

## **Evaluación Física y Sensorial de Pastas hechas con mezclas de harinas de trigo y Huitlacoche (*Ustilago Maydis*)**

L. Vázquez-Chávez y Z. Zarazúa-Sánchez\*

División de Ciencias Biológicas y de la Salud Departamento Biotecnología Área Alimentos  
Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa Av. Michoacán y La Purísima Col. Vicentina Iztapalapa  
Ciudad de México [lvch@xanum.uam.mx](mailto:lvch@xanum.uam.mx)

### **RESUMEN**

El huitlacoche (*Ustilago maydis*) es un hongo que se desarrolla en la planta de maíz. En México es consumido como un alimento ancestral y tradicional. Este hongo comestible presenta propiedades nutricionales y funcionales importantes. Las agallas del hongo de huitlacoche fueron deshidratadas a 70°C por 6 horas, y molidas. La harina obtenida fue usada para sustituir semola de trigo para elaborar pastas. Los niveles de harina de huitlacoche usados fueron de 10% y 20%. Se determinó calidad de cocción y aceptación sensorial de las pastas. Los resultados indicaron un incremento en las cantidades porcentuales de fibra y proteína cuando se adicionó 10 y 20% de harina de huitlacoche a la formulación de pasta con respecto a la muestra control. Los niveles percibidos por los jueces, para los atributos de olor y sabor, así como aceptación general fueron muy buenos cuando se incorporó hasta el 10% de harina huitlacoche con respecto a la pasta control. La incorporación de harinas de huitlacoche a la pasta requirió de tres etapas, la primera consistió en la obtención de la harina; la segunda, en la elaboración de la pasta y la última en el análisis de la pasta.

**Palabras clave:** huitlacoche, harina, pastas calidad cocción y sensorial

### **ABSTRACT**

Huitlacoche (*Ustilago maydis*) is a fungus that develops on the corn plant. In Mexico it is consumed as an ancestral and traditional food. This edible mushroom has important nutritional and functional properties. The galls of the huitlacoche mushroom were dehydrated at 70 ° C for 6 hours, and ground. The flour obtained was used to replace wheat semolina to make pasta. The levels of huitlacoche flour used were 10% and 20%. Cooking quality and sensory acceptance of the pasta were determined. The results indicated an increase in the percentage amounts of fiber and protein when 10 and 20% of huitlacoche flour was added to the pasta formulation with respect to the control sample. The levels perceived by the judges, for the attributes of smell and flavor, as well as general acceptance were very good when up to 10% of huitlacoche flour was incorporated with respect to the control pasta. The incorporation of huitlacoche flours to the pasta required three stages, the first one consisted of obtaining the flour; the second, in the elaboration of the pasta and the last in the analysis of the pasta

**Keywords:** Huitlacoche, flour, pasta, cooking and sensory quality

### INTRODUCCIÓN

El huitlacoche o cuitlacoche (*Ustilago maydis* D.C. Corda) es un hongo basidiomiceto patógeno biotrófico, causante del carbón de maíz (*Zea mays* L.) de la familia Ustilaginaceae. Este hongo dimórfico es responsable de la formación de tizón del maíz, que se caracteriza por la formación de agallas carnosas o tumores llenos de teliosporas diploides, en la región meristemática de la mazorca del maíz inmaduro. Mientras que en otros muchos países productores de maíz estas agallas están identificadas como una plaga destructiva. En México donde este hongo es originario ha sido consumido desde la época prehispánica apreciando sus agallas por su característico sabor fino y delicado considerándolo como la trufa mexicana o caviar Azteca. Además este hongo posee propiedades nutricionales benéficas para el organismo humano. Se ha encontrado que el huitlacoche posee bajos niveles de grasa, pero un alto contenido de fibra además de ser una buena fuente de proteína con un alto contenido de aminoácidos como la lisina, cisteína y metionina, y de algunos ácidos grasos insaturados esenciales, como linoleico, linolénico y palmítico, así como oligosacáridos y otros carbohidratos como glucosa, fructuosa, glicerol, sorbitol y manitol. Además de minerales y vitaminas como la A (retinoides, carotenos), C y E (tocoferoles). De hecho, se ha considerado como un alimento funcional de alta calidad encontrado compuestos fenólicos, con capacidad antioxidante. Actualmente se ha estudiado su potencial como fuente de sustancias bioactivas naturales que puedan ser utilizadas en la producción de alimentos fortificados. El huitlacoche es un alimento perecedero de temporada se encuentra solo en una corta época del año razón por la cual se consume fresco y en forma casi inmediata a su recolección. La principal desventaja es su corta vida de anaquel, es debida a su alto contenido de nutrientes, falta de cutícula y alto contenido de agua, siendo susceptible de descomponerse rápidamente. Por lo que se plantea como método de conservación la deshidratación del huitlacoche para obtener harina, la cual puede ser fácilmente mezclada con otras harinas deficientes en lisina como las de trigo para aumentar su valor nutricional.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una pasta a partir de mezcal de harinas de trigo y harina de huitlacoche y evaluar sus características físicas y organolépticas incrementando su valor nutricional.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó huitlacoche (*Ustilago maydis*) adquirido en la central de abasto de Iztapalapa del Distrito Federal para llevar a cabo la elaboración de harina de huitlacoche. La deshidratación de las agallas de huitlacoche es una forma adecuada de conservación para alargar la vida útil de este hongo. El huitlacoche se cortó asépticamente y se troceó en pedazos de 2-3 cm, se pesó y se colocó en una solución con metabisulfito de sodio 0.5% por 20 min, inmediatamente se sacaron se escurrieron y se colocaron sobre charolas de secado a 60°C durante 7 h hasta obtener un material seco (humedad menor a 12%) en un horno de secado a 60°C marca Felisa®. El hongo seco fue molido, y el material obtenido se tamizó con una malla número 30 y 50 de Tyler, y se colocó en un frasco de vidrio hermético. El rendimiento del proceso fue expresado en porcentaje, determinando la relación del peso inicial con el peso final y multiplicando el resultado por 100. Una vez obtenido el producto deshidratado se evaluaron su composición química, con los métodos oficiales de la AOAC. Se elaboró pasta alimenticia. La formulación se realizó con mezclas de harinas huitlacoche-harina trigo; 5-95, 10-90, 15-85, 20-80 g, con 55 ml de agua 1g de carboximetil celulosa. La preparación de la pasta consistió en mezclar los ingredientes harina trigo, harina huitlacoche, sal, aceite, agua. El procedimiento consistió en verter la harina en un contenedor haciéndole un espacio en medio de la mezcla para incorporar aceite y comenzar a mezclar, añadiéndole agua en cantidad suficiente hasta formar una pasta homogénea enseguida se envolvió en papel antiadherente y se dejó reposar a temperatura ambiente durante 20 minutos. Después, la masa fue aplanada en una máquina para pastas. Se usaron 5 niveles de presión hasta formar una capa delgada, después se pasó por el cortador, obteniendo tiras de 25 cm de longitud, las cuales fueron colgadas para su secado. La pasta fue

deshidratada durante 24 horas a temperatura ambiente. Se determinó la fibra y proteína total de pasta seca de acuerdo con los métodos de la AOAC, 1990.

Se determinó la calidad de cocción de las pastas elaboradas; Tiempo óptimo de cocción. - definido como tiempo necesario para obtener un producto al dente, definiéndose este como el momento en el cual desaparece la zona blanquecina de la sémola, correspondiente al almidón del centro del endospermo, que aún permanece sin gelatinizar. Para la determinación, 150 g de cada pasta fueron sumergidos en 1L de agua a temperatura de ebullición, transcurrido 9 minutos de cocción, una cinta de pasta fue colocada sobre una lámina de vidrio, una segunda lámina de vidrio se utilizó para presionar suavemente a la primera, esta operación se repite cada 30 segundos hasta obtener el punto al dente. El tiempo óptimo de cocción promedio, corresponde a la suma de los 9 minutos más el tiempo necesario para lograr el punto al dente. Absorción de agua: 12,5 g de pasta correspondiente a cada tratamiento fueron cortados en trozos de un largo de 5 cm y se cocinaron hasta el tiempo óptimo de cocción en 200 mL de agua destilada hirviendo. Posteriormente se escurrió el agua y las pastas fueron sumergidas nuevamente en un volumen de 50 mL de agua por un minuto, al final del cual se dejaron escurrir y al alcanzar la temperatura ambiente fueron pesadas. Este parámetro fue calculado en términos porcentuales, restando las masas correspondientes a las pastas cocidas y no cocidas y dividiendo el resultado entre la masa inicial de las pastas. Pérdidas por cocción: el agua de cocción de una masa conocida de pastas fue recolectada y evaporada hasta peso constante en estufa de aire a 105 °C, el residuo fue pesado y se reportó como porcentaje de pérdidas con base al material original. Todos los análisis de las pruebas anteriores se realizaron por triplicado y siguiendo la metodología propuesta por la AOAC. Los análisis sensoriales de las muestras de pasta adicionadas con harina de huitlacoche fueron realizados con un panel de 20 jueces no entrenados. La aceptabilidad de las pastas se midió considerando los atributos sensoriales: color, olor, sabor y apariencia general utilizando una prueba de preferencia basada en una escala hedónica, de cinco puntos, usando una escala hedónica de agrado y desagradado asignando valores de 1, para el extremo inferior altamente desagradable, y 5, para el extremo superior altamente agradable. Los resultados fueron analizados a través mediante un análisis de varianza, prueba de Tukey ( $p=0.05$ )

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de la harina de huitlacoche se encontró entre 15 al 20%. El huitlacoche fresco reportó alrededor de un 80% de humedad. El análisis químico proximal de la harina de huitlacoche reportó 8.1% de humedad, 2.8 de cenizas, grasa 2.1%, proteína 14 %, fibra 30.4% y carbohidratos totales de 46.2%. El aumento de la vida de anaquel se logró con el secado eliminando agua e impidiendo el deterioro al inhibir el crecimiento de los microorganismos, y reduciendo la actividad enzimática y las reacciones químicas oxidación. Se ha reportado harina de huitlacoche con un alto contenido de aminoácidos esenciales como la lisina con una concentración de 2.97 mg/g.

La proteína total cuantificada en base húmeda para la pasta elaborada de trigo (control) fue de 12 % para pasta elaborada con 10% harina huitlacoche fue de 13.0 %, en tanto que para la pasta con 20%hs fue de 13. 8%, La pasta hecha con harina de trigo, es deficiente en aminoácidos, específicamente en lisina. La adición de harina de huitlacoche contribuyó a elevar el valor nutricional de las pastas, generando mejoras en cuanto a cantidad de proteína por complementación de aminoácidos esenciales como la lisina e incrementar el contenido de fibra.

Evaluación de la Calidad de las Pastas elaboradas. - Las características de cocción de las pastas alimenticias (tabla D) indicaron que no hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos con respecto al tiempo óptimo de cocción; indicando que la presencia de la harina de huitlacoche no altera el tiempo necesario para obtener una pasta cocida. En contraste los valores de absorción de agua y pérdidas por cocción se vieron modificados con respecto al tratamiento control, observándose

diferencias significativas asociadas a una relación inversa entre la magnitud de las variables evaluadas y el porcentaje de sustitución.

**Tabla I Valores promedio de los parámetros de cocción para pastas elaboradas**

Pasta	TOC	AA	PPC
Control	12a	264.3 <sup>a</sup>	8,35 <sup>b</sup>
T1=10-90%	11a	214.2 <sup>b</sup>	2,25 <sup>a</sup>
T2=20-90%	11a	195.5 <sup>b</sup>	6,15 <sup>a</sup>

Harina huitlacoche-semola trigo. TOC = tiempo óptimo de cocción (min) AA = absorción de agua (%). PPC = pérdidas por cocción (%). Promedios con la misma letra no difieren significativamente (p<0,05)

Las gliadinas y glutelinas presentes en las sémolas de trigo son las responsables de las propiedades viscoelásticas de absorción y solubilidad en agua, por lo que la incorporación de harinas con menor contenido de estos componentes afecta la formación del gluten y modifican en consecuencia las propiedades físicas de la red almidón-proteína-agua. La incorporación de la harina de huitlacoche produce una reducción tanto en la cantidad del almidón proveniente de la sémola de trigo, como el gluten presente en las mezclas. Se ha señalado que la firmeza y pegajosidad de las pastas cocidas son determinadas principalmente por la presencia de proteínas ligadas a las gliadinas mientras que los factores que evitarían la desintegración de las pastas cuando se cocinan son, por un lado, la cantidad de gluteninas con grupos SH y, por otro, la baja proporción de proteínas solubles en agua. Los resultados de las pruebas de preferencias para las variables color, olor, sabor y aspecto general para la pasta con 10% de contenidos de harina de huitlacoche obtuvieron las valoraciones favorables, en comparación con el tratamiento control. La pasta adicionada con harina de huitlacoche presentó buena aceptabilidad en cuanto a olor y sabor. A pesar de presentar color oscuro tuvo buena aceptación especialmente la pasta adicionada con 10% de harina de huitlacoche. Asimismo, se consideró que la sensación de pegajosidad que permanece en la boca después de tragar fue mínima en estas pastas. Por otro lado, la firmeza que representa la resistencia al masticar, y la elasticidad que mide el grado de adhesión al masticar fueron aceptables sin mostrar diferencia significativa entre la pasta control y la pasta elaborada con 10% de harina de huitlacoche. Mostrando defenecia significativa entre la pasta control y la elaborada con 20% de harina de huitlacoche. Los resultados en general mostraron que el uso de 10% de harina de huitlacoche mezclado con sémola de trigo, para producir pastas alimenticias resulto con muy buenas características químicas de cocción y sensoriales. Recientemente existe tendencia a desarrollar productos con más y mejor contenido proteico en productos de panificación y pastas alimenticias.

Concluimos que los resultados obtenidos para los parámetros de cocción, y la evaluación sensorial indicaron que la harina de huitlacoche en proporciones de hasta 10 % puede ser considerada como material potencial y funcionalmente adecuado para ser utilizado como ingrediente en la elaboración de pastas compuestas, con buen nivel proteico y fibra, además de tener un sabor y apariencia agradable. Desde el punto de vista tecnológico la harina de huitlacoche podría presentar una alternativa viable para ampliar y diversificar la gama de productos como las pastas alimenticias.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amador-Rodríguez, Martínez-Bustos, Pérez-Cabrera, Posadas-Del-Río, Chávez-Vela, Sandoval-Cardoso, Y Guevara-Lara. 2015. Effect of huitlacoche (*Ustilago maydis* DC Corda) paste addition on functional, chemical and textural properties of tortilla chips. Food Sci. Technol, Campinas, 35(3): 452-459, Jul.-Set.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16a Ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists International; 199

- Beas F., Loarca P., Guzmán M., Rodríguez., Vasco M., y Guevara L. 2011. Potencial nutracéutico de componentes bioactivos presentes en huitlacoche de la zona centro de México Revista Mexicana de ciencias Farmacéuticas Volumen 42 • Número 2 • Abril - Junio
- Calderón, F, M. L. 2010. Caracterización clásica y molecular del huitlacoche [*Ustilago maydis* D. C. (Corda)], hongo de importancia social y económica en la Región Central de México. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas
- Paredes., O. 1993. Pasado, presente y futuro de la biotecnología azteca. Ciencia y desarrollo. 112:34-45.
- Paredes y col., Los Alimentos Mágicos de las culturas Indígenas Mesoamericanas. 2006. Fondo de cultura económica, Págs. 14, 15, 134-148.
- Valdez, M. M.; Valverde, M. E. y Paredes L. O. 2009. Procedimiento tecnológico para la producción masiva de huitlacoche. CINVESTAV-Irapuato. Sinnc.10-37 pp.
- Valverde, M.E., Paredes-López, O., Pataky, J.K., Guevara-Lara, F. 1995. Huitlacoche (*Ustilago maydis*) as a food source-biology, composition, and production. Crit. Rev. Food Sci. Nutri