



División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Licenciatura en Nutrición Humana
Protocolo de servicio social:

“El hongo de huitlacoche como complemento alimentario en productos alimenticios”

Presenta:
Cancelada Garduño Andrea 2173062650
Monico Medina Brenda Vannesa 2172028538

Asesor interno:
María de Lourdes Ramírez Vega
No. Económico: 35275

❖ Introducción

Los hongos comestibles son un alimento con un elevado valor nutricional por la fibra, proteína, vitaminas y minerales que aporta al organismo, contienen vitaminas del complejo B como niacina, tiamina, riboflavina y ácido fólico, dentro de los minerales se puede encontrar al potasio, fósforo y calcio.

El hongo *Ustilago maydis* es un hongo de la familia *Ustilaginaceae* también conocido como huitlacoche o cuitlacoche el cual es un parasito que infecta los granos de maíz causando la enfermedad llamada carbón común, la cual causa la formación de grandes tumores o agallas que se pueden desarrollar sobre todas las partes verdes de la planta (Martínez, 2008).

El vocablo huitlacoche o cuitlacoche proviene de la palabra náhuatl cuitlacoche o cuitlacuchin que significa “deformación de la mazorca”. En la actualidad, el huitlacoche es una enfermedad tolerada y hasta promovida por los mismos productores de maíz ya que es vendido y consumido en mercados regionales, por lo que es considerado como un cultivo alternativo. Su sabor es delicado y ligeramente ahumado con una textura suave que se consume habitualmente con ajo, epazote y algún tipo de salsa.

❖ Planteamiento del problema y justificación:

¿Cómo incorporar el hongo de huitlacoche en otros productos alimenticios para mejorar sus propiedades nutricionales?

En México el huitlacoche es consumido desde la época prehispánica, anteriormente era considerado solo una plaga que hacía perder los cultivos, pero recientemente se ha descubierto que es altamente nutritivo y benéfico para la salud al igual que otros hongos comestibles, por lo cual se puede añadir a la alimentación diaria. Por lo anterior se han desarrollado nuevas técnicas de cultivo usando técnicas de inoculación de cultivos donde se ocupan parcelas completas de maíz.

Entre las propiedades nutrimentales del huitlacoche se encuentran:

- Alto contenido de aminoácidos esenciales
- Ácidos grasos esenciales (oleico y linoleico)
- Azúcares de fácil digestión
- Inmunoestimulantes como proteínas, polisacáridos, lipopolisacáridos, glucoproteínas, triterpenoides, esteroides, ácidos nucleicos y antioxidantes (Llaurado, 2011).
- Bajo contenido en grasas y alto contenido en fibra dietética (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018)

El huitlacoche es altamente rentable, ya que es considerablemente más barato que el resto de los hongos más consumidos en México, esto ayudaría a la economía de las familias mexicanas, al combinarlo con otros alimentos como los vegetales, se pueden alcanzar requerimientos nutricionales como el de proteína, incluso puede ser una alternativa en la

población que no consume carnes debido al acceso económico o bien no la consumen por hábitos, creencias, costumbres e incluso por problemas de salud (Rosales, 2019).

❖ **Objetivo general:**

Generar un subproducto del huitlacoche que pueda ser usado en productos alimenticios para mejorar sus propiedades nutricionales.

❖ **Objetivo específico:**

-Conocer las propiedades nutricionales del huitlacoche en 2 diferentes estados de hidratación.

-Identificar las características químicas del huitlacoche para poder obtener una harina del mismo.

-Incorporar la base seca del huitlacoche al producto alimenticio elegido.

❖ **Marco teórico:**

1. Producción de hongos comestibles

En México se han reportado aproximadamente 200,000 mil especies de hongos de las cuales cerca de 320 pueden ser comestibles ya que se han documentado gracias al interés dentro del ámbito gastronómico (López, 2022).

A partir de 1930 se comenzaron a cultivar los hongos comestibles en México, y ahora es el primer productor de champiñón y otras setas en América Latina, excede las 140,000 toneladas anuales, siendo el Estado de México como primer productor; son 5 las especies que se cultivan en nuestro país por motivo comercial: el champiñón (*Agaricus bisporus*), portobello (*Agaricus brunnesces*), hongo seta (*Pleurotus ostreatus*), hongo blanco (*Tricholoma magnivelarey*) y el shiitake (*Lentinus edodes*), en la actualidad se halla dentro del comercio a nivel nacional al huitlacoche o cuitlacoche (*Ustilago*)(City Adapt, 2020).

2. Importancia de producción y consumo de hongos

Las setas, conocidas como hongos, tienen una función importante en el ecosistema ya que degradan materia orgánica, e incluso pueden ser parasitarios para algunas plantas, pero eso no es malo para ellas, pues comparten fuentes nutricionales entre ellas; es el segundo organismo que se encuentra en mayor cantidad en la tierra, ya que poseen una gran capacidad de adaptación, tanto climática, física y química (López, 2022).

La producción de hongos comestibles tiene una importancia dentro del ámbito nutricional, medicinal e incluso económico, ya que su producción es de bajo costo gracias a que no requiere de técnicas complejas y se pueden obtener grandes cantidades de productos en espacios pequeños (Rosales, 2019).

Los hongos comestibles son un alimento con un elevado valor nutricional por su contenido de fibra, proteínas, vitaminas y minerales que aporta al organismo, por ejemplo, una tercera parte de su peso es proteína, por lo que al combinarse con las de otros vegetales se pueden obtener los aminoácidos necesarios para una alimentación completa; además contienen

vitaminas del complejo B como niacina, tiamina, riboflavina y ácido fólico, dentro de los minerales se puede encontrar potasio, fósforo y calcio (City Adapt, 2020).

También contienen polisacáridos anticancerígenos, por lo que se pueden utilizar productos elaborados a base de setas para el tratamiento y prevención de diferentes tipos de cáncer (CityAdapt, 2020). Algunos polisacáridos presentes en los hongos comestibles son: la quitina, celulosa, alfa y beta-glucanos, hemicelulosas como mananos, xilanos y galactanos; estos contienen propiedades antitumorales e inmunomoduladoras (Beltrán-Delgado, 2020).

Los beta-glucanos pueden prevenir y evitar el progreso de algunos tipos de cáncer al actuar en conjunto con los anticuerpos monoclonales y la quimioterapia, de esta forma se estimulan receptores del sistema inmune innato presentes en la membrana de los enterocitos de las células M y de las células dendríticas, mejorando así la actividad fagocítica de los macrófagos y la actividad antimicrobiana de las células mononucleares y de los neutrófilos, incrementando la secreción de citoquinas pro-inflamatorias y de quimioquinas (Pizarro, 2014).

Un ejemplo también, es el hongo shiitake que tiene eritadenina como agente biológicamente activo con un efecto antioxidante, anticancerígeno y con actividad hipocolesterolemia, teniendo un posible efecto en la prevención de enfermedades cardiovasculares. También contiene lentinano, un compuesto que fortalece la actividad inmunitaria; es muy utilizado en la cocina oriental, poco conocido en México (Rivera, 2017).

3. Huitlacoche

El hongo *Ustilago maydis* es un hongo de la familia *Ustilaginaceae* también conocido como huitlacoche o cuitlacoche el cual es un parasito que infecta los granos de maíz causando la enfermedad llamada carbón común, la cual causa la formación de grandes tumores o agallas que se pueden desarrollar sobre todas las partes verdes de la planta (Martínez, 2008).

Las agallas que se forman en los granos de elote son las más dañinas para la mazorca ya que los reemplazan y pueden destruir al elote, estas se van agrandando, adquiriendo una coloración verdosa, gris platinada o blanca. Cuando las agallas maduran se rompen exponiendo unos sacos amorfos de color negro conocido como soros los cuales están llenos de esporas llamadas teliosporas (Valadez, 2011).

El vocablo huitlacoche o cuitlacoche proviene de la palabra náhuatl cuitlacoche o cuitlacuchin que significa “deformación de la mazorca”, esta expresión deriva de cuitlatl cuyo significado es “suciedad” y de cochi que significa “negro u oscuro”; también existen otras interpretaciones que lo define como “suciedad dormida” (Salazar, 2021).

En la actualidad, el huitlacoche es una enfermedad tolerada y hasta promovida por los mismos productores de maíz ya que es vendido y consumido en mercados regionales, por lo que es considerado como un cultivo alternativo. Su sabor es delicado y ligeramente ahumado con una textura suave que se consume habitualmente con ajo, epazote y algún tipo de salsa (Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

El huitlacoche es altamente perecedero, por lo que su corta vida útil de dos a tres días y se recomienda consumirse fresco (Martínez, 2020).

A diferencia de lo que se ha creído, en la época prehispánica era considerado como algo “indeseable”, porque significaba la pérdida de la mazorca, con el paso del tiempo en la época de la Colonia y hasta el siglo XIX, el huitlacoche fue alimento de subsistencia para los indígenas y campesinos, este hecho promovió que su consumo permaneciera hasta la actualidad utilizándose extensamente en el centro y el sureste de México (Salazar, 2021).

En las últimas décadas la demanda de este exquisito hongo ha aumentado en los mercados regionales, nacionales y en países como Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania, España, Japón, entre otros, donde se le conoce como «trufa mexicana» o «caviar azteca», y ha sido aceptado como exquisitez culinaria (Salazar, 2021).

4. Producción del hongo de huitlacoche

El huitlacoche se produce en casi todas las regiones productoras de maíz del centro-sur de México, sin embargo, cuando su producción no es planificada puede llegar a ser devastador para el cultivo de maíz dulce (Aguayo, 2016).

El clima seco y cálido es favorable para el crecimiento del hongo y la diseminación de sus esporas, la producción natural del hongo aumenta en ambientes húmedos y templados, las temperaturas de 26°C hasta 34°C son ideales para la infección (Martínez, 2018).

En México, la SAGARPA ha tecnificado la producción del huitlacoche en Puebla, con técnicas de inoculación de cultivos donde se compran parcelas completas destinadas al maíz para su producción, en los municipios de Huaquechula, Acatlán de Osorio y Atlixco consiguen transformar el 90% del cultivo en maíz de huitlacoche (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

El aumento en la popularidad por el consumo de este hongo se ha convertido en una fuente importante de ingresos para los productores que lo comercializan, pues gracias a la fama que ha adquirido, un kilo de huitlacoche cuesta lo que 12 kilos de maíz (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

5. Composición nutrimental

El huitlacoche cuenta con un alto contenido de proteína y fibra (10-16% y 25-55%, respectivamente), entre los aminoácidos más comunes presentes en el huitlacoche se encuentra la lisina con 3.21 mg/g representando un 27.2% de todos los aminoácidos esenciales que contiene (López, 2017). Contiene otros aminoácidos como triptófano, arginina, valina, treonina y ácido glutámico (Pimentel-González, 2011); contiene elevado contenido de ácidos grasos insaturados entre los que destacan el linoleico y linolénico (72.1 a 73.6% del total), azúcares de fácil digestión como la glucosa, fructosa, galactosa y manosa; también es rico en minerales, principalmente calcio y fósforo (6.0 g y 39.0 mg por cada 100 g de hongo respectivamente), potasio, magnesio, hierro, zinc, cobre, y bajo contenido de sodio, presenta vitaminas del complejo B como la riboflavina, niacina, ácido fólico así como ácido ascórbico (3.7 mg/g de huitlacoche) (Méndez, 2020; Salazar, 2021).

El huitlacoche contiene un bajo contenido de grasa saturada, sus componentes bioactivos disminuyen el riesgo de padecer algunas enfermedades crónico-degenerativas, entre éstos destacan carbohidratos y las glicoproteínas, incluyendo polisacáridos, glucanos y heteroglicanos (Salazar, 2021).

6. Producción de la harina de huitlacoche

Las harinas de setas se pueden utilizar como sazónador para muchos platos de carne, pescado o salsas, eliminando por tanto la sal, de modo que se recomienda para aquellas personas que necesitan reducir su consumo.

También estas harinas sirven para aromatizar aceites, vinagres y licores. Tan solo es necesario mezclar ambos productos y dejarlos reposar un par de días. Los aceites así tratados tienden a enranciarse con mayor rapidez, por lo que no interesa prolongar mucho su fecha de consumo, el “consumo preferente” de los hongos deshidratados y de las harinas de hongos suele ser de dos o tres años para los comercios, pero una partida totalmente desecada y guardada en un bote hermético puede durar mucho más tiempo.

❖ **Material y métodos**

Este proyecto se realizará dentro de las instalaciones de la UAM Xochimilco haciendo uso de su laboratorio de bromatología y los instrumentos disponibles dentro de él.

Se recolecto la cantidad necesaria de huitlacoche para después ser analizado en el laboratorio con el objetivo de conocer los cambios en su composición nutricional después de ser procesado y así obtener una harina de huitlacoche como subproducto del mismo para poder incorporar a algún producto alimenticio mejorando sus propiedades nutricionales.

La determinación de extracto etéreo o grasa cruda se basó en la extracción continua mediante calor de todas las sustancias solubles en éter de petróleo provenientes de una muestra seca conocido como método Goldfish, al estar analizando una muestra vegetal nos referimos específicamente como “extracto etéreo” a la porción extraída ya que además de grasa, el éter extrae pigmentos vegetales, ceras, etc.

Para la determinación de Nitrógeno total y proteína cruda se usó el Método macro-Kjeldhal basado en varias reacciones, siendo la primera una reacción de oxidación-reducción mediante el ácido sulfúrico concentrado. El contenido de proteína se obtuvo en base al contenido de nitrógeno, multiplicado por el factor de nitrógeno. En la mayoría de las proteínas vegetales el promedio de nitrógeno es de un 16%, esto significa que cada unidad de nitrógeno está contenida en 6.25 unidades de proteína. El contenido de proteína calculado de esta manera no contiene exclusivamente proteínas, por lo que al resultado obtenido se le llama proteína cruda (Olvera,1993).

La determinación de fibra cruda se basa en someter la muestra seca y desengrasada a una digestión ácida y una alcalina, la materia orgánica del residuo obtenido se considera la fibra cruda (Norma Oficial Mexicana,1979).

Mientras que el porcentaje de cenizas de los alimentos están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado (Olvera,1993).

La figura 1 nos muestra el proceso de selección y estudio de los componentes que conforman nuestro subproducto en dos proporciones diferentes.



Figura 1. Proceso de análisis y formulación del subproducto del hongo. huitlacoche.

❖ Resultados

Las muestras usadas fueron recolectadas en tres municipios diferentes.

Teotihuacan presenta un clima que varía con la altitud va de semiárido a subhúmedo en las zonas más altas, presenta una temperatura promedio anual de 14.9 °C, el maíz destinado al cultivo del hongo es de temporal, el hongo de huitlacoche que crece en esta zona presento una tonalidad más oscura casi negro y sus agallas eran más suaves que el resto.

La zona del municipio de Chicoloapan existe varios tipos de suelo que proporcionan tierras propicias para la agricultura de temporal y de riego. Predomina el clima templado, semiseco y con lluvias en verano. El hongo proveniente de esta zona presentaba una tonalidad mucho más blancuzca que el resto y sus agallas eran más grandes y con formas más marcadas.

En el municipio de Toluca (Tenango del aire) presenta suelos de tipo andosol de color oscuro, formados a partir de rocas volcánicas, bien evolucionados y fértiles. El clima en la región es templado sub-húmedo, con precipitaciones pluviales en los meses de marzo y octubre lo beneficia a la agricultura de riego donde se cultiva el huitlacoche, el hongo que se cultiva en esta zona presenta un color más grisáceo que el resto de las muestras.

1. Análisis bromatológico

Cuadro 1. Contenido bromatológico del hongo de huitlacoche según su origen.

	Huitlacoche

Nombre de la muestra	Base Húmeda			Base Seca		
	Teotihuacan	Toluca	Chicoloapan	Teotihuacan	Toluca	Chicoloapan
Humedad	91.10	90.90	90.35			
Materia seca				8.90	9.10	9.65
Proteína cruda	1.20	1.17	1.03	13.61	12.98	10.78
Grasa cruda	0.16	0.34	0.13	1.89	3.79	1.39
Ceniza	0.57	0.52	0.52	6.48	5.72	5.48
Fibra cruda	1.57	1.26	0.84	17.7	13.92	8.77
Extracto libre de nitrógeno	5.36	5.78	7.09	60.31	63.58	73.57

Valor promedio:17.4 Desviación estandar:28.5

El contenido proteico encontrado en nuestras muestras se encuentra en un rango de 10.7% y 13.6 % en base seca lo que coincide con lo reportado en la literatura que reporta un contenido de proteínas en base seca que varía entre 10% y 16%. Podemos ver una diferencia en la cantidad de fibra encontrada (8.7% -17.7%) que es menor a la reportada en la literatura (25% - 55%).

Por localidad las muestras eran variadas con diferencias muy marcadas entre ellas, por ejemplo, la muestra de Teotihuacan era más frágil y más oscura que el resto, mientras que la muestra de Chicoloapan era más grande y de color más blanquecino o platinado. Por otro lado, la muestra proveniente de Toluca presentaba agallas más pequeñas y grisáceas que el resto.

2. Análisis de la harina de maíz.

Se obtuvo masa de una tortillería de barrio donde nixtamalizan su maíz de forma tradicional para después molerla y obtener la masa, en este sitio en particular, la tortilla es realizada a mano y cocida en un comal. El maíz usado para la elaboración de la masa es maíz blanco que es sumergido en una mezcla alcalina (agua y cal alimentaria), lo que mejora sus beneficios nutricionales.

La masa fue pesada y secada para realizar el análisis bromatológico.

Cuadro 2. Composición bromatológica de la masa de maíz.

Nombre de la muestra	Masa de maíz
Humedad	53.88
Materia seca	91.49

Proteína cruda	8.48
Grasa cruda	5.48
Ceniza	0.77
Fibra cruda	0.97
Extracto libre de nitrógeno	84.3

Valor promedio:35: Desviación estandar:40.58

3. Estudio de la harina de maíz enriquecida con harina de huitlacoche.

Para el análisis de la harina de maíz enriquecida con el huitlacoche se prepararon 6 muestras de 100 g en total. El huitlacoche de cada región fue mezclado con la masa seca de maíz en una proporción de 10 y 20 %.

Cuadro 3. Composición nutricional de la masa mezclada con harina de huitlacoche

Nombre de la muestra	Mezclas de masa y harina de huitlacoche					
	Teotihuacan		Toluca		Chicoloapan	
	10%	20%	10%	20%	10%	20%
Materia seca	92.81	92.15	93.04	91.63	92.31	92.15
Proteína cruda	9.41	11.22	8.69	10.4	8.50	8.64
Grasa cruda	5.02	4.67	5.33	4.63	5.46	5.38
Ceniza	0.85	1.09	0.75	1.00	0.71	0.75
Fibra cruda	4.05	6.23	3.25	6.02	2.69	3.58
Extracto libre de nitrógeno	80.67	76.79	81.98	77.95	82.64	81.75

Valor promedio:32.06 Desviación estandar:38.62

El clima seco y cálido es favorable para el crecimiento del hongo y la diseminación de sus esporas por lo que el tipo de clima presentes en las tres localidades elegidas para la recolección del hongo fueron las adecuadas por su tipo de clima y su tipo de suelo, con precipitaciones pluviales en ciertos meses del año lo que favorece la agricultura de riego donde se cultiva el huitlacoche.

❖ Discusión

Durante el análisis del huitlacoche se observó que la muestra de cada región es de diferente color, siendo la de Teotihuacan la más oscura seguida de la muestra de Toluca y al final la de Chicoloapan, en comparación con su densidad, Teotihuacán visualmente mostró menor cantidad y Chicoloapan mayor volumen a pesar de tener el mismo gramaje en las tres muestras. De acuerdo con el resultado del análisis bromatológico Teotihuacan arrojó mayor cantidad de humedad en comparación con las otras dos regiones.

El valor del aporte proteico fue de la siguiente manera: Teotihuacan (base húmeda y seca) en forma individual y en la mezcla con la masa > Toluca > Chicoloapan. Lo que demuestra que las condiciones ambientales presentes en la zona de Teotihuacan como son mayor humedad y constante suministro de agua por los varios ríos que cruzan por la zona, así como la presencia de rocas volcánicas en el suelo si causan una diferencia en la composición del hongo.

En ceniza y fibra cruda se mantiene el patrón, siendo Teotihuacan quien mayor aporte tiene en comparación de las otras dos regiones, esto se muestra tanto en el hongo solo como mezclado con la harina de maíz.

En el extracto libre de nitrógeno el patrón cambia, pues Teotihuacan presenta menor cantidad, seguido de Toluca y con mayor aporte Chicoloapan, tanto en base húmeda, seca y al mezclar con la harina de maíz, esto se debe a que la muestra de Teotihuacan cuenta con una cantidad más alta de fibra.

Con respecto a la grasa cruda, la muestra proveniente de Toluca presenta una cantidad muy alta con respecto a las muestras de Teotihuacan y Chicoloapan, ya que las duplica, lo que podría indicar que el hongo producido en Toluca contiene más ácidos grasos esenciales.

Al comparar las condiciones del suelo donde son cultivados podemos notar que el suelo de Teotihuacan cuenta con más cantidad de rocas volcánicas, las cuales contienen minerales como calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, hierro, aluminio, silicio entre otros elementos; las cuales están poco presentes en la zona de Toluca y no se encuentran en el suelo de Chicoloapan. Esto también podría explicar por qué las muestras de huitlacoche cultivadas en zonas con presencia de rocas volcánicas contienen mayor cantidad de minerales, como se refleja en el contenido de cenizas.

Con respecto a la harina de maíz, se pudo observar que al agregar un porcentaje de harina de hongo de huitlacoche aportó una cantidad considerable de fibra cruda, a su vez se puede apreciar aumento en el aporte de proteína cruda en la harina de maíz enriquecida, variando la cantidad en el aporte dependiendo del tipo de muestra y el porcentaje que se le fue agregado. De igual manera las cenizas incrementan dando así un mayor aporte de minerales.

❖ **Conclusión**

El integrar un elemento extra como es el hongo de huitlacoche a la harina de maíz si resultó ser beneficioso ya que se reportaron mejoras en la cantidad de proteína, fibra y minerales (cenizas) presentes en la mezcla resultante. Por lo cual se debería de buscar el aumento en el consumo de este hongo e incluirlo de diversas formas en patrones dietéticos.

Se encontró una manera más fácil de que las zonas del país que no tienen acceso al hongo de huitlacoche puedan consumirlo y conocer, así como enriquecer sus platillos con un alimento rico en sabor y nutrientes.

❖ **Recomendaciones**

Sería importante elaborar una tortilla con la mezcla de maíz y harina de huitlacoche en ambas concentraciones (10% y 20%) para realizar una prueba degustativa donde se evalué textura, sabor y apariencia, así corroborar que sea accesible su consumo y no solo beneficioso de manera nutricional.

Al igual podría experimentarse añadir la harina de huitlacoche en otros productos alimenticios y realizar análisis bromatológico, para evaluar que la harina siga teniendo el mismo aporte nutricional o mejore de acuerdo a las propiedades nutricionales del producto alimenticio elegido, y así ir encontrando diversas formas de mejorar el consumo de este hongo en diferentes poblaciones.

❖ BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, G. D.; Acosta, M.R.; Pérez, C.L.; Guevara, F.L.; García, A.M. (2016, junio). Producción natural de huitlacoche. Revista médica de Ciencias Agrícolas. Vol. 7 (5), p. 1043-1050. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n5/2007-0934-remexca-7-05-1043-en.pdf>
- Beltrán-Delgado, Y., Morris-Quevedo, H., Llauradó-Maury, G., Bermúdez-Savón, R.C., & García-Oduardo, N. (2014). Procedimientos para la producción de setas del género *pleurotus* con potencial aplicación farmacológica. Revista Cubana de Química, (32)2, 245-261. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/4435/443564573005/html/>
- Chicoloapan Ayuntamiento (2023). Tu municipio, Medio físico. Recuperado de: <https://www.chicoloapan.gob.mx/tu-municipio/medio-fisico>.
- City Adapt. (2020). Guía para el cultivo de hongos comestibles. ONU Programa para el medio ambiente, 40pp. Recuperado de: <https://cityadapt.com/publicacion/guia-para-el-cultivo-de-hongos-comestibles/>
- Gama-Castro, J. E.; Solleiro-Rebolledo, E.; McClung, E.; Villalpando, J. L.; Sedov, S.; Jasso Castañeda, C.; Palacios-Mayorga, S.; Hernández, Daniel. (2005) Contribuciones de la Ciencia del Suelo a la investigación arqueológica: el caso de Teotihuacan Terra Latinoamericana, vol. 23, núm. 1, enero-marzo, 2005, pp. 1-11. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57323101.pdf>
- Gobierno del Estado de México (2023). Comunidad y Progreso de Tenango del Aire, Medio físico. Recuperado: <https://tenangodelaire.gob.mx/tu-municipio/medio-fisico>
- Llauradó-Maury G., Morris-Quevedo, H.J., Albear, J.M., Castan-Chivas, L. (2011) Plantas y hongos comestibles en la modulación del sistema inmune. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas 2011;30(4):511-527. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v30n4/ibi09411.pdf>
- López G, E; Pérez L, A; Acosta R, M; Ochoa R, M. J; Rojas M, R. I & Espinosa S, T. (2017). Factores físicos y microbiológicos en el deterioro del huitlacoche en postcosecha. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8 (3). 545-558. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000300545

- López, C. O. (2022). México, tierra de hongos. Instituto nacional de los pueblos indígenas. 1-2012. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/727530/Libro-Mexico-tierra-de-hongos-INPI.pdf>
- Martínez, F. A.; Corrales, G.J.; Espinoza, S. T.; García, G.P. & Villanueva, V.C. (2008). Cambios postcosecha del hongo comestible huitlacoche. Rev. Chapingo Ser. Horti vol.14 https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000300016
- Méndez-López, A., Sánchez-Vega, M., Salazar Torres, J.C., Martínez-Amador, S.J., Leal-Robles, A.I. (2019). El cultivo de huitlacoche: alimento nutritivo y sustentable. Ciencias Agronómicas Aplicadas y Biotecnología. Editorial: Loera-Alvarado Esperanza, (pp.9-12). Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/338677620>
- Norma Oficial Mexicana NOM-F-90-S-1978. (1979). Determinación de Fibra Cruda en Alimentos. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4799842&fecha=27/03/1979#gsc.tab=0
- Olvera-Novoa, M.A.; Martínez-Palacios, C. A.; Real de León, E (1993). Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. Material de Apoyo a las Actividades Regionales de Acuicultura para América Latina y el Caribe. Recuperado: <https://www.fao.org/4/AB489S/AB489S00.htm#TOC>
- Pimentel-González, D. J; Rodríguez-Hueso, M. E; Campos-Montiel, R. G; Trapala-Islas, A; & Hernández-Fuentes, A. D. (2011). Influencia de la variedad de maíz en las características fisicoquímicas del huitlacoche. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 10 (2). 170-178. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382011000200003#:~:text=La%20variedad%20de%20ma%C3%ADz%20utilizado,amino%C3%A1cidos%20por%20tener%20un%20mayor
- Pizarro C, S., Ronco M, A.M., & Gotteland R, M. (2014). B-glucanos: ¿qué tipos existen y cuáles son sus beneficios en la salud? Revista Chilena de Nutrición,41(4),439-446. Recuperado de: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182014000400014
- Rivera, O.A.; Albarracín, W.; & Lares, M. (2017). Componentes Bioactivos del Shiitake (Lentinula edodes Berk Pegler) y su impacto en la salud. Archivos venezolanos de Farmacología y Terapéutica, 36(3),67-71. Recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642017000300003
- Rosales, M.V. (2019). Producción de hongos comestibles como estrategia de seguridad alimentaria en zonas rurales de Campeche. Colegio de postgraduados. Recuperado de: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/3274/1/Moran_Arellanos_T_MC_Bioprospeccion_Sustentabilidad_Agricola_Tropico_2017.pdf
- Salazar, J. C.; Méndez, A.; Álvarez, R.; Sánchez, M. (2021). El huitlacoche, alimento prehispánico vigente en México. Historia, aprovechamiento y técnicas de producción. Primera edición. D.R. Universidad Autónoma Chapingo. Recuperado de:

<https://www.researchgate.net/publication/359352078> EL HUITLACOQUE ALIMENTO PREHISPANICO VIGENTE EN MEXICO Historia Aprovechamiento y Técnicas de Produccion

- Secretaria de Agricultura y Desarrollo rural, (2018). El huitlacoche, un hongo parasitario muy productivo. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/el-huitlacoche-un-hongo-parasito-muy-productivo>
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, (2020). El huitlacoche delicioso y nutritivo. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/huitlacoche-delicioso-y-nutritivo>
- Valadez, A. R.; Moreno, A.; Gómez, G. (2011). Cujtlacoche: El Cuitlacoche. Primera edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://ru.ia.unam.mx:8080/bitstream/10684/49/1/382.pdf>