



**REVISTA
de GASTRONOMÍA
y COCINA**

Artículo

Efecto del nixtamalizado y horneado sobre la capacidad antioxidante del maíz rojo (*Zea mays*) en la elaboración de una bebida prehispánica: tascalate

*Effect of nixtamalization and baking on the antioxidant capacity of red corn (*Zea mays*) in the preparation of a pre-Hispanic beverage: tascalate*



Solís-Balderas, Itzmalci

Centro de Estudios Universitarios Vizcaya de las Américas, Campus Tulancingo, Carretera México-Tulancingo, No. 200, Km 139, Fracc. Santa Ana, Tulancingo de Bravo Hidalgo, México, CP. 43642, (775)6881574

Correspondencia: malzibalderas@gmail.com

Recibido: 20 de mayo 2025. Aceptado: 30 de mayo 2025

Publicado en línea: 4 de junio 2025.

Versión 2 publicada en línea: 12 de junio 2025

Volumen 4 número 1



Resumen

En la presente investigación se analiza el efecto de la nixtamalización y horneado en maíz rojo (*Zea mays*) sobre la actividad antioxidante en la bebida prehispánica originaria de Chiapas: tascalate. El maíz rojo, rico en antocianinas y flavonoides, es un ingrediente clave en la bebida junto con cacao, achiote y canela. Se compararon dos métodos de cocción para el maíz: nixtamalización (HMN) y horneado (HMh), encontrando que el horneado preserva mejor los compuestos bioactivos de este. Las formulaciones de tascalate HF2 y HF3 mostraron diferencias en el contenido de fitoquímicos, destacándose por su mayor concentración de antocianinas (68.82 y 66.51 mg Eq. Cyn-3-glu g⁻¹ respectivamente) y flavonoides (40.81±2.01 mg EQ g⁻¹ y 32.23±0.63 mg EQ g⁻¹) además de una mejor capacidad antioxidante frente a los radicales DPPH (HF2 con 52.70±1.19 y HF3 51.32±0.08%) y ABTS (~70%). Estos resultados sugieren que el horneado es más eficaz para preservar los antioxidantes del maíz rojo, destacando su potencial como fuente natural de antioxidantes y su relevancia cultural en la gastronomía mexicana.

Palabras clave: Maíz rojo, tascalate, antocianinas, antioxidante

Abstract

This study analyzes the effect of nixtamalization and baking on red maize (*Zea mays*) and its impact on the antioxidant activity of *tascalate*, a pre-Hispanic beverage originating from Chiapas. Red maize, rich in anthocyanins and flavonoids, is a key ingredient in the drink, along with cocoa, achiote, and cinnamon. Two cooking methods were compared: traditional nixtamalization (HMN) and baking (HMh). Results showed that baking better preserved the corn's bioactive compounds. The *tascalate* formulations HF2 and HF3 exhibited differences in phytochemical content, with higher concentrations of anthocyanins (68.82 and 66.51 mg Eq. Cyn-3-glu g⁻¹, respectively) and flavonoids (40.81±2.01 mg EQ g⁻¹ and 32.23±0.63 mg EQ g⁻¹), as well as superior antioxidant capacity against DPPH radicals (HF2: 52.70±1.19%; HF3: 51.32±0.08%) and ABTS (~70%). These findings suggest that baking is more effective than nixtamalization in preserving red corn's antioxidants, highlighting its potential as a natural antioxidant source and its cultural significance in Mexican gastronomy.

Keywords: Red maize, *tascalate*, anthocyanins, antioxidants.



Introducción

En México el cultivo más importante para la alimentación es el maíz, en el país se pueden encontrar maíces pigmentados presentando coloraciones rosa, rojo, azul y morado que sirven producir una amplia variedad de alimentos como tortillas, tamales, quesadillas entre otros (Reyes-Pavón et al., 2024). El maíz rojo con origen mesoamericano es una variante nativa de México utilizado por ser fuente rica en fibra, vitaminas y minerales esenciales para una dieta equilibrada además de presentar una concentración importante en antioxidantes que ayudan a proteger las células del daño causado por los radicales libres, causantes del envejecimiento prematuro o enfermedades degenerativas (Pliego et al., 2021).

Los procesos de cocción como de la nixtamalización tienen un impacto importante en el contenido de antocianinas del maíz rojo (*Zea mays*) que son los res-

ponsables de la pigmentación carmesí, desafortunadamente tiene un efecto perjudicial al reducir el contenido general de compuestos fenólicos y antocianinas, por otro lado, el horneado también influye en su composición química y propiedades sensoriales ya que durante el proceso se generan cambios en el aroma, color y sabor del grano (Escalante-Aburto et al., 2013)

Otra de las aplicaciones del maíz en la gastronomía son bebidas como el atole, pozol, tejuino y tascalate, esta última es originaria de Chiapas, donde también era conocida como bebida del amor, está compuesta principalmente de maíz, cacao, achiote y canela. El Tascalate es energizante y favorece el flujo sanguíneo en el cerebro lo que hace el mejoramiento de la memoria ya que sus ingredientes, en especial el cacao y maíz, por una parte el maíz aporta antioxidantes que mejoran la circulación y por otro el cacao libera neurotransmisores que activan el cerebro (Dominguez-Pérez et al 2024). Las bebidas prehispánicas ofrecen



métodos efectivos para la preservación de bioactivos, debido a la combinación de ingredientes y a los procesos a los que estos se someten para su elaboración,

Esta investigación tiene como objetivo observar el cambio de contenido de fitoquímicos y capacidad antioxidante en la bebida elaborada con diferentes métodos de cocción sobre el maíz rojo lo que nos permite preestablecer los posibles beneficios a la salud tras el consumo de tascalate.

Materiales y Métodos

Materiales

Para la elaboración de Tascalate se utilizaron las siguientes materias primas: maíz rojo (*Zea mays*) proveniente de Acaxochitlán, Hidalgo; cacao (*Theobroma cacao*) de Oaxaca, Oaxaca y achiote (*Bixa orellana*) en semilla adquirido en una tienda comercial de Tulancingo Hgo., los insumos fueron almacenados en bolsas herméticas a 20 ± 5 °C, como control se utilizó una mezcla de tascalate comercial.

Obtención de harina de maíz rojo (HM)

Se aplicaron dos métodos de cocción en el maíz rojo para utilizarlo en la elaboración de tascalate, el nixtamalizado y el tostado por medio de horno para la regulación de temperatura.

Proceso de Nixtamalización

Para la nixtamalización se siguió la metodología de Astorga-Gaxiola et al., (2025) con modificaciones, fueron utilizados 900 g de maíz rojo, una solución de CaOH (cal grado comestible) disolviendo 5 g en 250 mL de agua, posteriormente la solución se llevó a ebullición junto con 1L de agua, el maíz fue incorporado

y se mantuvo en cocción durante 1h a 90°C, pasando a ser lavado y refrigerado sumergido en agua potable por 48 h. Se lavó para retirar cáscara y se molió en procesador de alimentos (Black&Decker, mod. FP4200B), por último, fue secado a 50°C por 12 h, la harina de maíz nixtamalizado (HMN) fue alm a 20 ± 5 °C hasta su uso.

Proceso de Horneado

El maíz paso por un proceso de horneado aproximadamente por 4 minutos a 180 °C, se molió utilizando un procesador de especias (Krups, mod. Gx410011) y se pasó por tamiz (Tuler No.50 mm) hasta obtener una harina de maíz la cual fue almacenada en bolsa hermética hasta su uso.

Proceso de tostado del cacao y achiote

El cacao fue lavado con agua potable y desinfectado en una solución de Cl al 1%, posteriormente se colocó en una charola para ser horneado por 18 minutos a 180 °C, fue pelado manualmente y molido utilizando un procesador de especias (Krups, mod. Gx410011) y se pasó por un tamiz. El achiote se colocó en una charola para ser horneado por 2 minutos por 180 °C, finalmente fue molido utilizando un procesador de especias (Krups, mod. Gx410011) y se pasó por tamiz, el cacao y achiote fueron almacenados en bolsa hermética por separado.

Formulación de Tascalate

Para la elaboración de la bebida se usaron como referencia (Corzo-Ríos, Aguilar-Mendez & Ramirez-Ortiz, 2015; Nila-Mendez et al., 2019, Ayala-Padilla& Amaya-Llano, 2022) tres formulaciones (Tabla 1), cada una de ellas se realizó con HMN y HMh por se-



parado para realizar las comparaciones entre los métodos de transformación del maíz obteniendo las combinaciones para nixtamalizado N1, NF2 y NF3, mismo caso para el horneado obteniendo HF1, HF2, HF3, posteriormente dichas mezclas fueron reconstituidas disolviendo 10 g en 100 mL de agua, para finalizar se compararon con un control comercial por medio de un panel de expertos y se eligieron para experimentación aquellas formulaciones con mayor similitud organoléptica al control.

Tabla 1
Formulaciones experimentales para tascalate

Insumo	F1 (g)	F2(g)	F3(g)
Maíz	25	20	15
Cacao	25	5	8
Achiote	10	12	3

Determinación de Color

Se realizaron pruebas de color al control y a las fórmulas HF2, HF3, NF2 y NF3 utilizando un colorímetro (Linshang, mod LS173) con el formato CIEL*a*b*, donde L* mide el coeficiente de luminosidad (negro= 0 a blanco= 100) las coordenadas a* y b* determinan el color, para a* son tonalidades que van de rojo (positivas) a verde (negativas), para b* es amarillo (positivas) hasta azul (negativas), (García-Campos et al., 2020).

Cuantificación de fitoquímicos

Fenoles totales

Para determinar la concentración de fenoles totales en las muestras control, HF2, HF3, NF2 y NF3 se tomó 1g de cada una respectivamente y se disolvieron en 9 mL de una solución de etanol al 80%, la solución se llevó a agitación por 30 min, después de la extracción,

la solución se centrifugo a 10,000 rpm durante 5 min para separar el sobrenadante. Posteriormente se tomó 0.5 mL del sobrenadante del extracto y se introdujo en un tubo de ensayo al cual se añadió 2.5 mL del reactivo Folin-Ciocalteu y tras 5 min de reposo se agregaron 2 mL de carbonato de sodio al 7.5%. La mezcla se dejó reposar en oscuridad durante 2 horas y finalmente, se midió la absorbancia en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 760 nm, utilizando agua como blanco (Valencia-Sandoval, 2022)

Flavonoides

Se preparó un extracto del control HF2, HF3, NF2 y NF3 mediante una solución de metanol. Posteriormente en un tubo de ensayo, se colocaron 2 mL del sobrenadante del extracto de metanol. A continuación, se añadieron 2 mL de tricloruro de aluminio al 2% disuelto en metanol. La mezcla se dejó reposar en la oscuridad durante 10 minutos para que la reacción tuviera lugar. Finalmente, se midió la absorbancia de la solución en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 415 nm, con metanol puro como blanco (Valencia-Sandoval, 2022)

Antocianinas monoméricas por pH

De acuerdo con Anaya-Esparza et al., (2024) para la cuantificación de antocianinas se prepararon dos buffers, uno de KCl 0.025 M a pH de 1 y el otro de acetato de sodio 0.4 M a pH de 4.5, en un tubo de ensayo se colocaron 0.5 mL de cada muestra y 2 mL de buffer de acetatos y de KCl respectivamente, las soluciones se dejaron reposar por 15 min en total oscuridad y la absorbancia se midió en espectrofotómetro marca Shimadzu modelo UV-1280 (Shimadzu®, EUA) a 520 nm y 700 nm para ambos buffers. La concentración fue obtenida por medio de la fórmula [1] y representada en mg eq Cyn-3-O-glu.

[1] Antocianinas monoméricas = $A \cdot MW \cdot DF \cdot 103 \epsilon \cdot 1$

Donde A = [(abs 520 nm – abs 700 nm) pH1] – [(abs 520 nm – abs 700 nm) pH4.5], MW = peso molecular del estándar, DF = factor de dilución, $\epsilon = 26900 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Capacidad antioxidante

DPPH:

En un tubo de ensayo, se colocaron, 2.5 mL de la solución de radical DPPH Y 0.5 mL del sobrenadante de los extractos de cada muestra. La mezcla se dejó reposar en completa oscuridad durante 30 minutos, permitiendo que los antioxidantes presentes en el extracto reaccionaran con el radical DPPH. Transcurrido el tiempo, se midió la absorbancia de la muestra a una longitud de la onda de 515 nm utilizando un espectrofotómetro, utilizado metanol como blanco (Anaya-Esparza et al., 2024)

ABTS:

Para la estabilización del radical ABTS se siguió la metodología de Anaya-Esparza et al., (2024) colocando en un tubo de ensayo 100 μL del sobrenadante del extracto de cada muestra, al cual se le añadieron inmediatamente 3 mL de la solución de radical ABTS previamente preparada. La mezcla se dejó reposar durante 2 horas en completa oscuridad, permitiendo que ocurriera la reacción entre los compuestos antioxidantes presentes en el extracto y el radical ABTS. Tras el tiempo de reposo, se midió la absorbancia de la muestra a una longitud de onda de 734 nm utilizando en espectrofotómetro, se utilizó etanol de 20% como blanco.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos para color, concentración de compuestos bioactivos y actividad antioxidante se realizaron por triplicado, fueron evaluados por medio de un análisis de varianza ANOVA y una prueba comparativa *Tukey con* una confiabilidad del 95%, las pruebas fueron realizadas con el software Statgraphics Centurion XVIII y los gráficos fueron elaborados en SigmaPlot 12.

Resultados

Balance de materia en nixtamalizado y horneado de HM

Tras aplicar los métodos de cocción para el maíz se obtuvieron diferentes rendimientos para cada uno de ellos, en el caso de HMN se alcanzó un 68%, ya que hay una disminución de peso debido a la pérdida de pedicelo y pericarpio, partes que de manera natural son retiradas en la nixtamalización por el proceso de ebullición y molienda de la materia prima.

Para HMh el rendimiento oscila el 92%, porcentaje significativamente mayor ($p > 0.05$) al de HMN, en el caso del horneado no hay una pérdida de las partes antes mencionadas por lo que al realizar la molienda del grano entero el peso se mantiene muy cercano a la cantidad inicial. Otro de los factores que influyen es el tamaño de partícula, si bien ambas fueron procesadas bajo las mismas condiciones, HMN mostró un tamaño mayor al del tamiz y pese a que se llevó a molino en diversas ocasiones la partícula no fue reducida la suficiente para tener las características deseadas. Para la elaboración del tascalate es importante obtener un polvo fino ya que este será reconstituido en agua y al tener un tamaño muy grueso no se podrá formar una



solución homogénea lo que también impacta en la percepción sensorial de la bebida.

Color de tascalate

En la Tabla 2 se presentan los resultados de para las distintas formulaciones de tascalate, en esta se puede observar que los colores obtenidos son ligeramente más oscuros y con tendencia al café a comparación del control el cual puede considerarse el más claro de todos los tratamientos con tendencia al color cobrizo, lo que se percibe a simple vista es confirmado por los datos de $L^*a^*b^*$ donde existen diferencias significativas ($p<0.05$) en el parámetro de la luminosidad (L^*),

Tabla 2

Colorimetría de las formulaciones de tascalate

Tratamiento	L^*	a^*	b^*	Color
Control	53.44 ± 1.70^a	13.05 ± 1.64^a	26.74 ± 1.78^a	
NF2	43.38 ± 5.14^b	6.95 ± 0.78^b	15.52 ± 2.51^b	
NF3	7.72 ± 5.80^b	5.06 ± 0.93^c	13.42 ± 3.10^b	
HF2	40.44 ± 3.6^b	4.97 ± 0.86^c	13.81 ± 1.91^b	
HF3	42.21 ± 4.75^b	4.73 ± 0.63^c	12.66 ± 1.59^b	

$n=8$, $\pm$ representa desviación estándar, literales a,b,c representan diferencias significativas $p>0.05$ entre los tratamientos en la columna

siendo el control el más luminoso y NF3 el más oscuro, así mismo se destaca que entre las formulaciones realizadas en esta investigación no hay diferencias significativas ($p>0.05$) en L^* . Las tonalidades rojizas son detectadas por medio del parámetro a^* , donde se muestra que el control tiene el valor más alto ($p<0.05$) 13.05 ± 1.64 a comparación de las otras formulaciones que oscilan entre 5 – 7, haciendo al control el de mayor tendencia a rojo que en conjunto con la coloración amarillenta detectada en b^* , donde también hay diferencias ($p<0.05$) entre los tratamientos y el control, da como resultado el un marrón rojizo claro.

La diferencia entre las coloraciones puede estar basada en que usualmente el tascalate es elaborado con maíz blanco o amarillo, en el caso de esta investigación se elaboró con maíz rojo lo cual podría disminuir la luminosidad en la base del color, por otro lado en los ingredientes del polvo comercial se incluye pasta de achiotte, la cual ya fue procesada con otras especias

y la pasta o recaudo rojo tiene un color naranja, otra diferencia es que en este estudio se utilizó la semilla del achiotte la cual es de color café oscuro, completando el cuadro de color se tiene al uso de cacao, en este trabajo se utilizó cacao puro, mientras que en la bebida comercial se utiliza cocoa una materia prima ya atravesó un proceso de clarificado, por último en

el control se incluye canela, la cual contiene pigmentos marrones a marrón rojizo, esta variación en las materias primas impactan directamente en las propiedades sensoriales del alimento, siendo la más palpable

el color, ya que de manera natural es lo primero que perciben los consumidores.

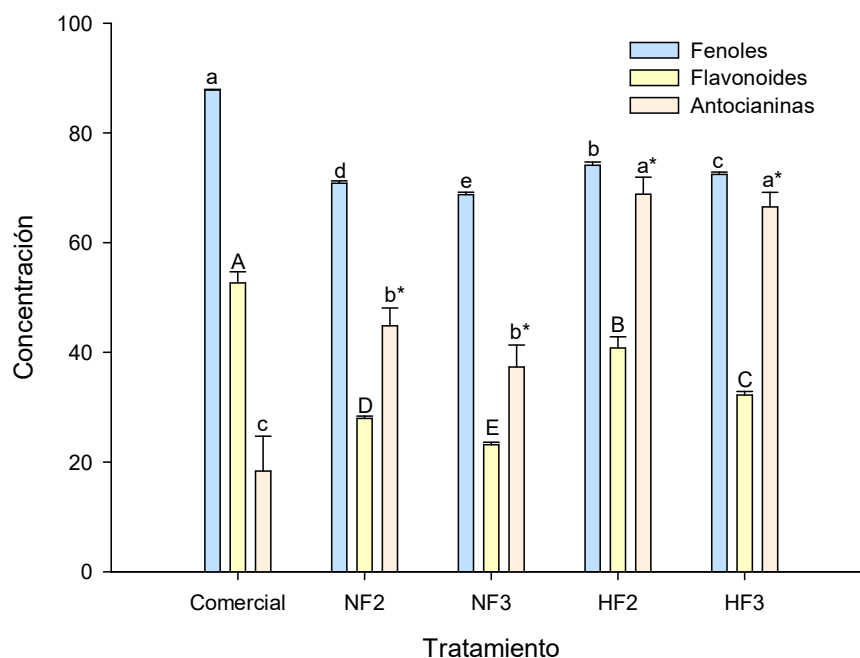


Figura 1

Fenoles, flavonoides y antocianinas en las distintas formulaciones de tascale.

n=3, las barras en cada columna representan desviación estándar, literales a, b, c, d y e representan diferencias significativas entre la concentración de fenoles totales (mg EAG g⁻¹); literales a*, b*, c*, d* y e* representan diferencias significativas entre el contenido de flavonoides (mg EQ g⁻¹); literales A, B, C representan diferencias significativas entre la concentración de antocianinas monoméricas (mg Eq. Cyn-3-glu g⁻¹)

Cuantificación de fitoquímicos en tascale

El contenido de fenoles, flavonoides y antocianinas hallados en el control y los tratamientos se muestran en la Figura 1, comenzando por los fenoles totales el tascale comercial muestra un contenido de 87.83±0.11 mg EAG g⁻¹ siendo el de mayor concentración con diferencias significativas (p<0.05) sobre las formulaciones diseñadas en esta investigación, la

más cercana al control fue HF2 con 74.11±0.42 mg EAG g⁻¹ seguida por HF3 con 72.45±0.60 mg EAG g⁻¹, si bien los tratamientos NF2 y NF3 muestran una concentración similar (68.75 y 70.82 mg EAG g⁻¹ respectivamente) a las horneadas el análisis estadístico arroja que son diferentes entre sí lo que puede indicar que el método de cocción tiene una incidencia directa en el contenido de fenoles.

Un comportamiento similar se observa en los flavonoides, donde nuevamente el comercial posee la cantidad más alta con 52.66 ± 2.02 mg EQ g^{-1} con diferencias ($p < 0.05$) contra las formulaciones desarrolladas en este estudio, HF2 contiene 40.81 ± 2.01 mg EQ g^{-1} seguido por HF3 con 32.23 ± 0.63 mg EQ g^{-1} , en este caso las formulaciones NF2 y NF3 muestran casi un 50% menos en concentración a comparación de HF2, sin embargo esa disminución podría ser atribuida a la cantidad de materias primas que conforman a la formulación y aunado al método de cocción tilizado ya que las muestras nixtamalizadas tienen el contenido menor tanto en fenoles y flavonoides.

Por último, en la cuantificación de antocianinas que son las moléculas a las cuales se les atribuye la pigmentación roja del maíz hay una clara diferencia ($p < 0.05$) entre las formulaciones con maíz rojo y la comercial que fue elaborada con maíz amarillo, ya que en esta ocasión la comercial es la de menor concentración (18.36 ± 6.35 mg Eq. Cyn-3-glu g^{-1}) del fitoquímico mientras que las formulaciones HF2 y HF3 tienen la mayor cantidad de antocianinas con 68.82 y 66.51 mg Eq. Cyn-3-glu g^{-1} respectivamente, estas a su vez muestran diferencias ($p < 0.05$) con NF2 y NF3 que tienen un menor contenido. Con estos resultados se demuestra que para preservar los compuestos de interés en el maíz rojo el horneado es el mejor método de cocción a comparación de la nixtamalización, esto atribuido al proceso térmico al que se ve sometido, en el caso de la nixtamalización la temperatura llega a los 90 °C por un tiempo prolongado de 60 min, posterior a eso se lleva nuevamente a un secado para eliminar la humedad ganada en el grano, por otro lado en el caso del horneado la temperatura es alta pero el tiempo de contacto con el maíz es corto lo que probablemente permite la retención de más compuestos bioactivos.

Capacidad antioxidante de tascalate

La capacidad para estabilizar los radicales DPPH y ABTS se muestra en la Figura 2, en ella se puede observar que el tratamiento HF2 es la que posee el mayor potencial antioxidante ($p < 0.05$) logrando estabilizar hasta el 52.70 ± 1.19 % el radical DPPH seguido por el tascalate comercial (50.83 ± 1.95 %) y HF3 ($51.32 \pm 0.08\%$) los que no muestran diferencias significativas entre si ($p > 0.05$), por último se tienen las formulaciones elaboradas con maíz nixtamalizado con 49.77 ± 0.30 % para NF2 y 45.49 ± 0.38 % en NF3, porcentajes incluso menores que lo alcanzado con el tascalate comercial, probable indicativo que el maíz utilizado en el control también fue tostado u horneado y no paso por el proceso de nixtamalización aunque también se debe tomar en cuenta la presencia de canela en el control.

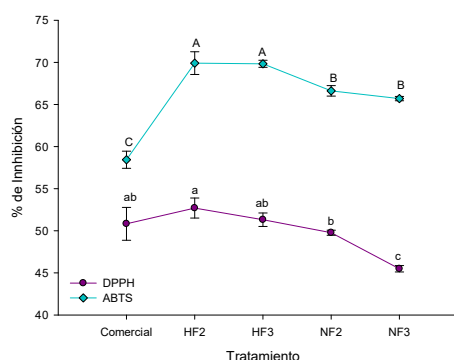


Figura 2

Estabilización de los radicales DPPH y ABTS $n=3$; las barras representan desviación estándar, literales *abc* representan diferencias significativas entre los tratamientos para DPPH y las literales A, B, C representan diferencias significativas entre los tratamientos para ABTS.

Para la inhibición de ABTS hay un comportamiento similar donde HF2 y HF3 tienen los mejores resultados entre los tratamientos ($p < 0.05$) alcanzando casi el 70% de estabilización, para este radical las formulaciones NF2 y NF3 muestran mejor capacidad antioxidante que el control comercial alcanzando hasta el 66 % de inhibición y por último el control alcanzó el 58



%. Para el caso se ABTS hay mejores resultados en los tascalates diseñados en esta investigación, esto puede estar relacionado con el uso de cacao puro y semilla de achiote lo cual ayuda a potencializar las características antioxidantes del maíz rojo.

Discusión

El rendimiento en el procesamiento de granos y semillas es de suma importancia debido a la rentabilidad que confieren los porcentajes, en la investigación realizada por Ramírez-Muñoz, Jiménez-Vera & González-Cortés (2021) quienes evaluaron el rendimiento en la nixtamalización y producción de tortillas de maíces pigmentados, se encontró que el rendimiento en la nixtamalización del maíz rojo es del 54.3 % porcentaje menor al obtenido en esta investigación, los investigadores atribuyen el rendimiento a factores agronómicos como el tipo de semilla, riego, así como propiedades tecnológicas: contenido de almidón y retención de agua durante el proceso de maduración del maíz, por lo que ellos indican que los maíces amarillo y blanco muestran los mejores rendimientos en la nixtamalización de entre 65 – 75 %. De acuerdo con la investigación realizada por Reyes-Escobar (2024) se encuentra que el nixtamalizado tiende a disminuir la concentración de fenoles, flavonoides y antocianinas, ellos atribuyen esta pérdida a los cambios fisicoquímicos que ocurren en el nixtamalizado, indican que el pericarpio, donde se alojan la mayoría de los fenoles y flavonoides, se desintegra o queda flotando en el nejayote, por otro lado las antocianinas que se encuentran en la aleurona son liberadas por el hinchamiento del almidón y al igual que los otros compuestos bioactivos quedan suspendidas en el nejayote.

Conclusión

El maíz rojo posee compuestos de interés como las antocianinas y flavonoides a los cuales se les puede atribuir capacidad antioxidante contra radicales libres, sin embargo el método de cocción que se aplica en el maíz impacta directamente en la concentración y viabilidad que estos muestran, en el diseño del tascalate se mostró que la formulación HF2 tiene los mejores resultados en cuestión de contenido de fenoles, flavonoides, antocianinas así como la estabilización de DPHH y ABTS, si bien esta formulación presentó valores menores en fenoles y flavonoides a comparación del control, esto no impactó en la capacidad de inhibición de los radicales lo cual demuestra que las antocianinas del maíz rojo son una excelente fuente de antioxidantes naturales.

El dar a conocer el valor del maíz rojo es importante ya que no solo nos apoya a rescatar un producto estandarte de la gastronomía mexicana, sino también nos muestra que el uso de materias primas como el cacao y achiote para la elaboración de una bebida consumida por los pueblos mesoamericanos podría ayudar a reducir el estrés causado por el estilo de vida actual al aprovechar los beneficios de los ingredientes, así como contribuir a la identidad gastronómica nacional, dando visibilidad a bebidas prehispánicas, su potencial organoléptico y beneficios al consumidor.



Referencias

- Anaya-Esparza, L. M. A., Gómez-Rodríguez, V. M., Vega, H. R., Estrada, S. H., Hernández-Villaseñor, L. A., & de la Mora, B. Z. V. (2024). Propiedades nutricionales, fisicoquímicas, funcionales, compuestos fenólicos y actividad antioxidante de harinas de tres accesiones de maíz azul nativo de México. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 11(1), 23-39.
- Arteaga, A., & Arteaga, H. (2016). Optimization of the antioxidant capacity, anthocyanins and rehydration in powder of cranberry (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulated with mixtures of hydrocolloids. *Scientia Agropecuaria*, 7, 191-200.
- Astorga-Gaxiola, A. H., Reyes-Moreno, C., Jiménez-Edeza, M., Cuevas-Rodríguez, E. O., & Mora-Rochín, S. (2025). Efecto del Proceso de Nixtamalización Tradicional y Extrusión sobre la Bioaccesibilidad y Actividad Antioxidante de Compuestos Fenólicos de Tortillas de Maíz Azul Durante la Fermentación In Vitro por la Microbiota Colónica Humana. *Biotecnica*, 27, 1-11.
- Broa Rojas, E.; Vázquez Carrillo, M.G.; Estrella Chulím, N.G.; Hernández Salgado, J.H.; Ramírez Valverde, B.; Bahena Delgado, G. (2019) Características fisicoquímicas y calidad de la proteína de maíces nativos pigmentados de Morelos en dos años de cultivo. *Rev. Mex. de Cienc. Agrícolas* 10, 683–697. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.481>
- Cappellini, F.; Marinelli, A.; Toccaceli, M.; Tonelli, C.; Petroni, K. Antocianinas: de los mecanismos de regulación en las plantas a los beneficios para la salud en los alimentos. Frente. *Plant Sci.* 2021, 12, 748049.
- Corzo-Rios, L. J., Aguilar-Méndez, M. A., & Ramirez-Ortiz, M. E. Water Adsorption Isotherms for Tascalate, A Powder Employed To Make A Traditional Beverage Of Chiapas, México. *Advances in Science, Biotechnology and Safety of Foods*, January, 207-212.
- Domínguez-Pérez, L. A., Beltrán-Barrientos, L. M., Torres-Llanez, M. J., González-Córdova, A. F., Hernández-Mendoza, A., García, H. S. y Vallejo-Cordoba, B. (2024). Dynamics of potential antihypertensive and antidiabetogenic activities during artisanal fermentation of three varieties of mexican cocoa beans (*Theobroma cacao* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, 59: 2751-2762. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17026>.
- Escalante-Aburto, A., Ramírez-Wong, B., Torres-Chávez, P. I., Barrón-Hoyos, J. M., Figueroa-Cárdenas, J. D. D., López-Cervantes, J. (2013). La nixtamalización y su efecto en el contenido de antocianinas de maíces pigmentados, una revisión. *Revista fitotecnica mexicana*, 36(4), 429-437.
- Escobar, A. E. R. (2024). Desarrollo y caracterización física química y nutraceutica de un pozol elaborado con maíz (*Zea mays* L.) criollo (azul y rojo), adicionado con cacao (*Theobroma cacao*).
- García-Campos, A. U., Cruz-Monterrosa, R. G., Rayas-Amor, A. A., Jiménez-Guzmán, J., Fabela-Morón, M. F., de la Paz Salgado-Cruz, M., ... & Díaz-Ramírez, M. (2020). Caracterización físico-química de maíz (*Zea mays* L.) criollo (azul y rojo) del Estado de México. *Agro Productividad*, 13(7).
- Halbwirth, H.; Martens, S.; Wienand, U.; Forkmann, G.; Stich, K. Formación bioquímica de antocianinas en tejido de seda de *Zea mays*. *Plant Sci.* 2003, 164, 489–495.
- Harborne, J.B (1973). *Phytochemical Methods. A guide to modern techniques of plant analysis*. London. Editorial Chapman and Hill. <https://doi.org/10.3390/beverages10030069>
- Padilla, E. A. (2022). Caracterización de bebidas tradicionales mexicanas para el desarrollo de saborizantes que puedan ser incorporados a fórmulas lácteas., Tesis de posgrado
- Pliego, C. E., de Lourdes Ramírez, M., Ortiz, R., & Hidalgo, B. (2021). Caracterización de proteínas, grasa y perfil graso de maíces criollos (*Zea mays*) en poblados del estado de México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 21(42), 16-16.
- Ramírez-Muñoz, E., Jiménez-Vera, R., & González-Cortés, N. (2021). Rendimiento de nixtamal, masa y tortilla de maíces criollos pigmentados de Perote, Veracruz. *Revista CienciaUANL*, 24(107), 22-27.
- Ramírez-Vega, H.; Vázquez-Carrillo, G.; Muñoz-Rosales, G.M.; Martínez-Loperena, R.; Heredia-Nava, D.; Martínez-Sifuentes, J.A.; Anaya-Esparza, L.M.; Gómez-Rodríguez, V.M. Características físicas y químicas del maíz nativo del altiplano de Jalisco y su influencia en el proceso de nixtamalización. *Agricultura* 2022, 12, 1293.
- Reyes-Pavón, D., Soto-Sigala, K. S., Cano-Sampedro, E., Méndez-Trujillo, V., Navarro-Ibarra, M. J., Pérez-Pasten-Borja, R., ... & Torres-Maravilla, E. (2024). Pigmented Native Maize: Unlocking the Potential of Anthocyanins and Bioactive Compounds from Traditional to Functional Beverages. *Beverages*, 10(3), 69.
- Valencia Sandoval, M. A., García López, J. I., Hernández Alonso, E., & Ruiz Torres, N. A. (2022). Propiedades nutricionales y nutraceuticas de genotipos de maíz (*Zea mays*) con diferentes pigmentaciones cultivados en el Sureste de Coahuila.
- Vallebuena-Estrada, M.; Rodríguez-Arévalo, I.; Rougon-Cardoso, A.; Martínez González, J.; García Cook, A.; Montiel, R.; Vielle-Calzada, J.-P. El maíz más temprano de San Marcos, Tehuacán, es un domesticado parcial con evidencia genómica de endogamia. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2016, 113, 14151–14156