

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE BOTANAS HORNEADAS POR RADIACIÓN DE MICROONDAS A PARTIR DE HARINAS DE CHAYOTEXTLE (*Sechium edule*) Y PAPA DULCE (*Ipomoea batatas*)

Cruz-Villegas, R., Hernández-Uribe, J.P. y Güemes-Vera N.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad km 1 Rancho Universitario, C. P. 43000, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.
rcvuaeh@yahoo.com.mx

RESUMEN

El “chayotextle” tiene importancia en la dieta desde tiempos precolombinos. A pesar del contenido nutricional de los tubérculos, su consumo es limitado, debido a ser sujetos a pérdidas nutricionales post-cosecha. Esto puede solucionarse con la conversión de tubérculos de un producto perecedero a uno no perecedero, como las botanas, diseñadas para ser más durables y atractivas que los alimentos naturales. El objetivo fue caracterizar las propiedades físicas y químicas de botanas chip horneadas por microondas elaboradas de harinas de chayotextle adicionadas con harina de soya. Las masas para elaborar las botanas fueron analizadas mediante un análisis de perfil de textura, presentando durezas de 1.654,25 a 2.289,00 kgf, adhesividad de 5.835 a 10.985 mJ, y cohesividad de 0.320 a 0.350, indicando que incrementar la harina de soya, genera masas más duras y adhesivas, mientras que disminuye la cohesividad. A las botanas se evaluó la humedad y actividad de agua, encontrando 7.55 a 9.30%, y 0.315 a 0.342 respectivamente, indicando que a mayor contenido de harina de soya, existe mayor retención de humedad en la botana, presentando mayor actividad de agua, y esto influye en características físicas, como son la crujencia y la crocancia, atributos deseables en botanas.

ABSTRACT

Chayote root named “chayotextle” has importance on diet since precolombian times. Despite nutritional content of tubers, their consumption is limited, due to their post-harvest losses. This can be solutionated by the conversion from peresible to non peresibles products, like snacks, designed to be more attractive and with larger life than natural food. The aim was to characterize physical and chemical properties of microwave baked chip snacks, made from chayotextle flour added with soy flour. Doughs used to elaborated snacks were analized by a texture profile analyze, showing hardness from 1.654,25 to 2.289,00 kgf, adhesiveness from 5.835 to 10.985 mJ, and cohesiveness de 0.320 a 0.350, this indicates that increasing soy flour generates harder and more adhesive doughs, on the other hand these doughs are less cohesive. Moister and water activity were determinate, finding 7.55 to 9.30%, and 0.315 to 0.342 respectively, showing that increasing soy flour content, humidity content is higher, and also water activity, these has influence on physical characteristics like crunchiness and crispiness, desirable snacks attributes.

Palabras clave: chayotextle, botanas, dureza.

Área: Desarrollo de nuevos productos.

INTRODUCCIÓN

A pesar del contenido nutricional de tubérculos, su consumo es limitado, debido a ser sujetos a pérdidas nutricionales post-cosecha por su alto contenido de humedad, metabolismo sostenido y el ataque microbiano (Rodríguez-Miranda *et al.*, 2011). Esta

problemática pueden solucionarse con la conversión de un producto perecedero a uno no perecedero. El chayote (*Sechium edule*), produce frutos de diferentes tamaños y formas, tallos verdes, hojas tiernas y tubérculos, todos ellos comestible. La raíz de chayote llamada “chayotextle” tiene interés en la dieta desde tiempos precolombinos, sin embargo no hay reportes oficiales de su producción. Por otra parte las botanas están diseñadas para ser menos perecederas y más atractivas que los alimentos naturales (Mazumder *et al.*, 2007). El crecimiento del mercado de botanas ha sido intenso, convirtiéndose en parte de la dieta, aunado a este consumo, ha existido preocupación sobre la calidad nutricional de botanas, que son hechas predominantemente de harina de cereales o almidones (Ainsworth *et al.*, 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima.

Se utilizó harina comercial de papa dulce (*Ipomea batatas*), marca “Baker & Chefs” lote 002977003, además se empleó harina desgrasada de soya marca “Dul-Cerel” lote 10112, compradas en un mercado local. Como materia prima fundamental, se utilizó harina de chayotextle fabricada en el Centro en Investigación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.

Elaboración de harina.

La metodología utilizada fue una modificación a la propuesta por Hernández-Uribe *et al.*, en 2011, debido a que en este trabajo de investigación se utilizó harina con todos los constituyentes del tubérculo, donde una cantidad de 23.142 kg del tubérculo se lavo y secciono en rodajas con un espesor aproximado de 2-3 mm, y fueron sometidos a deshidratación por convección a 45 °C por 24 h, continuando de un proceso de molienda en una licuadora marca Moulinex modelo D12, para finalmente tamizar en una malla número 120. Después al molido, el polvo obtenido fue recolectado, pesado y almacenado en bolsas plásticas con cierre hermético para su posterior utilización.

Químico proximal de harina de chayotextle.

El análisis químico proximal fue realizado en la harina de chayotextle, de acuerdo a la metodología oficial de la AOAC, 1999; determinando el contenido de proteína (979.09), grasa (923.05), cenizas (923.03), humedad (925.09) y fibra cruda (FC)(962.09). El contenido de hidratos de carbono (HC) fue calculado por diferencia de los demás componentes.

Elaboración de masas.

La preparación de mezclas de harina de chayotextle, con sustitución de harina de soya fue de acuerdo a la metodología propuesta por Nath y Chattopadhyay en 2008, en ratios de 95-5%, 90-10%, 85-15%, 80-20% y 75-25% respectivamente para posteriormente efectuar el análisis de perfil de textura.

Análisis de perfil de textura.

Un texturómetro marca Brookfield fue empleado para efectuar la prueba, la cual consistió en una doble compresión con una sonda de aluminio de 36 mm de diámetro, a una masa en forma de esfera con un peso de 20 g, por triplicado para cada una de las formulaciones empleadas en la elaboración de las botanas, la compresión generó una deformación del 20% del material, obteniendo las parámetros de dureza, adhesividad y cohesividad.

Proceso de horneado.

El horneado fue realizado en un horno de microondas marca LG, con una geometría poliédrica de seis caras, en la cavidad de horneado con dimensiones 29 cm de longitud, 18 cm de altura y 25 cm de profundidad, con potencia de 950 W y frecuencia de 2450 MHz. Previo al horneado, de las mezclas descritas previamente, se tomaron 50 g de cada y se adicionó 50 mL de agua destilada, para la formación de una masa, el amasado se hizo por 15 minutos manualmente, posterior al amasado, se realizó la formación de 15 discos para cada mezcla con diámetro de 5.5 cm y 1 mm de espesor, los cuales fueron horneados. La colocación de las muestras al momento de horneado fue en el centro geométrico de la cavidad de horno en bolsas poliméricas comerciales marca "Ziploc", con recubrimiento interno de papel encerado, horneando durante 50 segundos a 950 W.

Humedad y actividad de agua de botanas.

El contenido de humedad se determinó de acuerdo a la metodología oficial de la AOAC, 1999; (método 950.46). Mientras en lo referente a la actividad de agua (a_w), se utilizó un higroscopio marca Hygropalm con precisión de ± 0.001 de a_w .

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Químico proximal de harina de chayotextle.

La tabla 1 presenta los resultados del análisis químico proximal de harina de chayotextle.

Tabla 1. Composición proximal de harina de chayotextle (g/100g).

Fuente	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	HC	FC
Harina	7.70	9.19	1.03	6.21	75.86	3.95

De acuerdo con Aila- Suárez en 2013, el tubérculo de chayote presenta un contenido de humedad de aproximadamente 74.2% mientras que de sólidos tiene una cantidad aproximada de 25.8%. Del porcentaje de sólidos existentes en el tubérculo de chayote, alrededor del 60% es almidón. En lo referente al contenido de lípidico y proteico los porcentajes se encuentran en 0.16 y 0.29% respectivamente, valores con alta similaridad a lo reportado en tubérculos de papa (0.18 y 0.20%) (Jiménez-Hernández *et al.*, 2007). Adicional a lo anterior existen reportes de que el contenido proteico de chayotextle es de 10.35% en base seca (Ramírez-Rangel, 2012). Desde estos puntos de vista se vislumbra la posibilidad de elaborar una botana con chayotextle, debido a que generalmente los

alimentos tipo botana son elaborados con materias primas almidonosas, mientras que por otra parte al tener un contenido proteico elevado (9.19%) en comparación con otros tubérculos utilizados para la elaboración de botanas, se crea la posibilidad de emplear una materia prima con ventajas nutricionales.

Análisis de perfil de textura de masas.

La tabla 2 muestra que existe una tendencia a incrementar la dureza y la adhesividad, por otra parte la cohesividad disminuye; conforme se aumenta el contenido de harina de soya en las masas.

Tabla 2. Análisis de perfil de textura en masas de chayotextle.

Masa	Dureza(kgf)	Adhesividad(mJ)	Cohesividad(-)
Papa	2.997,50 ^a	14.260 ^a	0.025 ^a
5%	1.654,25 ^b	5.835 ^b	0.350 ^b
10%	1.683,00 ^{bc}	7.135 ^b	0.330 ^b
15%	2.023,76 ^{bc}	9.760 ^c	0.325 ^b
20%	2.128,00 ^{bc}	10.740 ^c	0.325 ^b
25%	2.289,00 ^c	10.985 ^c	0.320 ^b

El superíndice que aparece en los valores, indica la diferencia significativa según el anova (prueba de Duncan (p<0.05)).

Dureza es la fuerza para lograr una deformación determinada en un producto, la mayor (2.289,80 kgf), fue la de la masa con una sustitución de 25%; la adhesividad de una masa es el trabajo necesario para vencer la fuerza de atracción entre la superficie de una muestra y la superficie que está en contacto con el material, de igual manera la masa que presento mayor adhesividad (10.985 mJ) fue la sustituida con 25%; la cohesividad al ser la resistencia de un material a una segunda deformación con relación a una primera deformación, mostro comportamiento contrario a lo observado en dureza y adhesividad, existiendo decremento al aumentar la harina de soya, siendo la que mayor cohesividad presento (0.350 -) la masa con 5% de sustitución. Con base estos valores, se infiere cual será el comportamiento textural. Conforme con Nath y Chattopadhyay en 2007, al aumentar harina de soya en la elaboración de una botana aumenta la dureza de esta, en su estudio presentan valores de 3.605,40 kgf y 3.150,15 kgf para botanas de papa con 20% y 15% de harina de soya respectivamente.

Humedad y actividad de agua.

La tabla 3 presenta los resultados de humedad y actividad de agua (a_w) de las botanas, observando que al incrementar el contenido de harina de soya, tanto la humedad como la a_w , aumentan.

Tabla 3. Humedad y actividad de agua de botanas.

Chip	Humedad %	a_w
Papa	12.03 ^a	0.415 ^a
5%	7.55 ^b	0.315 ^b
10%	7.88 ^{bc}	0.322 ^{bc}
15%	8.24 ^{bc}	0.325 ^{cd}
20%	8.43 ^c	0.333 ^d
25%	9.30 ^c	0.342 ^e

El superíndice que aparece en los valores, indica la diferencia significativa según el anova (prueba de Duncan (p<0.05)).

Desde este enfoque, además de que existen diversos estudios en donde relacionan a la humedad y la a_w con parámetros como crujencia y crocancia, coincidiendo estos trabajos de investigación en que al aumentar la cantidad de humedad en un alimento horneado, su crujencia y crocancia disminuyen. De acuerdo con Salvador *et al.*, en 2009, al evaluar la textura crujiente de botanas tipo, la humedad es un factor con alto impacto en esta característica.

BIBLIOGRAFÍA.

- Aila-Suárez S. Palma-Rodríguez H. M. Rodríguez-Hernández A.I. Hernández-Uribe J.P. Bello-Pérez L.A. Vargas-Torres A. (2013). Characterization of films made with chayote tuber and potato starches blending with cellulose nanoparticles. *Carbohydrate Polymers*. 98. 102-107.
- Ainsworth P., Ibanoglu S., Plunkett A., Ibanoglu E., Stojceska V. (2007). Effect of brewers spent grain addition and screw speed on the selected physical and nutritional properties of an extruded snack. *Journal of Food Engineering*. 81. 702-709.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (1999). Official methods of analysis.
- Hernández-Uribe J., Agama-Acevedo E., González-Soto R., Bello-Pérez L., Vargas-Torres A. (2011). Isolation and Characterization of Mexican chayote tuber (*Sechium edule* Sw.) starch. *Starch/Stärke*, 63. 32-41.
- Jiménez-Hernández J., Salazae-Montoya J.A., Ramos-Ramírez E.G. (2007) Physical, chemical and microscopic characterization of a new starch from chayote (*Sechium edule*) tuber and its comparison with potato and maize starches. *Carbohydrate Polymers*. 68. 679-686.
- Mazumder P., Roopa S., Bhattacharya S. (2007). Textural attributes of a model snack food at different moisture contents. *Journal of Food Engineering*. 79. 511-516.
- Nath A., Chattopadhyay P.K. (2008). Effect of process parameters and soy flour concentration on quality attributes and microstructural changes in ready-to-eat potato-soy snack using high-temperature short time air puffing. *Journal of Food Engineering*. 41. 707-715.
- Rodríguez-Miranda J., Ruiz-López I.I., Herman-Lara E., Martínez-Sánchez C.E., DelgadoLicon E., Vivar-Vera M.A. (2011). Development of extruded snacks using taro (*Colocasia esculenta*) and nixtamalized maize (*Zea mays*) flour blends. *LWT – Food Science and Technology*, 44. 673-680.
- Salvador A., Varela P., Sanz T., Fiszman S.M. (2009). Understanding potato chips crispy texture by simultaneous fracture and acoustic measurements, and sensory analysis. *LWT-Food Science and Technology*. 42. 763-767.