análisis sensorial mostro que el pan preparado con hasta 15% de la harina de camote presentó una buena aceptabilidad sin presentar diferencia significativa con respecto al pan control. Los atributos sensoriales, de textura, sabor, olor de los panes suplementados con 5, 10 y 15 % de harina de camote mejoraron. La harina de camote puede proporcionar, color y sabor agradable al pan fermentado. El sabor del pan es un indicador muy importante en la aceptación general de este tipo de pan. El color amarillo-naranja del pan aumento en cuanta más harina de camote contenían en comparación con el pan control. Se presentó una correlación positiva entre el aumento de la dureza de la miga y la disminución del volumen del pan. A medida que aumentaron los días de almacenamiento aumento la dureza y la pérdida de humedad del pan no obstante la harina de camote redujo la tasa de envejecimiento en comparación con pan control hasta por tres días. El pan es un alimento que puede ser mejorado con la adición de harinas como la de camote.

## BIBLIOGRAFÍA

- AACC., 1993. Cereal Laboratory Methods. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, USA
- AOAC., 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International (14th ed.). Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemistry. Methods, 950.46, 938.08, 960.39, and 955.04.
- Ahmed, M., Akter, S., Jong-Bang E. 2010. Peeling, drying temperatures, and sulphite treatment affect physicochemical properties and nutritional quality of sweet potato flour Food Chemistry 121 112–118
- Idolo Ifie., 2011. Sensory and Nutritional Quality Of Madiga produced from composite flour of wheat and sweet potato Pakistan Journal of Nutrition 10 (11): 1004-1007,
- Pérez y Pacheco de Delahaye., 2005. Características químicas, físicas y reológicas de la harina y el almidón nativo aislado de *Ipomoea batatas lam* acta científica venezolana, 56(1): 9-15,
- Renee Vidal A., Zaucedo-ZuñigaA, Ramos-García M., 2018. Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 19, núm. 2,
- Sacón-Vera, E; Bernal-Bailón, I; Dueñas-Rivadeneira, A; Cobeña-Ruíz, G; López-Bello, N., 2016. Reología de mezclas de harinas de camote y trigo para elaborar pan Tecnología Química, vol. XXXVI, núm. 3, pp. 457-467 Universidad de Oriente Santiago de Cuba, Cuba

- Utomo, J. S., Cheman, Y. B., Rahman, R. A., & Saad, M. S., 2005. The effect of shape, blanching methods and flour on characteristics of restructured sweet potato stick. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1896–1900.
- Van Hal M. 2000. Quality of sweet potato flour during processing and storage. *Food Rev Int* 16:1-37