

## Diseño de vértices extremos y método de complementación proteica para mejorar el puntaje químico de harinas nixtamalizadas de maíz

J. A. Martínez-Argüello, I.N. Ramos-Del villar<sup>1</sup>, C. A. Carranco Saldaña<sup>1</sup>, F.J. Espitia-Orozco<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de Abasolo. Ingeniería en Industrias Alimentarias.

\*javier.espitia@tecabasolo.edu.mx

**RESUMEN:** El maíz es uno de los cereales con mayor producción en el mundo. En México la mayor parte de la producción es destinada a la variedad blanca seguido de la variedad amarilla y por último variedades de diferentes colores. El consumo de maíz a través de la tortilla es de un 64 % de manera tradicional a través de la línea maíz-masa-tortilla y el restante 36 % se consume a través del canal de la industria harinera. Por lo que en este proyecto se pretendió desarrollar y optimizar formulaciones de harinas de maíz nixtamalizada con base en la lisina y triptófano. El diseño estadístico de mezclas observó 2 mezclas MASP\* 50: 14: 35: 1 y MASP\* 50: 1: 35: 14 teniendo puntajes químicos de 90 y 85 % respectivamente siendo 25 y 14 % mayor que el maíz regular, además, se logró doblar el contenido de proteína con relación al maíz comercial y algunos reportes en literatura. Se obtuvieron formulaciones con muy buena aceptación, sin embargo, se debe mejorar la textura de las mismas.

**Palabras clave:** Harina, tortillas, optimización.

**ABSTRACT:** The corn is one of the cereals with the highest production in the world. In Mexico most of the production is destined to the white variety followed by the yellow variety and finally varieties of different colors. The consumption of corn through the tortilla is 64% traditionally through the corn-masa-tortilla line and the remaining 36% is consumed through the flour industry channel. Therefore, in this project it was intended to develop and optimize formulations of nixtamalized corn flours based on lysine and tryptophan. The statistical design of mixtures observed 2 mixtures MASP \* 50: 14: 35: 1 and MASP \* 50: 1: 35: 14 having chemical scores of 90 and 85%, respectively, being 25 and 14% higher than regular corn, besides, it managed to double the protein content in relation to commercial corn and some literature reports. Formulations with very good acceptance were obtained, however, the texture of them must be improved.

**Key words:** Flour, tortillas, optimization.

**Área:** Cereales, leguminosas y oleaginosas

### INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cereales con mayor producción en el mundo. En México la mayor parte de la producción es destinada a la variedad blanca seguido de la variedad amarilla y por último variedades de diferentes colores como se puede apreciar en la (SIAP, 2017). El maíz es un cereal que contiene una elevada cantidad de carbohidratos de fácil digestión, así como ser una fuente rica en magnesio y en algunos de los maíces pigmentados fuente de antioxidante y vitaminas (Castañeda-Sánchez, 2011).

**Tabla I.-** Producción de diferentes variedades de maíz en México.

| AÑO       | MAÍZ BLANCO (TON) | MAÍZ AMARILLO (TON) | MAÍZ COLORES (TON) |
|-----------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 2017      | 24,547,635.16     | 3,111,339.32        | 60,901.29          |
| 2016      | 24,560,596.93     | 3,555,005.95        | 81,363.61          |
| Variación | -0.05 %           | -12.48 %            | -25.14 %           |

El maíz tiene una versatilidad que hizo que se cultivase en todas las regiones de nuestro país. Por ello buena parte de nuestro territorio se cubrió por su cultivo y sus frutos sirvieron de base para la alimentación de diversos grupos que se asentaron en él. Su preparación para su consumo fue de diversas formas, tanto líquido, como atoles y bebidas, como cocido, o bien en su estado natural o nixtamalizado para hacer masa y después tortillas, quesadillas, sopes, huaraches, tacos y otros

productos. De tal forma que el maíz y las tortillas y sus derivados representaron la base del desarrollo y supervivencia de las culturas antiguas que habitaron nuestro territorio (Durán-de-Bazúa, 1988).

La tortilla, uno de los alimentos altamente consumidos diariamente en nuestro país, principal derivado de este cereal, se define como un disco aplanado de masa de maíz nixtamalizado, cuyas dimensiones varían entre doce y dieciocho centímetros de diámetro y de uno a dos milímetros de espesor. Se le cuece sobre una superficie caliente (260-280°C) generalmente metálica, denominada comal (Cruz y Verdalet, 2007). El consumo de maíz a través de la tortilla es de un 64 % es de manera tradicional a través de la línea maíz-masa-tortilla y el restante 36 % se consume a través del canal de la industria harinera (Sierra-Macías *et al.*, 2010).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Formulación

Las formulaciones se desarrollaron utilizando un diseño experimental de mezcla de vértices extremos. Para la complementación de la proteína se llevó a cabo con soya, amaranto y chícharo.

### Evaluación Sensorial

Se realizó una prueba hedónica de 9 puntos. Los datos se analizaron con una ANOVA con un nivel de confianza del 95%.

### Análisis Químico Proximal

Se llevó a cabo de acuerdo con los métodos 920.152, 940.26 y 970.20 para proteína, ceniza y extracto etéreo y se comparó con uno comercial.

### Rolabilidad e Inflado

Se realizó de acuerdo a lo reportado por Bedolla y Rooney en 1984. Escalas subjetivas 1-5, evalúa el grado de ruptura; 1-3 se evalúa el grado de inflado Rolabilidad: Escala arbitraria 1 = 0%, 2 = 25%, 3 = 50%, 4 = 75% y 5 = 100%. Inflado: 1 = 100%, 2 = 50% y 3 = 0%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Formulación

Se utilizó un diseño experimental de vértices extremos para el desarrollo de las formulas donde se buscó complementar las deficiencias de lisina y triptófano naturales del maíz.

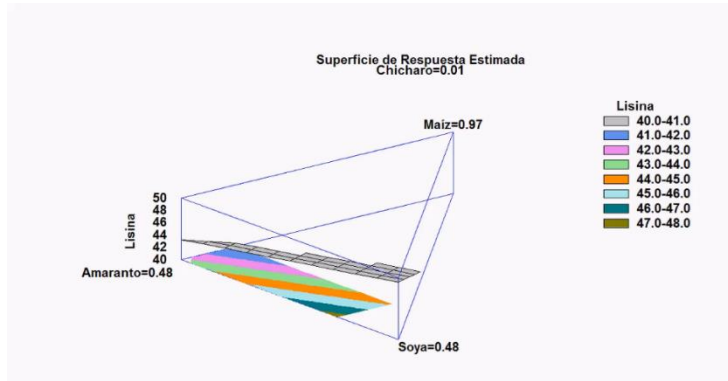
En la siguiente tabla se pueden observar las diferentes formulaciones obtenidas para las diferentes harinas instantáneas obtenidas en la optimización de las harinas.

**Tabla II.-** Formulaciones obtenidas con el diseño estadístico de vértices extremos.

| Nombre              | Proteína de origen porcentaje en la formulación |          |      |          | Aminoácido favorecido | Puntaje químico   |
|---------------------|---|----------|------|----------|-----------------------|-------------------|
|                     | Maíz  | Amaranto | Soya | Chícharo |                       |                   |
| MASP* 50: 14: 35: 1 | 50  | 14       | 35   | 1        | Triptófano y óptimo   | 90                |
| MASP* 50: 1: 35: 14 | 50  | 1        | 35   | 14       | Lisina                | 85                |
| MASP* 61: 12: 26: 1 | 61  | 12       | 26   | 1        | Formulación original  | 81                |
| HCM                 | 100   | 0        | 0    | 0        | Harina comercial      | 65 y 67 % Lis-Tri |

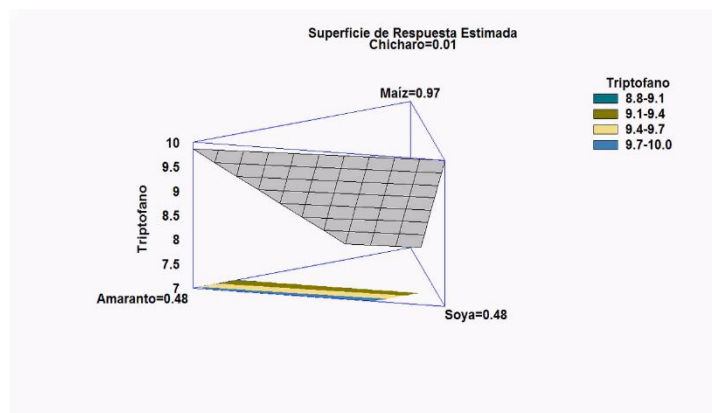
Como se puede observar se logró incrementar el puntaje químico de las harinas formuladas hasta en un 25 % respecto a las harinas comerciales de harinas nixtamalizadas de solo maíz, para el caso de la lisina y en un 14 % más para el caso del triptófano.

En la siguiente imagen se puede observar el diagrama de superficie de respuesta de la mezcla donde se favorece a la lisina (MASP\* 50: 1: 35: 14).



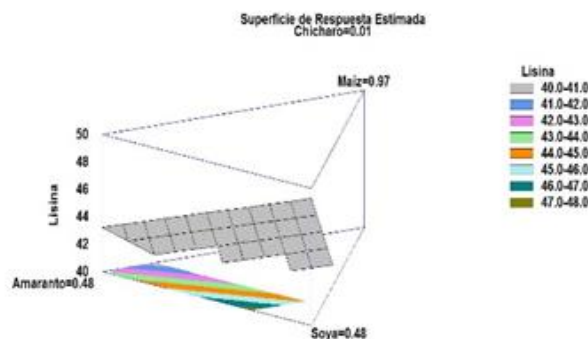
**Figura 1.-** Diagrama de superficie de respuesta para mezcla lisina.

De la misma manera se puede apreciar la figura donde se hace la proyección de superficie de respuesta para la mezcla donde se priorizó al triptófano (MASP\* 50: 14: 35: 1).



**Figura 2.-** Diagrama de superficie de respuesta para mezcla triptófano.

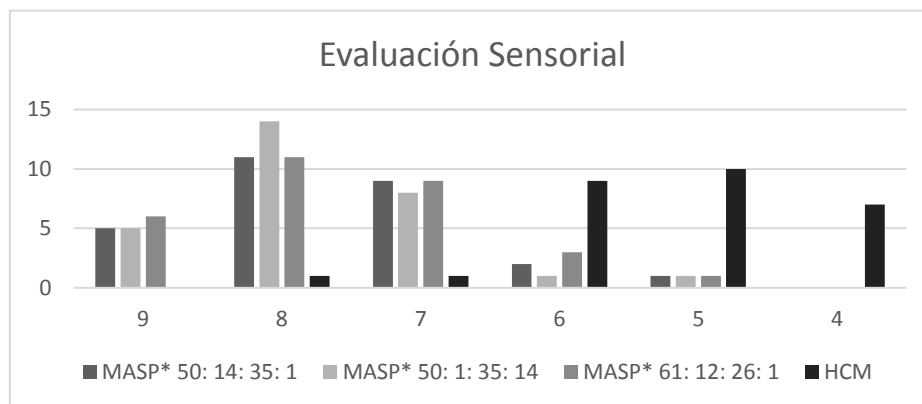
En la siguiente imagen se puede apreciar la mezcla donde se obtuvo la mejor mezcla posible de acuerdo en el diseño de vértices extremos y utilizando las fuentes de origen vegetal mencionadas (MASP\* 50: 14: 35: 1).



**Figura 3.-** Diagrama de superficie de respuesta para mezcla óptima.

### Evaluación Sensorial

Para la evaluación sensorial se puede observar que no hubo diferencia estadística significativa entre las formulaciones teniendo en general una buena aceptación (me gusta mucho), sin embargo, las formulaciones tuvieron una diferencia estadística frente a la harina comercial, misma que no tuvo una buena aceptación.



**Figura 4.-** Evaluación sensorial escala hedónica de 9 puntos de las tortillas elaboradas con las formulaciones y harina comercial.

### Análisis Químico Proximal

Se logró incrementar el contenido de proteína en más del doble comparado con las harinas comerciales y con lo reportado por Argüello- García (2016), que obtuvo 10.85 % para tortillas con 20% de *Jatropha* o lo reportado por Cortés-Soriano (2016), obtuvo 9.04 % para tortillas con 40% de *Avena sativa*.

**Tabla III.-** Análisis químico proximal de las harinas obtenidas y harina comercial.

| Parámetro         | MASP* 50: 1: 35: 14 | MASP* 50: 14: 35: 1 | MASP* 61: 12: 26: 1 | HCM   |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Grasas (%)        | 24.60               | 15.60               | 37.00               | 20.90 |
| Proteínas (%)     | 19.95               | 17.85               | 19.12               | 8.00  |
| Humedad (%)       | 6.10                | 6.50                | 6.90                | 7.70  |
| Cenizas (%)       | 3.80                | 3.20                | 3.20                | 1.20  |
| Fibra (%)         | 7.80                | 7.40                | 8.20                | 7.00  |
| Carbohidratos (%) | 37.90               | 49.50               | 25.60               | 68.00 |

### Rolabilidad e Inflado

Los resultados de rolabilidad son similares a los obtenidos por las tortillas elaboradas con harinas comerciales, sin embargo, no se obtuvieron los resultados esperados para el inflado, ya que ninguna de las formulaciones inflaba al mismo valor que la tortilla de harina comercial.

**Tabla VI. -** Análisis de rolabilidad e inflado de las tortillas elaboradas con las harinas.

| Formulación         | Rolabilidad* | Inflado** |
|---------------------|--------------|-----------|
| MASP* 50: 14: 35: 1 | 2            | 3         |
| MASP* 50: 1: 35: 14 | 2            | 3         |

|                            |          |          |
|----------------------------|----------|----------|
| <b>MASP* 61: 12: 26: 1</b> | <b>1</b> | <b>2</b> |
| <b>HCM</b>                 | <b>1</b> | <b>1</b> |

## CONCLUSIONES

Se realizó la formulación de diferentes harinas de maíz nixtamalizadas en función de disminuir las deficiencias de lisina y triptófano de la harina de maíz. Las diferentes fórmulas desarrolladas de igual manera incrementaron el contenido de proteínas en más del doble respecto a una comercial.

## BIBLIOGRAFÍA

- Argüello-García, E., Martínez-Herrera, J., Córdova-Téllez, L., Sánchez-Sánchez, O., & Corona-Torres, T. (2017). Textural, chemical and sensorial properties of maize tortillas fortified with nontoxic *Jatropha curcas* L. flour. *CyTA-Journal of Food*, 15(2), 301-306.
- Bedolla, S., & Rooney, L. W. (1984). Characteristics of US and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. *Cereal foods world*.
- Castañeda-Sánchez, A. (2011). Propiedades nutricionales y antioxidantes del maíz azul (*Zea mays* L.). *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 5(2), 75-83.
- Cortes Soriano, I., Buendía González, M. O., Palacios Rojas, N., Martínez Cruz, E., Villaseñor Mir, H. E., & Santa Rosa, H. (2016). Evaluación de la calidad de tortilla de maíz adicionada con harina de avena (*Avena Sativa* L.) nixtamalizada. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(7), 1715-1725.
- Cruz, H. E., & Verdalet, I. (2007). Tortillas de maíz: una tradición muy nutritiva. *Revista de Divulgación Científica y Tecnología de la Universidad de Veracruz*, 20(3), 1-3.
- Durán-de-Bazúa, C. (1988). *Una nueva tecnología para la extrusión alcalina de maíz y sorgo. MOVOGRAFIA TECNOLÓGICA No. 2. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, OEA 71 Pags. Pub. UNAM-Proy. Multinal. Tecnol. Alimentos. ISBN 968-36-0576-| México DF.*
- SIAP, S. (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Producción agrícola 2017.