

Evaluación fisicoquímica de harina de col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata f. rubra*) para usos alternos.

J.A. Vázquez-García*¹, J. Piloni-Martini², A. Quintero-Lira³, S. Soto-Simental⁴ y J. Ocampo-López⁵

1 Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Av. Universidad Km. 1 Ex-Hda. de Aquetzalpa AP 32, CP 43600, Tulancingo. Hidalgo, México.*jean_vazquezgarcia@hotmail.com

RESUMEN

La col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata f. rubra*) es originaria de Europa y actualmente se produce con normalidad en la mayoría de los países europeos, principalmente en Francia e Italia, así como en África y en Asia. Es una hortaliza que se utiliza para su consumo en fresco o guisada en la elaboración de diversos platillos, además de ser ampliamente recomendada por su aporte nutricional. Su composición química es muy rica en agua teniendo alrededor de un 90%, es baja en carbohidratos y fibra con un 4 y 1% respectivamente, en cuanto a proteína aporta entre 2-3% y en lípidos presenta un bajo contenido, además sobresalen los compuestos bioactivos, en donde los antioxidantes hidrofílicos son responsables de más del 89 % de la capacidad antioxidante total. Estas características y propiedades nutricionales la hacen objeto de interés para que pueda tener diferentes aplicaciones en una amplia variedad de productos, es por esto que el presente trabajo se interesó en aplicar un método de conservación por deshidratado obteniendo una harina, realizándole un análisis fisicoquímico para poder evaluar su composición posterior al tratamiento y considerar futuras aplicaciones.

Palabras clave: Hortaliza, col morada, deshidratación, harina, análisis fisicoquímico.

ABSTRACT

Purple cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata f. rubra*) is native to Europe and is currently produced normally in most European countries, mainly France and Italy, as well as in Africa and Asia. It is a vegetable that is used for consumption fresh or stewed in the preparation of various dishes, in addition to being widely recommended for its nutritional value. Its chemical composition is very rich in water having around 90%, it is low in carbohydrates and fiber with 4 and 1% respectively, in terms of protein it provides between 2-3% and in lipids it has a low content, in addition the bioactive compounds, where hydrophilic antioxidants are responsible for more than 89% of the total antioxidant capacity. These characteristics and nutritional properties make it an object of interest so that it can have different applications in a wide variety of products, which is why the present work was interested in applying a conservation method by dehydration, obtaining a flour, carrying out a physicochemical analysis to be able to evaluate its composition after treatment and consider future applications.

Keywords: Vegetable, purple cabbage, dehydration, flour, physicochemical analysis.

INTRODUCCIÓN

Hortaliza deriva de hortal, término que a la vez proveniente del latín hortualis, huerto, significa verduras y demás plantas comestibles que se cultivan en la huerta. Son plantas herbáceas utilizadas para la alimentación del hombre, quien aprovecha su bajo contenido de calorías y sus altos contenidos de proteínas, minerales y vitaminas. Su característica especial es que se emplean sin sufrir ninguna transformación industrial, y se cultiva en forma intensiva, requiriéndose mucha mano de obra. Las hortalizas son estudiadas por la rama de la horticultura denominada olericultura que comprende el estudio de las hortalizas, verduras y legumbres (FAO, 2020).

El género botánico *Brassica* (crucíferas) incluye una gran diversidad de hortalizas entre las que destacan: brócoli, coliflor, col de Bruselas, col, repollo, entre otros. A pesar de presentar diferentes aspectos, en su mayoría, al ser variedades de la especie *Brassica oleracea* poseen nutrimentos en común. Se ha encontrado que estos cultivos contienen un amplio número de nutrientes y fitoquímicos, entre los que destacan: carotenoides, clorofila y folatos, así como flavonoides, con un gran efecto antioxidante (Ares *et al.*, 2013; Gómez & Namesny, 2010).

Antecedentes de la col morada

La col es una hortaliza originaria de Europa occidental o meridional. La col lombarda o repollo morado es originaria del área mediterránea. La historia señala que fue cultivada por los egipcios 2500 años antes de Cristo y posteriormente por los griegos. Los antiguos romanos la utilizaron como alimento, pero también como medicina para curar a los soldados. En la Edad Media esta hortaliza fue considerada como “el médico de los pobres” por su contenido en vitaminas, sales minerales y azufre (Valadez, 1994).

Aspectos generales de la col morada

La col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) es una hortaliza que se consume en fresco en diversos platillos. En cuanto a su composición química presenta un 91% de agua, 4% de carbohidratos, 1% de fibra, 2.6% de proteína y 1% de lípidos. También posee compuestos bioactivos en donde los antioxidantes hidrofílicos son responsables de más del 89% de la capacidad antioxidante total (Rodríguez *et al.*, 2019). La col lombarda o col morada es un repollo comestible de sabor ligeramente dulce y muy apreciado. Se cultiva, prepara y consume de la misma manera que las otras coles. Las variedades redondas e intensamente coloreadas se emplean generalmente para encurtidos (Infoagro, 2011).

Esta hortaliza ha sido valorada por sus propiedades nutricionales, ya que posee un alto valor nutrimental, es una rica fuente de fibra, vitaminas, minerales y de un gran número de sustancias bioactivas. La col morada es una de las especies de *Brassica* más apreciada por contener altas concentraciones de antioxidantes y por su uso como colorante natural. Su vida media es de 2 a 3 semanas, lo que le permite estar fresca y ser fácilmente almacenada (Valencia-Arredondo, 2015; Wiczkowski *et al.*, 2015).

Importancia de los tratamientos de conservación en hortalizas

Al declarar el año 2021 como el Año Internacional de las Frutas y Verduras, la Asamblea General de Naciones Unidas (ONU) se propone concienciar sobre los beneficios nutricionales y para la salud de las frutas y verduras y su contribución a una dieta y un estilo de vida equilibrados y saludables. También espera llamar la atención sobre la necesidad de reducir las pérdidas y desperdicios en el sector de las frutas y verduras. Las frutas y verduras son productos altamente perecederos, y esto puede originar altos niveles de pérdida y desperdicio de alimentos en cada paso de la cadena de valor, comenzando en las explotaciones agrícolas. Dado que muchas frutas y verduras se consumen crudas o sin cocer, también pueden plantear un riesgo de enfermedades de transmisión alimentaria relacionadas con la contaminación de patógenos y riesgos para la inocuidad alimentaria debido a la contaminación química (FAO, 2020).

El Año Internacional de las Frutas y Verduras se centra en los productos frescos o mínimamente procesados. No obstante, reconoce que las formas procesadas de frutas y verduras son importantes para los medios de vida y los ingresos de los agricultores, el comercio, la seguridad alimentaria y la nutrición. Algunas variedades se cultivan específicamente para ser vendidas como productos frescos; otras se destinan desde el principio a la planta de procesamiento. Otras pueden ir en ambas direcciones, es decir, se seleccionan y clasifican antes de su venta donde los mejores productos se venden frescos (normalmente alcanzan los precios más altos), mientras que el resto se destina a procesados (FAO, 2020).

Objetivo del trabajo:

Por medio de un método de conservación como la deshidratación obtener una harina de col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) para caracterizarla a través de análisis fisicoquímicos y así poder considerar posibles aplicaciones en el desarrollo de productos alimenticios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la materia prima

Se obtuvieron 45 kg de col morada fresca (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) en la central de abastos de Pachuca de Soto, Hidalgo. Esta se lavó en una solución de hipoclorito de sodio al 1% para después dejarse escurrir perfectamente y proceder a cortar en tiras delgadas, las cuales fueron extendidas en charolas para llevar a deshidratar en un horno de secado con flujo de aire a temperatura constante de 45°C durante 36 horas. Posteriormente se molió la col morada deshidratada con ayuda de un molino y se tamizó con un tamiz de acero inoxidable con malla del no.100.

Análisis químico proximal

Se realizó un análisis químico proximal a la harina de col morada determinando humedad (935.36), grasa (935.38), fibra (950.37), proteína (32.1.22) y cenizas (930.22) (AOAC, 1995). A continuación se describe la metodología de cada uno:

Determinación de humedad

La humedad de la harina de col morada fue determinada pesando 10 gramos de muestra en una charola de aluminio previamente tarada y/o a peso constante. Se colocó la charola de aluminio en la estufa a una temperatura de 105°C por 4 horas. Después de transcurrido el tiempo la charola fue sacada de la estufa y traspasada a un desecador para dejarla enfriar a temperatura ambiente y finalmente pesarla.

Determinación de grasa

La grasa de la harina de col fue determinada colocando los vasos Buchi a peso constante dentro de la estufa a 105°C, después se traspasaron un desecador para que adquirieran temperatura ambiente y poder pesarlos. Posteriormente se introdujo la muestra sin humedad en los cartuchos de celulosa. Los vasos fueron llenados con éter de petróleo hasta la medida marcada, los cartuchos de celulosa colocados en los vasos Buchi para después acomodarlos en el Soxhlet y programarlo: 3 horas paso 1, 30 minutos paso 2 y 5 minutos paso 3. Una vez transcurrido el tiempo, los vasos fueron retirados del Soxhlet y el éter de petróleo sobrante evaporado dentro de la estufa a 105°C. Fueron colocados los vasos en un desecador a temperatura ambiente para finalmente pesarlos.

Determinación de fibra

Este análisis en la harina de col morada consistió en el uso del método gravimétrico y un determinador de fibra marca Labconco modelo LAC300001-00. La muestra desgrasada del cartucho de celulosa fue colocada en el vaso Berzelius en el que fueron añadidos 200 ml de ácido sulfúrico 0.255 N caliente y colocado en el aparato condensador para dejarlo hervir por 30 min. Se retiró el vaso Berzelius del condensador y la muestra fue colocada en un embudo de tallo largo con paño español, procediendo a realizar baños con agua destilada caliente hasta obtener un pH de 7-5. Una vez que la muestra estuvo sin líquido fue raspada con una espátula y colocada nuevamente en el vaso Berzelius al que se le añadieron 200 ml de hidróxido de sodio 0.313 N caliente y por segunda ocasión colocado en el aparato condensador para dejarlo hervir por 30 min. El vaso Berzelius fue retirado del condensador y la muestra puesta en el embudo de tallo largo con paño español con baños de 25 ml de ácido sulfúrico 0.255 N, 150 ml de agua destilada y 25 ml de alcohol. Una vez sin líquido la muestra fue raspada con la espátula y colocada dentro de un crisol que estuvo previamente a peso constante. El crisol con la muestra estuvo dentro de la estufa a 105°C por 2 horas. Se dejó enfriar la muestra en el desecador para dejarla enfriar y anotar el peso. A continuación se colocó la muestra dentro de la mufla a 600°C por 30 minutos y pasó a la estufa para que bajara su temperatura, después enfrió en un desecador y por último el peso la muestra fue registrado.

Determinación de proteína

El contenido de proteína de la harina de col morada fue determinado por el método de Kjeldahl. Dicha técnica se basa en la digestión de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, sulfato de cobre y sulfato de potasio, formando sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio el amoniaco es liberado, destilado y captado en una solución de ácido bórico. Para este análisis la muestra de harina de col de 0.5 g fue colocada en un matraz Kjeldahl adicionando subsecuentemente 15 mL de ácido sulfúrico concentrado y 5 g de mezcla digestora (20 g Sulfato cúprico pentahidratado y 200 g de sulfato de potasio), posteriormente los matraces fueron colocados en el equipo Micro-Kjeldahl (Büchi. Model b-426) donde se realizó la digestión por tres horas. La digestión tuvo lugar en las parrillas de calentamiento las cuales estaban conectadas en una campana de extracción de

humos. A partir de que el líquido cambió de coloración de negro a verde se calentó por una hora. Después fue destilado con hidróxido de sodio, y el destilado fue captado en ácido bórico al 2% para ser titulado con ácido sulfúrico 0.1 N para conocer la concentración total de nitrógeno.

Determinación de cenizas

Fue utilizado el método gravimétrico en donde 5 g de muestra fueron colocados dentro de crisoles de porcelana a peso constante para ser calcinados. Una vez calcinadas las muestras de harina de col morada se pasaron a introducir a una mufla durante 4 h a 550°C. Los crisoles fueron colocados en un desecador para enfriarse y posteriormente pesarlos.

Actividad de agua (aW)

Para la evaluación de aW se pesaron 2 g de harina de col morada. Fue utilizado el equipo HygroPalm AW-1, la muestra se colocó en un vial (WP-40), llevada a un periodo de reposo por 10 min a 23°C y traspasada a la sonda AW-DIO para la lectura de la muestra (Budryn *et al.*, 2013).

pH

El pH se midió aplicando el método AOAC 10.035: se pesaron 5 g de la muestra y se disolvieron en 25 mL de agua destilada, y se midió directamente con un potenciómetro (HINOTEK) (AOAC, 2001).

Sólidos solubles (°Brix)

La cantidad de sólidos solubles totales se determinó aplicando la norma ISO 2173:2003: se pesó 1 g de muestra y se diluyó en 10 mL de agua destilada; se utilizó un refractómetro (ATAGO SMART 1) (ISO, 2003).

Cuantificación de antocianinas totales

Los espectros de absorción fueron obtenidos colocando el pigmento en cubetas de cuarzo de 10 mm de longitud con un barrido espectral entre 520 y 700 nm, Se cuantificó el contenido total de antocianinas mediante el método de pH diferencial utilizando las ecuaciones descritas en la AOAC. Se prepararon dos soluciones buffer: una de KCl 0,025 M ajustando el pH a 1 con HCl y otra de acetato de sodio 0,5 M ajustando el pH a 4,5 con HCl. Se hicieron reaccionar de forma independiente 2 mL de los dos diferentes buffers con 0.5 mL del sobrenadante obtenido de la mezcla de harina de col con agua destilada para dejarlos reposar por 15 minutos y posteriormente colocar la cubeta de cuarzo en el espectrofotómetro para dar lectura (AOAC, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de la elaboración de harina de col morada

De los 45 kg de col morada fresca que se procesaron se obtuvo un total de 4.447 kg de harina de col morada, resultado aproximado que ya se esperaba de acuerdo a lo reportado por Rodríguez *et al.*, (2019), en donde reportan un contenido de humedad en col morada del 90.69%, quedando un 9.31% de materia seca. En esta investigación del 100% de col morada fresca se obtuvo un 9.88% de materia seca. En la tabla 1 se observa el balance de la materia prima.

Tabla I. Balance de materia prima para la obtención de harina de col morada.

Col morada	K	%
Hortaliza fresca	45	100
Hortaliza seca	4.447	9.88

Análisis químico proximal

En la Tabla II se observan los resultados obtenidos de las diferentes determinaciones realizadas a la harina de col morada, los carbohidratos presentan el mayor componente, cabe mencionar que se calcularon por diferenciación. La proteína es el segundo componente con mayor presencia seguido de las cenizas y la humedad. En estudio realizado por Delgado (2020), en donde obtuvo harina de brócoli se observó que su producto obtuvo 4.72% de humedad, valor que resulta más bajo en comparación a este estudio, esto pudo deberse a que el deshidratado lo realizó a 60°C, temperatura que pudo promover una mayor evaporación del agua contenida en el brócoli. En relación a la grasa la harina de brócoli presentó de grasa 0.08%, fibra 12.16%, proteína 4.83% y cenizas 7.47%, éstas últimas también acercándose a los valores de la harina de col morada.

Tabla II. Análisis químico proximal en harina de col morada.

	Harina de col morada
Humedad (%)	6.01±0.53
Grasa (%)	0.55±0.03
Fibra (%)	0.1±0.01
Proteína (%)	15.57±0.17
Cenizas (%)	8.71±0.53
HCO (%)	68.61±0.15

Actividad de agua (aW), pH y °Brix

La Tabla III presenta los resultados de la actividad de agua en la harina de col morada, el valor obtenido fue de 0.28, lo que indica ser un producto con humedad baja, evitando tener condiciones para el crecimiento de microorganismos y ayudando a alargar su vida de anaquel. El pH de la harina de la col morada fue de 6.1 y los °Brix de 6.6. Rodríguez *et al.*, (2019). Hicieron un análisis físico químico también en harina de col morada en donde obtuvieron un pH de 4.6 y °Brix de 16.7, esto pudo deberse a la temporada del año en la que obtuvieron la hortaliza y a la maduración de la misma.

Tabla III. Actividad de agua (aW), pH y °Brix en col morada fresca y harina de col morada.

	Harina de col morada
aW	0.281±0

pH	6.15±0.02
°Brix	6.6±0.01

Cuantificación de antocianinas totales

El contenido de antocianinas totales obtenido en la harina de col morada fue de 1073.83±3.9 mg/L, resultado totalmente diferente a lo obtenido por Rodríguez *et al.*, (2019) en donde obtuvieron en la harina de col que procesaron un total de antocianinas de 186.36 mg/L, este valor pudo verse disminuido en su investigación debido a la temperatura de secado a la que sometieron la col morada, provocando una pérdida en el contenido de antocianinas.

Tabla IV. Cuantificación de antocianinas totales en harina de col morada.

	Antocianinas totales mg eq cyan-3-glu
Harina de col morada	1073.83±3.9 mg/L

CONCLUSIÓN

Se pudo determinar que la temperatura con la que se realizó el proceso de deshidratación y el proceso de molienda en la col morada fueron los adecuados debido a que los compuestos se conservaron, además de presentar el nivel adecuado de humedad, lo que permite conservarla por mayor tiempo.

Se concluye que la harina de col morada presenta propiedades físico químicas adecuadas para su conservación y para su aplicación en diferentes matrices alimentarias.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC International. (1995). Official methods of analysis of AOAC International. Arlington, Va: AOAC International.
- AOAC International (2005). Official Method 2005.02 Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines pH Differential Method First Action 2005
- Ares, A. M., Nozal, M. J., & Bernal, J. (2013). Extraction, chemical characterization and biological activity determination of broccoli health promoting compounds. *Journal of Chromatography A*. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2013.07.051>
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2001). AOAC 10.035: Determinación de pH en frutas y vegetales.
- Budryn *et al.*, (2013). Influence of addition of green tea and green coffee extracts on the properties of fine yeast pastry fried products. *Food research international*, 50(1), 149-160.
- Delgado Santillan, Deysi. (2020). Elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli (*Brassica oleraceae* var. *italica*). Universidad Nacional de Chimborazo. Tesis de licenciatura.
- FAO. (2020). Frutas y verduras – esenciales en tu dieta: Año Internacional de las Frutas y Verduras, 2021. Documento de antecedentes. Roma.

- Gómez, M., & Namesny, A. (2010). Guía de las mejores frutas y hortalizas. España: Ediciones de Horticultura, S. L.
- INFOAGRO. (2011). Recuperado de: <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/col-lombarda-col-roja-col-morada-repollo-rojo.htm>
- International Organization for Standardization, ISO. (2003). ISO: 2173:2003 Fruit and vegetable products – Determination of soluble solid-Refractometric method.
- Rodríguez *et al.*, (2019). Obtención de antocianinas de *la Brassica oleracea* var. *capitata* para el uso en alimentos. Dom. Cien., ISSN: 2477-8818 Vol. 5, núm. 1, pp. 652-666.
- Valadez Lopez, Artemio. (1994). Producción de Hortalizas. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Mexico D.F. – Mexico.
- Valencia-Arredondo, J.A. (2015). Sistema de un diseño electroforético en flujo libre para purificar antocianinas de col morada (*Brassica oleracea*) (Tesis de maestría). Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.
- Wiczkowski, W., Szawara-Nowak, D., y Topolska, J. (2015). Changes in the content and composition of anthocyanins in red cabbage and its antioxidant capacity during fermentation, storage and stewing. Food Chemistry, 167, 115-123.