

Caracterización fisicoquímica y funcional de una pasta elaborada con sémola de trigo y harina de hongo huitlacoche (*Ustilago maydis*).

González-Cervantes M. E.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad km 1, Rancho Universitario, C.P. 43600, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. maruglecer@gmail.com

RESUMEN

Se elaboró pasta tipo fettuccine a base de sémola de trigo en mezcla con de harina de hongo huitlacoche (HUM) y se estudió su efecto sobre las propiedades de calidad, fisicoquímicas, capacidad antioxidante. Los estudios de análisis proximales en las harinas usadas para la elaboración de la pasta mostraron que un aumento de HUM en la mezcla provoca un incremento en el contenido grasa, fibras y cenizas, no afectaron el contenido de proteínas. El tiempo de cocción disminuyó de 9 a 6 min en las pastas que contenían HUM. Los parámetros de calidad como pérdidas por cocción, peso ganado por cocción, índice de solubilidad e hinchamiento fueron influenciados por el incremento de HUM en la pasta. La capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) y fenoles totales aumentaron, con el incremento de HUM en la pasta cruda y cocida. Sin embargo, una ligera reducción en la capacidad antioxidante fue observada por el efecto de la cocción por ABTS. Estos resultados sugieren que la HUM podría incorporarse a la sémola para preparar pasta de tipo fettuccine, confiriendo características saludables debido a la conservación de la capacidad antioxidante tras el proceso de cocción.

Palabras clave: Huitlacoche, pasta, sémola.

ABSTRACT

Fettuccine-type pasta was made from wheat semolina mixed with huitlacoche mushroom flour (HUM) and its effect on quality, physicochemical and antioxidant properties was studied. Proximal analysis studies on the flours used for making pasta showed that an increase of HUM in the mixture causes an increase in fat, fiber and ash content, they did not affect protein content. Cooking time decreased from 9 to 6 min in pastas containing HUM. Quality parameters such as cooking loss, cooking weight gained, solubility index and swelling were influenced by the increase of HUM in the pasta. Antioxidant capacity (DPPH and ABTS) and total phenols increased with increasing HUM in raw and cooked pasta. However, a slight reduction in antioxidant capacity was observed for the effect of cooking by ABTS. These results suggest that HUM could be incorporated into semolina to prepare fettuccine-type pasta, conferring healthy characteristics due to the conservation of antioxidant capacity after the cooking process.

Keywords: Huitlacoche, pasta, semolina.

Área: Desarrollo de nuevos productos

INTRODUCCIÓN

Los nuevos estilos de vida y la creciente demanda de comidas rápidas con nutrimentos que impacten en la salud del consumidor han impulsado a la industria alimentaria a desarrollar alimentos funcionales. Lo que justifica la evaluación de nuevos alimentos con el potencial de sustituir total o parcialmente los llamados alimentos convencionales. El uso de materia prima con alta capacidad antioxidante podría ser una alternativa para producir harinas y ser usadas en la formulación impartiendo interesantes propiedades funcionales. La pasta es uno de los alimentos más importantes, tradicionalmente se hace a partir de sémola de trigo duro y agua. Hoy en día la pasta se ha hecho más popular debido a su perfil nutricional, lo que ha generado un mayor interés científico enfocando investigaciones para incrementar su aporte nutrimental, mediante la adición de harinas de origen vegetal y/o animal (Bustos, Perez y León, 2013; Foschia, et al;2015). Parvathy, Bindu y Joshy, (2017) aumentaron el contenido de proteínas con la adición de harina de pescado. Otros estudios han informado de la adición de harina de amaranto, avena y soja en mezclas con sémola para aumentar el contenido de proteínas y fibra (Fiorda et al, 2013; Kaur et al, 2013). Lu et al, (2016) y Lu et al, (2018) estudiaron el efecto de la adición de harinas de hongos sobre las propiedades nutricionales en la pasta. Sin embargo, se han realizado pocos trabajos relacionados con la sustitución de la sémola por polvos de hongos para elaborar productos similares a la pasta. En general, el polvo de hongos es una fuente rica en proteínas, fibra dietética y compuestos con capacidad antioxidante en comparación con la sémola (Chang, 2008). La adición de ingredientes diferentes y novedosos a las formulaciones para desarrollar nuevos productos puede cambiar las características de los productos. El hongo huitlacoche es la agalla joven comestible, que crece en las mazorcas de maíz, debido a la infección causada por el hongo. Este hongo es consumido en México desde tiempos prehispánicos y forma parte de la gastronomía nacional como un ingrediente o platillo principal, utilizándose también como ingrediente funcional para la elaboración de productos alimenticios. Amador-Rodríguez et al, (2015) elaboraron totopos de maíz azul con la adición de pasta de huitlacoche, mejorando las propiedades antioxidantes. Otros autores como Amador-Rodríguez et al, (2019) estudiaron el efecto de la adición de pasta de huitlacoche en masas de maíz azul nixtamalizado, encontrando que la adición de huitlacoche provocó cambios en las propiedades fisicoquímicas, reológicas y térmicas en la mezcla. En este sentido, uno de los principales parámetros para determinar la calidad de la pasta son las propiedades de cocción, las características texturales y el valor nutricional. La alta calidad de cocción se define por las bajas pérdidas de cocción y el mínimo aumento de volumen durante la cocción (Lu et al, 2016). Este parámetro puede verse influido por la adición de harina de huitlacoche. La adición de HUM para obtener pasta puede ser una alternativa para procesar este hongo perecedero. Además, el huitlacoche ha sido remarcado como un alimento funcional que produce sustancias bioactivas, estas últimas pueden ser utilizadas para crear productos alimenticios fortificados (Beas et al, 2011; Juárez-Montiel et al, 2011). En este estudio se elaboró pasta fettuccine utilizando sémola y diferentes concentraciones de HUM. El objetivo fue investigar el efecto de las diferentes concentraciones de HUM sobre las propiedades fisicoquímicas, los parámetros de calidad y el efecto de la cocción en la pasta fettuccine. Los resultados muestran que con la adición de HUM en las pastas, la capacidad antioxidante se incrementó en las pastas crudas y se conservó después del proceso de cocción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El hongo huitlacoche se adquirió en el tianguis local de la ciudad de Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. Se seleccionó, desinfectó, deshidrató, trituró y la harina obtenida se colocó en una bolsa de polietileno con cierre hermético, se almaceno en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente. La sémola de trigo (SE) La Molienda fue adquirida con un proveedor local en Pachuca de Soto, Hgo., México. Se preparó la pasta tipo fettuccine con SE y HUM en diferentes concentraciones HUM/SE (0:100, 5:95, 10:90, 15:85, 20:80, 25:75). Las mezclas de HUM con sémola de trigo se sometieron a extrusión en un extrusor de un solo tornillo (Brabender, K/E 19/25, Alemania). Para el análisis proximal

se utilizaron los métodos de la AOAC, 2012. Las pruebas de absorción de agua y solubilidad, se realizaron de acuerdo a Anderson, (1969). La calidad de cocción de las pastas se determinó mediante el método 66-50 aprobado por la ACCC (AACC, 2000). Se evaluó la actividad antioxidante por los métodos DPPH (Brand-Williams, Cuvelier y Berset, 1995) El porcentaje de inhibición se calculó con la siguiente ecuación: % Actividad antirradical=(Absorbancia muestra)/(Absorbancia control) x 100. ABTS (Pastrana-Bonilla et al, 2003) El porcentaje de inhibición se calculó con la siguiente ecuación: % de inhibición=((Abs muestra t0-Abs muestra t5))/(Absorbancia muestra t0-(Abs disolvente t0-Abs disolvente t5)) x 100. El contenido fenólico total (CFT) (Singleton et al,1999; Jiménez Martínez, 2012) usando el método del reactivo Folin Ciocalteu. Se utilizó un diseño completamente al azar, los datos fueron analizados por una prueba ANDEVA con $p < 0.05$ con comparación de medias de Tukey y se usó el programa Minitab 18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis proximal

En las mezclas de pastas se observaron (Tabla I) valores de proteína de ~10 g/100 g, no mostrando diferencia estadística significativa entre ellas ($\alpha \leq 0.05$), indicando que un aumento de HUM en la mezcla no afectó el valor proteico en la pasta. Esto se puede atribuir a la interacción proteína-polisacáridos de HUM en comparación con las contrapartes de trigo, que en condiciones de calentamiento resultan en proteínas desnaturalizadas que favorece la red intermolecular. La interacción entre polisacáridos y proteínas a través de fuerzas electrostáticas promueve el atrapamiento de agua, y posteriormente una red intermolecular más homogénea con menos agua libre que se asocia con una disminución del contenido de humedad. El contenido de carbohidratos en las pastas fue mayor comparado con HUM y SE. Lo cual puede ser debido a que los carbohidratos individuales en HUM y SE haciendo sinergia, provocaron este incremento. Similar comportamiento fue observado por Gull et al, (2018) en una pasta funcional enriquecida con harina de mijo, harina de mijo perla, carboximetilcelulosa, harina compuesta con sémola de trigo duro y orujo de zanahoria. El contenido de lípidos, fibra y cenizas incrementaron conforme el contenido de HUM en la pasta se incrementó. Esto debido a que HUM mostró valores mayores en estos parámetros, comparados con los valores observados en SE. El contenido de humedad en HUM fue de 8.55 g/100g y para SE de 11.75 g/100g. La pasta control 100% sémola (PCS) presentó 8.85 g/100g. Un incremento en la concentración de HUM en la pasta, provocó una ligera reducción en los valores de humedad de las pastas elaboradas con HUM, lo que concuerda con el menor valor de humedad en HUM.

ID	Proteína	Lípidos	Carbohidratos	Fibra	Cenizas	Humedad
HUM	8.08 ± 0.04 ^d	1.14 ± 0.02 ^a	64.43 ± 0.07 ^e	12.14 ± 0.21 ^a	5.66 ± 0.04 ^a	8.55 ± 0.06 ^c
SE	15.02 ± 0.13 ^a	0.33 ± 0.0 ^d	72.28 ± 0.04 ^d	0.01 ± 0.00 ^g	0.94 ± 0.02 ^e	11.75 ± 0.04 ^a
PCS	14.51 ± 0.06 ^a	0.07 ± 0.01 ^f	75.54 ± 0.13 ^c	0.01 ± 0.00 ^g	1.03 ± 0.01 ^e	8.85 ± 0.05 ^c
HUM-05/95	9.89 ± 0.10 ^b	0.14 ± 0.04 ^f	78.63 ± 0.07 ^b	0.11 ± 0.00 ^f	1.25 ± 0.05 ^d	9.98 ± 0.07 ^b
HUM-10/90	9.86 ± 0.18 ^b	0.22 ± 0.01 ^e	79.20 ± 0.07 ^{a,b}	0.33 ± 0.00 ^e	1.46 ± 0.05 ^d	9.23 ± 0.05 ^b
HUM-15/85	9.43 ± 0.02 ^b	0.44 ± 0.01 ^c	76.21 ± 0.21 ^c	0.98 ± 0.01 ^d	1.91 ± 0.02 ^c	9.13 ± 0.21 ^{b,d}
HUM-20/80	9.27 ± 0.06 ^b	0.49 ± 0.05 ^c	79.37 ± 0.02 ^{a,b}	1.07 ± 0.02 ^c	2.07 ± 0.05 ^b	9.17 ± 0.10 ^{b,d}
HUM-25/75	9.58 ± 0.04 ^b	0.54 ± 0.03 ^b	76.96 ± 0.02 ^c	1.93 ± 0.04 ^b	2.14 ± 0.03 ^b	8.85 ± 0.00 ^{d,c}

ID: Identificación. Media de tres réplicas ± error estándar. Las medias en la misma columna seguidas de superíndices diferentes son significativamente diferentes ($\alpha \leq 0,05$).

Propiedades físicas y de calidad de la pasta elaborada con huitlacoche

El tiempo óptimo de cocción (TOC) de las pastas con HUM mostraron un intervalo de 6 a 9 min (Tabla II). En PCS de 11 min. El valor mayor observado en PCS puede ser debido al grosor observado en estas, el cual fue de 1.25 mm, en comparación con el grosor de las pastas adicionadas con diferentes concentraciones de HUM, las cuales mostraron un espesor ~1.09 mm, lo que podría estar influyendo en transferencia de calor y la gelatinización del almidón. (Un aumento en el contenido de fibra insoluble al adicionar HUM pudo generar una ruptura de la estructura celular en el extruido lo que lleva a reducción del espesor de las pastas, Kaisangsri et al, 2016). Giménez et al,(2012) reportaron un comportamiento similar en TOC en espagueti de trigo, mencionan que este comportamiento se debe a que su vena central tiene mayor contenido de almidón, que es el componente que absorbe el agua y la transfiere al centro de cada hebra de espagueti. La pérdida de cocción, el peso de cocción, el índice de absorción de agua, el índice de solubilidad en agua y poder de hinchamiento (Tabla II) se utilizaron como parámetros de calidad para representar las propiedades de cocción de la pasta. La pérdida de sólidos están relacionados con el contenido de proteínas, que en la pasta generan una red continua la cual es importante para el atrapamiento del almidón y para producir pasta con buena calidad de cocción (Cleary y Brennan, 2006).

Tabla II. Propiedades físicas y de calidad de la pasta elaborada con huitlacoche						
ID	Tiempo de cocción (min)	Pérdida de Sólidos (%)	Peso por cocción (%)	Índice de absorción de agua (%)	Índice de solubilidad (%)	Poder de hinchamiento (%)
PCS	11	3.10 ± 0.30 ^b	156.24 ± 8.86 ^a	1.75 ± 0.03 ^f	8.96 ± 0.17 ^e	1.92 ± 0.04 ^f
HUM-05/95	9	3.18 ± 0.17 ^b	118.8 ± 2.45 ^b	2.13 ± 0.03 ^e	9.21 ± 0.22 ^e	2.34 ± 0.03 ^e
HUM-10/90	9	3.51 ± 0.40 ^{a,b}	125.96 ± 3.00 ^b	2.25 ± 0.03 ^d	10.03 ± 0.13 ^d	2.50 ± 0.03 ^d
HUM-15/85	9	3.43 ± 0.37 ^b	123.95 ± 5.08 ^b	2.44 ± 0.01 ^c	10.45 ± 0.01 ^c	2.72 ± 0.00 ^c
HUM-20/80	6	3.30 ± 0.11 ^b	129.19 ± 6.46 ^b	2.53 ± 0.01 ^b	11.06 ± 0.06 ^b	2.85 ± 0.01 ^b
HUM-25/75	6	4.09 ± 0.08 ^a	128.61 ± 14.3 ^b	2.71 ± 0.00 ^a	11.93 ± 0.07 ^a	3.08 ± 0.00 ^a

Media de tres réplicas ± error estándar. Las medias en la misma columna seguidas de superíndices diferentes son significativamente diferentes ($\alpha \leq 0,05$).

Actividad antioxidante y compuestos fenólicos totales (CFT)

Se evaluó la actividad antioxidante mediante los extractos acuosos/orgánico con metanol/agua 80:20 (v/v) (Tabla III). La HUM mostro valores mayores en actividad antioxidante y en cantidad de CFT respecto a la SE. Las pastas fettuccine con HUM mostraron que conforme se incrementaba la concentración de HUM de 5% a 25%, los valores de DPPH, ABTS y CFT incrementaban, tanto en crudas como en cocidas. Sin embargo, el análisis estadístico mostro diferencia estadística significativa por el efecto de cocción ($\alpha=0.05$). La actividad antioxidante por ABTS y la cantidad CFT mostraron una reducción de los valores por efecto de la cocción. Esta reducción en los valores en los valores ABTS y CFT puede ser debido a que durante el proceso de cocción parte de los compuestos químicos que dan la capacidad antioxidante, se lixivian en el agua de cocción o sufren una degradación térmica (Sant'Anna, 2014). Sin embargo, un comportamiento inverso fue observado en los valores de DPPH por el efecto de la cocción. Fares et al, (2008) reporto que durante el proceso de cocción se podría degradar a los polifenoles sensibles o mejorar la extracción de algunos polifenoles de las matrices de la pasta. Otros estudios reportan que algunos

compuestos antioxidantes incluidos los fenólicos ácidos y el γ -oryzanol se incrementan después de la cocción a vapor (Armellini et al, 2018). Lu et al, (2018) obtuvieron resultados similares al evaluar la capacidad antioxidante de pastas cocidas adicionadas con tres hongos diferentes (porcini, shiitake y champiñón blanco). Este estudio presenta que las pastas con harina del hongo huitlacoche después del proceso de cocción muestran capacidad antioxidante y contenido de fenoles, mejorando los beneficios bioactivos al ser comparadas con la pasta PCS. Estudios de la capacidad antioxidante sobre la digestibilidad *in vitro*, muestran que se mejora la secreción y la sensibilidad de la insulina en ratas, mejorando la tolerancia a la glucosa y el control diabético.

Tabla III. Actividad antioxidante y compuestos fenólicos totales (CFT) en la pasta de fettuccine y la harina (HUM y SE) en 100 g de base seca de la muestra.

ID	DPPH mMol ET/g		ABTS mMol ET/g		CFT mg AG/g	
	Cruda	Cocida	Cruda	Cocida	Cruda	Cocida
HUM	9.50 ± 0.03	-	1652.42 ± 47	-	738.79 ± 13.5	-
SE	1.07 ± 0.05	-	470.13 ± 50	-	45.09 ± 3.89	-
PCS	0.98 ± 0.08 ^{c,B}	0.94 ± 0.08 ^{f,A}	365.82 ± 82 ^{d,B}	360.79 ± 81 ^{d,B}	33.40 ± 3.18 ^{g,A}	7.76 ± 1.04 ^{f,B}
HUM-05/95	1.12 ± 0.05 ^{c,B}	2.34 ± 0.08 ^{d,A}	674.52 ± 18 ^{b,c,B}	690.62 ± 130 ^{b,B}	83.82 ± 6.61 ^{e,A}	41.98 ± 6.41 ^{d,B}
HUM-10/90	1.15 ± 0.08 ^{c,B}	2.52 ± 0.08 ^{d,A}	583.37 ± 58 ^{c,B}	597.62 ± 62 ^{c,B}	100.99 ± 1.10 ^{d,A}	96.23 ± 6.50 ^{c,B}
HUM-15/85	2.11 ± 0.08 ^{b,B}	3.12 ± 0.08 ^{c,A}	812.17 ± 57 ^{b,A}	657.65 ± 67 ^{b,B}	149.2 ± 5.48 ^{c,A}	129.0 ± 2.21 ^{b,B}
HUM-20/80	3.03 ± 0.06 ^{a,B}	3.51 ± 0.05 ^{b,A}	1612.94 ± 98 ^{a,A}	963.64 ± 19 ^{a,B}	171.10 ± 0.0 ^{b,A}	139.01 ± 5.5 ^{b,B}
HUM-25/75	2.92 ± 0.06 ^{a,B}	3.97 ± 0.05 ^{a,A}	1636.70 ± 89 ^{a,A}	911.52 ± 62 ^{a,B}	234.9 ± 5.42 ^{a,A}	185.2 ± 2.21 ^{a,B}

ET = equivalente de Trolox; AG= ácido gálico. Media de tres réplicas ± error estándar. Las medias en la misma columna seguidas de minúsculas diferentes son significativamente diferentes ($\alpha \leq 0,05$). Las medias en las mismas filas seguidas de letras mayúsculas diferentes son significativamente diferentes ($\alpha \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la adición de HUM mejora las propiedades funcionales en la pasta. Los resultados obtenidos mostraron que no se afectó el contenido de proteínas, se incrementa el contenido de fibra, vitaminas y minerales. El estudio estadístico de dos vías, mostro que la concentración de HUM vs Efecto de la cocción en la pastas influyen en capacidad antioxidante y contenido de fenólico total. Sin embargo, los altos valores de capacidad antioxidante de HUM, permitieron en las pastas mantener sus propiedades funcionales aun después de ser cocinadas. Esta investigación ilustra el potencial del uso de hongo huitlacoche en polvo para aumentar las propiedades funcionales y el contenido de antioxidantes en alimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- AACC. (2000). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists* (tenth ed.). St. Paul, USA.
- Amador-Rodríguez, K. Y., Martínez-Bustos, F., Pérez-Cabrera, L. E., Posadas-Del-Río, F. A., Chávez-Vela, N. A., Sandoval-Cardoso, M., y Guevara-Lara, F. . (2015). Effect of huitlacoche (*Ustilago maydis* DC Corda) paste addition on functional, chemical and textural properties of tortilla chips. *Food Science and Tecnology* , 35(3), 452-459 .
- Amador-Rodríguez, K. Y., Pérez-Cabrera, L. E., Guevara-Lara, F., Chávez-Vela, N. A., Posadas-Del Río, F. A., Silos-Espino, H., y Martínez-Bustos, F. . (2019). Physicochemical, thermal, and rheological properties of nixtamalized blue-corn flours and masas added with huitlacoche (*Ustilago maydis* paste. . *Food chemistry* , 278, 601-608.
- Anderson, R. A. (1969). Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. *Cereal science today*, 14, 4-12.
- AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis* (Seventeenth ed. ed.). Gaithersburg, MD, USA.
- Armellini, R., Peinado, I., Pittia, P., Scampicchio, M., Heredia, A., y Andres, A. (2018). Effect of saffron (*Crocus sativus* L.) enrichment on antioxidant and sensorial properties of wheat flour pasta. *Food chemistry*, 254, 55-63.
- Beas, F., Loarca, P., Guzmán, M., Horacio, S., Rodriguez, M. G., 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*, 42(2), 36-44.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., y Berset, C. . (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1) , 25-30.
- Bustos, M. C., Perez, G. T., and León, A. E. (2013). Combination of resistant starches types II and IV with minimal amounts of oat bran yields good quality, low glycaemic index pasta. *International journal of food science & technology*, 48(2), 309-315.
- Chang, S. T. (2008). Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. *Mushrooms as functional foods*, 260 .
- Cleary, L., and Brennan, C. (2006). The influence of a (1→ 3)(1→ 4)-β-d-glucan rich fraction from barley on the physico-chemical properties and in vitro reducing sugars release of durum wheat pasta. *International journal of food science & technology*, 41(8), 910-918.
- Fares, C., Codianni, P., Nigro, F., Platani, C., Scazzina, F., and Pellegrini, N. (2008). Processing and cooking effects on chemical, nutritional and functional properties of pasta obtained from selected emmer genotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88 (14), 2435-2444.
- Fiorda, F. A., Soares Jr, M. S., da Silva, F. A., Grossmann, M. V., & Souto, L. R. (2013). Microestructure, texture and colour of gluten-free pasta made with amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse. *LWT-Food Science and Technology*, 54(1), 132-13.
- Foschia M., Peressini D., Sensidoni A., Brennan M. A., and Brennan C.S. (2015). How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie (LWT)*, 61, 41-46.
- Giménez, M. A., Drago, S. R., De Greef, D., Gonzalez, R. J., Lobo, M. O., & Samman, N. C. (2012). Rheological, functional and nutritional properties of wheat/broad bean (*Vicia faba*) flour blends for pasta formulation. *Food Chemistry*, 134(1), 200-206.
- Gull, A., Prasad, K., & Kumar, P. . (2018). Nutritional, antioxidant, microstructural and pasting properties of functional pasta. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(2), 147-153.
- Jiménez Martínez, C., Cardador Martínez, A., Martínez Ayala, A. L., Muzquiz, M., Martín Pedrosa, M., and Dávila-Ortiz, G. (2012). Changes in protein, nonnutritional factors, and antioxidant capacity during germination of *L. campestris* seeds. *International Journal of Agronomy*, 2012.
- Juárez-Montiel, M., de León, S. R., Chávez-Camarillo, G., Hernández-Rodríguez, C., and Villa-Tanaca, L. (2011). Huitlacoche (corn smut), caused by the phytopathogenic fungus *Ustilago maydis*, as a functional food. *Revista iberoamericana de micología*, 28(2), 69-73.

- Kaisangsri, N., Kowalski, R. J., Wijesekara, I., Kerdchoechuen, O., Laohakunjit, N., & Ganjyal, G. M. . (2016). Carrot pomace enhances the expansion and nutritional quality of corn starch extrudates. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 391-399.
- Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H. P. S., and Ranote, P. S. (2013). Enrichment of pasta with different plant proteins. *Journal of Food Science and Technology*, 50(5), 1000–1005.
- Lu, X., Brennan, M. A., Serventi, L., Liu, J., Guan, W., y Brennan, C. S. (2018). Addition of mushroom powder to pasta enhances the antioxidant content and modulates the predictive glycaemic response of pasta. *Food chemistry*, 264, 199-209.
- Lu, X., Brennan, M. A., Serventi, L., Mason, S., Brennan, C. S. (2016). How the inclusion of mushroom powder can affect the p and hysicochemical characteristics of pasta. *International journal of food science & technology*, 51(11), 2433-2439.
- Parvathy U., Bindu J., Joshy C. G. (2017). Development and optimization of fish-fortified instant noodles using response surface methodology. (I. J. Sci, Ed.) *International Journal of Food Science & Technology*, 52, 608-616.
- Pastrana-Bonilla, E., Akoh, C. C., Sellappan, S., y Krewer, G. (2003). Phenolic content and antioxidant capacity of muscadine grapes. *Journal of agricultural and food chemistry* , 51(18), 5497-5503.
- Sant'Anna, V., Christiano, F. D. P., Marczak, L. D. F., Tessaro, I. C., y Thys, R. C. S. (2014). The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. *LWT-Food Science and Technology*, 58(2) , 497-501.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). *Methods in enzymology* (Vol. 299).