

Revisión de usos y beneficios de la harina de plátano en alimentos, base para el fortalecimiento de la cadena productiva del Putumayo

Daniela Silva Jiménez^a ; José Faruk Rojas Navarro^b 

Facultad de Ingeniería, Ingeniería de Procesos, Universidad Mariana, Calle 18 n°. 34 – 104, Pasto, Nariño, Colombia.

^adanijimenez@umariana.edu.co; ^bjrojas@umariana.edu.co

Fecha recepción: septiembre 30 de 2023
Fecha aceptación: marzo 18 de 2024

Resumen

El objetivo de este trabajo consiste en analizar el estado actual de los usos y beneficios de la harina de plátano (*Musa paradisiaca*) en alimentos para consumo humano, como estrategia para el fortalecimiento de la cadena productiva en el departamento del Putumayo. Para tal fin, se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos de diferentes artículos científicos indexados relacionados con los usos que se le están dando a la harina de plátano a nivel internacional y nacional. Se determinó que entre los usos más frecuentes para consumo humano se encuentran las coladas, pastas y panificación, además que los beneficios para la salud son amplios por su contenido de almidón resistente, capacidad antioxidante, contenido de proteínas, fenoles y flavonoides; lo cual la convierte en una materia prima de relevancia para elaboración de alimentos y el favorecimiento de la salud humana; aspecto que puede ser aprovechado para potencializar la producción y transformación de plátano en el Putumayo.

Palabras clave: Plátano; Harina de plátano; Almidón resistente; Cadena productiva del plátano; Capacidad antioxidante.

Review of the uses and benefits of plantain flour in food, for strengthening the productive chain of Putumayo

Abstract

The objective of this work is to analyze the current state of the uses and benefits of plantain flour (*Musa paradisiaca*) in food for human consumption, as a strategy to strengthen the production chain in the department of Putumayo. For this purpose, a bibliographic review was carried out in databases of different indexed scientific articles related to the uses that are being given to plantain flour at an international and national level. It will end that among the most frequent uses for human consumption are laundry, pasta and baking, in addition to the fact that health benefits are extensive due to its resistant starch content, antioxidant capacity, protein content, phenols and flavonoids; which makes it a relevant raw material for food processing and the promotion of human health; aspect that can be used to potentiate plantain production and transformation in Putumayo.

Keywords: *Plantain; Plantain flour; Resistant starch; Plantain production chain; Antioxidant capacity.*

Revisão dos usos e benefícios da farinha de banana na alimentação, base para o fortalecimento da cadeia produtiva do Putumayo

Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar o estado atual dos usos e benefícios da farinha de banana (*Musa paradisiaca*) na alimentação humana, como estratégia para fortalecer a cadeia produtiva no departamento de Putumayo. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica em bases de dados de diferentes artigos científicos indexados relacionados aos usos que estão sendo dados à farinha de banana a nível internacional e nacional. Concluirá que entre os usos mais frequentes para consumo humano estão lavanderia, massas e panificação, além do fato de que os benefícios à saúde são extensos devido ao seu teor de amido resistente, capacidade antioxidante, teor de proteínas, fenóis e flavonoides; o que o torna matéria-prima relevante para o processamento de alimentos e promoção da saúde humana; aspecto que pode ser aproveitado para potenciar a produção e transformação da banana-da-terra no Putumayo.

Palavras-chave: *Banana; Farinha de banana; Amido resistente; Cadeia produtiva da banana; Capacidade antioxidante.*

Introducción

El plátano (*Musa paradisiaca*) se considera un producto básico de la canasta familiar y una fuente de empleo e ingresos en países tropicales como Uganda, donde hay un 27,2% de participación en la producción mundial, seguido de Nigeria, Ghana y Colombia con 8,8, 8,6 y 8,2% de producción, respectivamente [1].

El plátano es un producto muy importante en la canasta de los alimentos que consumen los colombianos. En el índice de precios al consumidor (IPC) de los alimentos está ubicado en el grupo de los tubérculos, raíces y plátanos, donde tiene un peso del 33% [2]. Colombia ocupa el cuarto lugar en producción, rendimiento y área sembrada de plátano a nivel mundial [3]. A escala nacional, el plátano sigue siendo uno de los productos alimenticios más importantes ya que participa con el 38,5% de la producción total agrícola [4]. Por su parte, en el departamento del Putumayo la producción de plátano representa el 39% de los cultivos permanentes [5].

El plátano es una materia prima de uso para obtención de harina, sin embargo, la harina de trigo es común en el mercado de hogares y en las industrias alimenticias como base para la elaboración de productos de panadería, coladas y sopas instantáneas [6] por lo que su demanda es mayor; sin embargo, esta harina presenta algunos inconvenientes por su bajo aporte nutricional, principalmente en aminoácidos esenciales como lisina y treonina. No obstante, la combinación con otras harinas como la del plátano podrían mejorar la calidad nutricional de los productos a base de harina de trigo [7]. El siguiente es un trabajo de revisión documental y descriptivo, realizado con fuentes de información como informes de investigación académica, libros, artículos indexados de los últimos 10 años, relativos a la harina de plátano, sus características, beneficios y aplicaciones en la industria de alimentos para consumo humano.

Para lograr este planteamiento se requiere el cumplimiento de los siguientes objetivos: realizar una revisión sobre el estado actual de la producción y cadena productiva del plátano a nivel regional; identificar los usos y potencialidades de la harina de plátano en alimentos para consumo humano; y relacionar los beneficios para los consumidores de los productos elaborados a partir de la harina de plátano. De esta manera se presenta un documento donde se recopiló la información más

relevante sobre este tema, el cual servirá de base para investigaciones futuras en la región.

Materiales y métodos

El estudio es de tipo investigativa teórica. Es descriptivo porque “se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes” [8]. El diseño del estudio que se utilizó fue el transversal, porque en él se “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” [8].

Se consultaron bases de datos y fuentes bibliográficas tales como: Google académico, Scielo, Science Direct, Scopus, biblioteca de la Universidad Nacional, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Ministerio de agricultura, Ministerio de industria y comercio e Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), fichas de caracterización nacional del Departamento Nacional de Planeación (DNP), el plan de desarrollo departamental de la Gobernación de Putumayo 2020 - 2023, entre otros. Dentro de la bibliografía consultada se tomaron los artículos relacionados a la situación actual del campo de estudio y se utilizaron las siguientes palabras clave: plátano, harina de plátano, almidón resistente, cadena productiva del plátano, capacidad antioxidante, harinas, usos de la harina de plátano, potencialidades de la harina de plátano. Los documentos encontrados se revisaron inicialmente por título y resumen, dejando dentro del filtro solo aquellos que están en una temática acorde a la investigación.

Resultados y análisis

Revisión sobre el estado de la producción de plátano

El plátano es uno de los cultivos más importantes en el mundo y de gran importancia en el mercado internacional agropecuario, contribuyendo a la generación de empleo, ingresos y seguridad alimentaria de buena parte de la población que vive en los países tropicales del mundo. En Colombia, se considera un alimento básico, ya que ocupa un lugar destacado en el suministro rural y urbano de alimentos [9]; además es considerado una oportunidad para el desarrollo rural del país [10]. En el IPC de los alimentos está ubicado

en el grupo de los tubérculos, raíces y plátanos, donde tiene un peso del 33 % [11,12]; representa el 12,3% del valor de la producción agrícola [13] y su producción anual se estima en 4 271 878,52 toneladas en un área de 426 904,95 hectáreas para el año 2021 [14].

Según el DANE en su boletín mensual SIPSA de 2014, aunque no hay información específica sobre la producción de plátano verde en Colombia por variedad, las variedades de plátano cultivadas son: Dominico-hartón, Dominico, Hartón (siendo éstos los de mayor importancia económica), Pelipita, Morado, Cachaco, Popocho, Pompo, Maqueño, Guineo y Trucho. Este es un producto muy importante en la canasta de los alimentos que consumen los colombianos.

En la [Tabla 1](#) se observa el área sembrada en hectáreas en el departamento del Putumayo, para la producción de plátano, así como para su rendimiento anual. Se evidencia que la producción va incrementando en el transcurso de los años 2017 a 2021, así mismo se observa un incremento del rendimiento hasta el año 2020 donde baja en 0,21 puntos, de un rendimiento de 5,22 en el año 2019 a 5,01 en el año 2020. Este decrecimiento en la producción, puede explicarse como consecuencia de la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2 que afectó al mundo en el año 2020 y también al Putumayo. Aun así, se observa que el rendimiento se está restableciendo, pues en el año 2021 se evidencia un acercamiento al rendimiento del año 2019, esto quizás porque para el 2021 en el Putumayo se trató de restablecer la normalidad y se eliminaron casi por completo las restricciones de movilidad de los consumidores. De hecho, el cultivo del plátano es el de mayor

importancia y relevancia en el Departamento, con un 39 % de cultivos permanentes representados por el plátano y seguido de la yuca con 21 % de participación [5].

Otro aspecto relevante a mencionar, es que en la región de interés (Putumayo) hay presencia de cultivos ilícitos, los cuales han desplazado a cultivos lícitos y alimenticios durante muchos años incluyendo el cultivo de plátano. Para el año 2001 la siembra de cultivos ilícitos en el Putumayo era en promedio de 8 Ha/km², mientras que para el 2014 era de 4 Ha/km² [15], esta disminución significativa se puede entender como una oportunidad para que el campesino cultive otro tipo de productos diferentes al plátano. En este sentido y buscando contribuir en el desarrollo agrícola y económico de la región, se ha venido implementando el cultivo de plátano como alternativa de reemplazo de este tipo de cultivos ilícitos [16].

Prácticamente el total de la producción agropecuaria del Putumayo es destinado al consumo local [17]. Lo anterior denota un potencial productivo, pero con mínima industrialización, ocasionando que no se haya posicionado en otros mercados aún; de ahí la importancia de desarrollar nuevos productos a partir de plátano y harina de plátano en el departamento. Con lo anterior, podemos determinar que la producción de plátano es amplia y suficiente para poder abarcar la producción de harina a escala industrial, ya que el rendimiento de la harina de plátano oscila entre 25,5 y 31,3 % [18]. Estos valores se compararon con análisis experimentales realizados por triplicado en la planta piloto de la Universidad Mariana con plátano del Valle del Guamuez (Putumayo) obteniendo un rendimiento de 26,23 %.

Tabla 1. Cultivo de plátano por área sembrada en el departamento del Putumayo. Ha: hectárea. t: toneladas. t/Ha: toneladas por hectárea.

Año	Área (Ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/Ha)
2017	7488,40	27571,83	3,68
2018	7914,40	29245,13	3,70
2019	8492,00	44288,00	5,22
2020	8736,75	43773,08	5,01
2021	9440,75	48910,48	5,18

Fuente: [14].

Cadena productiva del plátano en el Departamento del Putumayo

Como establece la gobernación del Putumayo [19], el departamento tiene una producción de 30426 t/año. Además, en cuanto a la cadena productiva del plátano menciona que: no hay una organización que lidere la cadena de valor, valor agregado al producto, capital de trabajo para acopio y comercialización; por otra parte, hay una alta incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, baja asistencia técnica, altos costos de transporte interno y externo, además de una deficiente infraestructura agrícola y vial lo cual incide de manera importante en su competitividad y desarrollo, y expone la necesidad de evaluar otras alternativas de aprovechamiento.

En este sentido, y aunque en el plan de desarrollo departamental 2020 - 2023 no se menciona ninguna asociación en este renglón productivo, se realizó una investigación con fuentes primarias y se logró determinar que en el Putumayo existen por lo menos 5 empresas productoras de plátano y sus derivados, entre ellas: Asociación agro industrial el Jauno (AGRINJA), Asociación agroforestal de campesinos productores y comercializadores de plátano del municipio de Puerto Guzmán (ASOPLATANEROS), Asociación de Productores de Harina de Yota y Plátano (ASOPROHAYOP), Asociación de Productores de Sacha Inchi de Puerto Caicedo Putumayo (ASOPROSAOP) y Natufrits. Varias de estas empresas constituyen asociaciones que están conformadas por grupos poblacionales vulnerables, como madres cabeza de familia y víctimas del conflicto armado; quienes, según la unidad para la atención y reparación integral a las víctimas, representan el 45,6 % de la población total del Departamento; y campesinos en el programa de sustitución de cultivos ilícitos [20]. Los asociados han encontrado en cultivos como: plátano, cacao, pimienta, entre otros, una vía legal para el sustento de ellos y de sus familias.

Revisión de aprovechamiento del plátano con fines alimentarios

Según Montoya *et al.* [21], la harina de plátano presenta características fisicoquímicas y nutricionales atractivas para su uso en el diseño de alimentos funcionales por su alto contenido nutricional, destacándose el contenido de fibra, carbohidratos y minerales.

En EEUU, Kemski *et al.* [22] investigaron la inclusión de fruta del pan (FP) y plátano verde (PV) en muffins sin gluten, un muffin de mezcla

FP/PV 1:1 se comparó con controles elaborados con arroz sin gluten (RI) y harina de trigo tradicional (HT). La mezcla FP/PV 1:1 tenía un contenido de fibra un 10 % más alto que HT y un 2 – 4 % más altas que las harinas RI. Además, la temperatura de gelatinización del almidón se incrementó entre 4 y 14 % para la masa preparada con la mezcla FP/PV 1:1, también concluyeron que la mezcla mencionada puede proporcionar beneficios estructurales a los muffins horneados. La aceptabilidad de los muffins sin gluten mostró que tanto para FP/PV como para FP, los muffins puntuaron significativamente más alto que los muffins PV y RI, lo que indica su potencial comercial.

En Honduras, Encarnación *et al.* [23], estudiaron la sustitución de un porcentaje de harina de trigo por harina de plátano en pan, encontrando una sustitución óptima del 29,70 %. La fórmula fue sometida a análisis sensoriales y de laboratorio. En la prueba sensorial se les entregó a los asistentes el pan óptimo y el pan de control. Los asistentes mencionaron no notar una diferencia significativa entre los dos panes.

Una mezcla de un 70 % de harina de plátano pelipita y 30 % de batata en la elaboración de galletas aumenta su contenido de proteínas y fibra dietética respecto a la harina de trigo, sin afectar sus características físicas ni la aceptabilidad sensorial evaluada para el producto [24].

Para las investigaciones mencionadas, los productos obtenidos con harina de plátano fueron bien aceptados por los panelistas en la prueba organoléptica, lo cual es un punto de partida importante por su comportamiento técnico positivo y aceptación por los futuros consumidores. En este sentido, este tipo de productos influye de manera positiva en la tendencia en la industria alimentaria. En India, Adeboye *et al.* [25] realizaron un trabajo investigativo en el cual se buscó estudiar los efectos de la temperatura, el pretratamiento y la orientación de las rodajas sobre la velocidad de secado y la calidad del plátano verde (*Musa paradisiaca*). El control y las rodajas redondas blanqueadas tuvieron la velocidad de secado más alta, de 8,76 g/h a 70 °C. El contenido de proteína, grasa y fibra disminuyó con el aumento de temperatura, pero las rodajas planas de control tuvieron el mayor contenido de proteína y fibra de 4,33 % y 1,29 %, respectivamente a 50 °C. Las rodajas hervidas redondas tenían un contenido de grasa más alto, de 4,05 % a 50 °C. En este contexto, se hace importante determinar qué tipo

de corte en la rodaja (plana o redonda) es más adecuado según las necesidades del productor, pues cada una arroja diferencias en la variable de respuesta deseada, aspecto que podría ser decisivo a la hora de elaborar un alimento, sin dejar de lado el pretratamiento, ya que puede ser determinante si variables como la energía o el costo son importantes para el productor.

El plátano verde es una fuente alternativa de carbohidratos no digeribles (almidón resistente) y una fracción de almidón no digerible. Patiño [26] estudió la harina de plátano verde como un ingrediente alternativo con y sin cáscara en las formulaciones de espagueti. Los resultados de la microestructura mostraron que los espaguetis hechos con harina de plátano entero exhibieron una fracción de almidón más baja rápidamente, con un aumento de las fracciones de almidón resistente.

Castaño *et al.* [27] elaboraron tallarines con plátano y yuca, los cuales presentaron contenidos de humedad, ceniza y acidez dentro de los valores establecidos por la norma, de buenas características texturales y microbiológicamente estables, usando hidrocoloides que mejoraron las características del producto, por lo que concluyen que se podrían usar como sustitutos del gluten ya que tuvieron una buena aceptación sensorial.

Como se observa, existe interés en la producción de alimentos sin gluten, con alto contenido en fibra dietética y bajo aporte calórico. En el caso de las pastas es muy importante la sustitución total de la harina de trigo por harina de plátano u otras, lo que hace a los productos directamente libres de gluten porque son importantes para individuos con dietas restrictivas como personas con enfermedad celiaca o alérgicos al gluten.

García [28] realizó un estudio cuyo objetivo fue evaluar el uso de harina de plátano verde (PV) para preparar galletas sin gluten y con alto contenido en fibra dietética. Se utilizó el almidón resistente (Hi-Maize 260®) para la comparación. La textura y la composición proximal de ambas galletas fue similar, pero el contenido de fibra dietética de la galleta con PV fue 100 % más alto que el de Hi-Maize 260®, con un índice glucémico más bajo. Con estos resultados se concluye que la harina de plátano verde se puede utilizar como sustituto de los ingredientes comerciales para producir galletas sin gluten con un alto contenido de fibra dietética y un índice glucémico bajo.

Por su parte, Giraldo *et al.* [29] investigaron sobre el efecto de la temperatura ($T = 55 - 120$ °C) y el contenido de agua ($X_1 = 1,4 - 2,0$ Kg*Kg⁻¹ base

seca) sobre la gelatinización (α) y digestibilidad de la harina de plátano. Se evaluaron fracciones de almidón de rápida digestión (ARD) y almidón resistente (AR) para diferentes valores de α . La gelatinización del almidón comienza a una temperatura superior a $59,6 \pm 0,5$ °C y α depende en gran medida de T en condiciones de agua no limitantes. Los autores evidenciaron que varios tratamientos térmicos y contenidos de agua conducen al mismo α , con los mismos valores de ARD y AR. Se infiere entonces que los almidones de la harina de plátano son estables a diferentes temperaturas por lo cual puede ser usada en varios productos de panificación u otros.

Gutiérrez *et al.* [30] llevaron a cabo una investigación cuyo objetivo fue relacionar las propiedades fisicoquímicas de películas comestibles derivadas de harina de plátano-glicerol que contienen diferentes concentraciones de gel de Aloe vera (Av gel) tanto con su digestibilidad *in vitro* como con sus atributos sensoriales. De forma similar, Gutiérrez *et al.* [31] llevaron a cabo un estudio en el cual realizaron películas comestibles a partir de harina de plátano adicionando Av gel a concentraciones de 0, 2, 4 y 6 %. El objetivo de su trabajo fue caracterizar la superficie y propiedades fisicoquímicas de películas comestibles de harina de plátano.

En el primero de los anteriores estudios se evaluó la digestibilidad de películas a base de harina de plátano con Av gel teniendo como resultado más importante, la retención del almidón resistente, lo cual las hace menos digestibles; lo anterior resulta importante pues los alimentos que se pudieran obtener tendrían beneficios sobre los consumidores. En el segundo se evaluaron las propiedades superficiales de estas películas teniendo también resultados satisfactorios como películas más suaves, transparentes, menos húmedas y más hidrofóbicas.

Godoy *et al.* [32] realizaron una investigación en la cual se logró el desarrollo de una bebida instantánea energético-proteica, a partir de plátano (*Musa paradisiaca* L.), enriquecida con harina de granos germinados de guandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). Se obtuvo buena aceptación organoléptica. Los valores obtenidos son propios de harinas no convencionales, debido al contenido de carbohidratos (84,07 %), fibra dietaria (6,59 %) y proteína (8,22 %); aunque también influyó la variabilidad en el tamaño del gránulo de almidón y la temperatura de gelatinización que se alcanzó a 80 °C.

Kiin *et al.* [33] investigaron las propiedades fisicoquímicas y la digestibilidad de proteínas *in*

vitro de galletas preparadas con harina de plátano y maní, a diferentes concentraciones y utilizando galletas de harina de plátano 100 % como control. Las galletas preparadas con 15 % de concentrado de proteína de maní y 85 % de harina de plátano obtuvieron mejores características físicas como peso, altura, diámetro y dureza, contenido de proteína cruda (17,8 %), contenido de cenizas (2,8 %), fibra cruda (9,2 %) y energía (434,0 Kcal/100 g), color, sabor y aceptabilidad general frente a las galletas de control. Sin embargo, la digestibilidad de las proteínas *in vitro* de las galletas aumentó del 2,74 % en las galletas con un 100 % harina de plátano. Esto nos lleva a concluir que el uso de harina de plátano ayuda a tener una mayor digestibilidad, lo cual es positivo para el consumidor. En este sentido, es importante investigar otras harinas que puedan utilizarse para potenciar las propiedades de la harina de plátano. El procesamiento de plátano en harina requiere que se reduzca su tamaño antes del secado para aumentar la velocidad de secado, reducir el tiempo de procesamiento y prevenir el crecimiento microbiano. En el estudio realizado por Olatunji *et al.* [34] hicieron un diseño conceptual y análisis de elementos finitos (FEA) de una máquina para cortar plátano en una planta que procesa plátano verde en harina. El equipo empleado cumplió satisfactoriamente su propósito previsto en condiciones normales de trabajo, ya que los valores máximos de tensión obtenidos de la FEA de sus componentes están muy por debajo de los valores de límite elástico correspondientes de los materiales seleccionados para su fabricación. Por otra parte, se podría usar plátano de variedad como el Grand Nain en diferentes aplicaciones industriales por sus características térmicas más bajas y, por lo tanto, requiere menos tiempo de cocción que otras harinas. Además, aplicaciones alimentarias a partir de forma y tamaño de los gránulos de almidón del plátano, le convierte en una materia prima adecuada para la fabricación de películas comestibles con mayor capacidad de absorción de agua y desintegración más rápida [35].

En otro orden, Anchundia *et al.* [36] concluyeron que la elaboración de películas comestibles a base de cáscara de plátano (CP) y ácido acetilsalicílico (AAS) es viable y debe ser estudiada con mayor profundidad en pruebas de conservación de diversos alimentos. De manera similar, para conservación de yuca con recubrimiento a base de harina de cáscara de plátano Meneses *et al.* [37] encontraron que después de 7 semanas de almacenamiento, el recubrimiento elaborado a partir de CP+AS (cáscara de plátano y ácido salicílico) otorgó mayor firmeza (6,13 N), mantuvo invariable el color e inhibió el crecimiento fúngico en mayor medida ($86,6 \times 10^3$ Ufc/g) que el recubrimiento de parafina ($273,3 \times 10^3$ Ufc/g). El recubrimiento de CP+AS demostró no tener buenas propiedades de barrera al vapor de agua, ya que obtuvo 47,03 % de pérdida de peso en comparación con el 9,57 % del recubrimiento a base de parafina.

En este orden, entendemos que las películas con cáscara de plátano y ácido salicílico son eficientes para en control fúngico, firmeza y color, pero se debe investigar acerca de un compuesto lipofílico para evitar la pérdida de peso por vapor de agua.

Como se puede observar a partir de la presente revisión bibliográfica en este apartado, desde el año 2014 múltiples investigaciones se han direccionado hacia la evaluación de la harina de plátano en la elaboración de productos alimenticios debido a sus propiedades nutricionales, al aumento de la demanda en productos libres de gluten y por su versatilidad en el diseño de productos alimenticios, al servir incluso como sustituto de la harina de trigo en algunos productos a nivel de panificación, galletería, repostería y pastas principalmente.

Es importante mencionar que, de los diversos estudios revisados, varios reportan pruebas sensoriales en donde los productos son bien aceptados por los panelistas en las pruebas organolépticas.

En la [Tabla 2](#), se observan algunos de los aspectos de mayor relevancia para el aprovechamiento del plátano con fines alimentarios que se encontraron dentro de la revisión bibliográfica.

Tabla 2. Resumen de aspectos relevantes acerca del aprovechamiento del plátano con fines alimentarios.

Estudio	Aspectos Relevantes
Montoya <i>et al.</i> [21]	Harina de plátano: alta en fibra, carbohidratos y minerales.
Kemski <i>et al.</i> [22]	Mezcla FP/PV 1:1 en muffins sin gluten: mayor contenido de fibra, incremento en la temperatura de gelatinización del almidón y aceptabilidad alta.
Encarnación <i>et al.</i> [23]	Sustitución del 29,70 % de harina de trigo por harina de plátano en pan: aceptabilidad sensorial similar al pan de control.
Mezcla 70 % harina de plátano pelipita y 30 % batata [24]	Aumento de proteínas y fibra dietética en galletas, sin afectar características físicas ni aceptabilidad sensorial.
Adeboye <i>et al.</i> [25]	Estudio sobre efectos de temperatura y pretratamiento en plátano verde: importancia del corte de la rodaja y del pretratamiento en la calidad del producto.
Patiño [26]	Harina de plátano verde en espaguetis: menor fracción de almidón rápido, mayor fracción de almidón resistente.
Castaño <i>et al.</i> [27]	Tallarines de plátano y yuca: buena textura y estabilidad microbiológica, potencial como sustituto de gluten.
García [28]	Galletas sin gluten con harina de plátano verde: alto contenido de fibra, bajo índice glucémico, similar a Hi-Maize 260®.
Giraldo <i>et al.</i> [29]	Estudio sobre gelatinización y digestibilidad de harina de plátano: estabilidad a diferentes temperaturas, aplicabilidad en productos alimenticios.
Gutiérrez <i>et al.</i> [30]	Películas comestibles de harina de plátano: retención de almidón resistente, importantes propiedades sensoriales.
Godoy <i>et al.</i> [32]	Bebida energético-proteica con harina de plátano: buena aceptación organoléptica, contenido de carbohidratos, fibra y proteínas.
Kiin <i>et al.</i> [33]	Galletas con harina de plátano y maní: mejores características físicas y composicionales, mayor digestibilidad de proteínas.
Olatunji <i>et al.</i> [34]	Máquina para procesamiento de plátano en harina: eficiencia en la reducción del tamaño, prevención del crecimiento microbiano.
Anchundia <i>et al.</i> [36]	Películas comestibles de cáscara de plátano: viabilidad en conservación de alimentos, necesidad de mejorar propiedades de barrera al vapor de agua.

Análisis crítico

La variedad de plátano utilizada en la elaboración de productos alimenticios puede influir significativamente en sus propiedades y aplicaciones. Se ha observado que diferentes variedades pueden tener características físicas, químicas y nutricionales distintas, lo que afecta la calidad y el rendimiento de los productos finales. Por ejemplo, el plátano verde se destaca por su alto contenido de almidón resistente, lo que lo hace adecuado para productos que requieren una liberación lenta de energía y una menor elevación en los niveles de glucosa en sangre, como galletas o bebidas energéticas. Sin embargo, otras variedades pueden tener diferentes perfiles

nutricionales y propiedades de gelatinización del almidón, lo que podría afectar su aplicabilidad en productos específicos. Por lo tanto, es crucial considerar la variedad de plátano adecuada para cada aplicación en la industria alimentaria.

Se necesitan más investigaciones para comprender mejor cómo las diferentes variedades de plátano pueden afectar las propiedades de los productos alimenticios y optimizar su uso en términos de calidad, rendimiento y aceptación del consumidor. Además, la estandarización de las variedades de plátano utilizadas en la producción de harina puede ser beneficiosa para garantizar la consistencia y la calidad de los productos finales.

Beneficios de la harina de plátano verde para el consumo humano. El almidón resistente (AR) tiene un poder energético inferior al almidón completamente digerible (1,6 - 2,8 kcal/g v/s 4 kcal/g respectivamente), por lo que puede ser una buena alternativa para hacer reemplazo o sustitución de ingredientes en alimentos altos en calorías [38]. El plátano y la banana verde contienen una elevada cantidad de almidón resistente. Las investigaciones reportan un alto beneficio por sus efectos fisiológicos en el organismo como disminución del tiempo de tránsito intestinal, reducción de glucosa en sangre y consecuentemente, la cantidad del nivel de colesterol [39]. El plátano verde tiene 35,30 % de carbohidratos que están representados entonces por almidón resistente [40]. Asimismo, dentro de la composición nutricional de la harina de plátano, esta tiene 84,18 % de carbohidratos [21]. El porcentaje incrementa al disminuir la humedad de la materia prima.

Estos parámetros presentan un impacto positivo para el consumo humano, ya que, por ejemplo, el almidón resistente (o carbohidratos no digeribles) proporciona beneficios al prevenir y aportar al control como obesidad, diabetes mellitus y enfermedades cardiovasculares. Así mismo, esta harina es una buena fuente de carbohidratos y otros nutrientes esenciales para la salud en general, mejorando la digestión, regulando el colesterol, disminución de diarrea entre otras, como se reporta en diversos estudios que se mencionan a continuación.

En Estados Unidos, Gunasekaran *et al.* [41] realizaron un estudio en el cual se evaluaron los efectos beneficiosos de la dieta a base de plátano verde sobre el volumen, la frecuencia y el aumento de peso de las heces en comparación con una dieta tradicional a base de yogur en niños con diarrea persistente. El grupo experimental tuvo una respuesta significativamente mejor, observando disminución de la producción y consistencia de las heces, en su peso, duración de la diarrea y aumento de peso corporal que el grupo control. Estos resultados apoyan los beneficios del plátano verde para el manejo de la diarrea en niños hospitalizados, teniendo en cuenta que disminuye la duración de la diarrea, ayuda a aumentar su peso corporal y disminuye costos.

El contenido de almidón resistente en todas las variedades que ofrece la harina de plátano

verde, permite que sea una excelente materia prima para la elaboración de productos de bajo índice glucémico con mayor valor nutricional. Su capacidad antioxidante junto con el contenido de almidón resistente en las variedades como Nendran y Popoul, los hace óptimos para ser utilizados en la alimentación y la salud de los bebés mejorando los polvos fortificados, incluso para adultos [35].

Por su parte, Salawu *et al.* [42] sugieren que la harina de plátano verde contiene una cantidad importante de minerales que podría ser mezclada con harinas de otros productos como el mijo (*Panicum miliaceum*) que, al tener una buena capacidad antioxidante y contenido de proteínas, serviría bien como un alimento funcional que podría aprovecharse en el manejo de enfermedades provocadas por radicales libres.

En México, Agama *et al.* [43] obtuvieron harina de cáscara de plátano (HCP) y se estudió su composición química, contenido de fibra dietética (FD), polifenoles, capacidad antioxidante y propiedades funcionales. La HCP tenía cantidades más relevantes de proteína, cenizas, almidón total y fibra dietética total (TDF). Los valores de la capacidad de retención de agua y aceite aumentaron cuando aumentó la temperatura de la prueba. Con esto se concluye que la HCP con alto contenido de FD, alta capacidad antioxidante y características funcionales podría usarse como un ingrediente para la elaboración de productos alimenticios.

Por su parte, Díaz *et al.* [44] observaron una reducción del contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante durante el proceso de preparación de snacks de harina de plátano verde con respecto a los valores obtenidos en las harinas inicialmente.

Según Roberts *et al.* [45], la fibra de plátano soluble puede bloquear la adhesión epitelial y la translocación de las células M; lo cual favorece la adhesión y captación de antígenos lumenales como macromoléculas, partículas adhesivas, virus y bacterias de los patógenos intestinales. Esto representa un mecanismo novedoso importante por el cual las fibras dietéticas solubles pueden promover la salud intestinal y prevenir la diarrea infecciosa.

En este contexto, Onuoha *et al.* [46] recomienda fomentar la incorporación de harina de plátano verde en la formulación de bocadillos,

especialmente para aquellos con enfermedades crónicas relacionadas con la dieta, así como, desarrollar más estudios sobre el índice glucémico de otros alimentos básicos para ayudar al público en general, especialmente a las personas que viven con diabetes mellitus y a las personas con riesgo de desarrollarla, para tomar decisiones alimentarias informadas.

De manera similar, Oboh *et al.* [47] investigaron los extractos acuosos preparados a partir de pulpa de *M. paradisiaca* pulverizada (PP), híbrido completo (HC), *M. sapientum* completo (SC) y *M. paradisiaca* completo (PC) los cuales se analizaron en busca de índices glucémicos y potenciales antioxidantes *in vitro*. Los resultados indicaron que todas las muestras analizadas eran alimentos de bajo índice glucémico. Sin embargo, HC fue comparado con PP en sus actividades inhibitoras de fenoles totales, flavonoides totales, FRAP y α -amilasa, encontrando valores más altos en comparación con las otras muestras analizadas y, por lo tanto, podría tenerse en cuenta al tratar los problemas de la diabetes.

También, en México Bringas *et al.* [48] realizaron un estudio cuyo objetivo fue investigar el efecto de las harinas de plátano y amaranto como polifenoles y fibra dietética que proporcionan ingredientes para la formulación de pan. Concluyeron que la harina de plátano verde puede ayudar a reducir la tasa de hidrólisis del almidón, lo que podría influir en la respuesta glucémica que el pan genera en los consumidores; usando harina de plátano y amaranto para la formulación de pan se puede ayudar a la industria del pan a mejorar sus productos considerando la conciencia de los consumidores sobre los beneficios para la salud.

En Nigeria, Arogundade [49] realizó una investigación donde se mezcló harina de trigo (HT), harina de maní (HM) y harina de plátano verde (PV) en diferentes concentraciones para elaborar galletas; aromatizadas con 2,5 % de jengibre en polvo (GP); usó una galleta 100 % HT como control. El contenido de proteínas de las galletas osciló entre el 8,07 - 10,30 %, el calcio 33,01 - 42,33 mg/100 g, siendo este el mineral más abundante en las galletas. Las galletas tuvieron una variación de 30,03 a 35,31 g/100 g de proteína. El contenido total de fenol y flavonoides totales de las galletas osciló entre 2,86 y 4,48 mg GAE/g y entre 1,65 y 2,87 mg QE/g, respectivamente. Sin

embargo, no evidenció diferencia significativa en la aceptabilidad general de las galletas. Las galletas con sabor a jengibre demostraron mayores propiedades antioxidantes que las galletas de control. Por lo tanto, BFB-1 (galleta producida a partir de 54,74 % HT: 13,68 % HM: 31,58 % PV: 2,5 % GP) podría servir como alimento funcional para el manejo de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo por su mayor contenido de fenoles, flavonoides y propiedades antioxidantes. Otro estudio reporta que el consumo de harina de plátano verde (20 g/día) durante 45 días no promovió alteración del peso ni de la composición corporal en mujeres con sobrepeso. Se observó, sin embargo, reducción de la circunferencia de la cadera y aumento de la circunferencia cadera-cintura. Después de clasificar a los voluntarios como portadores o no de síndrome metabólico (SM), el grupo con SM mostró reducción de la presión arterial sistólica y glucemia rápida. Este último resultado podría atribuirse al bajo índice glucémico del alimento de prueba [50].

Los diferentes estudios con el uso de la harina de plátano permiten identificar las ventajas que trae consigo una buena sustitución de las harinas convencionales. Desde el punto de vista nutricional incrementa los contenidos de proteínas, aminoácidos esenciales, minerales, fibra dietaria u otros nutrientes que son importantes para el buen funcionamiento de nuestro organismo y como ventaja desde el punto de vista agroindustrial, se disminuiría la importación de productos a base de harina de plátano [7].

En la [Tabla 3](#), se presenta una comparación entre la harina de plátano variedad Dominico – hartón y la harina de trigo a partir de parámetros físico químicos.

El contenido de humedad registrado en las harinas de plátano Dominico-hartón y de trigo, se encuentra dentro de los parámetros de calidad establecidos por la Norma Técnica Colombiana para harina de trigo NTC 262. Los resultados de carbohidratos y valor calórico de las harinas de plátano están en 84,68 % y 352,81 Kcal/100g respectivamente, y representan un aporte mayor a los de la harina de trigo; esto sumado al mayor aporte de fibra, grasa y minerales de la harina de plátano; hacen factible mejorar sus propiedades tecnológicas para el desarrollo de alimentos libres de gluten.

Tabla 3. Análisis fisicoquímico de harina de plátano variedad Dominico – hartón y harina de trigo.

Parámetro	Harina de Plátano	Harina de trigo
Humedad (%)	9,58 ± 0,03	12,60 ± 0,17
Proteína total (%)	3,33 ± 0,03	12,61 ± 0,21
Grasa (%)	0,53 ± 0,02	0,50 ± 0,03
Fibra (%)	1,58 ± 0,03	0,46 ± 0,02
Cenizas (%)	3,39 ± 0,03	1,06 ± 0,06
Carbohidratos (%)	84,68	65,41
Valor calórico (Kcal/100g)	352,81	311,00

Fuente: [51].

Conclusiones

El departamento del Putumayo tiene una producción importante de plátano verde, siendo las variedades más representativas económicamente la Dominico - hartón, sin embargo; presenta una mínima transformación que permita agregar valor a la producción primaria, diversificar su consumo o explorar nuevos mercados. Así mismo, el impacto social que puede generarse a partir del fortalecimiento de la cadena de plátano en el departamento puede ser significativo, dada la amplia población que se dedica a este cultivo y a sus características psico sociales.

Dadas las características fisicoquímicas, nutricionales y organolépticas identificadas en la harina de plátano verde de la variedad dominico-hartón, (siendo el de mayor importancia económica) tales como: sabor, olor, textura, almidón resistente, polifenoles totales, capacidad antioxidante, propiedades bromatológicas, etc., el plátano y sus derivados pueden utilizarse en diferentes productos de consumo humano, como galletas, pasta, panes, tortas, películas comestibles, etc.; que presentan propiedades benéficas para la salud y nutrición de los consumidores. Adicionalmente, la harina de plátano mencionada es apta para ser combinada con otras harinas, en el diseño de diferentes productos que pueden diversificar su consumo y generar nuevos productos con características nutricionales benéficas.

Así mismo, debe considerarse las recomendaciones de los autores en cuanto a porcentajes de sustitución óptimos en las diferentes formulaciones, para no perder propiedades sensoriales de los productos; y que el consumidor lo perciba como un alimento que puede consumir con una alta frecuencia y no

solo como un producto ocasional, diversificando su consumo. Igualmente, las potencialidades mencionadas sobre la harina de plátano en los diferentes estudios revisados, permiten sugerir viabilidades técnicas y comerciales en el desarrollo de productos a partir de mezcla de la harina de plátano con otras harinas.

Finalmente, deben mencionarse los múltiples beneficios nutricionales encontrados y validados en la harina de plátano por fuentes como el International Journal of Food Science and Technology, Journal of functional foods, Food Science and Technology, Journal of Nutritional Biochemistry y revistas de nutrición entre otros; como la cantidad de almidón resistente, lo cual podría beneficiar a pacientes con síndrome metabólico, enfermedades intestinales, sin olvidar mencionar aquellas personas que no pueden consumir gluten; y propiedades nutraceuticas, aportes de fibra, contenido de carbohidratos y aporte en el valor calórico, entre otras.

Referencias

- [1] Vergara Valenzuela E, Castañeda Sánchez D, Cano Londoño N. Determination of plantain crops associated with coffee environmental impacts on agroecosystems by means of life cycle assessment: case study in the southwest of Antioquia (Colombia). *Dyna*. 2019;86(211):112-121. doi.org/10.15446/dyna.v86n211.75356
- [2] Minagricultura. El cultivo del plátano (*Musa paradisiaca*), un importante alimento para el mundo. Colombia; 2014.
- [3] Minagricultura. Indicadores e instrumentos cadena del plátano. Colombia; 2018.

- [4] León Agatón L, Mejía Gutiérrez LF, Montes Ramírez LM. Caracterización socioeconómica y tecnológica de la producción de plátano en el bajo occidente del departamento de Caldas. *Luna Azul*. 2015;(41):184-200. doi: [10.17151/luaz.2015.41.11](https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.11)
- [5] Minagricultura. Fichas de caracterización municipal - Putumayo. Putumayo, Colombia; 2016.
- [6] Hernández I, Martínez M, Contreras R, Pérez R. Extracción de almidón por el método seco en plátano macho, cuadrado y castilla. *Revista de Simulación y Laboratorio*. 2017;4(13):1-7.
- [7] Vásquez Lara F, Verdú Amat S, Islas Rubio AR, Barat Baviera JM, Grau Meló R, Rafael CP. Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de avena, maíz y sorgo sobre las propiedades reológicas de la masa, texturales y sensoriales del pan. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 2017;17(2):307-317.
- [8] Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio MD. Metodología de la investigación. Mexico: Mc Graw Hill; 2014.
- [9] Servicio Nacional de Aprendizaje. Platanicultura del Futuro. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Castillo Londoño CF, Mosquera Caicedo H, Suarez Luna JC; 2019.
- [10] Carvajal García M, Zuluaga Arango P, Ocampo López OL, Duque Gómez D. Las exportaciones de plátano como una estrategia de desarrollo rural en Colombia. *Apuntes del Cenes*. 2019;38(68):113-148. doi: [10.19053/01203053.v38.n68.2019.8383](https://doi.org/10.19053/01203053.v38.n68.2019.8383)
- [11] DANE. El cultivo del plátano (*Musa paradisiaca*), un importante alimento para el mundo. Colombia; 2014.
- [12] Instituto Colombiano Agropecuario. Manejo fitosanitario del cultivo del plátano. Colombia: Alarcón Restrepo JJ, Jiménez Neira Y; 2012.
- [13] DANE. Boletín Técnico Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). Colombia; 2017.
- [14] Minagricultura. Estadísticas agronet. Colombia; 2021.
- [15] Minjusticia. Atlas de la caracterización regional de la problemática asociada a las drogas ilícitas en el departamento del Putumayo. Colombia; 2015.
- [16] Solarte López JD. Producción y comercialización de un cultivo de plátano (*Mussa Paradisiaca*), en un área de 5 000 m² en la vereda Alto Lorenzo del municipio de Puerto Asís, Putumayo (Tesis de grado). Yopal, Colombia: Universidad de la Salle; 2018.
- [17] Corpoamazonia. Agenda Ambiental. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Martínez Areiza G, Ortiz Romo R, Barriga Bernal A; 2017.
- [18] Espinosa Moreno J, Centurión Hidalgo D, Mayo Mosqueda A, García Correa C, Martínez Morales A, García Alamilla P, et al. Calidad de harina de tres cultivares de banano (*Musa spp.*) resistentes a la enfermedad Sigatoka negra en Tabasco. *Agrociencia*. 2018;52(2):217-229.
- [19] Gobernación del Putumayo. Resolución 00519, Plan de desarrollo departamental 2020-2023. Mocoa, Colombia; 2020.
- [20] Unidad De Víctimas. "Cuéntenos la verdad" sobre la población víctima del Putumayo. Mocoa, Colombia; 2019.
- [21] Montoya LJ, Rodríguez Barona S, Giraldo GA. Physico-chemical features of the flour of plantain (*Musa paradisiaca*) dominico harton and comercial wheat flour with functional trends. *Vitae*. 2016;23(1):396-400.
- [22] Kemski MM, Cottonaro A, Vitadini E, Vodovotz Y. Development of Gluten-Free Muffins made from Breadfruit and Unripe Plantain Flours. *International Journal of Food Science and Technology*. 2022;57(5):2980-2991. doi: [10.1111/ijfs.15619](https://doi.org/10.1111/ijfs.15619)
- [23] Encarnación Montero SS, Salinas Alvarado JD. Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca (Proyecto de grado). Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana; 2017.
- [24] León Mendez G, León Mendez D, Pajaro Castro N, Granados Conde C, Granados Llamas E, Bahoque Peña MJ. Elaboración de una galleta a base de harinas de plátano pelipita (*Musa abb*) y de batata (*Ipomea batatas*). *Revista chilena de nutrición*. 2020;47(3):406-410. doi: [10.4067/S0717-75182020000300406](https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000300406)
- [25] Adeboye OA, Iyanda RA, Yusuf KA, Olaniyan AM, Oje KO. Effects Of Temperature, Pretreatment And Slice Orientation On The Drying Rate And Post Drying Qualities Of Green Plantain (*Musa Paradisiaca*). *IJTEEE*. 2014;2(7):92-99.
- [26] Patiño Rodríguez O, Agama Acevedo E, Pacheco Vargas G, Alvarez Ramirez J, Bello Pérez LA. Physicochemical, microstructural and digestibility analysis of gluten-free spaghetti of whole unripe plantain flour. *Food Chemistry*. 2019;298(1):125085. doi: [10.1016/j.foodchem.2019.125085](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125085)

- [27] Castaño Carvajal MF, Correa Giraldo D, Agudelo Laverde LM. Elaboración de productos tipo tallarín libres de gluten y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas. *Revista U.D.C.A.* 2019;22(1):1-7. doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1194
- [28] García-Solís SE, Bello-Pérez LA, Agama-Acevedo E, Flores-Silva PC. Plantain flour: A potential nutraceutical ingredient to increase fiber and reduce starch digestibility of gluten-free cookies. *Starch/Stärk.* 2018;70(1-2):1700107. doi.org/10.1002/star.201700107
- [29] Giraldo Toro A, Gibert O, Ricci J, Dufour D, Mestres C, Bohuon P. Digestibility prediction of cooked plantain flour as a function of water content and temperature. *Carbohydrate Polymers.* 2015;118(1):257-265. doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.11.016
- [30] Gutiérrez TJ, Álvarez K. Physico-chemical properties and in vitro digestibility of edible films made from plantain flour with added Aloe vera gel. *Journal of functional foods.* 2016;26(1):750-762. doi.org/10.1016/j.jff.2016.08.054
- [31] Gutiérrez TJ, Gonzáles G. Effect of Cross-Linking with Aloe vera Gel on Surface and Physicochemical Properties of Edible Films Made from Plantain Flour. *Food Biophysics.* 2017;12:11-22. doi.org/10.1007/s11483-016-9458-z
- [32] Godoy Bonilla SP, Lemos Materón C, López Gómez AY. Disponibilidad proteica de una bebida instantánea a partir de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) y guandúl (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales.* 2016;3(1):76-82. doi.org/10.23850/24220582.344
- [33] Kiin Kabari DB, Giami SY. Physico Chemical Properties and in-vitro Protein Digestibility of Non-Wheat Cookies Prepared From Plantain Flour and Bambara Groundnut Protein Concentrate. *Journal of Field Robotics.* 2015;4(2):78-86. doi.org/10.5539/jfr.v4n2p78
- [34] Olatunji Olutomilola E, Peter Ayodeji S, Kanisuru Adeyeri M. Design and structural analysis of a particulating machine for plantain flour process plant. *Journal of Engineering and Applied Sciences.* 2020;15(17):1816-1824.
- [35] Kumar PS, Saravanan A, Sheeba A, Uma S. Structural, functional characterization and physicochemical properties of green banana flour from dessert and plantain bananas (*Musa* spp.). *LWT.* 2019;116:1-12. doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108524
- [36] Anchundia K, Santacruz S, Coloma J. Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*). *Rev. Chil. Nutr.* 2016;43(4):394-399. doi.org/10.4067/S0717-75182016000400009
- [37] Meneses Portilla K, Santacruz Terán S, Coloma Hurel J. Cassava conservation (*Manihot esculenta*) with edible film based on banana peel flour. *Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia.* 2017;40(2):095-104.
- [38] Villaroel P, Gómez C, Vera C, Torres J. Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Rev. Chil. Nutr.* 2018;45(3):271-278. doi.org/10.4067/s0717-75182018000400271
- [39] Soto Azurduy VS. Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa Cavendishii*) y banana verde (*Musa Paradisiaca*). *Rev. Bol. Quim.* 2010;27(2):94-99.
- [40] Ramírez Escalante MP. Formulación de harina de plátano verde (*mussa paradisiaca*) fortificada con zinc y hierro (Tesis de grado). Guatemala de la Asunción, Guatemala: Universidad Rafael Landívar; 2018.
- [41] Gunasekaran D, Chandramohan A, Karthikeyan K, Balasubramaniam BP, Jagadeesan P, Soundararajan P. Efecto del plátano verde (*Musa paradisiaca*) sobre la recuperación de niños con diarrea acuosa aguda sin deshidratación: un ensayo controlado aleatorio. *Pediatría india.* 2020;(57):1114-1118.
- [42] Agama Acevedo E, Sañudo Barajas JA, Vélez De La Rocha R, González Aguilar GA, Bello Pérez LA. Potential of plantain peels flour (*Musa paradisiaca* L.) as a source of dietary fiber and antioxidant compound. *CyTA Journal of Food.* 2016;14(1):117-123. doi.org/10.1080/19476337.2015.1055306
- [43] Salawu SO, Shaibu R, Akindahunsi AA, Boligon AA, Athayde ML. Nutraceutical Potential and Sensory Acceptability of Unripe Plantain-Millet Composite Flour Blends. *Food Science and Quality Management.* 2015;39:84-97
- [44] Díaz Osorio A, Martínez Castaño M, Contreras Calderón J, Gallardo Cabrera C. Índice Glucémico in vitro, Contenido fenólico y Actividad Antioxidante de Snacks Elaborados con Harinas de Plátano (*Musa paradisiaca*) y Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Información tecnológica.* 2019;30(5):111-120. doi.org/10.4067/S0718-07642019000500111

- [45] Roberts CL, Keita SV, Parsons BN, Prorok Hamon M, Knight P, Wiinstanley C, *et al.* Soluble plantain fibre blocks adhesion and M-cell translocation of intestinal pathogens. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2013;24(1):97-103. doi.org/10.1016/j.jnutbio.2012.02.013
- [46] Onuoha NO, Okafor AM, Okeke, LK. Glycaemic Indices of Unripe Plantain (*Musa paradisiaca*) and Unripe Red Banana (*Musa sp. AAA*) Flour Meals. *Bio-Research*. 2019;15:955-960. doi.org/10.4314/br.v15i1.188318
- [47] Oboh G, Oluwakemi AS, Ayokunle AO, Oyelele IS. Comparative Studies on Anti-Diabetic Properties of Commonly Consumed Musa Cultivars (*M. paradisiaca*, *M sapientum*, and AAB Group Hybrid) Flour. *Trop J Nat Prod Res*. 2022;6(12):2057-2062.
- [48] Bringas Gonzales V, Bello Pérez LA, Contreras OA, López Espíndola M. Plantain and amaranth flours as sources of polyphenols and dietary fiber for bread formulations. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2022;46(8):e16791. doi.org/10.1111/jfpp.16791
- [49] Arogundade TJ, Oluwamukomi MO, Dada MA. Nutritional qualities and antioxidant properties of ginger-flavored biscuits developed from wheat, bambara groundnut, and plantain flour blends. *Food Frontiers*. 2023;4(1):407-419. doi.org/10.1002/fft2.203
- [50] Tavares Da Silva S, Araujo Dos Santos C, Marvila Girondoli Y, Mello De Azeredo L, De Sousa Moraes LF, Gomes Schitini JK, *et al.* Women with metabolic syndrome improve anthropometric and biochemical parameters with green banana flour consumption. *Nutrición Hospitalaria*. 2014;29(5):1070-1080.
- [51] Montoya López J. Formulación de una matriz alimentaria a base de harina de Plátano Dominic Hartón (*Musa paradisiaca* L.) para el diseño de alimentos funcionales libres de gluten (Tesis de doctorado). Manizales, Colombia: Universidad Nacional; 2020.