

DE PLAGA A ALIMENTO NUTRITIVO: ELABORACIÓN DE HARINA HUITLACOCHÉ *Ustilago maydis*

FROM PEST TO NUTRITIOUS FOOD: MAKING HUITLACOCHÉ FLOUR *Ustilago maydis*

Lizzeth Hernández-Carnalla^{1*}, Fabiola Olvera-Torres¹, Leobardo E. Teliz- Ramírez¹, Víctor G. Luna-Fernández², Marisol Palma Salas¹, Arely Velázquez -Dominguez³

1 Instituto Tecnológico Superior de Atlixco, C. Heliotropo No.1201, Unidad 8 Norte Nueva Xalpatlaco, Vista Hermosa, Atlixco,

2 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Campus Matamoros, Carr. Atlixco - Izúcar de Matamoros 141, San Martín Alchichica, 74570 Izúcar de Matamoros

3 Prolongación boulevard "Emiliano Zapata", sin número. Colonia san Félix hidalgo, Atlixco puebla

lizzeth.hernandez@itsatlixco.edu.mx, fabiola.olvera@itsatlixco.edu.mx, enrique.teliz@itsatlixco.edu.mx, lg180316@hotmail.com, lg180316@itsatlixco.edu.mx, arely.velazquez@correo.buap.mx

Abstract

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the diet of Mexicans has been transformed in the last four decades, negatively impacting the nutritional status of people and increasing their vulnerability to diseases. In this project, a formulation of a flour was developed, which is characterized by being a food product enriched with huitlacoche (*Ustilago maydis*). The bromatological results allow us to verify that for every 100 g of the formulated food, we

have 18.81 g of protein and 11.67 g of fiber. Bromatological tests were carried out on moisture, ashes, fats, proteins, fiber, and carbohydrates. Regarding the sensory analysis, a general average of 3.96 was obtained, which determines that the food is moderately well accepted.

Keywords: Malnutrition, Huitlacoche, Flour, Protein, Fiber

Resumen

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO la alimentación de los mexicanos se ha transformado en las últimas cuatro décadas, impactando negativamente en el estado nutricional de las personas, y aumentando su vulnerabilidad a enfermedades. En este proyecto se desarrolló una formulación de una harina, que se caracteriza por ser un producto alimenticio enriquecido con huitlacoche Ustilago maydis, los resultados bromatológicos permiten comprobar que por cada 100g del alimento formulado tenemos 18.81g de proteína y 11.67g de fibra. Se realizaron pruebas bromatológicas; de humedad, cenizas, grasas, proteínas, fibra y carbohidratos. Con respecto al análisis sensorial se obtuvo un promedio general de 3.96, lo que determina que el alimento gusta moderadamente.

Palabras clave: Desnutrición, Huitlacoche, Harina, Proteína, Fibra.

Introducción

En el siglo XXI la población mundial pasará de 7900 a 10.000 millones de personas, un crecimiento que requerirá nuevas estrategias alimentarias y de nutrición.

El huitlacoche Ustilago maydis es considerado un patógeno que puede destruir los cultivos de maíz por lo que podría ser considerado en ocasiones como una plaga. En México este hongo del maíz es muy consumido como alimento humano. Aunado a esto, el huitlacoche es un alimento muy nutritivo. Se ha documentado que por sus niveles de fibra y oligosacáridos sugieren que puede estar directamente involucrados en disminuir el riesgo de contraer cáncer de colon. De igual importancia, la cantidad de compuestos fenólicos de este hongo proporcionan una alta actividad antioxidante; dichos componentes bioactivos están relacionados con la disminución de la incidencia de enfermedades crónicas degenerativas (Pataký, 1991; Beas et al., 2011; Méndez Morán y Ruiz-Herrera, 2008).

De acuerdo con datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CO-NEVAL; 2014), en México existen alrededor de 30 millones de personas con problemas de alimentación en cantidad y calidad, por lo que en el futuro podrían generarse diversas enfermedades. El problema de alimentación afecta mayormente a la población indígena, la población rural, a la región sur del país, así como a aquellos hogares con peores condiciones de bienestar (Cortez et al, 2014).

El origen exacto del huitlacoche para uso culinario no se tiene documentado, sobre si se consumía desde tiempos prehispánicos o realmente el consumo es reciente. Asimismo, se conoce que el único país donde este se consume es en México. Al respecto Kealey y Kosikowski (1981), señalan que las agallas producidas en la mazorca del maíz inmaduro ha sido consumido desde el tiempo de los Aztecas.



Fuente: imagen obtenida en <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/huitlacoche-delicioso-y-nutritivo>

La sociedad busca innovación en los productos alimenticios ya presentes en el mercado, exige productos novedosos, y, sobre todo, busca productos que contribuyan a la mejora o mantenimiento de la salud. Los valores nutrimentales promedio de las especies de *Ustilago maydis* son los siguientes: los contenidos de proteína y fibra son elevados (10-16% y 25-55%, respectivamente) y posee buenos niveles de ácidos grasos esenciales (oleico y linoleico que son fuentes de Omega 3 y Omega 6, respectivamente) y de azúcares de fácil digestión; también es rico en minerales, principalmente calcio y fósforo con 6.0 g y 39.0 mg·100 g⁻¹ de hongo, respectivamente, así como en vitaminas, sobresaliendo el ácido ascórbico (3.7 mg·100 g⁻¹ de huitlacoche) (61, 102, 106). Los niveles de fenoles varían de 390 a 640 mg·100 g⁻¹ de huitlacoche, mayores a los encontrados en el frijol, manzana y pera; estos compuestos destacan por sus propiedades bioquímicas como antioxidantes y quimioprotectores; tiene alto contenido de lisina (aminoácido esencial que el cuerpo humano necesita, pero que no puede producirlo) y triptófano. Es bajo en grasa y alto en vitaminas como riboflavina (B2), biotina (B7), niacina (B3) y ácido fólico (B9) (72). (Salazar et al., 2021)

El consumo de harinas es muy elevado en nuestro país, normalmente las harinas industrializadas contienen un bajo valor nutricional e ingredientes nocivos para la salud, de acuerdo a lo anterior la investigación aquí presentada tiene como objetivo desarrollar y caracterizar una formulación de harina de *Ustilago maydis*, que conserve sus propiedades nutrimentales y tenga un sabor agradable al paladar, asimismo nos brinde la posibilidad de ingerir un alimento funcional ya que al consumirlo con cierta regularidad aporta ventajas al organismo, en la perspectiva que los hongos, en general, contienen fibra dietética como glucanos, quitina y heteropolisacáridos. Una ingesta adecuada de fibra dietética tiene beneficios para la condición física y la prevención de enfermedades (Dikeman et al., 2005). La fibra dietaria adsorbe materiales peligrosos, como las sustancias cancerígenas, evitando su absorción en el intestino y acelerando su excreción; por lo tanto, puede funcionar eficazmente para prevenir el cáncer de colon y recto (Wong y Cheung, 2005)

Metodología

El huitlacoche, hongo *Ustilago maydis*, es un basidiomiceto del orden de los Ustilaginales, el cual agrupa hongos fitopatógenos en más de 50 géneros, es comestible en México, es generalmente en forma agallas o malformaciones en raíces, tallos, hojas, espigas y, principalmente, en el elote donde encuentra las condiciones ideales para desarrollarse, obtenidos en zonas de cultivo de Huaquechula en la parte centro Oeste del estado de Puebla, tomando en cuenta los siguientes criterios de inclusión: color gris cenizo, olor a tierra humedad y tamaño variado, la recolección de estos hongos se hizo de manera manual de elotes y mazorcas infectados de manera natural, desde el tallo con las manos y van siendo agregados a una arpilla y se almacenan a una temperatura entre 4 a 10°C para su mejor conservación. Posteriormente fue trasladado al Laboratorio de Gastronomía del Instituto Tecnológico Superior de Atlixco. Una vez teniendo los hongos se inspeccionan y limpian para quitar materias extrañas y se lavan. Se ponen en un deshidratador de alimentos Modelo HG 04, Marca Bathammex a 70°C por 3 horas. Posteriormente se muelen en un molino para especias Modelo ME 150, Marca ECOMAQMEX para obtenerlos en partículas pequeñas, se pasan por un tamiz del número 20, para homogeneizarlos. Finalmente se empaqa al alto vacío.

La figura 1 muestra el proceso que se realizó para la formulación de harina de huitlacoche, que se caracteriza por ser un polvo fino que se obtiene del huitlacoche (*Ustilago maydis*)

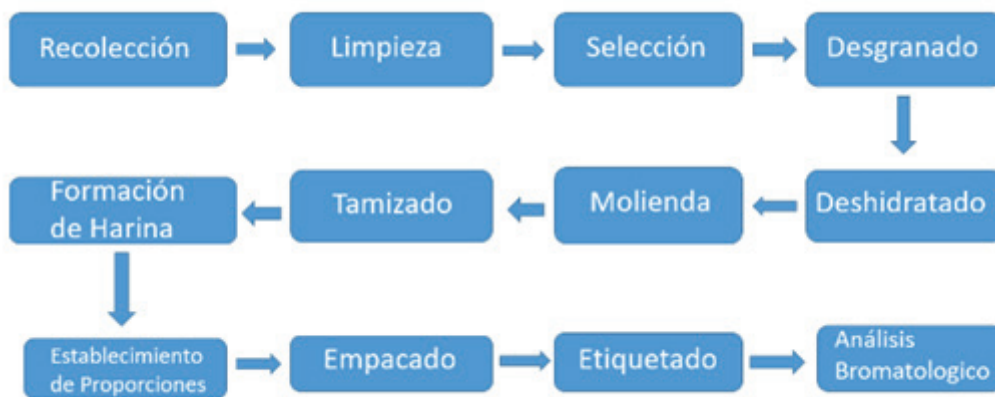


Figura 1. Proceso para la realización de la formulación de harina de huitlacoche *Ustilago maydis*
Fuente: elaboración propia.

Desarrollo de la formulación de harina de huitlacoche *Ustilago maydis*

Para la elaboración de la harina de huitlacoche *Ustilago maydis* se desarrolló esta formulación originaria de la región de Huaquechula por que permite el manejo tecnológico adecuado de la mezcla para obtener el producto con las características organolépticas ideales.

Se recolecta 3 kg de huitlacoche una vez teniendo el huitlacoche es seleccionado la mejor calidad, se inspeccionan y limpian para extraer las hojas con las que son envueltos y materias extrañas, se ponen en un deshidratador de alimentos a 70°C por 3 horas, se deja enfriar, el huitlacoche seco se muele en un molino para que se pueda obtener la harina.



Figura 2. Preparación de Harina de huitlacoche Ustilago maydis
Fuente: elaboración propia



Figura 3. Empacado al vacío de Harina de huitlacoche Ustilago maydis
Fuente: elaboración propia.

Análisis Bromatológicos de la formulación de harina de huitlacoche Ustilago maydis

Se realizaron los siguientes análisis a la formulación de harina de huitlacoche Ustilago maydis: humedad con el NMX-F-083-1986, de Cenizas de acuerdo con la NMX-F-607-NORMEX-2013 y utilizan-

do una mufla marca Lindberg modelo SIB, de Grasas de acuerdo con la NMX-F-615-NORMEX-204 y utilizando un extractor marca Kimax modelo Soxhlet, de Proteínas Perkin Elmer Analizador Elemental modelo 2400 Series I, de Fibra cruda NMX-F-613-NORMEX-2003 y de Carbohidratos USDA Agricultura Handbook No 8,1975.

Resultados y Discusión

Se estableció de manera correcta la formulación y se desarrolló harina enriquecida con huitlacoche Ustilago maydis con lo cual aporta un contenido de proteínas y fibra elevado, y es aceptado dentro de los parámetros sensoriales. En la tabla 1 se observa un incremento considerable de contenido de proteína y fibra.

Tabla 1. Pruebas fisicoquímicas de la formulación de harina enriquecida con huitlacoche Ustilago maydis

Tipo de Análisis	Método de prueba	Resultado g/100 g
Humedad	NMX-F-083-1986	10.35
Cenizas	NMX-F-607-NORMEX-2013	5.45
Grasas	NMX-F-615-NORMEX-2004	1.25
Proteínas	Perkin Elmer Analizador Elemental	15.81
Fibra cruda	NMX-F-613-NORMEX-2003	11.67
Carbohidratos	USDA Agricultura Handbook No 8,1975	73.57

Fuente: elaboración propia

En la Región de Atlixco, específicamente en la comunidad de Huaquechula, se sigue elaborando un cierto número de alimentos de forma artesanal, que contribuyen a la extraordinaria riqueza gastronómica del estado de Puebla. Sus características y cualidades organolépticas se han mantenido constantes, gracias a que tanto el tipo y formulación de sus ingredientes como la técnica de elaboración manual, han ido pasando entre maestros artesanos de padres a hijos, para mejorar su aporte nutricional se le añadió huitlacoche Ustilago maydis.

La formulación de la harina enriquecida con huitlacoche Ustilago maydis hace que se tenga un contenido de 15.81 g/100 g de proteína, lo que equivale al contenido de proteína en 100 g de pollo y un contenido de fibra de 11.67 g/ 100 g de formulación lo que equivaldría a consumir 100 g de almendras, es decir para tener el contenido de proteína y fibra se deberían comer dos alimentos (pollo y almendras) mientras que la harina enriquecida con huitlacoche Ustilago maydis ambos nutrientes se obtienen, por lo que podría ser una alternativa saludable, sobre todo en un mercado de harina que posee gran importancia esto debido a que esta es la materia prima del pan, un alimento básico en la dieta de las familias mexicanas.

El contenido de grasa es mínimo (1.25 g/100 g de porción comestible). Mientras que el contenido de carbohidrato es considerable 73.57. No obstante, este ingrediente es el responsable fundamental de los atributos organolépticos del producto, así como de su conservación, pues para la elaboración de esta harina enriquecida con huitlacoche Ustilago maydis no se utilizan aditivos. Dado el frecuente consumo y elevada aceptación que este alimento tiene en la región de Atlixco, parecería interesante disminuir su contenido de carbohidrato, manteniendo su característica artesanal y sin reducir, por su puesto, sus propiedades organolépticas, posiblemente reajustando su contenido en carbohidrato.

Con respecto a el análisis sensorial se elaboró pan con harina enriquecida con huitlacoche Ustilago maydis, a cada panelista se le doto de una boleta con indicaciones para la prueba de la escala hedónica de 5 puntos (1 me disgusta y 5 me gusta mucho) y se le dio a probar la muestra, se emplearon aproximadamente 10 gramos de pan. La evaluación se llevó a cabo en una hora cercana a la comida; con 30 panelistas no entrenados del Instituto Tecnológico Superior de Atlixco, el promedio general de los 5 parámetros evaluados fue de 3.96 lo que muestra una opinión cercana a “me gusta moderadamente”, la opinión que obtuvo alto puntaje es en cuanto al color y sabor que se encuentra en “me gusta mucho” esto se debe a que la formulación de alimento tiene un color y un sabor agradable, esto debido a que sigue manteniendo sus propiedades, asimismo la apariencia y textura de los parámetros fue de “me gusta moderadamente” ya que los panelistas mostraron agrado por las características que nos proporciona el huitlacoche, no obstante en cuanto a olor se tuvo una puntuación baja, ya que los panelistas pudieron distinguir el olor a huitlacoche y no fue de su agrado, por lo que en este parámetro tendríamos un área de oportunidad.

Conclusiones

El cambio en la alimentación ha remarcado el problema de malnutrición que beneficia la coexistencia de la desnutrición y el sobrepeso y obesidad. En los últimos años, los alimentos nutritivos han experimentado un crecimiento rápido tanto en el interés de los consumidores como en el mercado. Este trabajo muestra que la formulación de una harina enriquecida con huitlacoche Ustilago maydis resultó un producto con gran potencial como producto nutritivo con excelentes características sensoriales y fisicoquímicas, lo que indica que posee un importante valor nutritivo por su contenido de proteína y fibra, formulación que no existe en el mercado, por lo que es una propuesta alimentaria alternativa en la panificación, convirtiéndose así en una opción saludable y de fácil elaboración, se reemplazarían los productos altamente procesados que son factores de riesgo para enfermedades crónico-degenerativas recordemos que México se encuentra en primer lugar de los países de América Latina de venta de productos altamente procesados. Este tipo de alimento puede utilizarse para su consumo, en regiones de alta marginación y desnutrición debido a que contiene un alto contenido de proteína y fibra.

Agradecimientos

Se agradece al Instituto TECNAM Campus Atlixco por permitirnos desarrollar este proyecto dentro de sus instalaciones, así como a las estudiantes de la Licenciatura en Gastronomía Marisol Palma Salas, Liliana Reyes Cardoso, y Merary Tapia García por su colaboración, a aquellos autores que han dedicado tiempo y esfuerzo a la investigación sobre este tema.

Referencias

- Cortez V. F., Crespo B. L., Dávila L. L. y Macías S. A. (2014). Diagnóstico sobre alimentación y nutrición Informe ejecutivo CONEVAL. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/ECNCH/Documents/Diagnostico_sobre_alimentacion_y_nutricion_270715.pdf
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2014). Diagnóstico sobre alimentación y nutrición. Recuperado de: https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/ECNCH/Documents/Diagnostico_sobre_alimentacion_y_nutricion_270715.pdf
- Dikeman, C. L., L. L. Bauer, E. A. Flickinger, and G. C. Fahey, Jr. (2005). Effects of stage of maturity and cooking on the chemical composition of select mushroom varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(4): 1130–1138
- Kealey, K.S. and Kosikowski, F.V. (1981). Corn smut as a food source: perspective on biology, composition and nutrition. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 15, 321–351.
- Pataky, J. K. 1991. Production of cuitlacoche [*Ustilago maydis* (D. C.) Corda] on sweet corn. *HortSci*. 26:1374-1377.
- Salazar, T.J, Torres, M.A, Alvarez, L.R, Hernandez, S.M., (2021). El huitlacoche, alimento prehispánico vigente en México. Historia, aprovechamiento y técnicas de producción. Universidad Autónoma Chapingo. Recuperado de: <file:///C:/Users/HP/Downloads/LIBROHUITLACOCHE2021.pdf>
- Wong, K. P., and C. K. Cheung P. (2005). Dietary fibers from mushroom sclerotia: 1. Preparation and physicochemical and functional properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(24): 9395–9400