

## CAMBIOS EN COMPUESTOS BIOACTIVOS ASOCIADOS AL PROCESAMIENTO EN SEMILLAS DE MIJO (*Pennisetum glaucum*)

I.J. Belmán-Ramírez, A. Cerón-García, M. E. Sosa-Morales y J.A. Gómez Salazar\*.

Licenciatura en Ingeniería en Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca. Ex Hacienda el Copal, Km 9 Carr. Irapuato-Silao, Irapuato, Gto., México. CP. 36824. \*julian.gomez@ugto.mx

### RESUMEN:

La semilla de mijo (*Pennisetum glaucum*) es rica en proteínas y aminoácidos esenciales, así como en compuestos bioactivos como los fenoles y flavonoides. Sin embargo, tiene una baja disponibilidad debido a la presencia de compuestos antinutricionales como taninos y fitatos, los cuales precipitan proteínas y actúan como quelantes de minerales, razón por la cual ha sido poco explotada. En este trabajo se propusieron tres diferentes tratamientos (inmersión en agua, cocción y germinado) para las semillas de mijo, con la finalidad de evaluar el impacto de estos tratamientos en el contenido de sus compuestos bioactivos. Se encontraron contenidos elevados de compuestos fenólicos totales y flavonoides totales en las semillas bajo los tratamientos propuestos, siendo la tendencia inversamente proporcional a la intensidad de los mismos. Los valores detectados de compuestos bioactivos superan de manera importante los niveles detectados en semillas de mijo sin tratamiento. Los resultados obtenidos indican la viabilidad que tiene esta semilla para ser utilizada como ingrediente en el desarrollo y/o formulación de alimentos ricos en compuestos bioactivos.

### ABSTRACT:

Millet seed (*Pennisetum glaucum*) is rich in protein, essential amino acids and bioactive compounds such as phenols and flavonoids. However, this seed has low digestibility due to the presence of antinutritional compounds like tannins and phytates, which precipitate proteins and minerals, also, they act as chelators, reasons by which millet has been little exploited. Therefore, in this study three different treatments (immersion in water, cooking and sprouting) were proposed in millet seeds in order to evaluate the impact of these on their content of bioactive compounds. High contents of total phenolic compounds and total flavonoids were found in seeds under the proposed treatments, the trend was inversely proportional to the intensity of the treatments. The detected values of bioactive compounds significantly exceed levels detected in millet seeds without treatment. The results indicate the feasibility that this seed has to be employed as an ingredient in the development and / or formulation of foods rich in bioactive compounds.

**Palabras clave:** compuestos bioactivos, Fenoles y flavonoides, mijo.

**Keywords:** bioactive compounds, flavonoids and phenols, pearl millet

**Área:** Cereales, Leguminosas y Oleaginosas

### INTRODUCCIÓN

El mijo es el nombre con el que se designa a un cierto número de plantas herbáceas anuales de semilla pequeña que se cultivan como cereales (FAO, 1997), tuvo su origen en África y representa el 75% de la producción total de cereales en algunos países de este continente (Lestienne *et al.*, 2005). En México es una semilla infravalorada, utilizada como pienso de aves. De acuerdo a la SAGARPA (2014) la

producción de mijo es de 325 toneladas por año y se cultiva en regiones donde el sorgo y el maíz, a causa de la sequía, no producen grano. El mijo posee ácidos grasos benéficos para la salud humana y un perfil de aminoácidos mejor que el del sorgo, contiene de 27% a 32% más proteína y más concentración de aminoácidos esenciales que el maíz (Gulia *et al.*, 2007), en cada 100 g de mijo existen 42 mg de  $\text{Ca}^{+2}$ , 11 mg de  $\text{Fe}^{+2}$  y 2.8 mg de niacina (FAO, 1997). A pesar de su valor nutricional, se ha reportado la presencia de compuesto antinutricionales en el mijo, como el ácido fítico y taninos, por lo cual si se logra reducir el contenido en dichos compuestos la disponibilidad y calidad nutricional de esta semilla aumentaría (Mbithi-Mwikya *et al.*, 2000).

Los compuestos fenólicos son componentes importantes en la dieta humana debido a que poseen efecto benéfico contra algunas enfermedades como ciertos cánceres y desordenes cardíacos. Los flavonoides se utilizan para tratar enfermedades relacionadas con procesos inflamatorios y desordenes cardiovasculares, mejoran la circulación periférica, la movilización del colesterol y disminuyendo la fragilidad capilar. El contenido de ácido fítico afecta la biodisponibilidad de algunos minerales como  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  y varios oligoelementos (Lestienne *et al.*, 2005).

Diversos compuestos que resultan antinutricionales pueden ser reducidos con la aplicación de tratamientos tales como la cocción, la inmersión en agua o la germinación (Mbithi-Mwikya *et al.*, 2000); además es posible incrementar compuestos bioactivos bajo estas condiciones (Badui, 2006). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la aplicación de tratamientos de germinado, cocción e inmersión en agua, para la valoración de compuestos bioactivos buscando su incremento y/o preservación en la semilla de mijo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Obtención del material vegetal y su acondicionamiento**

Semillas de mijo adquiridas en una casa de semillas y agroinsumos en la ciudad de Irapuato, Guanajuato; fueron lavadas con agua potable y jabón comercial, posteriormente se enjuagaron y se dejaron en reposo por 10 min en una solución de cloro comercial al 1%. Posteriormente, se realizaron 5 lavados con agua potable y se retiró el exceso de agua. El secado final de las semillas se realizó en un horno de convección por 30 min a 60°C.

### **Tratamientos evaluados**

Los tratamientos propuestos fueron cocción, remojo y germinación; los cuales se aplicaron a niveles bajos y altos de exposición (5 y 15 min, 2 y 20 h, 4 y 8 días, respectivamente). A continuación se detallan estos tratamientos:

- a) Cocción simple: Dos lotes de 10 g de semilla de mijo se sometieron a una cocción a temperatura de ebullición (95 °C) en un vaso de precipitado con 80 mL de agua purificada, uno de estos dos lotes se trató por un tiempo de 5 min

(nivel bajo) y el segundo lote por un periodo de 15 min (nivel alto). Cumplido estos tiempos, se decantó el agua de cocción y en las semillas se retiró el exceso de agua con papel adsorbente.

- b) Remojo en agua: Dos lotes de 10 g de semillas de mijo se dejaron reposar en un vaso de precipitado con 100 mL de agua purificada, uno de estos lotes por un lapso de 2 h (nivel bajo) y el otro lote de semillas por 20 h (nivel alto) a temperatura ambiente. Concluido el tiempo de remojo, se procedió a retirar el exceso de agua, primeramente, decantando la solución de remojo y finalmente, usando papel adsorbente.
- c) Obtención de germinados: Se colocaron 2 g de semilla de mijo sanitizada en una charola plástica de 5 x 15 cm (por triplicado), posteriormente se dejaron germinar durante 8 días en un germinador comercial (Easy-green, USA) dispuesto de un sistema de riego por aspersión que funcionaba cada 12 h (riegos de 15 minutos), y a temperatura ambiente. Los germinados fueron colectados a los 4 días (nivel bajo) y a los 8 días (nivel alto) después de iniciado el proceso.

### **Obtención de extractos bioactivos**

Debido a que los compuestos fenólicos y flavonoides son de naturaleza polar, la extracción se realizó con metanol al 80%, agitación y clarificación.

- a) Compuestos fenólicos totales: Se determinaron por el método de Slinkard y Singleton (1977), en este se hacen reaccionar 200  $\mu$ L del extracto metanólico con 200  $\mu$ L del reactivo de Folin-Ciocalteu (1:4) y 2 mL de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (al 0.5%), el resultado de la reacción colorimétrica se midió a 765 nm y usando ácido gálico como estándar.
- b) Flavonoides totales: Esta determinación se llevó a cabo por el método de Marianova *et al.*, (2005), donde se hicieron reaccionar 200  $\mu$ L de extracto metanólico con 50  $\mu$ L de  $\text{AlCl}_3$  (al 10%), 50  $\mu$ L de Acetato potásico (1M), 800  $\mu$ L de metanol y 1.4 mL de Agua destilada. Posteriormente se midió la reacción a 415 nm y se usó quercetina como estándar de referencia.

### **Análisis estadístico**

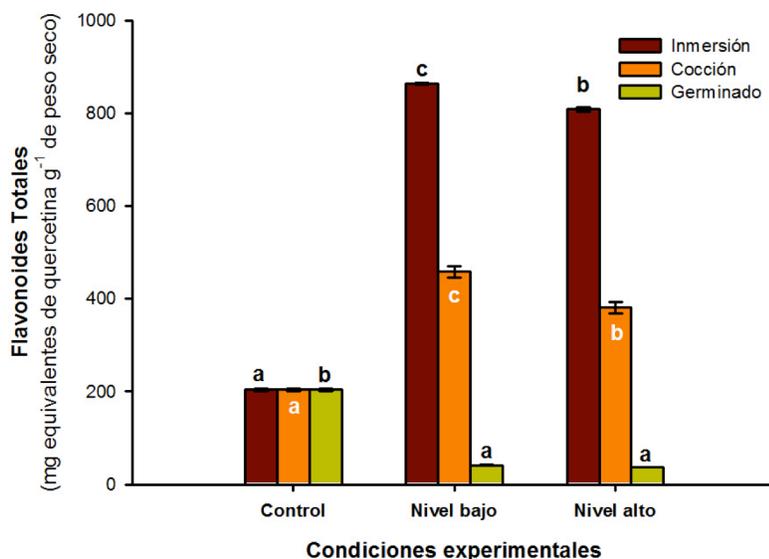
Los valores de compuestos bioactivos fueron obtenidos por triplicado para cada condición experimental evaluada. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para encontrar diferencias significativas. Posteriormente, se realizó una prueba de comparación de medias por el método de Tukey con una  $p \leq 0.05$  mediante el software estadístico NCSS.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Contenido de flavonoides totales**

El contenido de flavonoides totales fue determinado en la semilla de mijo sin ningún tratamiento (control) y aquellas semillas sometida a la condición experimental de

inmersión, germinado y cocción; el primer tratamiento evaluado exhibió un efecto positivo con respecto al control, siendo el nivel bajo (2 h) el que tuvo mejores resultados, presentando los mayores niveles en cuanto a flavonoides totales (figura



**Figura 1.** Flavonoides totales presentes en la semilla de mijo en dos diferentes tratamientos a distintos niveles de intensidad.

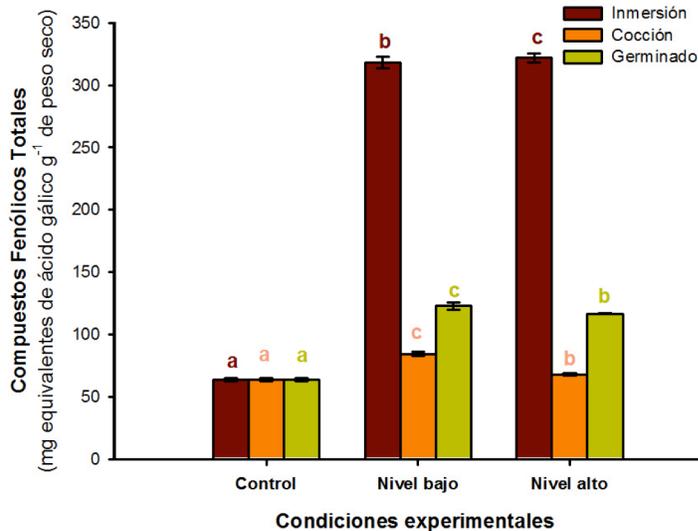
1).

De igual manera, el tratamiento de cocción mostró una diferencia significativa en comparación con el control ( $p \leq 0.05$ ). El nivel bajo (5 min) en cocción presentó un incremento en el contenido de flavonoides totales superior al proporcionado por el nivel alto (15 min). Por otro lado, la germinación tuvo un efecto adverso respecto al control, siendo la germinación a nivel alto (8 días) la que impactó negativamente en mayor medida. Ambos tratamientos (inmersión y cocción) presentaron incremento de flavonoides totales respecto al control ( $p \leq 0.05$ ). No obstante, dicho incremento es menor cuando se aplican niveles altos de intensidad. Mientras que para la germinación, no se apreciaron efectos significativos tal como ocurrió con los tratamientos de inmersión y cocción de la semillas de mijo. Por lo tanto, la condición experimental que aumentó de manera significativa ( $p \leq 0.05$ ) el contenido de flavonoides totales fue a un nivel bajo (2 h y 5 min, para el tratamiento de remojo y cocción, respectivamente).

### Contenido de compuestos fenólicos totales

El contenido de compuestos fenólicos totales (figura 2) se determinó después de haber aplicado los diferentes tratamientos; la inmersión reveló un aumento significativo ( $p \leq 0.05$ ) para los dos niveles de intensidad. En este sentido, fue el tratamiento de inmersión por 20 h la condición experimental con mayor incremento de compuestos fenólicos seguido por el tratamiento de inmersión de 2 h. Por otro lado, el tratamiento de cocción en semillas de mijo, mostró un incremento mínimo para el contenido de compuestos fenólicos, para ambos niveles con respecto al

control, el nivel bajo (5 min) en la cocción fue la que tuvo un efecto ligeramente mayor.



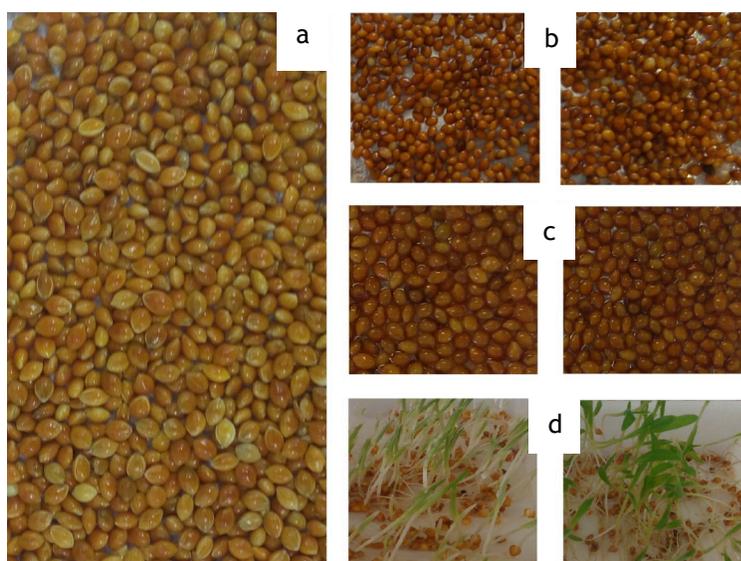
**Figura 2.**

Compuestos fenólicos totales presentes en la semilla de mijo en dos diferentes tratamientos a distintos niveles de intensidad.

La germinación en semillas de mijo, reveló un efecto positivo, debido a que el contenido de compuestos fenólicos obtenidos por ambos niveles en comparación con el control fue mayor, el nivel bajo fue ligeramente superior al nivel alto. Los tratamientos propuestos (germinación y cocción) presentan resultados de incremento respecto al control ( $p \leq 0.05$ ), siendo los niveles bajos en las condiciones experimentales evaluadas las que mayor incremento produjeron. No obstante, de los resultados obtenidos para los diversos tratamientos, la inmersión a niveles alto (20 h) es el mejor tratamiento para incrementar los compuestos fenólicos totales, debido a que tuvo un aumento significativo ( $p \leq 0.05$ ) con respecto al control.

De los resultados obtenidos, puede apreciarse la riqueza que tiene la semilla de mijo en cuanto a flavonoides totales (aproximadamente 200 mg equivalentes de quercetina g<sup>-1</sup> de peso seco) y compuestos fenólicos totales (aproximadamente 60 mg equivalentes de ácido gálico g<sup>-1</sup> de peso seco). No obstante, ya sea por el tratamiento de inmersión, de manera particular en su condición de baja intensidad, el contenido de compuestos bioactivos se incrementa considerablemente, ya sea duplicando o hasta triplicando sus niveles basales, convirtiendo así a esta semilla en una alternativa interesante que merece seguir siendo investigada. McDonough y Rooney (2000) reportan que para varias especies de mijo, los niveles de compuestos fenólicos se ubican entre 0.19 y 0.6 mg equivalentes g<sup>-1</sup> de peso seco.

Finalmente, en la figura 3 se muestra el aspecto tanto la semilla como de germinados a partir de las diferentes condiciones experimentales y que corresponden a la semilla de mijo.



**Figura 3.** Semilla de mijo y sus cambios después de realizados los tratamientos. (a) mijo sanitizado, (b) cocción a 5 y 10 min, (c) inmersión a 2 y 20 h, (d) germinados de 4 y 8 d.

## BIBLIOGRAFÍA

- Badui, S. (2006) Tóxicos presentes en los alimentos. En: Química de los alimentos, editado por P. Valle. PEARSON EDUCACION, México, pp. 565-601.
- FAO. (1997). La economía del sorgo y del mijo en el mundo: hechos, tendencias y perspectivas: FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 30 de enero de 2016, de FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/docrep/w1808s/w1808s0c.htm>
- Gulia, S., Wilson, J., Carter, J., & Singh, B. (2007). Progress in Grain Pearl Millet Research and Market development. Issues in new crops and new uses, 196-203.
- Lestienne, I., Besancü, P., Caporiccio, B., Lullien-Peällerin, V., & Treäche, S. (2005). Iron and Zinc in Vitro Availability in Pearl Millet Flours (*Pennisetum glaucum*) with Varying Phytate, Tannin, and Fiber Contents. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 3240-3247.
- C.M. McDonough, L.W. Rooney. The millets. K. Kulp, J.G. Ponte Jr. (Eds.), Handbook of Cereal Science and Technology, Marcel Dekker, Inc., New York (2000), pp. 177–201.
- Marianova D., Rivarova F., Atannasova M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. J. V. Chem technol 40: 255-260

- Mbithi-Mwikya, S., Van Camp, J., Yiru, Y., & Huyghebaert, A. (2000). Nutrient and antinutrient changes in finger millet (*Eleusine coracana*) during sprouting. *LEBENSMITTEL-WISSENSCHAFT UND-TECHNOLOGIE*, 9-14.
- SIAP-SAGARPA. (2014). Cierre de la producción agrícola por cultivo: SIAP-SAGARPA. Recuperado el 30 de enero de 2016, de SIAP. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>
- Slinkard K., Singleton V.L. (1977). Total phenol analysis automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Viticult* 28:49-55.