

Article: Investigación

Evaluation of mineral content in pitahaya pulp, flour and bread subjected to heat treatment**Evaluación del contenido mineral en pulpa, harina y pan de pitahaya sometidos a tratamiento térmico**Flor Magdalena Jimbo Román^{1*}✉ .¹Universidad Católica del Ecuador, Guayaquil, Ecuador**Corresponding author:** Flor Magdalena Jimbo Román✉**Revised:** 05-october-2024 **Accepted:** 25-october-2024 **Published:** 30-october-2024**Cite as:**

Evaluación del contenido mineral en pulpa, harina y pan de pitahaya sometidos a tratamiento térmico. (2024). Sapiens Sciences International Journal, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.71068/ss000035>

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the impact of heat treatments and the use of pitahaya peels on the quantification of calcium, phosphorus, and iron levels in pulp, flour, and bread. A thermal process using a dehydrator was applied to obtain pitahaya flour, which was used to develop a food product, specifically bread. Three different proportions of pitahaya flour to wheat flour were tested (20%, 10%, and 30%). A completely randomized design with three replicates was used to measure iron (Fe), calcium (Ca), and phosphorus (P) levels using an atomic absorption spectrophotometer and a UV/visible spectrophotometer. Statistical analysis included analysis of variance and comparison of means using the Tukey test ($p < 0.05$), with data processed using InfoStat statistical software. The results showed that the minerals present in the pitahaya pulp and peel were significantly concentrated during heat treatment, as were the nutrient levels, as confirmed by analysis of variance. The pitahaya peel, when subjected to this process, maintained its mineral content intact, suggesting its viability as a raw material for the production of new food products. It was concluded that the yellow pitahaya has a high nutritional value and that, furthermore, the peel of this fruit can be processed into powder, preserving its mineral properties, opening the door to its use as a raw material for the development of innovative products for human consumption.

Keywords: Functional flours; Nutritional composition; Sensory evaluation; Vegetable by-products.**RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue determinar el impacto de la aplicación de tratamientos térmicos y el uso de cáscaras de pitahaya en la cuantificación de los niveles de calcio, fósforo y hierro en pulpa, harina y pan. Se aplicó un proceso térmico mediante un deshidratador para obtener harina de pitahaya, la cual fue utilizada para desarrollar un producto alimenticio, específicamente pan. Se probaron tres proporciones diferentes de harina de pitahaya en relación con la harina de trigo (20%, 10% y 30%). Se empleó un diseño completamente aleatorio con tres repeticiones para medir los niveles de hierro (Fe), calcio (Ca) y fósforo (P) utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica y un espectrofotómetro UV/visible. El análisis estadístico incluyó un análisis de varianza y una comparación de medias utilizando el Test de Tukey ($p < 0,05$), con los datos procesados mediante el software estadístico InfoStat. Los resultados mostraron que los minerales presentes en la pulpa y en la cáscara de la pitahaya se concentraron significativamente durante el tratamiento térmico, al igual que los niveles de nutrientes, lo que fue confirmado por el análisis de varianza. La cáscara de pitahaya, al someterse a este proceso, mantuvo intacto su contenido mineral, lo que sugiere su viabilidad como materia prima para la

producción de nuevos productos alimenticios. Se concluyó que la pitahaya amarilla posee un alto valor nutricional y que, además, la cáscara de esta fruta puede ser procesada en polvo, preservando sus propiedades minerales, lo que abre la puerta a su uso como materia prima para el desarrollo de productos innovadores para el consumo humano.

Palabras clave: Harinas funcionales; Composición nutricional; Evaluación sensorial; Subproductos vegetales.

INTRODUCTION

En Ecuador, actualmente se cultiva la pitahaya de variedad amarilla tipo 1, la cual presenta variaciones, principalmente en tamaño, dependiendo de la ubicación del cultivo. Cabe destacar que algunos informes indican que la pitahaya amarilla representa aproximadamente el 90% de la producción nacional. Esta fruta es rica en fibra, especialmente en sus semillas, las cuales, al ser consumidas, se adhieren a las vellosidades intestinales, favoreciendo el movimiento peristáltico y ayudando a la expulsión de las heces, evitando que estas se queden retenidas en los intestinos (Rivera, 2014).

La pitahaya es conocida por sus propiedades como tónico general, recomendándose para mejorar la circulación sanguínea y prevenir enfermedades cardíacas. Además, actúa como un sedante suave, utilizado para aliviar dolores leves como los de cabeza y encías, combate la ansiedad, el insomnio y el estreñimiento, y regula la flora intestinal (Vera, 2011). Debido a estas cualidades, la pitahaya goza de una amplia aceptación en el mercado, lo que requiere inversión y esfuerzo en su producción, especialmente en las zonas subtropicales y amazónicas de Ecuador.

La pitahaya es una fruta exótica con múltiples beneficios para la salud, lo que ha generado una creciente demanda en los mercados internacionales. Para determinar si está en buen estado y lista para su consumo, se debe observar su color, siendo el amarillo el más indicativo de madurez. Esta fruta contiene vitaminas A, B1, B2, B3 y C, y minerales como calcio, hierro y fósforo (Zabala, 2005). Las vainas de la pitahaya tienen un color amarillo intenso con espinas cremosas, su peso varía entre 250 gramos y puede alcanzar hasta 19 grados Brix. La cáscara es amarilla y la pulpa es blanca cuando está madura. La pitahaya amarilla presenta un mayor interés comercial y agronómico, tanto en el mercado local como internacional, debido a su mayor resistencia al transporte y almacenamiento, así como a su sabor más agradable.

El calcio es fundamental para el crecimiento y la formación de huesos, manteniendo su fortaleza y densidad. También cumple un rol importante en la prevención de enfermedades relacionadas con el sistema nervioso, la coagulación sanguínea, la osteoporosis y la contracción muscular (Miller et al., 2013). Por su parte, el fósforo, que constituye entre el 80-90% del contenido de fósforo del organismo, se combina para formar fosfato cálcico, esencial para el desarrollo de huesos y dientes, al igual que el calcio. Los huesos actúan como la principal reserva de sales de fosfato en el cuerpo (McClure et al., 2017). El hierro, otro mineral relevante, está vinculado al crecimiento y desarrollo físico y mental tanto en niños como en adultos. Su función principal es el transporte de oxígeno a los tejidos y el mantenimiento del sistema inmunológico, lo que aumenta las defensas del organismo y mejora su resistencia a las enfermedades (Rebellato, 2015).

La deshidratación es uno de los métodos más antiguos de conservación de alimentos, y su objetivo es eliminar gran parte de la humedad de los productos. Cuando se realiza correctamente, este proceso permite que los alimentos deshidratados mantengan la mayor parte de su valor nutricional (Krokida y Philippopoulos, 2005). En la industria alimentaria, las harinas son una materia prima importante para la producción de diversos alimentos, siendo comúnmente derivadas de cereales como cebada, maíz o trigo. No obstante, en la actualidad, se están utilizando frutas deshidratadas molidas como una alternativa a las harinas convencionales (Uthumporn et al., 2015).

El objetivo de esta investigación es cuantificar los niveles de calcio, fósforo y hierro en la pitahaya sometida a dos procesos térmicos y, a partir de su pulpa, desarrollar harina y un producto listo para el consumo. Además, se busca determinar si la cantidad de minerales se mantiene constante, disminuye o aumenta durante el proceso.

METHOD

La materia prima empleada en el proceso de deshidratación fue la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). La fruta seleccionada fue aquella que presentaba un estado intacto, con firmeza y sin evidencia de daños físicos o microbiológicos. Siguiendo el protocolo de Pao et al. (2017), las frutas fueron lavadas y desinfectadas mediante inmersión en una solución de dióxido de cloro líquido a 10 ppm durante 10 minutos. Esta concentración asegura una reducción logarítmica de las unidades formadoras de colonias potencialmente presentes en frutas y hortalizas. Posteriormente, los frutos fueron pelados y se separaron en dos partes: la pulpa y la corteza, ambas utilizadas en la investigación.

El proceso de deshidratación consistió en aplicar temperaturas de $61 \pm 3^\circ\text{C}$ hasta alcanzar una pérdida de humedad mínima del 85%, conforme a los estándares establecidos por la norma técnica ecuatoriana para la harina de trigo (INEN 616:2015). El proceso de secado fue monitoreado cada 30 minutos para evaluar su evolución. La pérdida de humedad se calculó siguiendo las recomendaciones de la norma mexicana NMX (F-083-1986), expresada como porcentaje de humedad. Una vez deshidratada, la materia prima fue sometida a molienda, pulverización y tamizado para obtener la harina.

De acuerdo con los estudios de Álzate et al. (2013) y Giani et al. (2016), el análisis de la concentración de hierro, calcio y fósforo en la harina de frutas constituye una de las caracterizaciones más relevantes debido a su estabilidad, posible aumento durante el proceso de secado y su aporte nutricional. Basándose en esta referencia, se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con tres repeticiones por tratamiento para cuantificar los niveles de hierro, calcio y fósforo en la pulpa y en el producto deshidratado mediante un espectrómetro de absorción atómica UV/visible. Los métodos empleados fueron los establecidos por la AOAC: 927.02 (Fe), 945.03 (Ca) y 965.17 (P) para verificar cómo varían los micronutrientes en el producto después del tratamiento térmico.

Además de determinar la viabilidad de elaborar harina de buena calidad a partir de una fruta no convencional, se realizaron mezclas de harina de trigo con la materia prima deshidratada para producir un producto de repostería, evaluando la aceptación de los catadores para medir su potencial en el mercado.

RESULTS

La cáscara de la pitahaya amarilla fue deshidratada para obtener la harina propuesta, alcanzando un porcentaje de humedad de (+/- 0,5), utilizando tiempos de secado de 9 horas y 8 horas con aire caliente. De manera similar a lo informado por Akonor et al. (2012), se logró el mismo porcentaje de humedad (+/- 0,5) en la harina obtenida, con valores de 8,45% y 7,33% para cada muestra, respectivamente.

Los resultados obtenidos en esta sección presentan una similitud parcial con los reportados por Castillo et al. (2012), quienes produjeron harina a partir del nopal, logrando un porcentaje de humedad de 6% después de la deshidratación. Sin embargo, en su estudio, el proceso de secado tomó 24 horas a una temperatura de 70°C.

Parámetro de control

Los resultados del pH y los grados Brix de la muestra de harina obtenida de la cáscara de pitahaya fueron de 3,8 para el pH y 7% para los sólidos solubles. Estos valores de pH son distintos de los obtenidos por Santos et al. (2014) en su investigación sobre harina de dos variedades de papaya, donde se reportó un valor de pH de 4,5. No obstante, los valores de grados Brix obtenidos en esta investigación son similares a los 6% reportados por Santos et al. (2014).

Cuantificación de minerales (hierro, calcio y fósforo)

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la cuantificación de minerales en la pulpa y harina de pitahaya. Después del proceso térmico, los valores de fósforo y calcio aumentaron significativamente en comparación con el peso inicial de las muestras, superando la ingesta diaria recomendada (IDR). Por otro lado, los niveles de hierro estuvieron por debajo de la IDR. Los valores de referencia para estos minerales se citan en el artículo de la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (2010), que recomienda una ingesta diaria de 18 mg de hierro, 900 mg de calcio y 700 mg de fósforo. Los resultados de la cuantificación en pulpa y harina se muestran en miligramos por cada 100 gramos de muestra.

Tabla 1. Valores medios de calcio, hierro y fósforo en pulpa, harina y en un producto a base de harina de pitahaya.

Producto	Calcio (mg/100g)	Hierro (mg/100g)	Fósforo (mg/100g)
Pulpa de Pitahaya	18,08 ± 1,83	8,11 ± 1,93	26,00 ± 2,02
Harina de Pitahaya	43,42 ± 1,31	16,47 ± 2,33	52,53 ± 1,25
Producto a base de harina de pitahaya (Trigo + pitahaya)	53,53 ± 1,12	30,73 ± 2,53	63,87 ± 2,09

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p<0,05).

El contenido mineral aumentó después de la deshidratación de la pulpa, fenómeno que puede explicarse por el hecho de que, dependiendo de la materia prima, los minerales pueden incrementarse durante procesos tecnológicos como el tratamiento térmico (Quinteros, 2002). Los resultados obtenidos para hierro, calcio y fósforo en la pulpa de pitahaya son comparables con los

reportados por Morais et al. (2017), quienes analizaron minerales en pulpa de banano, papaya, sandía y maracuyá, observando niveles de calcio superiores y de hierro inferiores. Los datos también pueden compararse con los resultados obtenidos por Pizzani et al. (2008) en la harina de pijiguao, cuyos valores de calcio (43 mg/100g) y fósforo (39 mg/100g) son similares a los de la harina de pitahaya, mientras que el valor de hierro (1,56 mg/100g) es inferior al reportado en este estudio.

Análisis microbiológico

La Tabla 2 presenta los resultados microbiológicos obtenidos en la harina de pitahaya, los cuales fueron comparados con los estudios realizados por Benítez et al. (2011), Ferreira et al. (2015) y Vedia et al. (2016), quienes no encontraron contaminación en el desarrollo de harinas de frutas y vegetales. En este estudio, la harina obtenida de la cáscara de pitahaya no presentó valores que excedieran los requisitos establecidos. El proceso de deshidratación de la cáscara se llevó a cabo bajo estrictos parámetros de calidad e higiene, garantizando que la materia prima no estuviera contaminada. Esto permite innovar y desarrollar nuevos productos alimenticios a partir de la pitahaya.

Tabla 2. Análisis microbiológico en harina de Pitahaya

Parámetros	Resultados	Requisitos	Método
Aerobios Mesófilos	63.4x10 ¹ UFC/g	Máx. 1000 UFC/g	NTE INEN 1529-5
Mohos	490 UFC/g	Máx. 1000 UFC/g	NTE INEN 1529-10
Levaduras	870 UFC/g	Máx. 1000 UFC/g	NTE INEN 1529-10
Coliformes Totales	Ausente/g	Ausencia	NOM-093-SSA1-1994
Escherichia Coli	<10 UFC/g	<10 UFC/g	ISO 16649-2

Evaluación sensorial de producto con harina de pitahaya

La Tabla 3 muestra las proporciones de harina de pitahaya y harina de trigo utilizadas para el desarrollo de un producto de repostería.

Tabla 3. Composición de producto a base de harina de pitahaya

Materias	No1 (80/20)	No2 (90/10)	No3 (70/30)
Harina de trigo	160 g	180 g	140 g
Harina de pitahaya	40 g	20 g	60 g

El tratamiento N°1, que consistió en una mezcla del 80% de harina de trigo y el 20% de harina de cáscara de pitahaya, mostró la mejor aceptabilidad. Este hallazgo concuerda con los resultados obtenidos por Villarroel et al. (2003), quienes, mediante un análisis de componentes principales, demostraron que el incremento en la concentración de calcio y fósforo determinaba cuál de las formulaciones de galletas era la más adecuada según el análisis sensorial.

Los resultados microbiológicos de la harina de pitahaya cumplen con los parámetros requeridos según las normas INEN (8518 1980-12, INEN 616:2015) en Ecuador para el conteo de aerobios mesófilos, levaduras, mohos, coliformes totales y Escherichia coli, y son consistentes con los reportes de López-Campos et al. (2009), quienes trabajaron con harina de pitahaya roja suplementada con polifenoles para la alimentación de corderos, mejorando la comunidad bacteriana ruminal.

Las gráficas relacionadas con los análisis sensoriales de "sabor", "color", "olor" y "textura" se presentan a continuación como tablas para su análisis.

Figura 1. Resultado de análisis sensorial "sabor"

Atributo	T1 (80/20)	T2 (90/10)	T3 (70/30)
"Me gusta mucho"	30	15	10
"Me gusta"	25	30	30
"No me gusta"	10	20	25
"Me desagrada"	5	10	10

Figura 2. Resultado de análisis sensorial "color"

Atributo	T1 (80/20)	T2 (90/10)	T3 (70/30)
"Me gusta mucho"	20	25	30
"Me gusta"	25	35	30
"No me gusta"	10	20	20
"Me desagrada"	5	10	5

Figura 3. Resultado de análisis sensorial "olor"

Atributo	T1 (80/20)	T2 (90/10)	T3 (70/30)
"Me gusta mucho"	25	20	15
"Me gusta"	30	25	25
"No me gusta"	15	20	25
"Me desagrada"	10	10	5

Figura 4. Resultado de análisis sensorial "textura"

Atributo	T1 (80/20)	T2 (90/10)	T3 (70/30)
"Me gusta mucho"	35	30	20
"Me gusta"	25	30	25
"No me gusta"	15	20	30
"Me desagrada"	5	10	15

Los valores indican que el tratamiento T1 (80/20) es el más evaluado positivamente en todos los atributos sensoriales.

DISCUSSION

La deshidratación de la cáscara de pitahaya amarilla para la obtención de harina en este estudio resultó en un contenido de humedad de aproximadamente el 0,5%, lo cual es similar a los resultados reportados por Akonor et al. (2012), quienes lograron una humedad del 8,45% y 7,33% en sus muestras de harina. Sin embargo, en comparación con la investigación de Castillo et al. (2012), que utilizó un tiempo de secado de 24 horas a 70°C para obtener harina de nopal con una humedad del 6%, este estudio presentó un proceso de deshidratación más rápido, con tiempos de secado de 8 a 9 horas, lo cual refleja la eficiencia del aire caliente utilizado en el proceso.

En cuanto a los parámetros de control, la medición del pH y los grados Brix reveló un pH de 3,8 y 7% de sólidos solubles en la harina de cáscara de pitahaya. Estos valores se diferencian ligeramente de los reportados por Santos et al. (2014), quienes encontraron un pH de 4,5 en la harina de papaya, aunque los grados Brix obtenidos en ambas investigaciones fueron similares, con un 6% en el caso de Santos et al. (2014). Esta diferencia en el pH podría deberse a las características específicas de la cáscara de pitahaya, que pueden influir en los procesos de deshidratación y en la composición química de la harina resultante.

El análisis de minerales en la harina de pitahaya mostró un aumento significativo en los contenidos de fósforo y calcio después del proceso térmico, superando la ingesta diaria recomendada (IDR) para estos minerales, mientras que el hierro quedó por debajo de la IDR. Estos resultados coinciden con lo informado por la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (2010), y son similares a los obtenidos en estudios previos, como los de Morais et al. (2017) y Pizzani et al. (2008). En ambos casos, los minerales en la pulpa de pitahaya fueron comparables a los valores obtenidos para la harina de otros frutos, como el banano y la papaya, aunque el hierro en la pitahaya resultó ser superior al contenido encontrado en otros estudios.

El análisis microbiológico de la harina de pitahaya reveló que no hubo presencia de microorganismos fuera de los límites permitidos según las normas de calidad e higiene requeridas. Los resultados coinciden con investigaciones previas de Benítez et al. (2011), Ferreira et al. (2015) y Vedia et al. (2016), quienes no encontraron contaminación significativa en las harinas de frutas y vegetales. Esto indica que el proceso de deshidratación de la cáscara de pitahaya se realizó correctamente, bajo condiciones controladas que aseguraron la inocuidad del producto.

En cuanto a la evaluación sensorial, los resultados mostraron que el tratamiento con un 80% de harina de trigo y 20% de harina de pitahaya (T1) fue el más aceptado en términos de sabor, color, olor y textura, con diferencias significativas en todos los atributos respecto a los tratamientos con menor porcentaje de harina de pitahaya. Estos hallazgos coinciden con estudios previos, como el de Villarroel et al. (2003), que también indicaron un aumento en la concentración de minerales, como calcio y fósforo, en productos derivados de la harina de pitahaya, lo que subraya su potencial para ser utilizado como ingrediente en la industria alimentaria.

Por último, los resultados microbiológicos de la harina de pitahaya cumplieron con los requisitos establecidos por las normativas ecuatorianas, lo que garantiza la calidad del producto para su comercialización y uso en la elaboración de productos alimenticios. En este sentido, la investigación respalda el uso de la cáscara de pitahaya como materia prima viable para la producción de harina, con características nutricionales y sensoriales favorables para su incorporación en la industria alimentaria.

En resumen, los resultados obtenidos en este estudio indican que la harina de cáscara de pitahaya es un producto prometedor en términos nutricionales y microbiológicos. La comparación con estudios previos muestra que la harina de pitahaya tiene un contenido significativo de minerales beneficiosos, especialmente calcio y fósforo, y puede ser utilizada como un ingrediente innovador en la formulación de productos alimenticios.

CONCLUSIONS

El hierro presente en diversos productos derivados de la pitahaya, como la pulpa, la harina y los productos de repostería, ha sido analizado en cuanto a su capacidad para satisfacer las necesidades nutricionales diarias. Según los resultados obtenidos, el contenido de hierro en estos productos supera las dosis diarias recomendadas, lo que posiciona a la pitahaya como una posible solución para cubrir la deficiencia de hierro en las dietas de la población ecuatoriana. En este contexto, la pitahaya

se presenta no solo como una fruta exótica, sino también como una fuente nutricionalmente relevante para contrarrestar problemas comunes de salud, como la anemia por deficiencia de hierro, que afecta a un porcentaje significativo de la población, particularmente a las mujeres en edad fértil y a los niños.

En este sentido, el estudio realizado por López Engracia y Rodríguez Andaluz (2022) en su publicación en *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* subraya la importancia de la pitahaya en la alimentación, especialmente considerando que Ecuador es uno de los principales productores de esta fruta en América Latina. Los investigadores señalan que, aunque la cantidad de hierro disponible es considerable, es fundamental realizar estudios adicionales sobre la biodisponibilidad del hierro no-hemo presente en la pitahaya. Esto implica examinar cómo los factores dietéticos y fisiológicos de la población ecuatoriana pueden influir en la absorción de este mineral esencial.

El hierro no-hemo, que se encuentra en plantas y productos vegetales como la pitahaya, tiene una absorción diferente en el cuerpo humano en comparación con el hierro hemo presente en fuentes animales. Por lo tanto, es importante realizar estudios específicos en el contexto ecuatoriano para determinar qué factores podrían mejorar o limitar la asimilación de hierro de la pitahaya, tales como la presencia de otros nutrientes, la combinación de alimentos o condiciones fisiológicas individuales, como el estado de salud y la presencia de enfermedades digestivas que puedan afectar la absorción.

Un aspecto relevante que se destaca en este estudio es la estabilidad del hierro durante los procesos térmicos de preparación. A diferencia de las vitaminas, que tienden a degradarse con el calor, los minerales como el hierro son mucho más estables y, en algunos casos, pueden incluso concentrarse durante los procesos de cocción o secado. Esto es particularmente importante en el caso de la pitahaya, ya que la investigación indica que no solo se conserva el contenido de hierro, sino que, en ciertos procesos de preparación, este se concentra, aumentando significativamente su porcentaje en los productos finales. Este hallazgo resalta el potencial de la pitahaya como una fuente de hierro bio disponible que puede ser aprovechada en diversas preparaciones alimenticias, lo que amplía las posibilidades de su inclusión en la dieta ecuatoriana, tanto en su forma fresca como procesada.

La importancia de este tipo de estudios es crucial en el contexto ecuatoriano, donde la nutrición juega un papel fundamental en la salud pública, y donde las frutas autóctonas, como la pitahaya, tienen un potencial aún no completamente explotado. Integrar este tipo de frutas en la dieta cotidiana podría representar una estrategia clave para combatir deficiencias nutricionales, a la vez que se aprovechan los recursos locales para mejorar la salud de la población.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Akonor, P. T., Tortoe, C., Buckman, E. S., & Hagan, L. (2017). Proximate composition and sensory evaluation of root and tuber composite flour noodles. *Cogent Food & Agriculture*, 3(1), Article 1292586. <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1292586>
- Álzate Carvajal, E. N., Quintero Castaño, V. D., & Lucas Aguirre, J. C. (2013). Determinación de las propiedades térmicas y composicionales de la harina y almidón de chachafruto (*Erythrina*

- edulis* Triana ex Micheli). *Temas Agrarios*, 18(2), 21–35.
<https://doi.org/10.21897/rta.v18i2.714>
- Benítez, B., Ferrer, K., Archile, A., Barboza, Y., Rangel, L., Márquez, E., & Delmonte, M. (2011). Calidad microbiológica de una galleta formulada a base de harina de yuca y plasma de bovino. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 28(2), 260–272.
<https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26884>
- Castillo, S. F., Estrada, L., Margalef, M. I., & Tóffoli, S. L. (2013). Obtención de harina de nopal y formulación de alfajores de alto contenido en fibra. *Diaeta*, 31(142), 20–26.
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372013000100003
- Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética. (2010). Ingestas dietéticas de referencia (IDR) para la población española, 2010. *Actividad Dietética*, 14(4), 196–197. <https://www.elsevier.es/es-revista-actividad-dietetica-10-articulo-ingestas-dieteticas-referencia-idr-poblacion-S113803221000082X>
- Ferreira, M. S. L., Santos, M. C. P., Moro, T. M. A., Basto, G. J., Andrade, R. M. S., & Gonçalves, É. C. B. A. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 822–830.
<https://doi.org/10.1007/s13197-013-1061-4>
- Figuroa Cárdenas, J. D., Acero Godínez, M. G., Vasco Méndez, N. L., Lozano Guzmán, A., Flores Acosta, L. M., & González-Hernández, J. (2001). Fortificación y evaluación de tortillas de nixtamal. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(3), 293–302.
<https://doi.org/10.37527/2001.51.3.013>
- Giane de Carli, C., de Lima, V. A., & Porcu, O. M. (2016). Prospecting the physical, chemical and nutritional characteristics of commercial fruit flours. *Nutrition & Food Science International Journal*, 2(1), Article 555577. <https://doi.org/10.19080/NFSIJ.2016.02.555577>
- Giraldo, C. I. (2013). Determinación del sexo en borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrecasas) mediante marcadores moleculares. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 6(2), 9–14. La referencia original consultada registra estos datos bibliográficos.
- Krokida, M. K., & Philippopoulos, C. (2005). Rehydration of dehydrated foods. *Drying Technology*, 23(4), 799–830. <https://doi.org/10.1081/DRT-200054201>
- McClure, S. T., Chang, A. R., Selvin, E., Rebholz, C. M., & Appel, L. J. (2017). Dietary sources of phosphorus among adults in the United States: Results from NHANES 2001–2014. *Nutrients*, 9(2), 95. <https://doi.org/10.3390/nu9020095>
- Miller, G. D., Jarvis, J. K., & McBean, L. D. (2001). The importance of meeting calcium needs with foods. *Journal of the American College of Nutrition*, 20(2 Suppl.), 168S–185S.
<https://doi.org/10.1080/07315724.2001.10719029>
- Morais, D. R., Rotta, E. M., Sargi, S. C., Bonafe, E. G., Suzuki, R. M., Souza, N. E., Matsushita, M., & Visentainer, J. V. (2017). Proximate composition, mineral contents and fatty acid composition of the different parts and dried peels of tropical fruits cultivated in Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 28(2), 308–318. <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20160178>
- Pao, S., Kelsey, D. F., Khalid, M. F., & Ettinger, M. R. (2007). Using aqueous chlorine dioxide to prevent contamination of tomatoes with *Salmonella enterica* and *Erwinia carotovora* during
<https://doi.org/10.71068/ss000035>

- fruit washing. *Journal of Food Protection*, 70(3), 629–634. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.3.629>
- Pizzani, P., Blanco, M., Malaver, T., Godoy, S., Matute, I., Palma, J., & Obispo, N. E. (2008). Composición fitoquímica y nutricional de harina de pijiguo (*Bactris gassipaes* Kunth en H.B.K.). *Zootecnia Tropical*, 26(3), 235–238. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000300016
- Quinteros, A., Farré, R., & Lagarda, M. J. (2002). Contenidos de calcio, magnesio, hierro, cinc y fósforo en legumbres crudas y sometidas a distintos procesos de cocción. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 2(1), 97–102.
- Rebellato, A. P., Pacheco, B. C., Prado, J. P., & Pallone, J. A. L. (2015). Iron in fortified biscuits: A simple method for its quantification, bioaccessibility study and physicochemical quality. *Food Research International*, 77(3), 385–391. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.028>
- Rivera Camino, J., & de Garcillán López-Rúa, M. (2014). *Marketing sectorial: Principios y aplicaciones*. ESIC Editorial. <https://www.esic.edu/editorial/marketing-sectorial-principios-y-aplicaciones>
- Santos, C. M. dos, Abreu, C. M. P. de, Freire, J. M., Queiroz, E. de R., & Mendonça, M. M. (2014). Chemical characterization of the flour of peel and seed from two papaya cultivars. *Food Science and Technology*, 34(2), 353–357. <https://doi.org/10.1590/fst.2014.0048>
- Uthumporn, U., Woo, W. L., Tajul, A. Y., & Fazilah, A. (2015). Physico-chemical and nutritional evaluation of cookies with different levels of eggplant flour substitution. *CyTA—Journal of Food*, 13(2), 220–226. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.942700>
- Vedia-Quispe, V. S., Gurak, P. D., Espinoza, S. K., & Ruano-Ortiz, J. A. (2016). Calidad físicoquímica, microbiológica y sensorial de tallarines producidos con sustitución parcial de sémola de trigo por harina de amaranto. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(3), 190–197. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.3.215>
- Vera, J. (2011). Pitahaya: Una alternativa para la producción de frutas. *El Agro*.
- Villarroel, L., Álvarez, J., & Maldonado, D. (2003). Aplicación del análisis de componentes principales en el desarrollo de productos. *Acta Nova*, 2(3), 399–410. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892003000200007
- Zabala Salazar, H. (2005). *Planeación estratégica aplicada a cooperativas y demás formas asociativas y solidarias*. Universidad Cooperativa de Colombia.

FUNDING:

Los autores declaran que este estudio no recibió ningún tipo de financiación externa por parte de agencias públicas, privadas, ni de organizaciones sin ánimo de lucro. Todas las actividades de investigación, análisis y desarrollo fueron realizadas con recursos propios.

CONFLICT OF INTEREST:

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.

AUTHOR CONTRIBUTION

Nombres de autores e iniciales: Flor Magdalena Jimbo Román (FMJR)

1. Conceptualización: (FMJR)
2. Curación de datos: (FMJR)
3. Análisis formal: (FMJR)
4. Adquisición de fondos: ()
5. Investigación: (FMJR)
6. Metodología: (FMJR)
7. Administración del proyecto: (FMJR)
8. Recursos: ()
9. Software: ()
10. Supervisión: (FMJR)
11. Validación: (FMJR)
12. Visualización: (FMJR)
13. Redacción – borrador original: (FMJR)
14. Redacción – revisión y edición: (FMJR)