

EVALUACION DE UN TOTOPO HORNEADO DE MAÍZ AZUL CON HUITLACOCHÉ (USTILAGO MAYDIS)

Amador Rodríguez-KY, Pérez-Cabrera LE, Posadas-Del Río FA, Chávez-Vela NA, Martínez-Bustos F, Sandoval-Cardoso ML, Guevara-Lara F*.

Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940, Cd. Universitaria, 20131, Aguascalientes, Ags., México. * fguevaralara@yahoo.com.mx

b CINVESTAV Unidad Querétaro, Libramiento Norponiente 2000, Real De Juriquilla, 76230, Santiago de Querétaro, Querétaro, México.

RESUMEN

Los totopos de maíz nixtamalizado se ha convertido en un grupo importante en el mercado de botanas, en el cual cada vez se demandan productos de mejor calidad nutricional, sensorial y un aporte adicional funcional que enriquezca el producto. El huitlacoche es un alimento ancestral y tradicional que se consume con productos nixtamalizado, que no tiene diversidad en su procesamiento y se encuentra solo en una corta época del año, también se han encontrado compuestos bioactivos (fenoles, fibra, capacidad antioxidante, entre otros) importantes que lo señalan como un alimento funcional. El desarrollo a diferentes porcentajes de sustitución de huitlacoche en pasta en el proceso de totopos de maíz nixtamalizado permitió encontrar los porcentajes máximos de adición para su óptimo procesamiento, que permitieron llevarlo a una escala semi-industrial, y desarrollar productos finales en los que se observó un cambio en sus características debido a esa adición, se incrementó el contenido de proteína (10.307 %) y redujo su contenido de grasa por ser un producto horneado (1.690%). La crujiencia se vio afectada de manera positiva conforme se incrementó el huitlacoche.

ABSTRACT

The nixtamalized corn chips has become an important group in the snack market, which demands better nutritional products, sensory quality and an additional functional contribution to enrich the product. The huitlacoche is an ancient and traditional food consumed with nixtamalized products, which hasn't diversity in its processing and is a season product, recently have been found bioactive compounds (phenols, fiber, antioxidant capacity) that point to it as a functional food. The development at different percentages of addition of huitlacoche paste in the process of tortilla chips allowed to find the maximum rates of addition for its optimal processing, which allowed to carry a semi-industrial scale and develop final products. The tortilla chips changed its characteristics due to this addition, the protein content increased (10.307%) and reduced fat content as being a baked (1.690 %) product. The crunch was positively affected as the huitlacoche increased.

Palabras clave: TOTOPO, MAÍZ AZUL, HUITLACOCHÉ

Área: Desarrollo de nuevos productos

INTRODUCCIÓN

Los totopos de maíz nixtamalizado ocupan el segundo lugar de consumo de botanas saladas a nivel mundial, sólo por detrás de los productos de las papas fritas. Estos incrementos se han observado debido a los cambios en los estilos de vida, aunado a eso también el mercado experimenta una tendencia en la búsqueda de productos de mejor calidad nutricional con respecto a los tradicionales, por otra parte, cuatro de cada diez consumidores están buscando botanas que proporcionan un beneficio para la salud más allá de la nutrición básica (Sloan, 2011).

El huitlacoche (*Ustilago maydis*) es un hongo consumido tradicionalmente en México y es considerado actualmente una alternativa de alimentación, su nombre popular, *huitlacoche* o *cuitlacoche* proviene de la palabra nathuatl "*cuitlacochin*" o "*cuitlacuchtli*" que significa "maíz degenerada en el trabajo" (Juárez-Montiel et al., 2011). El hongo dimórfico es responsable de la formación de tizón del maíz, que se caracteriza por la formación de agallas o tumores principalmente en los oídos, pero también en los tallos y las hojas de la planta huésped (*Zea mays*) (Bolker, 2001). Tradicionalmente se consume con productos de maíz nixtamalizado. Es una buena fuente de proteína (base de materia seca del 10-25%), con un alto contenido de lisina; un alto contenido de fibra (10-30% de materia seca) y ácidos grasos esenciales, tales como linolénico, linoleico, palmítico, entre otros (Valverde et al., 1995). Actualmente el consumo de huitlacoche es mayormente en fresco, y debido a que es altamente perecedero, debe consumirse rápido, este producto de temporada no tiene diversidad en su procesamiento; por otro lado se han encontrado beneficios funcionales importantes (Beas-Fernández et al., 2011). El objetivo de este trabajo fue desarrollar un totopo horneado y evaluar los efectos de la adición de huitlacoche en diferentes porcentajes a la formulación, para dar una alternativa de procesamiento al huitlacoche y además desarrollar un producto con una mejor calidad nutricional y un efecto funcional adicional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron dos maíces pigmentados (azul), la variedad criolla (MX) del mercado de Xicotepec de Juárez, Puebla, México y variedad cónica (MC) INIFAP Celaya, Guanajuato, México. Mazorcas infestadas de huitlacoche fueron adquiridas en Irapuato, Guanajuato y México. Las harinas de maíz nixtamalizado se obtuvieron mediante el método alcalino de cocción²⁵. Brevemente, los granos de maíz (lotes de 24 kg) se cocinaron durante 30 min en una solución de cal [0,8% de Ca (OH)₂ / L de agua destilada] a 85 ° C usando una relación de 1:2 (w/v) , seguido de un tiempo de reposo de 14 h. El licor de cocción se escurrió y se desechó y el nixtamal se lavó al chorro del agua durante 40 s. El grano cocido se molió en un molino de piedra (Fumasa, M100), y finalmente se deshidrató utilizando un secador de tipo flash (CINVESTAV-GAV, M2000). Las condiciones de secado se ajustaron para tener 205°C, temperatura de entrada de aire y 90°C. Antes del almacenamiento, la harina de maíz nixtamalizado se molió utilizando un molino de martillos (PULVEX, 200) equipado con una malla de 0,8 mm. Las agallas de huitlacoche fueron separadas de las mazorcas de maíz, y se cocinaron durante 15 m a 75 ° C en un sartén eléctrico, se enfriaron, y se procesaron en un procesador de alimentos (Black&Decker) hasta obtener una pasta uniforme huitlacoche (HP), se

almacenó en el congelador en litros. Las formulaciones se desarrollaron a partir de tres harinas de maíz nixtamalizado: cónico (TC), criollo (TX) y comercial (TM), y con los siguientes porcentajes de sustitución de HP: 0, 3, 6, 9 y 12 % de base húmeda HP. Formulaciones MX y MC se añadieron un 0,5% carboximetilcelulosa) para mejorar la crujencia de las prueba preliminares, la harina comercial declara CMC en sus ingredientes.

Para el procesamiento de los totopos, las formulaciones se rehidrataron a 55% de contenido de agua y se batieron velocidad 2 durante 10 minutos (batidora Kitchen-Aid). Las masas se procesaron en una tortilladora semi-industrial (Villamex V-100), donde la masa, se corta en triángulos finos (1 mm de espesor), las piezas se cuecen en dos comales transportadores ($270^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$) por 45 segundos cada lado. Después de enfriar las piezas se hornearon en un horno de semi-industrial de convección por 180°C (Zucchelli-Alfa, 260.493) durante 15 m, las piezas se enfriaron y se colocaron en un empaque hermético.

Análisis proximal

El contenido de agua, el contenido total de proteínas ($\text{N} \times 6,25$), se determinaron por triplicado utilizando métodos estándar de la Asociación Americana de Química Cereal (AACC, 1997). Fibra y grasa (extracto en éter) crudo se determinaron después de los métodos de 7.054 y 7.044 de la AOAC (1984).

Textura

La textura se evaluó usando una célula de cizallamiento Kramer. Se utilizaron 1.000 libras (454 g) de carga. Un totopo fue colocado en la célula de corte Kramer para la prueba. La fuerza de fractura y trabajo hasta los valores máximos se obtuvieron de la curva de tiempo-deformación. Fuerza de fractura es la fuerza máxima requerida para romper la muestra. El valor de trabajo se calculó a partir del Área bajo la curva hasta que se alcanza el pico. Medidas de textura se repitieron 10 veces en cada condición experimental.

Análisis estadísticos

Las comparaciones estadísticas entre ambos grupos se realizaron utilizando la prueba t de Student ($p < 0,05$) para los medios con diferencias significativas, y la correlación de Pearson. Los datos fueron analizados utilizando el Graph Pad Prism V8.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se evaluaron las características químicas de los totopos horneados desarrollados (Tabla 1). El contenido de aceite se redujo conforme el porcentaje de huitlacoche aumentó, y la proteína, fibra cruda y el contenido de agua fueron incrementados con respecto al % de sustitución de la pasta de huitlacoche. El contenido de proteína no presenta diferencias significativas para la adición de huitlacoche, se asocia directamente con la dureza de grano, y según el índice de flotación evaluado el maíz cónico es un maíz más duro que el maíz criollo (Salinas *et al.*, 1992).

Tabla 1. Fibra cruda, aceite y proteínas de totopos de maíz azul horneados con huitlacoche

Totopos	Grasa total g de grasa/100 g de muestra	Proteína g proteína / g muestra de 100	Fibra cruda g fibra/100 g de muestra	Humedad g de agua/100 g muestra
TC0	3.208 ± 0.118 ^c	10.140 ± 0.043 ^f	0.500 ± 0.005 ^b	2.870 ± 0.009 ^{cd}
TC3	3.079 ± 0.093 ^c	10.187 ± 0.023 ^f	0.900 ± 0.012 ^e	2.682 ± 0.006 ^{bcd}
TC6	2.700 ± 0.038 ^b	10.204 ± 0.109 ^f	1,100 ± 0,043 ^g	2,481 ± 0,007 ^{ab}
TC9	2,483 ± 0,006 ^a	10,307 ± 0,040 ^f	1.400 ± 0.080 ⁱ	2.277 ± 0,013 ^a
TX0	3,610 ± 0,027 ^g	6,505 ± 0,003 ^d	1,200 ± 0,043 ^h	3,002 ± 0,022 ^d
TX3	3,483 ± 0,033 ^g	6.676 ± 0.087 ^{de}	1,100 ± 0,033 ^g	2.867 ± 0.129 ^{cd}
TX6	3,208 ± 0,041 ^g	6.691 ± 0.101 ^{de}	1,000 ± 0,001 ^f	2.617 ± 0.148 ^{aC}
TX9	2.927 ± 0.179 ^e	6.757 ± 0.015 ^e	0,800 ± 0,005 ^d	2,499 ± 0,017 ^{ab}
TM0	2,442 ± 0,139 ^f	4.541 ± 0,033 ^a	0,300 ± 0,077 ^a	3.811 ± 0.132 ^e
TM3	2.301 ± 0.177 ^{ef}	4.928 ± 0.083 ^b	0.700 ± 0.039 ^c	2.925 ± 0.070 ^{cd}
TM6	1,924 ± 0,094 ^d	4.951 ± 0.055 ^b	1,000 ± 0,094 ^f	2.766 ± 0.154 ^{bcd}
TM9	1,690 ± 0,0167 ^c	5.250 ± 0.098 ^c	1.500 ± 0.002 ^j	2,977 ± 0,160 ^d

TC=totopo de maíz cónico; TX=totopo de maíz criollo; TM=totopo de harina comercial; 0, 3, 6 y 9% de HP sustituida. Medias y DE. Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes ($p < 0,05$), el análisis de Student-Newman-Keuls.

TC = totopo de maíz azul variedad cónico; TX =totopo de maíz azul variedad criollo; TM=totopo de maíz azul harina comercial. Medias y SD. Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0,05$), Student-Newman-Keuls.

Los totopos tradicionales contienen de 21-34 % de aceite, y este contenido varía dependiendo del tipo de grano, el proceso de cocción, la granulometría de la harina o masa, tiempo de deshidratado, y otros (Lee, 1991). Se ha reportado 2,9 g grasa/100 g de la muestra, 12,4 g de proteínas por 100 g, y fibra dietética total 54-64% para un huitlacoche crudo (Beas-Fernández *et al.*, 2011) y para el maíz azul se ha reportado 3,73%, 3,62% y 2,21% respectivamente (Zazueta-Morales *et al.*, 2010).

La crujiencia se define como la fuerza requerida para quebrar el totopo, y es un índice de calidad en las botanas (Kayacier y Singh 2003), presenta diferencias significaciones ($p < 0.05$), se registraron valores altos para el totopo de la variedad cónica, y los más bajos para los totopos de harina comercial; el tipo de maíz, el contenido de almidón y el contenido de proteína podrían influir en la dureza final de los totopos, debido a las matrices que se desarrollan durante la formación de masas y los tratamientos térmicos (precocción y horneado). Posiblemente la adición de CMC en las tres harinas también pueda modificar esas estructuras y proporcionarle suavidad al producto final.

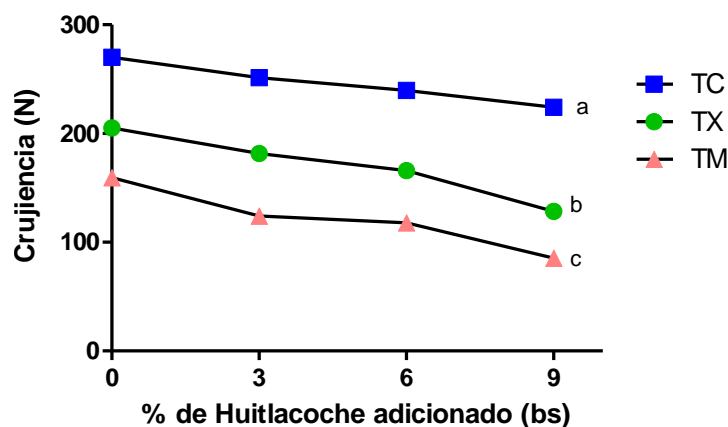


Figura 2. Crujiencia de totopos de maíz azul horneados con diferentes sustituciones de huitlacoche

TC = totopo de maíz azul variedad cónico; TX = totopo de maíz azul variedad criollo; TM = totopo de maíz azul harina comercial. Medios y SD. Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0,05$), Student-Newman-Keuls.

El TC cuenta con los más altos valores de fuerza de fractura; es posible que debido a la mejor proporción de almidón que los otros granos. La fuerza de fractura se correlacionó significativamente con el contenido de proteínas ($r = -0,879$) y para el contenido de grasas ($r = 0,952$).

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se desarrolló un totopo de maíz azul horneado adicionado con huitlacoche, a diferentes porcentajes de sustitución en base a estudios preliminares. Se puede concluir que la inclusión del horneado reduce considerablemente los contenidos de grasa con respecto al totopo tradicional, además de incrementar el contenido de proteína. Con respecto a la textura, la adición de huitlacoche pudiera ayudar a reducir la dureza de los productos finales horneados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Beas, R., Guevara, F., Vasco, N. L., Loarca, G., Rodríguez, M. G., and Guzmán, S. H. (2011). Potencial nutraceutico de componentes bioactivos presentes en huitlacoche de la zona centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 42(2), 36-44.
2. Lee, J. K. (1991). Effect of processing conditions and maize varieties on physicochemical characteristics of tortilla chips. Ph.D. dissertation, Texas A & M University, College Station.
3. . Accessed: January 24, 2014.
4. Sloan, A. E. (2011). Top 10 food trends. *Food Technology*, 65.

5. Valverde, M. E., Paredes-López, O., Pataky, J. K., Guevara-Lara, F., and Pineda, T. S. (1995). Huitlacoche (*Ustilago maydis*) as a food source biology, composition, and production. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35(3), 191-229.
6. Kayacier, A., & Singh, R. K. (2003). Textural properties of baked tortilla chips. *LWT-Food Science and Technology*, 36(5), 463-466.
7. Salinas, Y., Arellano, J. L., & Martínez, F. (1992). Propiedades físicas, químicas y correlaciones de maíces híbridos precoces para Valles Altos. *Arch. latinoam. nutr*, 42(2), 161-7.
8. Zazueta-Morales, J., Martínez-Bustos, F., Jacobo-Valenzuela, N., Ordorica-Falomir, C. y Paredes-López, O.(2002). Efectos de hidróxido de calcio y el tornillo de velocidad sobre las características fisicoquímicas de extruido azul maíz. *Journal of Food Science*, 67:3350-3358.