



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**“DISEÑO DE UN SNACK A BASE DE GRANOS DE MAÍZ
NEGRO/MORADO *Zea mays* L. Y EVALUACIÓN DE SUS
PROPIEDADES FUNCIONALES”**

Autor: De la Portilla Cazares Edwin Fabricio

Directora: Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, M Sc

Asesores: Dra. Lucía Yépez. M Sc

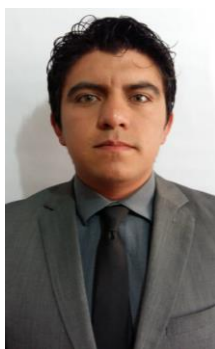
Ing. Jimmy Cuarán. Mg.I

Ing. Juan Carlos De la Vega. Mg.I

Ibarra – Ecuador

2018

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



NOMBRE: De la Portilla Cazares Edwin Fabricio

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 100310567-1

FECHA DE NACIMIENTO: 26 de septiembre de 1993

ESTADO CIVIL: Soltero

DIRECCIÓN: Av. Atahualpa y Hualcopo Duchicela 7-21

TELÉFONO CELULAR: 0981123938

CORREO ELECTRÓNICO: edwindelaportilla@hotmail.com

AÑO: 2018

“DISEÑO DE UN SNACK A BASE DE GRANOS DE MAÍZ NEGRO/MORADO *Zea mays* L. Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FUNCIONALES”

Resumen:

El objetivo fue evaluar el efecto de tres métodos de una deshidratación (ambiente, flujo de aire caliente y horno), conjuntamente con una posterior fritura a 150, 170 y 190 °C, sobre las características texturales, contenido de FST y actividad antioxidante (AA), se plantearon cuatro tratamientos más un testigo con el fin de determinar la formulación del snack de maíz negro/morado, T1: (70% INIAP, 30% Cotacachi), T2: (50% INIAP, 50% Cotacachi), T3 (100% INIAP), T4 (100% Cotacachi) y Testigo: maíz amarillo. Las variables evaluadas fueron color con el espectrofotómetro de reflectancia (modelo Specord 250 plus), textura con el texturómetro (modelo EZ-9X), fenoles solubles totales (FST) mediante el método Folin-Ciocalteu y actividad antioxidante por el método DPPH. Se destaca el Tratamiento T1: (70% INIAP, 30% Cotacachi), ya que presentó un contenido de 44.02 mg GAE/100 g de materia seca en cuanto a fenoles solubles totales y una actividad antioxidante del 31.69% de inhibición, además demostraron cumplir con el criterio de extensibilidad, suavidad y manejabilidad. Posteriormente para la determinación del proceso de elaboración de snacks las tortillas se sometieron a tres métodos de deshidratación (ambiente, flujo de aire caliente y horno) y tres temperaturas de fritura (150, 170 y 190) °C, destacando

el método de deshidratado por flujo de aire caliente y temperatura de fritura de 170°C, ya que generó una textura de 737.75 g^f similar al snack comercial, además presentó un un 80% más compuestos fenólicos que un snack de maíz amarillo y un 76% más actividad antioxidante que snacks comerciales.

Palabras clave: maíz negro/morado, fenoles solubles totales y actividad antioxidante.

1 Introducción

Existe un creciente interés de los consumidores por comprar alimentos con alto contenido de antioxidantes, lo que ha sido impulsado por informes científicos y de prensa sobre la posible correlación entre dietas ricas en bioactivos (antioxidantes) y una menor incidencia de enfermedades crónicas degenerativas (Wootton-Beard y Ryan, 2011).

El consumo de maíz pigmentado está asociado indirectamente con beneficios para la salud, debido a la presencia de compuestos antioxidantes, los cuales retrasan el daño causado por radicales libres, con actividad anticancerígena, antineurodegenerativa y antiinflamatoria (Kraft *et al.*, 2008).

El maíz morado es un antioxidante natural que retarda el envejecimiento celular, principalmente por los mecanismos de acción de los compuestos fenólicos (Salinas *et al.*, 2013). Varias investigaciones (Castañeda-Sanchez, 2011) validan sus propiedades farmacológicas, ya que contrarrestan los efectos nocivos de los

radicales libres, estrés oxidativo y la carcinogénesis.

Los compuestos fenólicos constituyen una de las principales clases de metabolitos secundarios de los vegetales, actualmente existe gran interés en estos compuestos debido a la gran variedad de actividades biológicas que presentan, considerándose uno de los compuestos fitoquímicos alimentarios más importante por su contribución al mantenimiento de la salud humana (Pandey y Rizvi, 2009).

Pese a esto las investigaciones sobre los cambios de antioxidantes en la cadena de producción de alimentos es escasa. Hasta la fecha, la mayoría de la información se ha centrado en los cambios de compuestos como el contenido de vitamina C, tocoferol y carotenoides. Los estudios sobre polifenoles son aún menores, sin embargo durante los últimos años, éstos compuestos han recibido más atención (Smith y Charter, 2010).

Durante la transformación de productos alimenticios, existen grandes pérdidas de los compuestos presentes encargados del valor funcional del alimento, por lo que el uso de métodos menos nocivos para la determinación de estos compuestos es de gran importancia para la industria. Entre los métodos de menor daño para los antioxidantes y que en la actualidad se encuentran en auge son: el procesamiento de campo eléctrico a alta presión, el secado al vacío o a baja temperatura y la cocción corta en pequeñas cantidades (Smith y Charter, 2010).

2 Materiales y Métodos

El maíz negro/morado *Zea mays* L. fue obtenido de dos localidades, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) estación experimental Santa Catalina y del cantón Cotacachi de la provincia de Imbabura.

Fase I: Se utilizó un diseño Completo al Azar con cuatro tratamientos más un testigo y tres repeticiones con quince unidades experimentales. Los tratamientos fueron mezclas de maíces pigmentados: T1: (70% INIAP, 30% Cotacachi), T2: (50% INIAP, 50% Cotacachi), T3 (100% INIAP), T4 (100% Cotacachi) y Testigo: maíz amarillo.

Fase II: Para la evaluación del proceso de elaboración del snack con propiedades funcionales se utilizó un diseño completamente al azar (D.C.A) con un arreglo factorial A x B + 1, donde el factor A correspondió al método de deshidratado (ambiente, flujo de aire caliente y horno) y el factor B la temperatura (150, 170 y 190) °C de fritura, el testigo fue el snack comercial.

2.1 Métodos Analíticos

2.1.1 Determinación de Color

El color se determinó de muestras de 1cm de diámetro de tortilla con el espectrofotómetro de reflectancia (modelo Specord 250 plus) en la escala CIE $L^*a^*b^*$, con el iluminante C y ángulo estándar de observador 2°, los resultados fueron expresados mediante ángulo de Tono Hue y Cromo calculados

mediante la (Ecuación (1) y (2) respectivamente).

$$h^* = \arctg(b^*/a^*)$$

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2}$$

2.1.2 Determinación de Textura

La textura se midió con un texturómetro (modelo EZ-9X), donde se determinó la fuerza de ruptura de la tortilla y del snack un proceso de punzamiento con una aguja a velocidad de 1mm/s, los resultados se expresaron en gramos fuerza que necesita el dispositivo para romper la superficie de la tortilla y el snack.

2.1.3 Determinación de Humedad

Para la determinación de la humedad se utilizó la metodología (AOAC 925.10).

2.1.4 Determinación de Fenoles solubles totales

Previo al análisis se liofilizó y molió las muestras para ser almacenadas en bolsas de papel kraft en el desecador hasta el análisis.

Preparación de extractos

Se pesó 1 g de muestra en papel glacin, se mezcló con 20mL de metanol acidificado (99% metanol y 1% de ácido trifluoroacético, v/v). Las muestras se agitaron durante 15 min en un shaker y se refrigeraron a 4°C durante 105 minutos. Se centrifugaron las muestras a 2200 rpm durante 15 min, se filtró la muestra en papel Whatman N°4, el sobrenadante se retiró y se aforó a 20 mL

con el disolvente de extracción, se almacenó a -20°C hasta la medición. Este extracto se utilizó para cuantificar el contenido de fenoles solubles totales (FST) y para la evaluación de actividad antioxidante (AA).

Cuantificación de extractos

Se preparó la curva de calibración con ácido gálico en concentraciones de 10 a 50 ppm. Para la cuantificación en el extracto se siguió el método descrito por Makkar (2002) con mínimas modificaciones. Para el ensayo colorimétrico se utilizó el método de Folin – Ciocalteu (F-C). Se utilizó 500uL del extracto y se añadió 125uL de F-C, se agitó la mezcla suavemente y se dejó actuar el reactivo durante 6 minutos, antes de agregar 1.25mL de carbonato de sodio al 19%. El volumen final se ajustó a 3mL con agua destilada. Se procedió a dar lectura en el espectrofotómetro a 760 nm, una vez que las muestras han reposado 90 minutos.

2.1.5 Determinación de Actividad antioxidante

La capacidad para capturar radicales libres de los extractos se determinó utilizando como referencia el ensayo (DPPH) de acuerdo al método reportado por Wu *et al*, (2006). EL DPPH se caracteriza por poseer un electrón desapareado que es un radical libre. Por lo cual se utilizó como material de referencia para determinar el poder antioxidante en extractos.

Con una solución 60 µM de (DPPH) (Sigma - Aldrich) en metanol al 80%. Se tomó alícuotas de 200 µl de extracto y se

adicionó 2,8 ml de DPPH en celdas de cuarzo, y la absorbancia se monitoreo cada 5 min durante un período de 30 min a 515 nm, utilizando una disolución de metanol al 80% como blanco.

La actividad antioxidante se expresa como porcentaje de inhibición lo cual corresponde a la cantidad de radical DPPH neutralizado por el extracto a una determinada concentración, de acuerdo a la Ecuación 3:

$$\%I = \frac{A - A_1}{A} * 100$$

A: es la absorbancia del blanco

A₁: es la absorbancia de la muestra a los 30 minutos.

Los resultados obtenidos se expresaron como valores medios \pm desviación estándar, se realizó el análisis de varianza ANOVA y se aplicó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), mediante el software estadístico Info Stat.

3 Resultados y discusión

Las características fisicoquímicas analizadas fueron color, textura, humedad, fenoles solubles totales y actividad antioxidante de acuerdo a la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros y etapas de evaluación

Etapa del proceso	Análisis
Tortilla de nixtamal	Textura
	Color
	Humedad
	Fenoles solubles totales
	Actividad antioxidante
Snack	Textura
	Color
	Humedad
	Fenoles solubles totales
	Actividad antioxidante

Características físicas en tortilla (Fase I)

Color: se determinó diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Tabla 2. Valores de color Luminosidad, Hue y Croma en tortillas de diferentes mezclas de maíces

Tratamiento	Color		
	Luminosidad (L)	Hue (°)	Croma
T1	45.27 \pm 0.05 d	309.46 \pm 0.97 c	7.64 \pm 0.06 b
T2	47.32 \pm 0.05 b	321.12 \pm 0.24 b	6.80 \pm 0.62 c
T3	42.46 \pm 0.20 e	331.27 \pm 0.76 a	6.09 \pm 0.31 d
T4	46.34 \pm 0.15 c	306.87 \pm 0.34 d	6.99 \pm 0.30 bc
Testigo	71.24 \pm 0.11 a	112.36 \pm 0.57 e	28.41 \pm 0.56 a
DHS	0.31	1.71	0.69

Letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0.05$); DHS: Diferencia Honesta Significativa (Tukey 0.05)

Con respecto al ángulo de tono Hue los tratamientos T4: 306.87; T1: 309.46 tienden a un color azul-purpura oscuro, mientras que los tratamientos T2: 321.12; T3: 331.27 presentan un tono púrpura oscuro- rojizo, ver Tabla 2.

El color de la tortilla depende del color de los granos de maíz y de las interacciones de sus componentes químicos con el pH alcalino presente durante la nixtamalización (Salinas-Moreno *et al.*, 2012), durante la nixtamalización, el pericarpio es solubilizado por el óxido de calcio y las antocianinas se exponen directamente al pH altamente alcalino, razón por la cual el pigmento cambia. El color de los tratamientos T4 y T1 es similar a lo informado por Cevallos-Casals y Cisneros-Zevallos (2004), quienes examinaron el pH de la masa y tortilla de distintas razas de maíz, y a un pH de 7 a 8 observaron que color de un extracto de grano de maíz morado era púrpura oscuro-rojo.

Textura: La textura puede ser definida como una manifestación de las propiedades reológicas de un alimento. Es un atributo muy importante que afecta al proceso de producción, manejo e influye en los hábitos alimenticios y, por tanto, en la elección final del consumidor (Cruz Chávez *et al.*, 2013).

En la Tabla 3, se muestra el análisis de varianza para el parámetro de textura, en el cual se observa una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos, lo que indica que la dureza del grano influye en las características texturales de la tortilla.

Tabla 3. Prueba de Tukey al 5% para la variable textura en tortillas de diferentes mezclas de maíces

Tratamientos	Textura g^f	Rangos
T3	302.78	A
T2	286.62	B
T1	282.83	B
Testigo	169.69	C
T4	166.87	C
DHS	4.7	

Letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0.05$); DHS: Diferencia Honesta Significativa (Tukey 0.05)

Cruz Chávez *et al.*, (2013) concluyeron que, tortillas con fuerza de entre 250 y 350 g^f son de mayor agrado para las personas, ya que cumplen con el criterio de flexibilidad y textura adecuada que le permita ser doblada y enrollada, lo que se aprecia en los tratamientos estudiados donde se determina que T3, T2 y T1 cumplen con los parámetros en cuanto a textura para la elaboración de tortillas.

Humedad: En el presente estudio la humedad no era útil para separar los tratamientos en vista que todos los tratamientos cumplen con la Norma Mexicana de calidad para maíz

nixtamalizado (NMX-FF-034/1-2002), la cual expresa que la humedad óptima para tortillas de maíz es del 42 al 36 % \pm 1%.

Características químicas en tortilla (Fase I)

Fenoles solubles totales:

El consumo de maíces de color está asociado indirectamente con beneficios para la salud, debido a la presencia de compuestos antioxidantes entre estos los fenoles solubles totales, los cuales retrasan el daño causado por los radicales libres, como actividad anticancerígena, antitumorales y antineurodegenerativa (Kraft *et al.*, 2008).

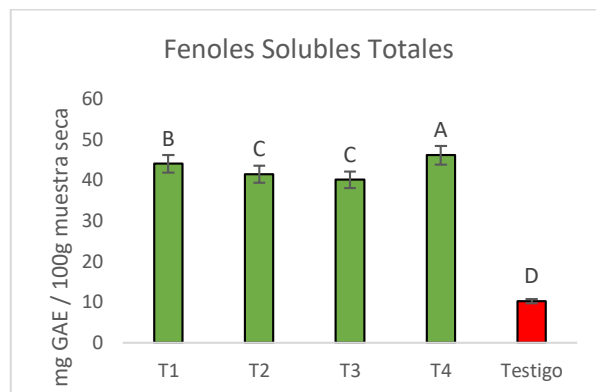


Figura 1. Fenoles solubles totales en tortillas de diferentes mezclas de maíz

Los resultados obtenidos muestran que, el tratamiento T4 presenta un mayor contenido de FST con un promedio de 44.15 mg GAE/ 100 g de materia seca, como segundo mejor tratamiento está el T1 con un promedio de 44.02 mg GAE/ 100 g de materia seca, por último se observa que los tratamiento T2 y T3 son iguales ($p > 0.05$) con un promedio de 44.48 y 40.08 mg GAE / 100 g de materia seca respectivamente, sin

embargo, se muestra (ver Figura 1) una notable diferencia entre el testigo y los tratamientos, se concluye que las tortillas elaboradas con maíces de color contienen hasta cuatro veces más FST que las tortillas elaboradas con granos de maíz amarillo.

Actividad antioxidante: Los maíces de color poseen gran cantidad de pigmentos antioxidantes y una calidad nutricional mayor que el maíz típico; blanco o amarillo, es un cereal que aporta grandes beneficios al consumidor (Castañeda-Sanchez, 2011).

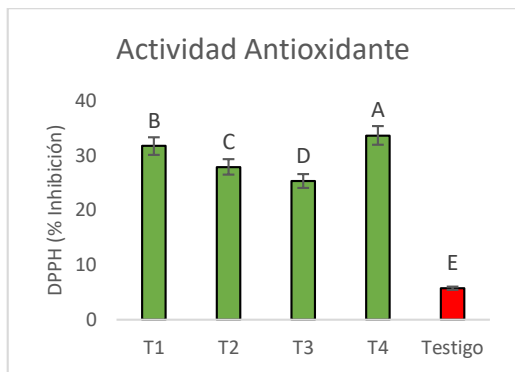


Figura 2. Actividad Antioxidante en tortillas de diferentes mezclas de maíz

En la Figura 2 se puede apreciar el % de inhibición del radical DPPH, expresado como actividad antioxidante, que poseen las tortillas elaboradas con granos de maíz negro/morado, las tortillas del tratamiento T4 tuvo la AA más elevada con un promedio del 33.60 % de inhibición, mientras que la AA más baja corresponde al testigo con un promedio del 5.66 % de inhibición.

Una vez realizado el análisis de los resultados se seleccionó el tratamiento T1 (70% INIAP y 30% Cotacachi), ya que su contenido de fenoles solubles totales y actividad antioxidante es elevado, además demostró cumplir con

el criterio de extensibilidad, suavidad y manejabilidad para la elaboración de un snack.

Características físicas en snack (Fase II)

Color:

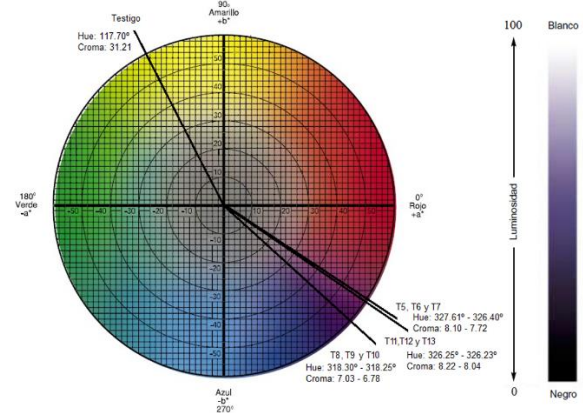


Figura 3. Representación gráfica de los parámetros Hue y Croma en snacks

Se observa que una deshidratación rápida por flujo de aire caliente contribuye en la estabilidad del ángulo de tono Hue, dando como resultado un ángulo entre 318.30° y 318.25°, mostrando un color azul-púrpura oscuro (Figura 10). Zilic, Serpen, Akillioglu, Gökmen, y Vancetovic (2012) mencionan que el color se relaciona con el contenido de FST y granos de color rojo presentan menor contenido que granos púrpura o magenta. Por tanto, se puede afirmar que en los tratamientos T8, T9 y T10, hubo menor pérdida de FST, compuestos a los que se les atribuye el color de los snacks.

Textura: La textura es una de las características de calidad más significativas para los snacks de granos de maíz ya que la textura hace una contribución dominante a la calidad general y aceptabilidad (Kayacier y Singh, 2003).

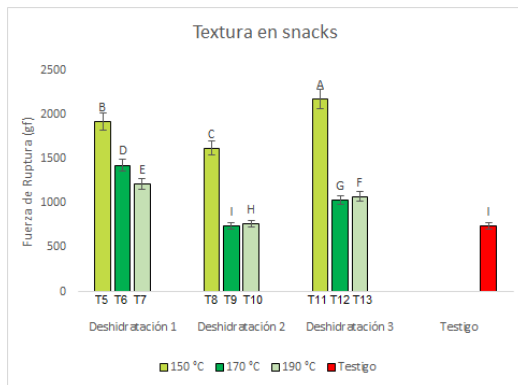


Figura 4. Textura en snacks de maíz negro/morado

En la Figura 4 se observa que existe una diferencia ($p < 0.05$) entre tratamientos, siendo el tratamiento T9 el mejor con un promedio de 737.75 g^f ya que es similar al Testigo que presentó un valor 744.68 g^f. Además, permite apreciar que la Temperatura a 150 °C ocasiona una textura desfavorable para los snacks, según, Kayacier y Singh (2003) afirman que la propiedad textural de los snacks se ve influenciado por la temperatura de fritura, temperaturas elevadas contribuyen a la generación de ampollas de aire, característica propia de los snacks fabricados a base de maíz, sin embargo no son muy aceptables en cuanto a su textura.

Humedad: es de fundamental importancia al momento de procesamiento, ya que es un parámetro de control y de acuerdo a la NTE INEN 2 561:2010, se especifica que los snacks pueden contener un máximo del 5 % de humedad. En el presente experimento se obtuvo valores entre 4.61 y 3.26 % de humedad, por lo que todos los tratamientos cumplen con esta especificación.

Características químicas en snack (Fase II)

Fenoles solubles totales:

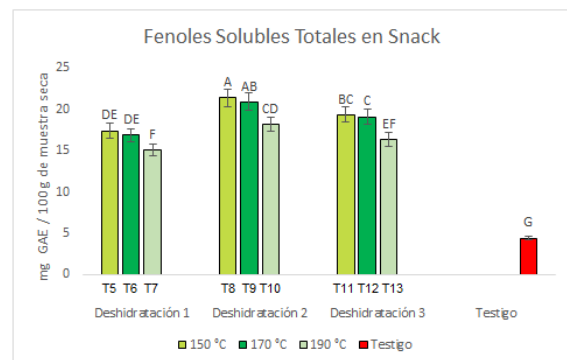


Figura 5. Fenoles solubles totales en snacks de maíz negro/morado

En la Figura 15 se presenta el promedio de FST en snack de maíz negro/morado, y de acuerdo a la prueba de Tukey 5% existe siete rangos, destacando los tratamientos T8 y T9 siendo sus promedios 21.40 y 20.89 mg GAE/100 g de muestra seca respectivamente, su contenido de FST fue superior, con respecto a los demás tratamientos.

El contenido de FST se estandarizó en tortilla dando como resultado 44.02 mg GAE/100 g de muestra seca (valor de inicio previa deshidratación y fritura). Para el tratamiento T8 se observa un contenido de 21.40 mg GAE/100 g de muestra seca, lo que indica que hubo un decremento del 52.07% del contenido de FST. Del Pozo-Insfran *et al.*(2007) menciona que tortillas de maíz azul durante la fritura pierden entre un 61 y 83 % de compuestos fenólicos.

Sin embargo, se puede observar (ver Figura 12) una notable diferencia ($p < 0.05$) entre tratamientos y testigo, por lo que un snack de maíz negro/morado contiene hasta un 80% más compuestos fenólicos que un snack de maíz amarillo o blanco.

Actividad antioxidante:

La capacidad para inhibir radicales libres depende estrictamente del contenido fenólico de los alimentos, lo cual ya se mencionó anteriormente, con esta consideración se tomó en cuenta el contenido de FST, para el análisis de Actividad Antioxidante.

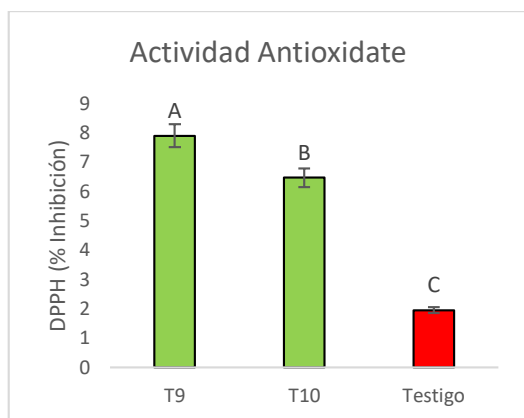


Ilustración 6. Actividad antioxidante en snacks de maíz negro/morado

En la Figura 6 se puede apreciar tres rangos, destacando el tratamiento T9 con un promedio de 7.90 % inhibición, seguido está el tratamiento T10 con un promedio de 6.47 % de inhibición, por ultimo tenemos al testigo que muestra un promedio de 1.95 % de inhibición.

La pérdida de AA durante la deshidratación y posterior fritura fue del 75%, De la Parra *et al.* (2007) afirma que durante la fritura de tortillas de maíz azul existe una pérdida de aproximadamente el 95% de compuestos antioxidantes. Por lo que se estima que deshidratando la tortilla y disminuyendo el tiempo de fritura se logra retener en mayor cantidad la actividad antioxidante.

Sin embargo, al comparar ($p \leq 0.05$) la AA entre los tratamientos y el testigo se observa que, a pesar de la notable

degradación de los compuestos antioxidantes, los snacks de maíz negro/morado contienen hasta un 76% más contenido de AA que los snacks de maíz amarillo o blanco.

4 Conclusiones

La mezcla de maíces 70% INIAP y 30% Cotacachi (Tratamiento T1), presentó un contenido de 44.02 mg GAE/100 g de muestra seca y una actividad antioxidante del 31.69% de inhibición, que demostró cumplir con el criterio de extensibilidad, suavidad y manejabilidad para la elaboración de un snack.

El Tratamiento T9 (método de deshidratado por flujo de aire caliente y temperatura de fritura de 170°C) obtuvo los mejores parámetros de textura para elaboración del snack a base de granos de maíz pigmentado, ya que genera una fuerza de ruptura de 737.75 g^f similar a un snack comercial y retiene un 52.07% de compuestos fenólicos.

En cuanto al color, el tratamiento T9 fue de tonalidad purpura oscura (Hue: 318.28) y presentó una menor variación al aplicar una deshidratación por flujo de aire caliente y una temperatura de fritura de 170°C, que puede ser correlacionado con una menor degradación de compuestos fenólicos y por ende la obtención de un producto con altas propiedades funcionales.

Los snacks elaborados a bases de granos de maíz negro/morado contienen hasta un 80% más de compuestos fenólicos y un 76% más de actividad

antioxidante en comparación con snacks comerciales.

5 Recomendaciones

Se recomienda realizar pruebas organolépticas en posteriores investigaciones.

Para posteriores estudios se recomienda realizar una investigación sobre, la vida de anaquel y tipo de empaque para snacks de maíz negro/morado, que conserve las mejores condiciones y reduzcan la pérdida de compuestos funcionales durante el almacenamiento.

Se recomienda emplear el método de fritura al vacío, con el fin de conservar las propiedades funcionales de alimentos a base de granos de maíz negro/morado.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta es, investigar la estabilidad de las antocianinas, ya que tiene relación directa con el color y propiedades organolépticas del snack.

Referencias bibliográficas

Castañeda-Sanchez, A. (2011). Propiedades nutricionales y antioxidantes del maíz azul (*Zea mays* L.). *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 5(2), 75–83.

Cevallos-Casals, B. A., & Cisneros-Zevallos, L. (2004). Stability of anthocyanin-based aqueous extracts of Andean purple corn and red-fleshed sweet potato compared to synthetic and natural colorants. *Food Chemistry*, 86(1), 69–77. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.08.011>

Cruz Chávez, Cadena Iñiguez, Salinas Moreno, G. R. (2013). Características Industriales de maíces pigmentados de Chiapas.

De la Parra, C., Serna-Saldivar, S., & Liu, R. (2007). Effect of Processing on the Effect of processing on the phytochemical profiles and antioxidant activity of corn for production of masa, tortillas, and tortilla chips. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 4177–4, 14–17.

Del Pozo-Insfran, D., Serna Saldivar, S. O., Brenes, C. H., & Talcott, S. T. (2007). Polyphenolics and antioxidant capacity of white and blue corns processed into tortillas and chips. *Cereal Chemistry*, 84(2), 162–168. <http://doi.org/10.1094/CCHEM-84-2-0162>

Kayacier, A., & Singh, R. K. (2003). Textural properties of baked tortilla chips. *LWT - Food Science and Technology*, 36(5), 463–466. [http://doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)00222-0](http://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00222-0)

Kraft, T. F. B., Dey, M., Rogers, R. B., Ribnicky, D. M., Gipp, D. M., Cefalu, W. T., ... Lila, M. A. (2008). Phytochemical composition and metabolic performance-enhancing activity of dietary berries traditionally used by native North Americans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3), 654–660. <http://doi.org/10.1021/jf071999d>

Pandey, K. B., & Rizvi, S. I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270–8. <http://doi.org/10.4161/oxim.2.5.9498>

- Salinas-Moreno, Y., Pérez-Alonso, J. ., Vázquez-Carrillo, G., Aragón-Cuevas, F., & Velázquez-Cardelas, G. . (2012). Anthocyanin content and antioxidant activity of maize grain (*Zea mays* L.) from the races Chalqueño, Elotes Cónicos, and Bolita. *Agrociencia*, *47*, 693–706.
- Salinas, Y., García, C., Coutiño, B., & Vidal, V. (2013). Variabilidad en contenido y tipos de antocianinas en granos de color azul/morado de poblaciones mexicanas de maíz. *Revista Fitotecnica Mexicana*, *36*(SUPPL.3), 285–294.
- Smith, J., & Charter, E. (2010). *Functional Food Product Development* (John Wiley, p. 536). Charlottetown, Canada.
- Wootton-Beard, P. C., & Ryan, L. (2011). Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. *Food Research International*, *44*(10), 3135–3148. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.09.015>
- Zilic, S., Serpen, A., Akillioglu, G., Gökmen, V., & Vancetovic, J. (2012). Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and anti oxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L) kernels. *J of Agricultural Chemistry*, *60*(1224–1231).