

## **Botanas de Harina de Maíz Nixtamalizado y Hortalizas: Caracterización Nutricional Parcial**

R.P. Fernández-Ibarra<sup>1</sup>, D.C. García-Guerrero<sup>1</sup>, J. de la Rosa-Millán<sup>2</sup> y C.E. Chávez-Murillo<sup>1</sup>.

**1** Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas del Instituto Politécnico Nacional (UPIIZ-IPN), Blvd. del Bote S/N Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa C.P. 98160 Zacatecas, Zac., México. **2** Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Centro de Biotecnología FEMSA de la Escuela de Ingeniería y Ciencias. Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, C.P. 64849, Monterrey, N. L., México. [cchavezm@ipn.mx](mailto:cchavezm@ipn.mx)

### **RESUMEN:**

El desarrollo de botanas con bajo aporte calórico y alto contenido en fibra ha ido en incremento debido a que los consumidores buscan alimentos sensorialmente agradables, pero que a la vez sean saludables y nutritivos. En base a lo anterior se desarrolló una botana de harina de maíz nixtamalizado adicionada con cuatro hortalizas: zanahoria, espinaca, nopal y betabel; se estudió su composición proximal y la velocidad de digestión *in vitro* del almidón. Se realizaron dos formulaciones de botanas con harina comercial de maíz blanco nixtamalizado; una de ellas (A) con la mezcla de hortalizas mencionadas exceptuando la adición de betabel, y otra (B) con la adición de todas las hortalizas. En general la composición química proximal fue similar entre ambas muestras. La adición de betabel provocó una disminución en la velocidad de digestión del almidón reflejada en el aumento del almidón de digestión lenta en comparación con la muestra sin betabel. El desarrollo de este tipo de productos representa una opción saludable dentro del mercado de botanas.

**Palabras clave:** almidón, botanas, composición, harina, hortalizas, maíz.

### **ABSTRACT:**

The development of snacks with low calorie and high fiber content has been increasing because consumers are looking for foods that are sensorially pleasant, but at the same time healthy and nutritious. Based on the above, a nixtamalized corn flour snack was added with four vegetables: carrot, spinach, nopal and beet; its proximal composition and the rate of *in vitro* digestion of starch were studied. Two formulations of snacks were made with commercial nixtamalized white corn flour; one of them (A) with the mixture of vegetables mentioned except for the addition of beet, and another (B) with the addition of all the vegetables. In general, the proximal chemical composition was similar between both samples. The addition of beet resulted in a decrease in the rate of starch digestion reflected in the increase in slow digestion starch compared to his counterpart. The development of this type of products represents a healthy option within the snack market.

**Keywords:** chips, composition, flour, maize, vegetables, starch.

## INTRODUCCIÓN

Las botanas son alimentos consumidos tradicionalmente entre comidas o bien en reuniones sociales a manera de satisfacer el apetito. En México la mayoría de las botanas comerciales y de mayor consumo son elaboradas a base de harinas refinadas de maíz nixtamalizado o de trigo por lo que su valor nutricional es considerado bajo debido a su alto grado de procesamiento, así como su elevado contenido de grasas saturadas, carbohidratos y sodio. Además de la presencia en su formulación de aditivos alimentarios, como antioxidantes y colorantes sintéticos, los cuales pueden provocar reacciones alérgicas.

El consumo excesivo de este tipo de alimentos aunado a un bajo consumo de frutas y hortalizas, está relacionado con la obesidad; actualmente es considerada un problema de salud pública grave debido a que las personas obesas son más propensas a padecer enfermedades crónicas no transmisibles, tales como diabetes y enfermedades cardiovasculares. Dichas circunstancias ha derivado en la aparición de una tendencia en la industria de botanas dirigida al consumidor interesado en cuidar su salud y llevar un mejor control de la ingesta calórica, es decir, botanas con mayor contenido de fibra dietética, proteínas, vitaminas, minerales y antioxidantes. Utilizando ingredientes alternos a los tradicionales, que aporten esos nutrientes tales como frutas, hortalizas, leguminosas, semillas germinadas, etc.

El maíz es uno de los principales cereales usados en la elaboración de botanas, es rico en carbohidratos no digeribles los cuales son reconocidos por sus beneficios a la salud como producir una mayor sensación de saciedad, la absorción de glucosa de manera gradual, disminución de colesterol y su capacidad de mejorar la microbiota intestinal. Sin embargo, durante el procesamiento de refinación de la harina de maíz para la elaboración de botanas comerciales, se elimina el pericarpio del grano de maíz, la cual, es la parte estructural que contiene la mayor parte de fibra dietética. Por otro lado, las hortalizas son alimentos ricos en nutrientes que desempeñan funciones importantes para el buen funcionamiento del organismo, contienen: vitaminas que participan en el metabolismo y en la síntesis de otros nutrientes; minerales que forman parte de tejidos y biomoléculas; antioxidantes, los cuales, eliminan los radicales libres en el cuerpo evitando el daño a las células

El objetivo del presente estudio fue analizar la composición química proximal y la velocidad de digestión *in vitro* del almidón de una botana de harina de maíz nixtamalizado adicionada con una mezcla de hortalizas (nopal, zanahoria, espinaca y betabel). Se estudio el comportamiento de la botana sin y con adición de betabel debido al importante aporte de color que imparte sobre el producto. La composición química proximal fue similar en ambas muestras y la digestibilidad *in vitro* del almidón presente disminuyó en la botana con betabel en comparación con la muestra que no lo contenía indicando que los pigmentos encontrados en los frutos afectan la velocidad de digestión de los almidones. En base a los resultados obtenidos el uso de hortalizas para mejorar el aporte nutrimental de productos de consumo masivo como las botanas de maíz nixtamalizado representa una excelente opción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se adquirió harina de maíz nixtamalizado marca Maseca en una tienda local. Las hortalizas empleadas fueron zanahoria, espinaca, nopal y betabel obtenidos en la central de abastos de Zacatecas, Zac. Para la elaboración de la botana las hortalizas se deshidrataron y posteriormente se pulverizaron. Se mezcló harina de maíz nixtamalizado con 6 g espinaca, nopal y zanahoria para formar la muestra A; y espinaca, nopal, zanahoria y betabel para formar la muestra B, se adicionó el agua necesaria para generar una masa homogénea y se extendió con una tortilladora manual formando una lámina delgada, posteriormente la lámina se cortó con moldes para galleta y las botanas se hornearon a 160 °C en un horno de estufa (Mabe, modelo: CEM7601NN). Para conocer la composición química de las botanas se determinó el contenido de humedad, lípidos, proteínas, cenizas y fibra dietética total de acuerdo con los métodos oficiales de la AACC (2000). La digestibilidad *in vitro* de las muestras se determinó mediante la metodología descrita por Englyst *et al.* (1992) y la predicción del índice glucémico (pIG) se realizó utilizando la ecuación descrita por Granfeldt *et al.* (1992).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química proximal de las botanas se presenta en el Tabla I. El análisis estadístico indica que la humedad, cenizas y lípidos fueron significativamente diferentes entre las muestras. La muestra B retuvo más agua y presentó mayor contenido de minerales en comparación con la A, esto último debido a la adición de betabel. En general las hortalizas contienen importantes cantidades de calcio, hierro y otros minerales; los cuales quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento en la determinación de cenizas.

**Tabla I.** Composición química proximal de las botanas (g/100 g).

Formulación	Humedad	Cenizas	Lípidos	Proteínas	Carbohidratos*	Fibra dietética
A	3.91 ± 0.03 <sup>b</sup>	4.25 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.73 ± 0.05 <sup>a</sup>	11.18 ± 0.64 <sup>a</sup>	66.44 ± 0.45 <sup>a</sup>	12.48 ± 0.64 <sup>b</sup>
B	4.21 ± 0.05 <sup>a</sup>	4.44 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.55 ± 0.05 <sup>b</sup>	11.33 ± 0.38 <sup>a</sup>	64.85 ± 1.44 <sup>a</sup>	13.62 ± 1.09 <sup>b</sup>

A=Maíz blanco sin betabel, B=Maíz blanco con betabel.

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± DE y son expresados como porcentaje en base seca.

\* Los carbohidratos se calcularon por diferencia.

Letras diferentes por columna, muestran diferencia significativa (P <0.05) por prueba de Tukey.

El contenido de lípidos que presentó un valor estadísticamente diferente fue la botana de maíz blanco con betabel (B), esto se puede atribuir a que esta formulación tiene menor porcentaje de harina de maíz blanco (76%). Se han reportado rangos de valores de lípidos de 1.91 - 7.13 % para variedades criollas de maíz blanco (Ortiz, 2006) y en las hortalizas el contenido de lípidos es de 0.17 g/100 g en el betabel, 0.018 g/100 g en la zanahoria, 0.39 g/100 g en la espinaca y 0.09 g/100 g en el nopal (USDA, 2015). Por lo que el aporte de lípidos por parte de las hortalizas no es significativo a comparación del maíz.

La Norma oficial mexicana NOM-086-SSA1-1994 indica que un producto bajo en grasa es aquel cuyo contenido de grasa es menor o igual a 3 g/porción. Cuando la porción sea menor o igual a 30 g su contenido de grasa debe ser menor o igual a 3 g/50 g de porción. Las formulaciones de botanas elaboradas contienen en promedio 1.6 g/100 g de lípidos, por lo tanto, se pueden considerar como productos bajos en grasa.

## Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

El aporte proteínico y de carbohidratos de la botana se atribuye al maíz ya que las hortalizas empleadas no representan una contribución significativa a la formulación. El contenido de fibra dietética fue de 12.48 g/100 g y 13.63 g/100 g para las formulaciones A y B, respectivamente (Tabla I), indicando que la muestra con betabel aporta más fibra dietética. De acuerdo a las directrices para el uso de declaraciones nutricionales y saludables del *Codex Alimentarius*, un alimento con contenido alto en fibra dietética es aquel que tenga 6 g por 100 g o 3 g por 100 kcal. Por lo que las dos formulaciones de botanas cumplen con ser un alimento con un contenido alto en fibra dietética. El contenido de fibra dietética en las hortalizas es de 2.8 g/100 g en betabel, 2.2 g/100 g en espinaca, 2.8 g/100 g en zanahoria y 2.2 g/100 g en nopal (USDA, 2015).

En la Tabla II se presentan los resultados de almidón de digestión rápida (ADR), almidón de digestión lenta (ADL) y almidón resistente (AR), así como el índice de hidrólisis IH y la predicción del índice glucémico (pIG). En las formulaciones de botana, la fracción mayoritaria fue el ADR, seguidas de la fracción de ADL. La botana A con mayor porcentaje de harina de maíz presentó un valor mayor de ADR y un menor porcentaje de ADL a comparación de la botana B con menor composición de harina de maíz.

**Tabla II.** Digestibilidad del almidón, índice de hidrólisis (IH) y predicción del índice glucémico (pIG).

Muestra	ADR (%)	ADL (%)	AR (%)	IH	pIG
A	70.14 ± 0.19 <sup>a</sup>	25.76 ± 0.11 <sup>c</sup>	4.11 ± 0.33 <sup>a</sup>	75.36	81.08
B	68.22 ± 0.23 <sup>b</sup>	29.18 ± 0.45 <sup>a</sup>	2.63 ± 0.10 <sup>b</sup>	78.16	82.61

A=Maíz blanco sin betabel, B=Maíz blanco con betabel.

Promedio de 3 repeticiones ± Desviación estándar.

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa P<0.05.

El contenido de ADR tiene una relación directa con el porcentaje de maíz, debido a que es el ingrediente que aporta el almidón a la formulación. Por otra parte, el ADL está en relación con el mayor contenido de polvo de hortalizas (muestra B) dado la fibra dietética que aportan, la cual, forma matrices que dificultan el acceso a las enzimas, provocando que sean hidrolizadas a una menor velocidad. La fibra dietética puede reducir la actividad amilolítica, uniéndose directamente a las enzimas amilolíticas, esto ha sido reportado a concentraciones altas de fibra (Dehghan *et al.*, 2011). En general, el contenido de ADL en las botanas elaboradas es mayor a las tortillas del estudio realizado por Bello *et al.* (2015) y al mismo tiempo tienen un menor contenido de ADR. Esto nos indica que la adición de las hortalizas en polvo y el proceso de horneado de las botanas, contribuyó a crear estructuras cristalinas dentro de la matriz del alimento que dificultan el acceso de las enzimas. Similar a las botanas elaboradas Dehghan *et al.* (2011) observaron una disminución de la velocidad de digestión en botanas extrudidas elaboradas con pasta de tomate y sémola de maíz, y propuso la formación de complejos almidón-lípido-pectina como posible razón. En relación a esto, si una estructura polimérica (como la pectina) atrapa el almidón en microesferas genera un proceso de digestión desde la periferia al interior del granulo, dando como resultado ADL. El betabel tiene un contenido importante de pectina por lo que es probable que se hayan formado complejos almidón-pectina que sean parte de los ADL, así mismo, los productos con altos niveles de ADL proveen beneficios nutricionales, debido a que no producen una respuesta postprandrial hiperglucémica e hiperinsulinimica (Han y BeMiller, 2007).

El AR fue mayor para la botana A y menor para la botana B. El menor índice de hidrólisis de la botana A se relaciona con su mayor contenido de AR y ADL. Los valores de IH así como pIG fueron similares. Un alimento

## Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

tiene un alto IG, al tener un valor de 70 o más, moderado cuando tiene un valor comprendido entre 56 y 69 y bajo cuando tiene menos de 55 (Brennan, 2005). Por lo tanto las botanas elaboradas son consideradas como alimentos con IG alto, sin embargo, si son comparadas con botanas similares, como las elaboradas por Capriles *et al.* (2009) la pIG es menor; ellos elaboraron una botana extrudida de maíz enriquecida con fructanos y determinaron una pIG de 84.80, y lo compararon con una botana de maíz extrudida con una pIG de 112.96, ambos resultados de pIG son mayores a los obtenidos en las formulaciones del presente trabajo.

### CONCLUSIONES

El uso de hortalizas en la formulación de botanas de maíz nixtamalizado produce alimentos ricos en fibra, bajos en grasa y de velocidad de digestión menor a lo reportado en la literatura para productos similares.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agraden el soporte económico de la SIP-IPN para la realización de este proyecto.

### BIBLIOGRAFÍA

- AACC International. 2000. Approved Methods of Analysis (10th edition) Minnesota USA: AACC Intl. Press.
- Bello-Pérez, L. A., Flores-Silva, P. C., Camelo-Méndez, G. A., Paredes-López, O., & Figueroa-Cárdenas, J. D. D. 2015. Effect of the nixtamalization process on the dietary fiber content, starch digestibility, and antioxidant capacity of blue maize tortilla. *Cereal Chemistry*, 92(3), 265-270.
- Brennan, C. S. 2005. Dietary fibre, glycaemic response, and diabetes. *Molecular nutrition & food research*, 49(6), 560-570.
- Capriles, V. D., Soares, R. A., Pinto e Silva, M. E., & Areas, J. A. 2009. Effect of fructans-based fat replacer on chemical composition, starch digestibility and sensory acceptability of corn snacks. *International journal of food science & technology*, 44(10), 1895-1901.
- Dehghan-Shoar, Z., Mandimika, T., Hardacre, A. K., Reynolds, G. W., & Brennan, C. S. 2011. Lycopene bioaccessibility and starch digestibility for extruded snacks enriched with tomato derivatives. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(22), 12047-12053.
- Englyst, H. N., Kingman, S. M., and Cummings, J. H. 1992. Classification and measurement of nutritional important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46: S33-S50.
- Granfeldt, Y., Bjorck, I., Drews, A., & Tovar, J. 1992. An in vitro procedure based on chewing to predict metabolic response to. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46, 649-660.
- Han, J. A., & BeMiller, J. N. 2007. Preparation and physical characteristics of slowly digesting modified food starches. *Carbohydrate polymers*, 67(3), 366-374.
- Ortiz Prudencio, S. D. A. 2006. Determinación de la composición química proximal y fibra dietaria de 43 variedades criollas de maíz de 7 municipios del sureste del estado de Hidalgo.