

Compuestos bioactivos en harinas crudas y nixtamalizadas de maíces pigmentados de Guanajuato, México

Bioactive compounds in raw and nixtamalized flours of pigmented corn from Guanajuato, Mexico

*Silvia Mendoza-González*¹

Universidad Politécnica de Pénjamo, México

 <https://ror.org/04s60rj63>

*Jahir Antonio Barajas-Ramírez*²

Universidad Politécnica de Pénjamo, México

 <https://ror.org/04s60rj63>

Victoria Guadalupe Aguilar-Raymundo^{3*}

Universidad Politécnica de Pénjamo, México

 <https://ror.org/04s60rj63>

vaguilar@uppenjamo.edu.mx

Recepción: 05 Marzo 2024

Aprobación: 21 Abril 2025

Publicación: 31 Julio 2025



Acceso abierto diamante

Resumen

En México, uno de los cereales más importantes es el maíz (*Zea mays* L.) por sus componentes bioactivos y sus características nutricionales. Entre las razas de maíz, hay genotipos con granos pigmentados blancos, amarillo, negro, morado, azul, rojo y naranja. El objetivo de este trabajo fue generar harinas crudas y nixtamalizadas de maíz criollo y maíz bolita. Posteriormente, se cuantificó el contenido de compuestos bioactivos en las harinas y en los retenidos. Los resultados muestran que la harina de maíz criollo crudo tamizado presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos (6,40 mgEAG/g). En cuanto al contenido de taninos se observó que la muestra de harina de maíz criollo sin tamizar presentó 1,47 mgEC/g. La determinación de antocianinas se muestra que las harinas crudas de ambas variedades presentaron un intervalo de 0,772 – 0,925 mg cianidina-3-glucosido/g. El tipo de maíz y el tamizado no generó diferencias significativas ($p>0,05$) en el contenido de compuestos fenólicos, taninos y antocianinas. Sin embargo, con el proceso de nixtamalizado estos compuestos si se ven afectados ($p<0,05$), debido a que se reducen o aumentan dichos compuestos. Esta información permite emplear las harinas como ingredientes funcionales enriqueciendo distintas formulaciones alimenticias debido a la presencia de estos compuestos bioactivos.

Palabras clave: Maíz pigmentado, harinas, nixtamalización, compuestos bioactivos.

Notas de autor

¹ Programa Académico de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Politécnica de Pénjamo. Carretera Irapuato - La Piedad Km 44, Predio El Derramadero, Pénjamo, Guanajuato., C.P. 36921. México.

² Programa Académico de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Politécnica de Pénjamo. Carretera Irapuato - La Piedad Km 44, Predio El Derramadero, Pénjamo, Guanajuato., C.P. 36921. México.

^{3*} Programa Académico de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Politécnica de Pénjamo. Carretera Irapuato - La Piedad Km 44, Predio El Derramadero, Pénjamo, Guanajuato., C.P. 36921. México.

* Corresponding author: vaguilar@uppenjamo.edu.mx

Abstract

In Mexico, one of the most important cereals is corn (*Zea mays* L.) because of its bioactive components and nutritional characteristics. Among the maize breeds, there are genotypes with white, yellow, black, purple, blue, red and orange pigmented kernels. The objective of this work was to generate raw and nixtamalized flours from criollo and bolita corn. Subsequently, the content of bioactive compounds in the flour and in the retentions was quantified. The results show that the sieved raw criollo corn flour had the highest content of phenolic compounds (6,40 mgEAG/g). As for the tannin content, it was observed that the unsieved criollo corn flour sample presented 1,47 mgEC/g. The determination of anthocyanins showed that the raw flours of both varieties presented a range of 0,772 – 0,925 mg cyanidin-3-glucoside/g. The type of corn and sieving did not generate significant differences ($p>0,05$) in the content of phenolic compounds, tannins and anthocyanins. However, with the nixtamalization process these compounds were affected ($p<0,05$), due to the reduction or increase of these compounds. This information allows flour as a functional ingredient to enrich different food formulations due to these bioactive compounds.

Keywords: Pigmented corn, flours, nixtamalization, bioactive compounds.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L) siempre ha sido de gran importancia en México, considerado uno de los principales lugares de origen. La diversidad genética de esta especie es muy amplia, con más de 60 razas que difieren en tamaño de la planta, forma y color de las mazorcas y de los granos.

La variación genética del maíz se relaciona con los factores agroecológicos asociados a la altura, temperatura y humedad, así como la duración del periodo de crecimiento de la planta (Pérez Vilchis, 2016; Barrera-Guzmán, 2020). Los maíces pigmentados son una buena fuente de estos compuestos como el maíz morado que es rico en flavonoides, como las antocianinas y dentro de ellas la más abundante es 3-glucósido de cianidina (Rabanal-Atalaya et al., 2021). Los maíces con pigmentos amarillos y naranjas son ricos en carotenoides tales como luteína y zeaxantina (Petroni et al., 2014).

Estudios recientes han demostrado que la ingesta de maíz pigmentado podría contribuir a mejorar la salud cardiovascular y reducir el riesgo de diabetes. Estos granos contienen compuestos antioxidantes, especialmente antocianinas que tienen propiedades antiinflamatorias (Bello-Pérez, 2016).

Actualmente, la mayoría del grano pigmentado que se produce en la región de Pénjamo no tiene mucha demanda en el mercado, ya que se usa para autoconsumo, por lo que, se destinan pequeñas superficies para su cultivo. Por otro lado, gran parte de la población desconoce los grandes de producir este grano, entre ellos destaca, su capacidad adaptativa, bajos costos de producción y ayuda a preservar las preparaciones culinarias tradicionales (Gómez-Delgado et al., 2019).

Los beneficios para la salud que este grano posee y, además, de que puede incorporarse como ingrediente funcional en diversos sistemas alimentarios (Serna-Saldívar et al., 2013). Dependiendo de la ubicación geográfica a la que son cosechados los maíces, estos pueden variar su contenido nutricional y compuestos bioactivos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar la presencia de compuestos bioactivos y evaluar el efecto del procesamiento sobre ellos.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Periodo experimental

La materia prima fue obtenida de la comunidad Ex-hacienda de la Calle, y del mercado de Hidalgo, en el municipio de Pénjamo, Guanajuato. Primeramente, se realizó una limpieza al grano para eliminar maíz dañado, basura y daño mecánico.

Obtención de harinas crudas

Para obtener las harinas crudas se pesaron 100 g de cada material y se pasaron a un molino para café (kitchenAid KC60702ER) durante 2 min. Posteriormente, la harina resultante se tamizó empleando un tamiz # 60 (ASTM E11, 250 μm) para obtener un tamaño de partícula específico. Los polvos obtenidos, se guardaron en bolsas resellables hasta su análisis.

Proceso térmico-alcalino

Se empleó el método tradicional de nixtamalización del grano de maíz. Se pesaron 250 g de cada tipo de maíz se mezcló con 1 L de agua en una olla. Luego, se añadió una solución de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 0.5% con relación al peso del maíz. A partir de este punto se contabilizó el tiempo de cocción que va desde 40 a

50 min a una temperatura de 70°C y se dejó en reposo de 10 a 14 h. Después del reposo, el nixtamal se lavó con agua para eliminar el exceso de (Ca(OH)₂).

Posteriormente, se procesó en un molino manual (Kitchen sistema BL687C0) y se colocó en un deshidratador con circulación de aire (Excalibur Food Dehydrator) a 36 °C por 24 h. Se realizó un tamizado obteniendo un tamaño de partícula determinada con el tamiz # 60 (ASTM E11, 250 µm) y los retenidos.

Determinación de compuestos bioactivos

Preparación de los extractos

Se pesaron 1,0 g de harina de maíz crudo y nixtamalizado de cada tipo de maíz, a los cuales se le añadieron 10 mL de etanol o metanol. Los frascos fueron tapados y sellados para protegerlos de la luz, y se dejaron en agitación durante 24 h en un agitador (Bio Rad 1660719EDU). Las muestras fueron centrifugadas a 2000 *x* g por 20 min a una temperatura de 10 °C. El sobrenadante fue recuperado, protegido de la luz y almacenado a -5 °C hasta su análisis.

Cuantificación de compuestos fenólicos

Se siguió el método de Folin-Ciocalteu, con algunas modificaciones. Brevemente, se tomaron 150 µL de la muestra etanólica, se le adicionaron 600 µL de agua destilada. Posteriormente, se agregaron 750 µL del reactivo Folin-Ciocalteu (10%) y al final se adicionaron 750 µL de Na₂CO₃ (7,5%). El blanco se preparó mezclando todo lo anterior, reemplazando el contenido de extracto etanólico por etanol. Las muestras se incubaron durante 30 min. en la oscuridad. La lectura se realizó en un espectrofotómetro (Genesys G10S UV-ViS) a 760 nm. El contenido total de fenoles se expresó como mg equivalente de ácido gálico/g de muestra (Singleton y Rossi, 1965).

Cuantificación de taninos condensados

De acuerdo con lo descrito por Desphande y Cheryan (1987), se siguió el método de la Vainillina. A partir de los extractos metanólicos se tomó 100 µL de muestra, posteriormente se adicionó 1000 µL de solución recién preparada de HCl 8% y vainillina al 1% (relación 1:1). Se dejó en reposo durante 30 min en la oscuridad para su reacción. Por último, se leyó a una absorbancia de 500 nm. Los resultados se expresaron en mg equivalentes de (+)-catequina por g de muestra.

Cuantificación de antocianinas

Extracción de antocianinas

Se pesó 1,0 g de harina de maíz crudo y nixtamalizado, a los cuales se le añadieron 5 mL de etanol acidificado (85:15 v/v). Los frascos fueron tapados y sellados para protegerlo de la luz y se mantuvieron en agitación constante durante 6 h. Posteriormente, las muestras fueron centrifugadas a 2000 g por 20 min a 10 °C. El sobrenadante fue recolectado y depositado en otro tubo, protegido de la luz y almacenado -5°C hasta su análisis. Para la cuantificación, se siguió el método descrito por Abdel-Aal y Hucl (1999). Brevemente, se tomaron 500 µL del extracto y un blanco al que se le adicionó etanol acidificado. La lectura se realizó en un espectrofotómetro (Genesys G10S UV-ViS) a 525 nm. Las mediciones se realizaron por triplicado. Los valores se sustituyeron en la siguiente ecuación:

$$C = \frac{A}{\varepsilon} * \frac{Volumen}{1000} * PM \frac{1}{peso\ muestra} * 10^3$$

[Ec. 1]

Donde:

C= concentración total de antocianinas mg/g expresadas como cianidin-3-glucósido

A= Absorbancia máxima

ε = coeficiente de absorbividad molar 25, 965 cm⁻¹ M⁻¹

V= volumen total del extracto de antocianinas (mL)

PM= peso molecular de la cianidina-3-glúcosido (449 g mol⁻¹)

Análisis estadístico

Se empleó un diseño completamente aleatorizado (DCA). Los resultados de contenidos de compuestos fenólicos, taninos condensados y antocianinas fueron analizados con un análisis de varianza y en caso de existir significancia, las medias se compararon con prueba de Tukey, empleando el paquete estadístico XLStat (Addinsoft) empleando en todos los casos un valor de $p<0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se lograron obtener dos tipos de harinas crudas y nixtamalizadas sin tamizar y tamizadas. De este último proceso se tomó la harina retenida y la pasada para ambos tipos de maíces, dando un total de ocho muestras. Los granos empleados en este estudio se presentan en la Figura 1.

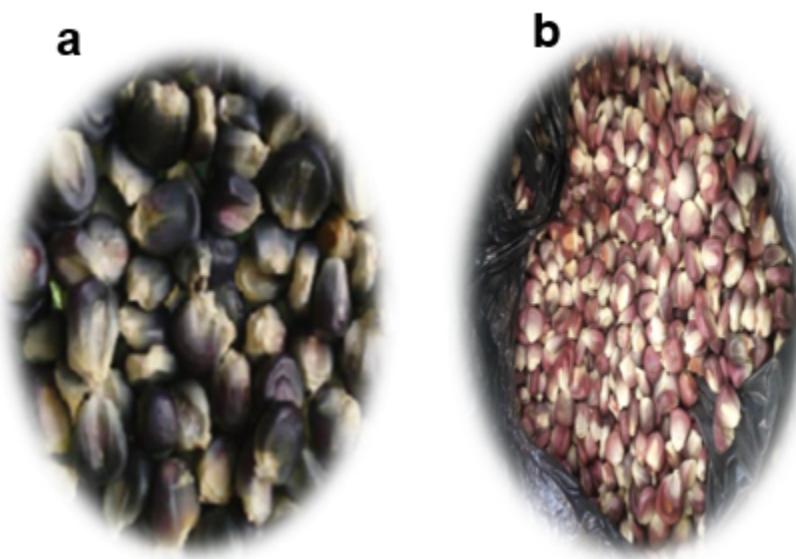


Figura 1

a) granos de maíz criollo Ex hacienda La Calle. b) Grano de maíz bolita adquirido en el mercado Hidalgo.

Contenido de compuestos fenólicos en harinas crudas y nixtamalizadas

Los fenoles son compuestos con interés nutricional por su contribución al mantenimiento de la salud humana, hoy es el principal compuesto natural incorporado a la dieta, ya que pueden capturar radicales libres

con actividad antioxidante relacionada con la prevención de enfermedades cardiovasculares y cancerígenas, además son responsables de las propiedades organolépticas de los alimentos de origen vegetal (Ruiz et al., 2008).

Las harinas pigmentadas son una importante fuente de compuestos fenólicos (2,47 – 6,40 mgEAG/g), mientras que las harinas nixtamalizadas presentaron de (1,47 – 3,43 mgEAG/g). En la figura 2, se aprecian los resultados de ambos tipos de maíces crudos y nixtamalizados y sus procesos. Claramente se observa que la variedad de maíz tiene un efecto significativo sobre el contenido de estos compuestos. El maíz criollo tiene un contenido mayor de estos compuestos, ($p<0,05$) con respecto al maíz bolita.

El proceso de nixtamalización tiene un efecto significativo en los compuestos fenólicos se observa que la harina de maíz criollo cruda tamizada (C.C.T) presenta el mayor contenido de compuestos fenólicos (6,40 mgEAG/g) mientras que la harina de maíz bolita (B.N.T) contiene 1,47 mgEAG/g, obteniendo como resultado un valor de ($p<0,05$) por lo tanto, si hay diferencia significativa, ya que los compuestos se ven directamente afectados por el proceso de nixtamalizado. Esto sugiere que durante el proceso se hidrolizan estructuran y que permiten la liberación de estos compuestos, que pueden irse en el lavado, reduciendo su cuantificación. Finalmente, el contenido de fenoles se no ve afectado por el tamizado.

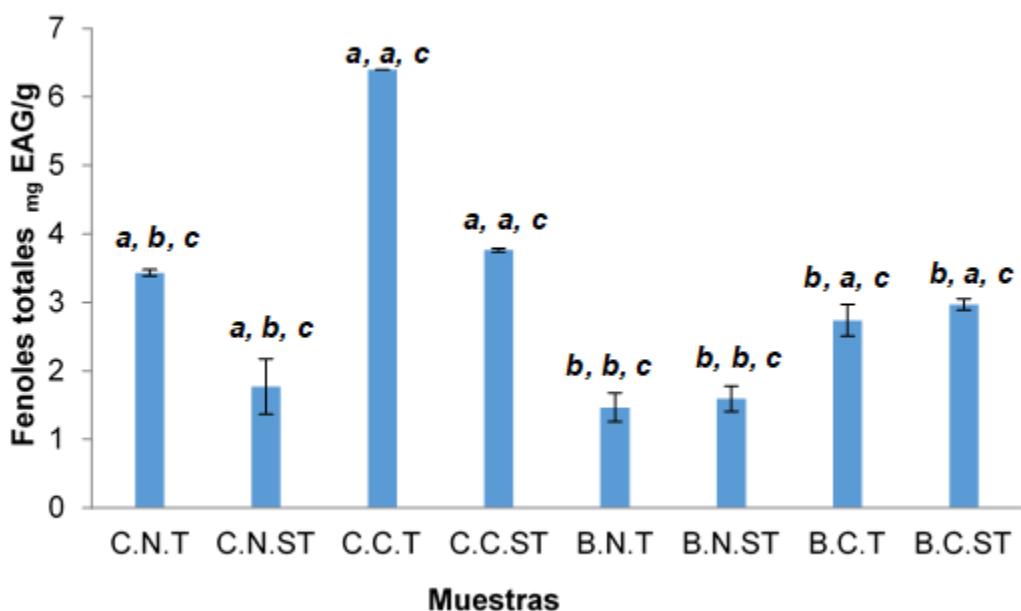


Figura 2

Compuestos fenólicos en harinas crudas y nixtamalizadas de maíces pigmentados. C.N.T= Criollo Nixtamal Tamizado, C.N.ST=Criollo Nixtamal Sin Tamizar, C.C. T=Criollo Crudo Tamizado, C.C.ST=Criollo Crudo Sin Tamizar, B.N. T=Bolita Nixtamal Tamizado, B.N.ST=Bolita Nixtamal Sin Tamizar, B.C. T=Bolita crudo Tamizado, B.C.ST=Bolita crudo Sin Tamizar. Los valores representan la media \pm error estándar ($n=6$)

Gutiérrez (2016), evaluó el efecto de la nixtamalización en compuestos fenólicos de distintas variedades de maíz encontrando que debido a la exposición de temperaturas de la nixtamalización y las condiciones alcalinas inducen a la pérdida de los compuestos fenólicos ya que afectan su estabilidad por estar ligado a la hemicelulosa del pericarpio.

También puede que los restos del pericarpio adheridos al grano tras el lavado del nixtamal bajen el contenido de estos compuestos.

López y Baeza (2011) evaluaron el efecto de la nixtamalización sobre el contenido de fenoles en maíz blanco, azul, rojo y morado, disminuyendo el contenido de estos compuestos porque la pérdida se relaciona con la variedad de maíz usada. Sin embargo, los resultados son superiores a los del presente estudio. Por otro lado, Quintanilla et al. (2017) determinaron el contenido de compuestos fenólicos de cinco tipos de maíces criollos pigmentados donde encontró que en la gran mayoría de los casos se encuentran dentro de la gama de valores (blanco, amarillo, azul, negro y negro). Encontrando diferencia estadística en todas las evaluaciones, esto se debe principalmente a las características propias de los genotipos analizados y a las condiciones utilizadas en el proceso de extracción y cuantificación (tiempo de extracción metanólica, solvente de extracción adicionando NaNO₂ al 5%, 0,075 mL de AlCl₃ al 10% y 0,5 mL de NaOH 1M y estándar de referencia de 5 min por cada muestra).

Contenido de taninos condensados

Los taninos condensados se encuentran como componente nutraceutico de los alimentos, proporcionando beneficios a la salud como prevención de enfermedades. Las harinas crudas presentaron un contenido de taninos condensados que varía de 0,57- 0,86 mg EC/g de muestra, mientras que las harinas nixtamalizadas presentaron de un intervalo 0,21 – 1,47 mg EC/g de muestra. En la figura 3, se aprecian los resultados de ambos tipos de maíces y procesos. El contenido de taninos condensados se ve afectados por el tamizado ($p < 0,05$). Por lo tanto, si hay diferencia significativa.

La nixtamalización no afectó el contenido de taninos condensados por lo que no se obtuvo diferencia significativa con un valor de ($p > 0,05$). La variedad de maíz no tiene un efecto significativo en los taninos condensados, se observa que en ambos el contenido es igual, obteniendo como resultados un valor de ($p > 0,05$). Por lo tanto, no hay diferencia significativa.

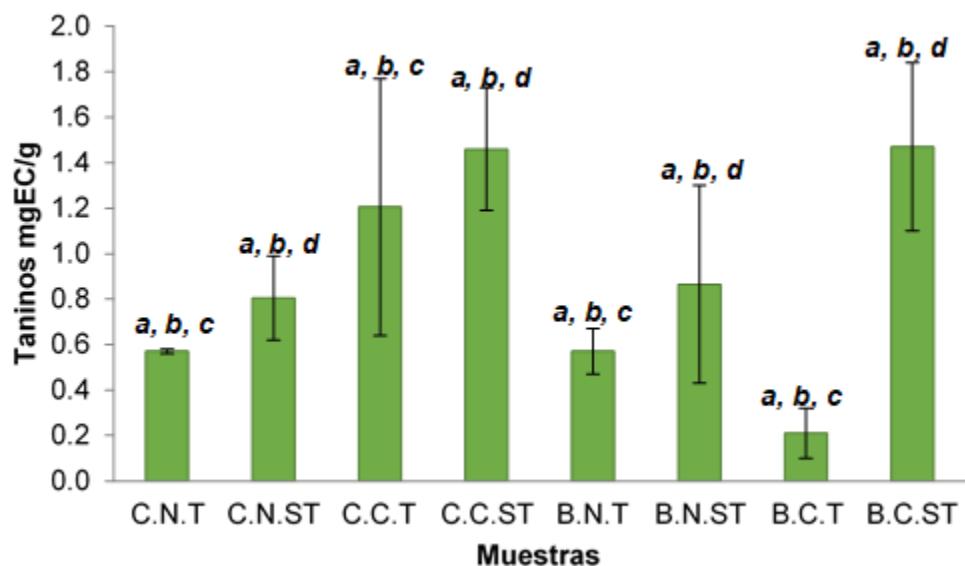


Figura 3

Taninos condensados en harinas crudas y/o nixtamalizadas de maíces pigmentados. C.N. T= Criollo Nixtamal Tamizado, C.N.ST=Criollo Nixtamal Sin Tamizar, C.C. T=Criollo Crudo Tamizado, C.C.ST=Criollo Crudo Sin Tamizar, B.N. T=Bolita Nixtamal Tamizado, B.N.ST=Bolita Nixtamal Sin Tamizar, B.C. T=Bolita crudo Tamizado, B.C.ST=Bolita crudo Sin Tamizar. Los valores representan la media ± error estándar (n=6).

Cuantificación de antocianinas

Díaz 2007, menciona el interés por las antocianinas esto se debe a sus beneficios para la salud por tener un importante efecto antioxidante al apoyar la regeneración de tejidos, fomentar el flujo de la sangre, reducir el colesterol, promover la formación de colágeno, mejorar la circulación. Así mismo las antocianinas reducen el envejecimiento del cuerpo, disminuyen los riesgos de ataques del corazón y son excelentes preventivos contra el cáncer.

Como era de esperarse, las harinas crudas presentan mayor contenido de antocianinas respecto a las harinas nixtamalizadas. Las harinas crudas presentaron un contenido de antocianinas que varía de (0.772 - 0.925 mg de cianidina 3-glucosido/g), mientras que las harinas nixtamalizadas de (0.219 - 0.518 mg de cianidina 3-glucosido/g), en la figura 4, se aprecian los resultados de ambos tipos de maíces y procesos.

La nixtamalización tiene un efecto significativo en las antocianinas se observa que la harina de maíz bolita cruda tamizada (B.C.T.) contiene 0,925 mg de cianidina 3-glucosido/g de muestra, mientras que, la harina cruda sin tamizar (C.N.ST) contiene 0,219 mg de cianidina 3-glucosido/g de muestra, obteniendo diferencia significativa ($p<0,05$) directamente afectadas por la nixtamalización. La variedad de maíz criollo y bolita y el tamizado no tuvieron un efecto significativo ($p>0,05$) en el contenido de antocianinas.

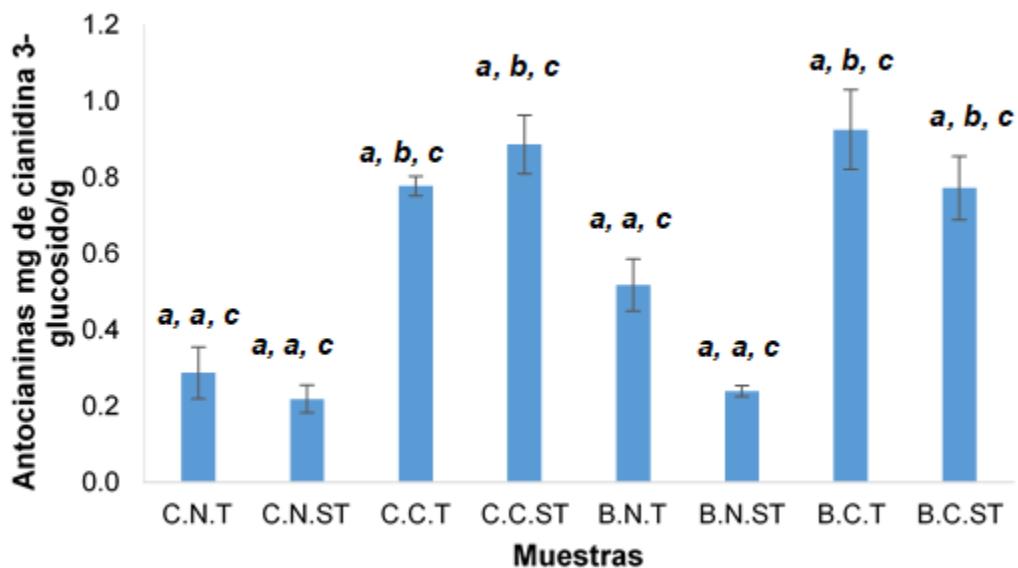


Figura 4

Antocianinas en harinas crudas y/o nixtamalizadas de maíces pigmentados. C.N. T= Criollo Nixtamal Tamizado, C.N.ST=Criollo Nixtamal Sin Tamizar, C.C. T=Criollo Crudo Tamizado, C.C.ST=Criollo Crudo Sin Tamizar, B.N. T=Bolita Nixtamal Tamizado, B.N.ST=Bolita Nixtamal Sin Tamizar, B.C. T=Bolita crudo Tamizado, B.C.ST=Bolita crudo Sin Tamizar. Los valores representan la media \pm error estándar (n=6).

De acuerdo con el experimento realizado en antocianinas, la harina cruda contiene más contenido que la nixtamalizada, ya que estos compuestos se ven directamente afectados por la nixtamalización. Vélez Medina (2004), menciona que la estabilidad de las antocianinas depende principalmente de la presencia de luz, oxígeno, pH presencia de iones metálicos (Ca^{2+}) y de la temperatura, es por ello, que los maíces que contienen estas biomoléculas son difíciles de procesar.

De la Portilla (2018), reportó que durante el proceso de nixtamalización el maíz es sometido a condiciones de alto contenido humedad, calor (80 a 105 °C) y un pH elevado (11 a 12). De acuerdo con Agama et al. (2011), reportan diferentes variedades de maíz pigmentado, resultando que el maíz azul y negro presentaron diferencia, porque en el grano azul los pigmentos están en el pericarpio, capa aleurona y la mayoría en el

endospermo, así que en el grano negro los pigmentos están en el pericarpio. Díaz (2007), reportó que el maíz blanco tiene cantidades insignificantes de estos compuestos, mientras que el maíz azul posee un contenido de antocianinas de 12.18%.

CONCLUSIONES

El contenido de compuestos bioactivos en harinas crudas y nixtamalizadas de maíz pigmentado, de acuerdo con los resultados obtenidos la variedad y el tamizado no afecta estos compuestos.

El contenido de compuestos fenólicos en harinas crudas no se afecta, y en las harinas nixtamalizadas sucede un efecto contrario, ya que afecta a $3,435 - 1,47$ mg EAG/G. En el contenido de taninos no se encuentra diferencia significativa, ya que, durante el proceso térmico alcalino, tienden a unirse a otros compuestos (proteínas, carbohidratos y minerales) por lo que su presencia se mantiene intacta. El contenido de antocianinas en harinas crudas no se ve afectadas, en cambio, en las harinas nixtamalizadas el contenido de estos compuestos sí se afecta debido a que la temperatura degrada dichos compuestos, presentándose un comportamiento directamente proporcional entre dichos factores.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la estudiante Nancy Yenet Yépez Rodríguez, quien participó activamente en la parte experimental de este proyecto. A la Universidad Politécnica de Pénjamo, por las facilidades prestadas para llevar a cabo este trabajo.

REFERENCIAS

- Abdel-Aal, E.S.M. y Hucl, P. (1999) A rapid method for quantifying in total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal Chemistry*. 76: 350-354.
- Agama-Acevedo, E., Y. Salinas-Moreno, G. Pacheco-Vargas, y L. A. Bello-Pérez. 2011. Características físicas y químicas de dos razas de maíz azul: morfología del almidón. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2: 317-329.
- Barrera-Guzmán, L.A., Legaria-Solano, J. P. Ortega-Paczka, R. (2020). Diversidad genética en poblaciones de razas mexicanas de maíz. *Revista de Fitotecnia mexicana*. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.121>.
- Bello-Pérez, L.A., Camelo-Méndez, G.A., Agama-Acevedo, E., Utrilla-Coello, R.G. (2016). Aspectos nutraceuticos de los maices pigmentados: digestibilidad de los carbohidratos y antocianinas. *Agrociencia*, 50(8).
- De la Portilla Cázares, E.F. (2018). Diseño de un snack a base de granos de maíz negro/morado *Zea mays* L. y evaluación de sus propiedades funcionales. Tesis de Licenciatura. Ecuador, pp. 14-15.
- Desphande, S., Cheryan, M. (1987). Determination of phenolic compounds of dry beans using vanillin, redox and precipitation assays. *Journal of Food Science*. 52(2): 332-334.
- Díaz Velázquez, A.I. (2007). Estudio del tiempo óptimo de nixtamalización para la preservación de antocianinas presentes en Maíz azul (*Zea mays* L.) para la elaboración de tortillas. Tesis de Licenciatura. Coahuila, pp. 20-22.
- Escalante Aburto, A., Ramírez Wong, B., Torres Chávez, P. I., Borrón Hoyos, J., Figueroa Cárdenas, M. y López Cervantes, J. (2013). La nixtamalización y su efecto en el contenido de antocianinas de maíces pigmentados. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(4): 429-437.
- García Arreola, M. (2016). Efecto de la Nixtamalización sobre las Bioactividades de Maíces Pigmentados (*Zea mays* L.). Tesis de Licenciatura, pp. 22-26.
- Gómez-Delgado, Y. y Velázquez Rodríguez, E.B. (2019). Salud y cultura alimentaria en México. *Revista Digital Universitaria (RDU)*. 20(1).
- Gutiérrez Peña, F.E. (2016). Efecto de la nixtamalización en los compuestos fenólicos totales y antocianinas y su actividad antioxidante en distintas variedades de maíz (*Zea mays* L.) mexicano. Tesis de Licenciatura, pp. 27-30.
- López, L., Baeza, R. (2010). Comparación de la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y antocianinas totales de diferentes variedades de maíz (*Zea mays* L.). *Invurnus*, pp. 19-22.
- Pérez Vilchis, A.G. (2016). Formulación de un alimento funcional: Dulce de maíz pigmentado enriquecido con harina de amaranto y fermentado con probióticos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México. pp. 17-18.
- Quintanilla Rosales, V.L., Galindo luna, K., Zavala García, F., Pedrosa flores, J.A. y Heredia, J.B. (2017). Fenólicos solubles de tipo flavonoides y capacidad antioxidante en genotipos criollos pigmentados de maíz (*Zea mays* L.). *ITEA* 113(4): 325- 334.

Ruiz Torres, N.A., Rincón Sánchez, F., Hernández López, V.M., Figueroa Cárdenas, J. y Loarca Piña, M.G.F. (2008). Determinación de compuestos fenólicos y su actividad antioxidante en granos de maíz. Nota científica, 31(3): 29-34.

Serna-Saldívar, S.O., Gutiérrez-Uribe, J.A., Mora-Rochin, S. y García-Lara, S. (2013). Potencial nutraceútico de los maíces criollos y cambios durante el procesamiento tradicional y con extrusión. Revista fitotecnia mexicana, 36(Supl. 3-a): 295-304.

Singleton, V.L. y Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. Department of Viticulture and Ecology. University of California, Davis CA. 16: 144-158.

Información adicional

redalyc-journal-id: 813

**Disponible en:**

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81382532008>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Silvia Mendoza-González, Jahir Antonio Barajas-Ramírez,
Victoria Guadalupe Aguilar-Raymundo

**Compuestos bioactivos en harinas crudas y
nixtamalizadas de maíces pigmentados de Guanajuato,
México**

**Bioactive compounds in raw and nixtamalized flours of
pigmented corn from Guanajuato, Mexico**

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha

vol. 26, núm. 1, p. 61 - 70, 2025

Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.,
México
rebasa@hmo.megared.net.mx

ISSN: 1665-0204