



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACÁDEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**“BEBIDA FUNCIONAL ELABORADA CON BASE DE HARINA DE PLÁTANO
(*Musa AAA cavendish*) COMO FUENTE DE PREBIÓTICO”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTOS

PRESENTA:

DIANA ESTEFANIA LARA PRIEGO

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DR. JOSÉ RODOLFO VELÁZQUEZ MARTINEZ

EN CODIRECCIÓN DE:

DRA. ANGELICA ALEJANDRA OCHOA FLORES

VILLAHERMOSA, TABASCO. SEPTIEMBRE, 2024.

Declaración de Autoría y Originalidad

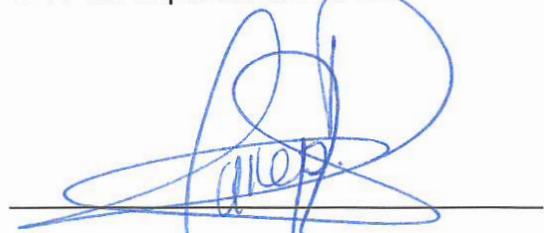
En la Ciudad de Villahermosa, el día 17 del mes de septiembre del año 2024, el que suscribe Diana Estefania Lara Priego, alumna del Programa de Ingeniería en Alimentos con número de matrícula 162C14006, adscrito a la División Académica de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autora de la Tesis presentada para la obtención del grado de Licenciatura y titulada **“BEBIDA FUNCIONAL ELABORADA CON BASE DE HARINA DE PLÁTANO (*Musa AAA cavendish*) COMO FUENTE DE PREBIÓTICO”**, dirigida por el Dr. José Rodolfo Velázquez Martínez y la Dra. Angelica Alejandra Ochoa Flores.

DECLARO QUE:

La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido de la Tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 17 de septiembre 2024.


DIANA ESTEFANIA LARA PRIEGO
162C14006



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”



División Académica de
Ciencias Agropecuarias

Coordinación de Estudios
Terminales



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
SECRETARÍA DEL PROBLEMA
DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DEL GOBIERNO
CONVENIO DE
MÉXICO

Asunto: Autorización de impresión
de Trabajo Recepcional.
Fecha: 26 de agosto de 2024.

LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y
TITULACIÓN DE LA UJAT.
P R E S E N T E

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), informo a usted que con base en el artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza** a (la) **C. Diana Estefanía Lara Priego** con matrícula **162C14006** egresado(a) de la Licenciatura de **Ingeniería en Alimentos** de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, la impresión de su Trabajo Recepcional bajo la modalidad de **Tesis**, titulado: **“BEBIDA FUNCIONAL ELABORADA CON BASE DE HARINA DE PLÁTANO (Musa AAA Cavendish) COMO FUENTE DE PREBIÓTICO”**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

M.V.Z. JORGE ALFREDO THOMAS TELLEZ
DIRECTOR



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS

C.c.p.- Expediente Alumno.
Archivo

Km 25, Carret. Villahermosa-Teapa
Ra. La Huasteca, 2ª Sección, 86298, Centro, Tabasco, México
Tel. (+52 993) 3581500 ext. 6614
Correo electrónico: terminales.daca@ujat.mx

www.ujat.mx

Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 17 de septiembre 2024.

Por medio de la presente manifestamos haber colaborado como AUTOR(A) en la producción, creación y/o realización de la obra denominada **“BEBIDA FUNCIONAL ELABORADA CON BASE DE HARINA DE PLÁTANO (*Musa AAA cavendish*)**.

Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un periodo de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADORES

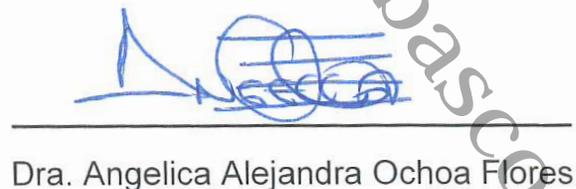


Diana Estefanía Lara Priego

TESTIGOS



Dr. José Rodolfo Velázquez Martínez



Dra. Angelica Alejandra Ochoa Flores

DEDICATORIA.

A Dios, por brindarme la fortaleza y el coraje necesario para afrontar cada reto y por guiarme en este camino.

A mis padres, pilares esenciales en mi vida, cuyo sacrificio, apoyo y su amor incondicional, me permitió llegar hasta aquí.

A mis maestros y mentores, que son parte de mi trayectoria académica, por compartir su conocimiento, dedicación y entrega en mi formación profesional.

A todos aquellos que me acompañaron en esta travesía, por ser parte de este logro, que de una forma u otra creyeron en mí y me motivaron a seguir adelante, dedicando esta obra a sus enseñanzas.

A mí, por no rendirme ante las dificultades, por mi perseverancia, esfuerzo y dedicación. Este logro es un testimonio de mi capacidad de superación, por mantenerme constante y creer siempre en mis metas.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a Dios por darme vida para seguir adelante, ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, mantener la fe me dio la paz y el coraje necesario para enfrentar cada desafío.

A mis padres, por el sacrificio y dedicación de muchos años, que con mucho esfuerzo se obtuvo este logro que comparto con ellos. Gracias mamá, por creer y ser leal a mi y a mis ideas, por tu apoyo y amor incondicional y estar siempre a mi lado. Gracias papá, que, aunque ya no estas físicamente conmigo, tu amor y enseñanzas siguen siendo una parte fundamental en mi vida. Tu recuerdo me ha dado la fuerza para continuar, y sé que en cada paso que doy es tu legado que vive a través de mí, sigues y seguirás presente.

A Luis Eduardo, porque formaste parte de este proceso y me impulsaste a terminarlo, tu apoyo ha sido clave por haberme sostenido en los días difíciles. Gracias por el amor, paciencia, comprensión, motivación constante y por estar en cada momento de mi vida. Nos complementamos, y agradezco a Dios por ser mi compañero de vida, mi amigo y confidente, pero sobre todo, mi hogar y familia.

Al Dr. Rodolfo Velázquez, por siempre animarme a terminar lo que se empieza, muchas gracias por su paciencia, el apoyo y compromiso.

Y sobre todo gracias a mí, quiero agradecerme por hacer todo este arduo trabajo, por intentar hacer más bien, ser yo en todo momento y en nunca renunciar. Me agradezco por el esfuerzo, tiempo y dedicación invertido a lo largo de este recorrido. Ha sido una experiencia que me llena de orgullo y que abrazo con mucho cariño, me hizo creer en mí ante la incertidumbre, perseverar cuando el entorno se complica y seguir adelante siempre con determinación.

Índice.	
Resumen.....	10
Abstract.....	12
1. Introducción.....	13
2. Antecedentes.....	17
3. Marco teórico.....	20
3.1. Enfermedades crónico-degenerativas.....	20
3.2. Alimentos funcionales.....	21
3.3. Compuestos bioactivos.....	22
3.3.1. Carotenoides.....	23
3.3.2. Fibra dietética.....	23
3.3.3. Ácidos grasos omega-3.....	23
3.3.4. Esteroles vegetales.....	24
3.3.5. Fitoestrógenos.....	24
3.3.6. Compuestos fenólicos.....	24
3.3.7. Probióticos.....	24
3.3.8. Prebióticos.....	25
3.4. Los prebióticos, definición e importancia.....	25
3.4.1. Beneficios a la salud por parte de los prebióticos.....	26
3.4.2. Tipos de prebióticos.....	27
3.5. Almidón resistente (AR).....	27
3.5.1. Tipos de almidón resistente.....	28
3.5.2. Fuentes del almidón resistente.....	28
3.6. Plátano (<i>Musa AAA cavendish</i>).....	29
3.6.1. Producción internacional.....	29
3.6.2. Producción nacional.....	31
3.6.3. Plátano de desecho.....	31
3.7. Harinas de plátano.....	33
3.8. Bebidas instantáneas.....	34
4. Justificación.....	36
5. Hipótesis.....	37
6. Objetivos.....	37
6.1. Objetivo general.....	37

6.2. Objetivos específicos.....	37
7. Materiales y métodos.	38
7.1. Ubicación.....	38
7.2. Materia prima.....	38
7.3. Producción de harina de plátano (<i>Musa AAA cavendish</i>).	38
7.4. Elaboración de bebida a base de harina de plátano (<i>Musa AAA cavendish</i>).....	40
7.5. Análisis bromatológico.	41
7.5.1. Determinación de humedad.	41
7.5.2. Determinación de cenizas.....	41
7.5.3. Determinación de extractos etéreos.	42
7.5.4. Determinación de proteína.	42
7.6. Análisis microbiológico.....	43
7.6.1. Cuenta total de microorganismos mesófilos.....	43
7.6.2. Cuenta total de bacterias coliformes.....	44
7.6.3. Cuenta total de mohos y levaduras.....	44
7.7. Análisis de almidón digestible y resistente.....	44
7.8. Análisis sensorial.....	45
7.9. Análisis estadístico.	45
8. Resultados y discusión.....	47
8.1. Rendimiento de la producción de harina de plátano verde (<i>Musa AAA cavendish</i>).	47
8.2. Análisis bromatológicos de la harina y las bebidas instantáneas a base de plátano de desecho.	47
8.3. Análisis microbiológicos de la harina y las bebidas instantáneas.....	50
8.4. Análisis de almidón digestible y resistente.....	52
8.5. Análisis de aceptación con evaluación sensorial.....	56
9. Conclusión.....	58
10. Referencia bibliográfica.....	59
11. Anexos.....	68

Índice de tablas.

Tabla 1. Formulaciones del polvo para preparar bebidas instantáneas a base de harina de plátano (Musa AAA cavendish).....	41
Tabla 2. Composición bromatológica de la harina de plátano (Musa AAA cavendish) y bebidas instantáneas.....	48
Tabla 3. Análisis microbiológico de la harina de plátano (Musa AAA cavendish) y bebidas instantáneas en Cuenta Total de microorganismos mesófilos y de bacterias coliformes.	51
Tabla 4. Análisis y determinación de almidón digestible y resistente.....	53
Tabla 5. Evaluación sensorial por prueba hedónica a la harina de plátano (Musa AAA cavendish) y bebidas instantáneas.	56

Índice de figuras.

Figura 1. Flujograma de la metodología para la elaboración de harina de plátano (Musa AAA cavendish).....	39
---	----

Índice de anexos.

Anexo 1. Formato de la prueba sensorial de aceptación de una Bebida funcional a base de harina de plátano (Musa AAA cavendish) como fuente de prebiótico.....	68
---	----

“BEBIDA FUNCIONAL ELABORADA CON BASE DE HARINA DE PLÁTANO (*Musa AAA cavendish*) COMO FUENTE DE PREBIÓTICO”

Resumen

El plátano verde es rico en almidón resistente, un tipo de carbohidrato que no se digiere en el intestino delgado, que actúa como fibra dietética en el colon. Este almidón promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas. Este fruto, se cultiva en regiones tropicales y subtropicales, albergando un valor nutricional y energético, sin embargo, la industria platanera producen altos niveles de residuos que no utilizan en sus procesos o no cumplen los parámetros de calidad idóneos para su comercialización. Para potencializar un aprovechamiento en el plátano de desecho que con frecuencia se genera, se propone el desarrollo de bebidas instantáneas con base de harina de plátano verde (*Musa AAA cavendish*) de desecho con un nivel considerable de prebiótico como fuente de Almidón Resistente (AR). Inicialmente, se realizó la producción de harina de plátano mediante un proceso de deshidratación y molienda controlada. Posteriormente, se formularon bebidas instantáneas en polvo con sabores a chocolate y vainilla. A la harina y a las bebidas instantáneas se les realizaron diferentes determinaciones: bromatológicas, microbiológicas y sensoriales, además la determinación de almidón de digestión rápida, lenta, digestible y resistente. La harina de plátano y las bebidas sabor vainilla presentaron ligeramente diferencia en los contenidos de humedad, cenizas, proteínas, grasas y carbohidratos. La evaluación microbiológica se determina satisfactoria, demostrando que es un alimento inocuo y seguro para su ingesta. Comparando otros trabajos de investigación similares, la harina y las bebidas obtuvieron mayores valores de contenido de los diferentes tipos de almidón, garantizando una favorable porción de prebióticos, aportando energía controlado y beneficio al microbiota intestinal. Las bebidas desarrolladas obtuvieron una aceptación considerable en los cinco atributos que se evaluaron sensorialmente, teniendo resultados semejantes a una muestra comercial respectivamente, por parte de un panel no entrenado a través de la escala hedónica. Se lograron obtener bebidas instantáneas con potencial para ser utilizados como alimento funcional, además de ofrecer una estrategia de mejora a la

salud pública y agrega valor a los plátanos de desecho, promoviendo la sostenibilidad y beneficiando a los productores locales.

Palabras clave: alimento funcional, *Musa AAA cavendish*, prebiótico, almidón resistente.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Abstract

Green bananas are rich in resistant starch, a type of carbohydrate that is not digested in the small intestine and acts as dietary fiber in the colon, promoting the growth of beneficial bacteria. Cultivated in tropical and subtropical regions, green bananas have nutritional and energetic value. However, the banana industry generates high levels of waste not suitable for commercial use. To utilize this waste, the development of instant drinks based on discarded green banana flour (*Musa AAA cavendish*) is proposed, providing a significant level of prebiotics as a source of resistant starch (RS). Initially, green banana flour was produced through controlled dehydration and milling processes. Subsequently, instant powdered drinks with chocolate and vanilla flavors were formulated. Various determinations were conducted on the flour and drinks, including bromatological, microbiological, and sensory analyses, as well as the determination of rapidly digestible, slowly digestible, digestible, and resistant starch. The banana flour and vanilla-flavored drinks showed slight differences in moisture, ash, protein, fat, and carbohydrate contents. Microbiological evaluation was satisfactory, proving the food is safe for consumption. Compared to similar research, the flour and drinks had higher starch content, ensuring a favorable portion of prebiotics, providing controlled energy and benefiting gut microbiota. The developed drinks received considerable acceptance in five sensory attributes, showing results comparable to a commercial sample, evaluated by an untrained panel using the hedonic scale. The instant drinks have the potential to be functional foods, offering a public health improvement strategy, adding value to waste bananas, promoting sustainability, and benefiting local producers.

Keywords: functional food, *Musa AAA Cavendish*, prebiotic, resistant starch.

1. Introducción.

En los últimos años los consumidores son conscientes de lo que consumen y demandan productos alimenticios saludables, nutritivos, naturales, orgánicos y en algunos casos veganos. A raíz de la pandemia (COVID-19) que marco mundialmente a la población, la seguridad alimentaria se convirtió en una de las principales preocupaciones de los consumidores, sumando la tendencia en la que el consumidor sea exigente debido a que está más informado y sensible al impacto del verdadero valor nutricional y medioambiental de los productos alimenticios que consume. Para la industria alimentaria es favorable por las oportunidades de innovar y desarrollar, aunque, en el mercado son pocos los productos que verdaderamente garantizan las características demandadas por el consumidor y que estos además no presenten efectos secundarios, o bien no dejan en claro los efectos positivos o negativos en exceso de su ingesta. Sin embargo, se hacen muy presente las funciones que en algunos compuestos de los alimentos ofrecen para nuestra salud, en este sentido, se han reforzado las investigaciones de efectos saludables que provocan los componentes de los alimentos con el objeto de mejorar la funcionalidad del organismo humano, de ahí se considera entonces a los alimentos funcionales, de los cuales además de aportar nutrientes como las proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales, presentan otras sustancias que cumplen algo más que la simple función nutricional, y que se manifiestan sobre la salud, a estas sustancias se les conoce con el término de compuestos bioactivos. Los beneficios fisiológicos más importantes de los compuestos bioactivos son reducir los riesgos de enfermedades crónicas, como cardiovasculares así mismo el mejoramiento del sistema inmunológico (Cruz, 2007; Lutz et al., 2008), además de mantener las funciones nutricionales básicas (Perdigón, 2009) en donde bien se aplica en la ingesta de la dieta diaria.

Por otro lado, las enfermedades en la población han aumentado en consecuencia principalmente por malos hábitos alimenticios afectando no solo en adultos, sino también en niños y jóvenes. El sobrepeso, obesidad y desnutrición, se asocian a problemas de salud tales como diabetes, hipertensión arterial, cáncer, dislipidemias y alergias. Llevar un ritmo de vida acelerado con estrés constante, tener malas elecciones de comida y

exceder de aquellos alimentos procesados “fastfood” o “junk food”, son desencadenantes a no tener un estado saludable con nuestro cuerpo. Una alimentación desequilibrada, tiene como factor de riesgo para la aparición de ciertas enfermedades, por lo contrario, tener una alimentación adecuada aportaría un efecto protector para la salud (Méndez, et al., 2020). En muchos casos, se hace ingesta de alimentos de mala calidad, debido a que no se dispone de algo mejor (Charley, 2011). Fomentar los buenos hábitos alimenticios de manera correcta y constante prevendría y trataría la disminución de enfermedades. Considerando la relevancia que se ejerce en el desarrollo de alimentos que implica en la fabricación a los alimentos convencionales en nuevas y mejores formas como la producción de otros alimentos (Norma, 1984). Asimismo, esto provocaría la demanda y por ende el desarrollo e inclusión de variedades de alimentos que se pueden incorporar al grupo de “alimentos funcionales”. De acuerdo con datos recientes de Innova Market Insights, en México casi dos de cada tres consumidores tienen la intención de priorizar su gasto en salud y bienestar, por ello, los productos que aumentan la inmunidad o mejoran la salud digestiva están demostrando ser los más deseables en el mercado. La similitud que existe entre la dieta y salud se ha vuelto más evidente, principalmente en los países subdesarrollados. Así mismo, la importancia de la presencia de la fibra dietética en la dieta se establece en los efectos de la prevención de las enfermedades crónicas. De acuerdo a estudios epidemiológicos han demostrado que se correlaciona con la baja incidencia de diabetes, hipertensión arterial y obesidad en la sociedad (Pacheco et al., 2004). De forma habitual encontramos diversas especies y cantidades alimentos, la más común y accesible son las frutas tropicales. La creciente demanda por obtener y probar nuevos alimentos óptimos para nuestro cuerpo ha hecho pensar que podemos disponer de cualquier fruta de producción propia y transformarlas a beneficio propio para la salud. Un ejemplo claro que puede ser, es el plátano verde, aquellos que forman parte de la misma familia botánica que el plátano normal, las musáceas, que con un origen asiático se ha estado cultivando por muchos años en regiones tropicales y subtropicales del continente de América.

En definiciones generales el plátano es una de las frutas más populares y asequibles a nivel mundial por su disponibilidad de todo el año, caracterizándose por ser tipo climática con valores significativos de nutrientes. En estadios tempranos de su maduración aporta

un mayor contenido de proteínas, compuestos fenólicos, almidón, celulosa y hemicelulosa; el almidón resistente en dicho período se encuentra con una mayor proporción que ofrece beneficios para la salud ya que es considerado como un análogo de fibra dietética que podría usarse para la obtención de subproductos, entre ellos, harinas y féculas (Toconás et al., 2023). El almidón es el nutriente que tiene un alto consumo que se digiere y absorbe en el intestino delgado a excepción de fracciones de almidón capaces de resistir la hidrólisis enzimática, se conoce como almidón resistente, resumiendo su definición como la suma del almidón y productos de la degradación del almidón que no se absorben en el intestino delgado en los consumidores que se mantienen saludables. La ingesta del almidón resistente ha permitido establecer implicaciones fisiológicas como la fermentación colónica y la modulación de la glucemia postprandial, teniendo mucha influencia en el tránsito intestinal. La clasificación del almidón resistente se comprende como los almidones rápidamente diferibles, lentamente digeribles y almidones resistentes entre los cuáles se tiene el almidón de bananos y plátano verde (Pacheco et al., 2004).

El plátano a nivel local se le considera como una fruta de alto valor nutricional, en el que se genera una variedad de productos. En particular, uno de los que se destacan es la harina de plátano, siendo un emprendimiento del cual se le ha visto integrarse a las microempresas. La gestión del proceso ha sido productiva y relativamente importante, ya que se ha venido construyendo estrategias de producción, distribución y comercialización para incrementar y dar a conocer el valor al producto (Palacio et al., 2021). La información en literaturas de investigación científica sobre las harinas de plátano se identifican diferencias entre la variedad de especies que existen, los lugares de cultivo, cosecha y estado de maduración. Una adecuada caracterización y especificación de la fruta y el producto terminado podría permitir la optimización de los procesos de industrialización (Toconás et al., 2023). Por tanto, se ha demostrado que la harina de plátano es rica en almidón resistente, mencionado anteriormente que este, es un tipo de carbohidrato con propiedades que actúan en el cuerpo con una alta similitud a las fibras. Poseyendo impacto positivo en los beneficios para la salud, así como también que se tiene el propósito de mitigar el desperdicio y mermas de plátano, estabilidad en la producción, la generación de autoempleo desde la postcosecha y lograr

la comercialización futura. Por ser una fruta fresca climatérica provoca grandes pérdidas económicas para los agricultores durante los períodos de postcosecha. El desarrollo y utilización de cualquier otra tecnología o proceso que mejore el uso lo haría muy ventajoso. Los métodos de conservación y procesos que se aplican son importantes para la ingeniería de alimentos ya que nos permite aumentar los tiempos de conservación, retardar apariencias características indeseables como índole físico o químico. Los estudios hechos han establecido ventajas para la obtención de harina de plátano desde un punto de vista tecnológico y nutricional para aplicarse como ingrediente para la mejora del perfil nutricional de algunos productos (Toconás et al., 2023).

La constante innovación en la industria de los alimentos ha repercutido con una fuerte relevancia en la elaboración de los mimos, dando la pauta para la mejora de las propiedades nutrimentales, sustituyendo algunos ingredientes tal es el caso del desarrollo de polvos para preparar bebidas instantáneas (Ruiz et al., 2017). Por lo antes expuesto, en el presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de una bebida instantánea funcional a base de harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) como fuente de prebióticos, esta harina es rica en almidones, fibra y una aceptable cantidad de proteínas que puede ayudar a mejorar el nivel nutricional del consumidor. Se presentará los resultados obtenidos de esta investigación, elaborando diversas formulaciones en polvo para preparar una bebida instantánea a base de harina de plátano (*Musa AAA cavendish*), determinando las características fisicoquímicas, tecnológicas, funcionales, microbiológicas y sensoriales, con la finalidad de exponer una utilidad formulada para un producto saludable con una propuesta de consumo idónea que favorecerá el bienestar de los consumidores.

2. Antecedentes.

La harina de plátano verde es utilizada para la elaboración de diversos productos como es el caso de la elaboración de sopas deshidratadas, como es el caso del trabajo realizado por Pacheco-Delahaye en 2001 formuló y elaboró polvos para sopas de simple y rápida preparación como tipo crema con hortalizas que aumentan la fibra dietética. Como resultado, las sopas contenían en base seca 50-63% de almidón, 6,7-6,5% de almidón resistente; 11,7-12% de fibra dietética, 6,5 -6,9% de proteína. La determinación de la digestibilidad "in vitro" del almidón con amilasa pancreática porcina se obtuvo un 38% y con una amilasa bacteriana la hidrólisis alcanzó con un 48% alrededor de 6 horas, confirmando la resistencia de gránulos del almidón de plátano verde a la hidrólisis. Estas sopas deshidratadas alcanzaron el objetivo de impactar con un bajo contenido de grasa, alto valor de fibra dietética, almidón resistente y la hidrólisis lenta del almidón que puede considerarse para el uso de regímenes especiales de alimentación, así mismo diversificando el potencial del uso del plátano verde.

Así mismo, en 2004 Pacheco y colaboradores desarrollaron diversas formulaciones de polvos instantáneos para bebidas dirigidos a regímenes especiales de alimentación como los diabéticos, elaborado a partir de papaya (*Carica papaya*), plátano verde (*Musa paradisiaca*) y salvado de arroz (*Oriza sativa*) como fuente de fibra dietética y almidón resistente, a las bebidas en polvo les evaluaron composición bromatológica, calidad microbiológica, índice glucémico y aceptación sensorial. Los polvos para bebidas fueron aceptados sensorialmente por el panel de consumidores. El índice glucémico de los polvos para bebidas es significativamente menor ($p \geq 0,05$) que la solución de la glucosa. La proporción de fibra soluble del polvo de papaya resultó alta y la relación de fibra insoluble/fibra soluble se equilibró. La evaluación microbiológica obtuvo resultados excelentes con una baja actividad de agua (a_w) que lo hace un producto de una larga vida de anaquel. Concluyendo que los polvos para desarrollar bebidas diversifican el uso del subproducto del arroz, la fruta de la papaya y el plátano verde, además el aumento de la productividad y consumo local, favoreciendo a productores rurales.

Otro ejemplo de bebida instantánea es la alborada con harina de arroz, harina de maíz, suero de leche y leche en polvo como complementos y utilizando como base principal harina de semillas de amaranto (*Amaranthus cruentus*), para esto se desarrollaron 5 formulaciones que presentaron un contenido de harina de semillas de amaranto entre 20% y 40%. Las formulaciones se procesaron en un secador de rocío hasta la obtención de un pulverizado con características de una bebida instantánea. Obteniendo una aprobación mayoritaria en la formulación que contiene el 30% de harina de semillas de amaranto, dando a conocer que el consumo de este es una alternativa nutricional altamente proteica para la elaboración de bebidas instantáneas (Arcilla, 2006).

Pacheco y colaboradores en 2008, propusieron estudiar la adición de harina de ñame (*Dioscorea alata*) extruida para la elaboración de una mezcla en polvo para la formulación de bebidas instantáneas con sabor a vainilla, evaluaron su composición química, características físicas como la actividad del agua, color, pH y viscosidad, así como la caracterización sensorial. Dando un buen resultado en la aprobación para las formulaciones realizadas. Obteniendo una harina de ñame extruida comparable a un producto comercial.

Los problemas de obesidad que se presenta al día en México genera intereses para el desarrollo de alimentos saludables con alto nivel nutricional, en 2013, Aparicio y colaboradores realizaron una mezcla con la adición de harina de plátano inmaduro que es rico en almidón resistente y harina de yuca que se ha informado que tiene un contenido de almidón resistente entre 50 y 196 g/kg, estos mediante una tortilla con mejores características nutricionales, con el objetivo de demostrar su composición química y digestibilidad del almidón. Hacen hincapié sobre lo que representa la tortilla como el alimento principal de la población de México, donde ellos procedieron a preparar la masa de maíz, harina de plátano (*Musa paradisiaca L.*) y harina de yuca (*Mahinol esculenta Crantz*) para obtener dicho producto. El contenido de almidón resistente aumentó y el índice glucémico disminuyó significativamente, obteniendo una composición química favorable y rico en almidón resistente en tortillas de maíz. Las tortillas elaboradas con harinas de fuentes no convencionales lograrían hacer el impacto

de poder ser una alternativa para la comunidad con los requerimientos de alimentación especial.

En Cauca, Colombia Godoy y sus colaboradores en 2016 desarrollaron una bebida instantánea a partir de harina de plátano (*Musa Paradisiaca L*) y guandúl (*Cajanus cajan (L.) Millsp*), en este trabajo la bebida instantánea se presentó como una bebida energético-proteica y se propuso como una fuente importante de proteína que aporta además oligoelementos como hierro, calcio, cobre y fósforo. El producto final presentó una buena aceptación sensorial, con alto contenido de proteínas y fibra dietética con un importante aporte de carbohidratos totales, especialmente de almidón resistente, el cual mejora las propiedades funcionales de la bebida instantánea.

Un estudio realizado con harinas de banano denominado “Elaboración de una galleta a base harinas de plátano pelipita (*Musa abb*) y de batata (*Ipomoea batata*)”, León y sus colaboradores en 2020 propusieron evaluar la funcionalidad de una galleta que sustituye la harina de trigo con un 70% de harina de plátano pelipita y 30% harina de batata (camote), obteniendo un producto con propiedades físicas y organolépticas agradables, además con una mejora en valores nutricionales como en proteínas, fibra y almidones resistentes. Esta harina compuesta demuestra un ligero pero significativo incremento en las fracciones de fibra, proteínas, cenizas, fósforo, calcio y hierro en las galletas, así mismo, con una alta preferencia sensorial.

Fuentes y colaboradores en 2020, desarrollaron harina de Plátano Macho (*Musa Paradisiaca*) para elaboración de Atole. Realizaron tres tratamientos, T1 100% harina de plátano, T2 50% harina de plátano y 50% de leche y T3 75% harina de plátano y 25% de leche. El tratamiento T2, fue el que presentó los mejores resultados de aceptación para los atributos de color, olor y sabor en un panel no entrenado. Así mismo, en su análisis bromatológico obtuvieron en dicho tratamiento un contenido proteico de 0,48 g/100; fibra cruda de 2.35 g/100 y lipídico de 0.36 g/100; y su alto contenido de azúcares presentes se debe al alto contenido de almidón que presenta esta fruta, el producto generado por someterse a un tratamiento térmico en su elaboración no garantizó la presencia de almidón resistente.

3. Marco teórico.

3.1. Enfermedades crónico-degenerativas.

La obesidad, diabetes, artritis reumatoide, sarcopenia, enfermedades como cardiovasculares (ECV), renal crónica (ERC), inflamatoria intestinales, neurodegenerativas, así como la enfermedad de Huntington (EH), respiratorias crónicas y muchos cánceres son aquellas causantes con frecuencia la discapacidad prolongada y muerte en el mundo, y cuyas representantes de las que hoy en día se conoce como Enfermedades crónico-degenerativas (ECD), se estima que son alrededor de 17 millones de personas que fallecen prematuramente, (Renzo et al., 2021), estas no son infecciosas pero tienen una progresión lenta y duradera, como bien se describe se puede clasificar principalmente en cuatro tipos: diabetes, cardiovasculares, respiratorias y cáncer (Renzo et al., 2023).

Algunos factores de riesgo a mencionar que atribuye a estas ECD son aquellas erróneas conductas de mala nutrición, poca ingesta de frutas y verduras, alto índice de masa corporal, no realizar actividades físicas y el alto consumo de alcohol y cigarrillos (Renzo et al., 2021). Recientemente, se ha propuesto que las enfermedades crónico-degenerativas, tradicionalmente consideradas no transmisibles, pueden propagarse socialmente. Esto no implica que una persona con cáncer pueda transmitir la enfermedad a través del contacto físico. En cambio, lo que se transmite son los factores de riesgo y el contagio ocurre de manera social. Por ejemplo, si una persona tiene hábitos que aumentan su riesgo de desarrollar diabetes, las personas de entorno social, como amigos, familiares y compañeros, podrían adoptar esos mismos hábitos (Gershenson et al., 2013). Aunque actualmente existe una mejor y mayor comprensión de estas enfermedades, las acciones preventivas son limitantes y la mortalidad sigue incrementándose año con año (Cannavo, 2023).

En México, el 75% de las muertes se deben a enfermedades crónico-degenerativas. Mientras que las enfermedades infecciosas han sido abordadas eficazmente a nivel global, aumentando la esperanza de vida y alterando las principales causas de muerte, los cambios en el estilo de vida han incrementado la susceptibilidad a ECD, que está generando un alto impacto en surgir a temprana edad (Gershenson et al., 2013). Las ECD son condiciones que persisten y persistirán largos periodos y causan incapacidad y discapacidad debido a cambios patológicos irreversibles. Estas enfermedades son la consecuencia de la atención y cuidados inadecuados, de acuerdo

con la OMS, la prevalencia e incidencia de las ECD es alta, lo que hace que su manejo y atención sean una prioridad (Ramírez et al., 2023).

3.2. Alimentos funcionales.

Existe una tendencia mundial hacia una alimentación más saludable para los consumidores que demandan cada vez más productos naturales y funcionales (Cámpora, 2016). La expresión del término “alimento funcional” nació en Japón en los años 80, cuando las autoridades sanitarias del país prestaron atención que, para controlar los gastos sanitarios generados por una mayor esperanza de vida de la población, era necesario incidir en la calidad de vida. De tal forma, que se comenzó a usar el concepto de “alimentos que mejoran la salud y reducen el riesgo de contraer enfermedades” (Beltrán, 2016). En 1991 el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar de dicho país, estructuró una serie de normas para definir una clase especial de alimentos promotores de la salud, denominados FOSHU (alimentos para usos específicos en salud, siglas en inglés), del cual, se aplica como un sello en productos que cumplen estas características (Illanes, 2015).

Si comprendiéramos mejor la relevancia que tienen los hábitos alimenticios saludables para la prevención y tratamiento de enfermedades, por tanto, se debe enfatizar el fomento de este tipo de hábitos de forma progresiva, correcta y constante, en donde se incluya una variedad extensa de alimentos, dentro de los que podemos incorporar a los denominados “funcionales”. Los alimentos funcionales son una alternativa para enriquecer la alimentación, su aplicación es cada vez más en países en desarrollo, no obstante, es necesario difundir en la población la importancia de que estos alimentos deben integrarse con una apropiada alimentación, acompañados de ejercicio para obtener un mejor estado de salud (Méndez et al., 2020).

Existen diferentes conceptos de alimento funcional, pero en general, es considerado como todo alimento que, además de su valor nutritivo, contiene componentes biológicamente activos que aportan algún efecto añadido y beneficioso para la salud y que logre reducir el riesgo de contraer enfermedades (Beltrán, 2016) La característica principal de los alimentos funcionales es la composición química nutricional, exaltando

tanto la función fisiológica preventiva, como la nutricional. Pero también, se presentan en alimentos de consumo cotidiano, es un consumo que no produce efectos nocivos, además de que cuenta con propiedades nutritivas y beneficiosas para el organismo, estos, disminuyen o previenen el riesgo de contraer enfermedades, además de mejorar el estado de salud del individuo y demostrar sus beneficios dentro de las cantidades que normalmente se consume en dieta (Beltrán, 2016). Los alimentos funcionales son aquellos que además de aportar nutrientes, como proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales, presentan otras sustancias que cumplen algo más que la simple función nutricional y que se conocen con el nombre de compuestos bioactivos. Las sustancias bioactivas más investigadas son carotenoides, fibra dietaria, ácidos grasos omega-3, esteroides vegetales, fitoestrógenos, compuestos fenólicos, prebióticos y probióticos, de los cuales presentan propiedades benéficas para la salud (Cruz, 2007).

3.3. Compuestos bioactivos.

Hemos tenido avances relevantes en el conocimiento sobre alimentación/nutrición y salud/enfermedad, desarrollándose por medio de los estudios sobre la composición de los alimentos, estudios epidemiológicos, modelos analíticos, experimentales y estadísticos y estudios de laboratorio para determinar actividades biológicas. De los cuáles se ha contribuido para identificar de determinados componentes de la dieta como los bioactivos. (Herrera et al., 2014). Los compuestos denominados fitoquímicos o bioactivos están presentes en el consumo de frutas y verduras, obteniendo un beneficio importante para la salud, ya que tiene relación en la prevención del desarrollo de distintos tipos de cáncer y de enfermedades (Martínez et al., 2008). Aquellos que contribuyen un beneficio a la salud más allá de los considerados como nutrición básica se le considera componente bioactivo de un alimento. Normalmente, lo encontramos en menores porciones en productos de origen vegetal y alimentos ricos en lípidos (Herrera et al., 2014). A continuación, se enlistan algunos de los compuestos bioactivos más comunes con los beneficios a la salud que ofrecen al ser consumidos.

3.3.1. Carotenoides.

El crecimiento del desarrollo de enfermedades crónicas y degenerativas se ha demostrado con pruebas epidemiológicas que apoyan un efecto protector de los carotenoides (Carranco, 2011). Los carotenoides se definen como grupo de pigmentos liposolubles de origen vegetal presentes en el organismo humano. Podemos tenerlos presentes en el organismo mediante dietas, a partir de frutas y hortalizas, en pequeñas proporciones de fuentes animales y a través de aditivos alimentarios (Olmedilla, 2001). Sin embargo, los carotenoides son sensibles a perder su acción antioxidante a concentraciones altas o a una presión alta de oxígeno (pO_2) en los sistemas biológicos (Carranco, 2011).

3.3.2. Fibra dietética.

El valor nutricional benéfico para la salud de la fibra dietética incluye un mejor control de los niveles de glucosa en sangre y de colesterol, protección contra enfermedades cardiovasculares, regulación de la función intestinal, la promoción de la salud intestinal y la protección contra el cáncer de colon. Se conoce como fibra dietética a los componentes endógenos de las plantas, como los polisacáridos, que son resistente a la digestión por las enzimas digestivas en humanos. Existen dos tipos, la fibra soluble y la insoluble, este tipo de fibras se consideran como elementos importantes en la dieta humana, debido a que no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas humanas (Fuentes et al., 2015).

3.3.3. Ácidos grasos omega-3.

Son ácidos grasos esenciales ya que el organismo humano no lo sintetiza y debe obtenerlo por dieta, estos son necesarios para mejorar el metabolismo del colesterol, el sistema reproductivo y el crecimiento de piel y cabello. Los omega-3 provienen de dos fuentes: peces y algas marinos, y ciertas semillas y aceites vegetales. Son importantes en las condiciones cardiovasculares, ciertos cánceres y otras enfermedades; su efecto se atribuye a su habilidad de reducir la inflamación (Cruz, 2007).

3.3.4. Esteroles vegetales.

Todos los alimentos vegetales contienen cantidades apreciables de esteroles vegetales, la fuente más concentrada son los aceites vegetales, como los de maíz, girasol, soja y colza; también los encontramos en legumbres, frutos secos, pan y vegetales. Se ha demostrado que tienen un importante efecto hipocolesterolémico, reduciendo las concentraciones de colesterol total, ya que afectan la absorción intestinal de colesterol (Palou et al., 2005).

3.3.5. Fitoestrógenos.

Las leguminosas por su relativo bajo costo son alimentos importantes, representan una importante fuente proteica. Los fitoesteroles comprenden compuestos fenólicos tales como los flavonoides, a los cuales se les atribuyen propiedades antioxidantes y como fitoestrógenos. Estos disminuyen el riesgo de desarrollar enfermedades tales como cáncer pancreático, cáncer de seno y colon, enfermedades coronarias e inflamaciones, y se relacionan con actividad antioxidante atribuida a los compuestos fenólicos presentes (Marbelly et al., 2003).

3.3.6. Compuestos fenólicos.

Lo más destacable de los compuestos fenólicos son sus propiedades antioxidantes; son muy susceptibles a ser oxidados e impiden que los metales catalicen las reacciones de oxidación. Estos los encontramos en los distintos alimentos que se constituyen en una fracción compleja, en algunos todavía no identificados. Su biodisponibilidad es variable ya que muchos de ellos son metabolizados por microorganismos del colon antes de ser absorbidos. Tenemos beneficios que nos atribuyen para ciertas prevenciones de enfermedades como actividades estrogénicas/antiestrogénica, inhibición de la proliferación celular y daño oxidativo del ADN y la activación de las enzimas de detoxificación de carcinógenos (Hidalgo, 2004).

3.3.7. Probióticos.

A comparación de los probióticos, son organismos que cuando son ingeridos en cantidades adecuadas ejercen beneficio sobre el huésped (Cruz, 2007). Definimos a los probióticos como “microorganismos vivos que, en concentraciones óptimas, ejercen un efecto benéfico en la salud del huésped”. La mayoría de los probióticos se hallan dentro

del grupo de los microorganismos conocidos como bacterias lácticas y se consumen normalmente en forma de yogur y leches fermentadas (Perdigón et al., 2009).

3.3.8. Prebióticos.

Hablemos de los prebióticos en que estos se definen como alimentos no digeribles, pero si fermentables, que afectan al huésped por estimulación selectiva del crecimiento y actividad de una especie de bacterias o un número limitado de ellas en el colon. Estos estimulan el crecimiento preferencial de un número limitado de bacterias, especialmente, aunque no exclusivamente, *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Cruz, 2007). El término prebiótico hará referencia a un ingrediente alimentario que no se digiere y afecta benéficamente al huésped promoviendo de forma selectiva el crecimiento y/o actividad de una o un número limitado de microorganismos en el colon, es decir, se trata de influir positivamente en la microbiota intestinal mediante la dieta, mejorando la salud del huésped (Perdigón et al., 2009).

3.4. Los prebióticos, definición e importancia.

Estos compuestos se precisan como “un ingrediente alimentario no digerible que beneficia al huésped al estimular selectivamente el crecimiento o la actividad de ciertas bacterias en el colon, mejorando así la salud del huésped”, no obstante, la Asociación Científica Internacional de Probióticos y Prebióticos (ISAPP) estableció una última definición que “los prebióticos son sustratos que son utilizados selectivamente por los microorganismos del huésped confiriendo un beneficio para la salud” (Bevilacqua et al., 2024). Los prebióticos más reconocidos son carbohidratos de cadena corta, algunos fructooligosacáridos, povidextrosa y algunos oligosacáridos. Estos se encuentran presentes en alimentos como la cebolla, ajo, banano, espárragos y alcachofa. Los prebióticos cuando son incorporados en la dieta alteran el microbiota intestinal disminuyendo los recuentos de coliformes, bacteroides y cocos, aumentando las bifidobacterias hasta diez veces. Otros efectos promotores de la salud atribuidos a los prebióticos están relacionados con su capacidad de adherirse a la mucosa intestinal para modular la respuesta inmune del huésped (Fuentes et al., 2015). Los prebióticos participan en la estimulación de la microflora intestinal, en especial en el colon, y producen un estado de fermentación sobre la población *Lactobacillus* y *Bifidum*,

fomentando la producción de ácidos grasos de cadena corta, generándose así la disminución del pH del intestino y control sobre nichos ecológicos de comunidades bacterianas dañinas. También, en la capacidad de establecer efectos saludables, no solo en el colon sino en todo el organismo, se reduce los riesgos de adquirir determinadas afecciones intestinales y sistémicas (Castañeda, 2018).

3.4.1. Beneficios a la salud por parte de los prebióticos.

Para actuar selectivamente sobre los organismos benéficos, el prebiótico se debe de lograr balancear la microflora intestinal para que las bacterias beneficiosas puedan ser preponderantes, generando el efecto deseado a como se define. El efecto principal de los prebióticos es el estimular el desarrollo de la microflora benéfica como la flora bífida, lo que va a permitir una mejor absorción de los oligoelementos y de las vitaminas, cumpliendo un papel esencial en la defensa del huésped, favoreciendo el efecto barrera y con ello la prevención contra las enfermedades intestinales (Perdigón et al., 2009). Los prebióticos son fermentados en el colon y causan modificaciones en el microbiota intestinal. No obstante, se ha sugerido que el consumo de prebióticos puede disminuir la prevalencia y duración de la diarrea infecciosa y la diarrea asociada a antibióticos, reducir la inflamación y los síntomas relacionados con enfermedades inflamatorias intestinales. Proporcionar efectos protectores para prevenir el cáncer de colon, mejorar la biodisponibilidad y absorción de minerales como calcio, magnesio y posiblemente hierro, la reducción de algunos factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares y la favorable sensación de saciedad, promover la pérdida de peso y prevención de la obesidad (Slavin, 2013). Los alimentos amiláceos con almidón resistente están asociados con diversos efectos beneficiosos para la salud, incluyendo una menor respuesta hiperinsulinémica e hiperglucémica después de las comidas, la reducción del colesterol en la sangre y un menor riesgo de cáncer de colon. Los beneficios de los prebióticos no se limitan a la modulación de la microbiota intestinal, sino que también incluyen efectos positivos en el cardiometabolismo (reducción de lípidos en sangre y mejora de la resistencia a la insulina), hiperlipidemia, salud mental (producción de metabolitos que afectan la función cerebral, energía y cognición), salud ósea (aumentos

de la biodisponibilidad de minerales), así como efectos directo e indirectos en la actividad neurovegetativa y antioxidante (Bevilacqua et al., 2024).

3.4.2. Tipos de prebióticos.

Existe un criterio para identificar y clasificar un componente como prebiótico: I (son aquellos resistentes al pH ácido del estómago, no debe ser hidrolizado por enzimas de mamíferos y no debe absorberse en el tracto gastrointestinal), II (puede ser fermentado por el microbiota intestinal) y III (su crecimiento de las bacterias intestinales debe ser estimuladas selectivamente para mejorar la salud del huésped), existen variedades de prebióticos, la mayoría son un subconjunto de grupos de carbohidratos y carbohidratos oligosacáridos (OSC) de acuerdo a Davani et al., (2019).

Los principales componentes prebióticos son los fructooligosacáridos (FOS), inulina, isomalto-oligosacárido (IMO), polidextrosa, lactulosa y el almidón resistente (Castañeda, 2018). De acuerdo con los mencionados, también se destacan los galactooligosacáridos (GOS), soyaoligosacáridos, xylooligosacáridos, pirodextrinas, isomaltooligosacáridos. Existen otro grupo conocido como nuevos compuestos prebióticos, que se incluyen los pecticoligosacáridos, lactosacarosa, azúcares-alcoholes, glucooligosacáridos, levanos o fructanos, xylosacaridos y almidón resistente (Meléndez et al., 2011).

Entre las diversas fuentes de prebióticos, la fibra dietética es notablemente la más común. El almidón resistente (AR), se ha identificado como un nuevo tipo de fibra dietética por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), del cual se destaca por producir una mayor cantidad de butirato durante su fermentación en comparación con otras fibras dietéticas (Warman et al., 2022).

3.5. Almidón resistente (AR).

El almidón resistente es la suma del almidón y los productos de degradación de todos los almidones no absorbidos en el intestino delgado de individuos sanos. La resistencia a la digestión del AR se atribuye principalmente a la particular estructura física, que se determina por una cantidad más alta de α -amilosa en relación con la amilopectina, que permite constituir una estructura compacta que es menos susceptible a hidrólisis enzimática (Villarreal, 2018). Se definió como aquella fracción de almidón resistente a la

hidrólisis por tratamiento exhaustivo con α -amilasa y pululanasa. Sin embargo, el almidón que alcanza el intestino grueso puede ser más o menos fermentado por la microflora del intestino, el AR es ahora definido como la fracción de fibra dietética, la cual escapa a la digestión en el intestino delgado (Quiroga, 2008). Con antecedentes de investigación se ha demostrado que la harina y el almidón proveniente de Musáceas son fuente de almidón resistente, aprobando en establecer que el consumo de los mismos o de alimentos elaborados a partir de estos alcanza en obtener beneficios para la salud de los consumidores. También, el desarrollo de nuevos productos con Musáceas aportaría significativamente un valor agregado (Pérez et al., 2009).

3.5.1. Tipos de almidón resistente.

Los AR son inaccesibles a las enzimas del cuerpo y se subdividen en 4 fracciones AR₁, AR₂, AR₃ y AR₄, o también llamados tipo I, II, III y IV (Quiroga, 2008).

El AR₁ es físicamente inaccesible, esto se presenta en aquellos alimentos como legumbres o cereales en base de almidón de los cuales no han sido fraccionados o refinados. Para los AR₂, se encuentran en los gránulos nativos que no han sido sometidos a un proceso de cocción, este se caracteriza a su alta resistencia de gelatinización. El AR₃ consiste en el almidón retrogradado que se forma en los alimentos que han sido cocinados y almacenados, actualmente se encuentran disponibles comercialmente para ser introducidos en alimentos tales como pan, galletas o productos lácteos. Por último, el AR₄ es el almidón obtenido por métodos químicos, las modificaciones químicas que principalmente se realizan son esterificación, eterificación y entrecruzamiento; este tipo de almidones están restringidos en muchos países (Quiroga, 2008; Jiménez et al., 2011).

3.5.2. Fuentes del almidón resistente.

Se encuentra como partículas, conocidas como gránulos cuya morfología, composición química y estructura son características de cada especie, estos gránulos de almidón nativo son altamente resistente a la digestión (Jiménez et al., 2011). El AR se encuentra naturalmente en granos de cereal, semillas, legumbres y tubérculos (Villarreal, 2018). Los principales representantes en alimentos como fuentes naturales de almidón

resistente se encuentran en: Plátano verde, patata, camote, yuca, arroz, maíz, avena, legumbres y granos integrales.

3.6. Plátano (*Musa AAA cavendish*).

El plátano es una planta herbácea perenne de gran tamaño perteneciente al orden *Zingiberales*, familia *Musaceae* y género *Musa*. Tienen un alto contenido de calcio y magnesio, y una alta capacidad para asimilar emisiones de nitrógeno. El fruto del plátano varía en tamaño, color y firmeza, es curvo y carnoso cubierto por una piel verde antes de madurar, amarilla cuando está madura y marrón cuando está completamente maduro (Alzate et al., 2019). Actualmente los plátanos o bananos son las frutas más consumidas en el mundo del que se le considera como uno de los cultivos estratégicos en la seguridad alimentaria de muchos países (Martínez et al., 2021). Su clasificación se basa en variaciones morfológicas que permiten diferenciar entre variedades locales. Estas incluyen plátanos de poste (AA, AAA, AAB), plátanos para cocinar (AAA, AAB, ABB) y otros plátanos para cocinar (AAB) (Alzate et al., 2019). El plátano (*Musa AAA cavendish*) es una de las variedades más cultivadas y comercializadas a nivel mundial. Perteneciente al grupo de triploides de la especie *Musa acuminata*, y se clasifica dentro del subgrupo *Cavendish*. Esta variedad se ha adaptado exitosamente a diversas condiciones climáticas y es conocida por su resistencia a ciertas enfermedades fitosanitarias, aunque sigue siendo vulnerable a otras, como la Sigatoka negra y la marchitez por *Fusarium* (Ermini et al., 2018).

Botánicamente, el plátano (*Musa AAA cavendish*) es una planta herbácea de tamaño mediano a grande, con un pseudotallo que puede alcanzar alturas de hasta 2.5 metros. Sus hojas son grandes y anchas, y la planta se reproduce vegetativamente a través de rizomas. La fruta es de piel amarilla y pulpa suave, conocida por un sabor dulce (Ermini et al., 2018).

3.6.1. Producción internacional.

Entre las frutas tropicales, el plátano se le considera como el principal cultivo con respecto al volumen producido, en muchos países, el plátano es una fruta importante con una fuente de crecimiento económico e ingresos para las zonas rurales, generando

empleos y divisas, del cual se representa en su gran mayoría por triploides AAA, subgrupo Cavendish, mientras que en otros países presenta mayor importancia comercial que la industria petrolera (Martínez et al., 2021). Su comportamiento en la producción mundial es lento a diferencia del resto de las frutas, del cual se debe a su alta demanda y que depende del crecimiento de la población del que puede estar saturada en la mayoría de las regiones, la Organización de la Naciones nos dice que para el año 2028 estaría representando una estimación del 53% del total de la producción mundial de las frutas tropicales, reflejándose que la región LAC (Ecuador, Brasil, Guatemala, Colombia, Costa Rica y México) alcanzarán alrededor de 34 millones de toneladas debido a la demanda de importaciones de clientes con mercados desarrollados (FAO, 2020). Los bananos y plátanos son cultivos que se pueden cosecharse durante todo el año. En muchos países en desarrollo, la mayoría de la producción de banano se destina al autoconsumo o se comercia localmente, desempeñando así una función esencial en la seguridad alimentaria, estos representan el 83% de las importaciones mundiales de banano; siendo los primeros mercados como América del Norte, Comunidad Europea, Japón y los países de Europa oriental y de la ex URSS (Arias et al., 2004).

India es el principal país productor de plátano, México se ubica en el lugar número doce entre las naciones productoras. Cabe mencionar que entre los doce primeros productores se destacan cinco países de América Latina como Brasil, Ecuador, Guatemala, Colombia y Costa Rica, de los cuales son importantes competidores de México en los mercados internacionales, particularmente en el de Estados Unidos de América (CEDRSSA, 2019).

El plátano es esencial en la base de la economía y dieta para muchos países, ocupando un importante lugar en la producción y comercio internacional, ya que es una de las frutas más exportadas, representado en su mayoría por triploides AAA cavendish y uno de los principales productos que conforman el movimiento diario en el mercado internacional, aunque su producción, consumo y comercio se llegue a subestimar por el carácter extensivo del cultivo que normalmente se integra en pequeñas parcelas familiares, la información disponible refleja la gran importancia de oferta global que tiene, donde este ha aumentado en las últimas décadas (Martínez et al., 2021).

3.6.2. Producción nacional.

El plátano es uno de los frutos más consumidos en todo el mundo. Además de su sabor y potencial nutritivo que lo caracteriza, en México anualmente se cultivan muchas variedades de plátanos en una superficie mayor a 70,000 hectáreas con una producción superior a 2 millones de toneladas de producto fresco (Chávez et al., 2017).

La producción nacional de plátano ha fluctuado a través de los años; la actividad económica relacionada a la explotación de este fruto es importante en algunos estados de México. Chiapas y Tabasco son los principales estados productores del país. Se destacan también los estados de Veracruz, Colima, Jalisco y Michoacán. En Tabasco es el cultivo que más contribuye al valor de producción agrícola. El fomentar esta actividad económica lograría contribuir a incentivar la economía de Tabasco, así como de otras entidades federativas productoras de México (CEDRSSA, 2019).

El plátano (*Musa AAA cavendish*) es de los cultivos importantes en la agricultura mexicana, ocupa el segundo lugar en la producción en frutas tropicales; es básico en la alimentación, su precio es bajo, sabor agradable, disponibilidad todo el año, combinaciones múltiples en la preparación de alimentos, su valor nutrimental es alto, aportando potasio, hierro y vitamina K (Fuentes et al., 2020).

Si consultamos el Servicio de Información Agroalimentario y Pesquera (SIAP) la producción de plátano (todas las especies) del año 2021 obtenemos un total de 2,405,891.33 toneladas en 16 entidades federativas. El estado de Tabasco realizó una siembra de 11,687.42 ha con una cosecha de 11,674.42 toneladas, una de las especies que se inclina con el potencial de rendimiento en almidón resistente es "Plátano Tabasco" como nombre científico *Musa AAA cavendish*, con una producción anual de 44,500.85 toneladas en 12 entidades federativas del país (SIAP, 2022)

3.6.3. Plátano de desecho.

La producción de plátanos origina una gran cantidad de desechos orgánicos como son los frutos de rechazo y el raquis, de los cuales no se aprovechan adecuadamente y podrían reutilizarse como materia orgánica (Chávez et al., 2017), los plátanos se

encuentran entre los cultivos más importantes económicamente en el mundo y son una de las frutas frescas más vendidas a nivel global. Además de generar desechos también subproductos, que pueden tener el potencial de ser utilizado en el desarrollo de nuevos alimentos (Zou et al., 2022).

La industria platanera grandes, medianas o pequeñas producen residuos con frecuencia que no utilizan en el procesamiento y que no cumplan con los estándares de calidad requeridos (Alzate et al., 2019). El potencial valor de los subproductos del plátano está impulsando el desarrollo de tecnologías de procesamiento para crear productos tanto para la industria alimentaria como no alimentaria (Zou et al., 2022). Destacando la importancia de aprovechar los residuos de plátano no solo para reducir el impacto ambiental, sino también para desarrollar nuevas tecnologías sostenibles que beneficien tanto al medio ambiente como a la sociedad.

Los plátanos destinados a la exportación pasan por un riguroso control de calidad para asegurar que lleguen a su destino en óptimas condiciones, sin manchas ni daños. En las plantas procesadoras, los plátanos que no cumplen con los parámetros y estándares necesarios sean como madurez, tamaño o presencia de golpes, magulladuras o picaduras de insectos, son rechazados. El Codex Alimentarius dice, que los plátanos se clasifican en tres categorías: Clase extra (calidad superior), clase I (buena calidad) y clase II (requisitos mínimos para consumo fresco) (Alzate et al., 2019), esta selección crea una considerable cantidad de plátanos que son rechazados, generando una gran problemática ambiental ya que no son procesados o reciclados adecuadamente, así como también la falta de conocimiento sobre cómo tratar adecuadamente este posible recurso (Haro et al., 2017).

Estudios han demostrado que un subproducto para consumo y de aprovechamiento es el desarrollo de harinas en el plátano contiene altos niveles de polifenoles, flavonoides, fibra dietética, lignina, hemicelulosa, celulosa y capacidad antioxidante, además que el plátano es una buena fuente de almidón resistente y rico en carbohidratos, fibras dietéticas, algunas vitaminas y minerales, ofreciendo beneficios de salud humana y sustentabilidad (Sidhu et al., 2018).

3.7. Harinas de plátano.

La harina es el material más importante en todo producto en la industria alimentaria, impacta la funcionalidad y las características del producto terminado, que a su vez dictamina parámetros de procesamiento y requerimientos de algunos otros ingredientes (Serna, 2013). El plátano es una fruta estacional y altamente perecedera y es una de las frutas excedentes que a menudo están disponibles durante todo el año. Debido a la alta concentración de almidón (más del 70% del peso seco), el procesamiento que se aplica del plátano en harina y almidón es de alto interés ya que es un posible recurso importante para la alimentación, o bien, para otros fines industriales (Krzysztof et al., 2003)

El plátano verde (*Musa AAA cavendish*) deshidratado se puede convertir en harina con aplicaciones múltiples en la industria alimentaria (Encarnación et al., 2017). La harina de plátano es un producto obtenido mediante el secado y trituración de plátanos enteros (Encarnación et al., 2017), es un alimento de digestión lenta, rico en carbohidratos y bajo en grasas; sobresaliente en su uso cotidiano en forma de colada cuyo aporte de carbohidratos es del 32%, además del contenido de minerales como potasio (350 mg) y magnesio (36,4 mg), rico en fibra dietaria (2,55 g) que permite un mejor tránsito intestinal y elimina el colesterol malo (Godoy et al., 2016). Diversas investigaciones indican que la harina de plátano verde contiene un valor significativo o considerable de almidón resistente que tiene efectos similares a la fibra dietética (Pacheco, 2001). La harina de plátano verde de rechazo es una materia prima que se considera en la elaboración de alimentos balanceados (Enríquez et al., 2020).

El índice glucémico de la harina de plátano verde se clasifica como bajo, ya que proporciona una reducción en la presión arterial sistólica, también la circunferencia de la cadera y en la glicemia para las mujeres con síndrome metabólico (Encarnación et al., 2017). Estas características bondadosas que tiene nutricionalmente es un factor importante en la sustitución de harinas comerciales. El principal carbohidrato del plátano es el almidón. Se ha observado que consumir una dieta con bajo índice glucémico (IG) puede reducir el riesgo de desarrollar diabetes tipo II en adultos (Huang et al., 2019).

Es importante considerar que es un producto para ser industrializado, con el fin de utilizarse en la producción de concentrado animal y otros productos que se podrían desarrollar para consumo humano. Trabajos de investigación indican que tiene una fracción considerable de almidón resistente, el cual presenta efectos similares a la fibra dietética. Sería de interés como una posible fuente de importancia para la alimentación, debido a que esta harina puede presentar atractivas características químicas y funcionales (Fuentes et al., 2020).

3.8. Bebidas instantáneas.

Parte esencial de la dieta humana, las bebidas son responsable de mantener el equilibrio hídrico y electrolítico, de las cuales son consumidas en cada consumidor. Además de su papel en la nutrición básica, forman parte de dietas terapéuticas y preventivas (Tabakaev et al., 2023). Una bebida instantánea es un tipo de bebida diseñada para ser preparada rápidamente y con facilidad mediante con agua caliente o fría. Normalmente se encuentran en forma de polvo, gránulos, cristales o líquido concentrado que se disuelve rápidamente en el agua proporcionando una bebida lista para consumir al instante. Las bebidas instantáneas son una parte integral de la industria alimentaria debido a su practicidad y adaptabilidad en diversas necesidad y estilos de vida. Los componentes químicos se resumen para una selección de bebidas importantes, haciendo hincapié en las bebidas instantáneas. Entre estas se incluyen jugos de fruta, bebidas carbonatadas no alcohólicas, bebidas alcohólicas y bebidas funcionales (Buglass, 2014).

Las bebidas instantáneas no solo ofrecen una solución práctica y rápida para la hidratación y nutrición, sino también pueden formularse para cumplir necesidades dietéticas y de salud específicas, haciéndose de ella una opción versátil y funcional en la dieta diaria; las bebidas juegan un papel crucial en la ingesta nutricional y últimamente se ha puesto énfasis en el impacto de la salud pública. Las expectativas de los consumidores para las bebidas instantáneas se regulan en su tamaño, forma, facilidad de almacenamiento y la capacidad de incorporar nutrientes deseables y compuesto bioactivos (Nazhand et al., 2020), ofrecen varias ventajas importantes, como su forma comercial conveniente, larga vida útil y composición multicomponente. Son aptas para consumir en cualquier condición, estas, no solo reponen el equilibrio hídrico, sino que

también proporcionan valiosas sustancias biológicamente activas, como los son las bebidas funcionales, que pueden ayudar a corregir ciertas deficiencias (Tabakaev et al., 2023).

Las bebidas funcionales se pueden dividir en varias categorías: bebidas a base de lácteos (que incluyen probióticos y bebidas enriquecidas con minerales), bebidas de frutas y verduras, y bebidas deportivas y energéticas (Hosseini et al., 2020). Por lo general, las bebidas se basan en plantas terrestres, como frutas, verduras y bayas, que poseen buenas propiedades sensoriales y que son ricas en vitaminas, minerales y antioxidantes (Tabakaev et al., 2023). La definición de bebidas funcionales se incluye dentro de la categoría de alimentos funcionales, que en términos generales puede ser un alimento o una bebida, que se le haya agregado, modificado o eliminado un componente, o que se haya alterado la biodisponibilidad de un agente activo o cualquiera de las mencionadas (Cong et al., 2020).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

4. Justificación.

Las enfermedades crónico-degenerativas como hipertensión, diabetes, obesidad, entre otras, representan un problema creciente de salud pública. Estas condiciones están frecuentemente relacionadas con malos hábitos alimenticios y un estilo de vida poco saludable. Combatir estas enfermedades requiere un enfoque integral que incluya la promoción de una alimentación balanceada y la incorporación de alimentos que ofrezcan beneficios a la salud. Los alimentos funcionales son esenciales en esta lucha, ya que contienen compuestos bioactivos que promueven la salud y previenen enfermedades. Entre estos compuestos, los prebióticos destacan por su capacidad para mejorar la salud digestiva al estimular el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino. El almidón resistente, presente en el plátano verde, es un tipo de carbohidrato que actúa como fibra dietética y tiene propiedades prebióticas significativas.

En México, la producción de plátano es importante, sin embargo, una parte significativa de esta producción se convierte en desecho debido a estándares de calidad o sobreproducción. Este desecho agrícola no solo representa una pérdida económica, son también un problema ambiental. En lugar de ser descartados, los plátanos verdes de desecho pueden ser reutilizados para desarrollar alimentos funcionales innovadores.

El presente trabajo propone a utilizar el plátano verde de desecho para desarrollar una bebida funcional en forma de polvo instantáneo, disponible en sabores de chocolate y vainilla. La harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) se emplea como base debido a su alto contenido de almidón resistente. Este producto no solo proporcionará beneficios digestivos y generales a los consumidores, sino que también reducirá el desperdicio agrícola y apoyará la sostenibilidad. La investigación y desarrollo de esta bebida instantánea no solo tiene el potencial de mejorar la salud pública mediante la incorporación de prebióticos en la dieta, sino que también promueven la sostenibilidad y generan valor añadido para los productores de plátano locales.

5. Hipótesis.

A partir de la harina de plátano con aportación de almidón resistente como prebiótico es posible elaborar una bebida funcional con un nivel de agrado aceptable.

6. Objetivos.

6.1. Objetivo general.

Desarrollar, formular, caracterizar y analizar una bebida funcional utilizando harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) como fuente de prebiótico (almidón resistente).

6.2. Objetivos específicos.

- Elaborar y caracterizar la harina de plátano (*Musa AAA cavendish*).
- Formular una bebida funcional utilizando harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) como fuente de almidón resistente (prebiótico).
- Caracterizar la bebida funcional realizando análisis bromatológico, microbiológico y la determinación de almidón resistente.
- Determinar la aceptación sensorial de la bebida funcional (panel no entrenado).

7. Materiales y métodos.

7.1. Ubicación.

La colecta de plátano de desecho se realizó con apoyo de la Comercializadora Río Teapa S. de R.L. de Grupo Bronco, en la finca “Santa Anita” en el municipio de Teapa del estado de Tabasco (Coordenadas: 17.646747589111328, -92.96250915527344). El procesamiento de los plátanos verdes hasta la obtención de la deshidratación se realizó en el taller de “Frutas y hortalizas”, la obtención de la harina de plátano para la bebida funcional y los análisis (bromatológico, microbiológico y determinación de almidón resistente) se realizó en el laboratorio de “Desarrollo de Productos Bióticos”, ambos de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco ubicados en la carretera Villahermosa-Teapa, kilómetro 25+2, ranchería La Huasteca 2da sección. C.P.86298. (Coordenadas: 17.787794989074715, -92.95413136481476).

7.2. Materia prima.

La selección del fruto se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por Dedzie y Orchard (1997), que mencionan que la selección es visual principalmente guiándose del color de la cascara del plátano (*Musa AAA cavendish*), de acuerdo con una escala de madurez que determinan al número de días o semanas después de la inflorescencia. El plátano (*Musa AAA cavendish*) se seleccionó en la etapa 1, que corresponde entre la semana 10-12 de su cosecha, con un calibre de grosor no. 44. Se utilizó como materia prima los plátanos de desecho de la empacadora.

7.3. Producción de harina de plátano (*Musa AAA cavendish*).

La producción de la harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) se llevó a cabo siguiendo el flujograma de la Figura 1, que detalla cada fase del procedimiento empleado para obtener este producto.

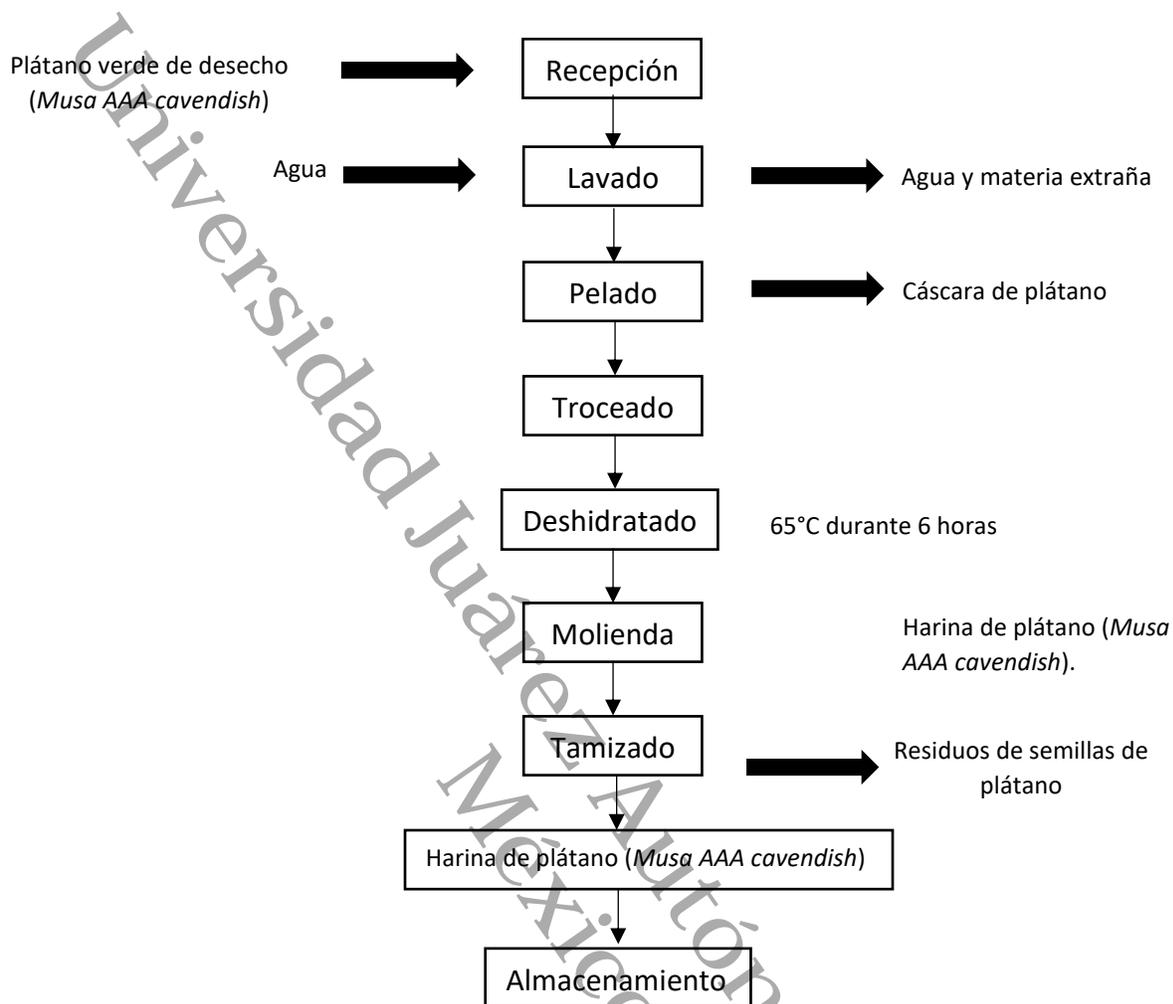


Figura 1. Flujograma de la metodología para la elaboración de harina de plátano (*Musa AAA cavendish*).

Recepción. Los plátanos de desecho colectados se recibieron en el taller de frutas y hortalizas de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, previamente se hizo una selección y verificación de la fruta, como el estado de madurez, condiciones físicas como signos de descomposición, así mismo que no presentará cualquier indicio de plaga como insectos, larvas o signos de enfermedad como hongos.

Lavado. Los plátanos se colocaron en una pileta con agua para retirar los excesos de sabia y tierra, ya enjuagados se les retiró la cáscara.

Pelado. Se realizó haciendo dos cortes en los extremos del plátano y un corte transversal e iniciando de la parte inferior hacia la superior en forma de zigzag, evitando realizar heridas o lesionar la pulpa. El pelado debe ser íntegro sin quitar fragmentos de la pulpa, se debe obtener una pulpa libre de cáscara e impurezas.

Troceado. La pulpa se troceó en cortes de 2-3 mm, los cuales se sumergieron en una solución antioxidante elaborado al 0.5% de ácido ascórbico con el objeto de evitar la oxidación de la pulpa, y así mismo el pardeamiento del material.

Deshidratado. En un secador de charolas (Marca POLINOX, modelo SEM-2) se colocaron las rodajas de plátano separadas entre ellas sobre las charolas, las condiciones de secado fueron de 65°C durante 6 horas.

Molienda y tamizado. Se realizó a partir de las rodajas deshidratadas con una licuadora industrial. El producto obtenido se tamizó con una malla No. 100, para obtener la harina de plátano.

Envasado y almacenamiento. La harina obtenida fue envasada en bolsas polipropileno de cierre zip rectangular y se conservaron en refrigeración a 4°C, hasta su posterior uso.

7.4. Elaboración de bebida a base de harina de plátano (*Musa AAA cavendish*).

Se formularon productos en polvo para preparar bebidas instantáneas de sabor chocolate y vainilla, en ambos casos no se agregó azúcar para que los consumidores diabéticos puedan elegir el edulcorante a utilizar, la formulación (Tabla 1) se propone considerando el trabajo de Ruiz-Santiago et al., (2017).

Tabla 1. Formulaciones del polvo para preparar bebidas instantáneas a base de harina de plátano (*Musa AAA cavendish*).

Ingredientes	Sabor chocolate	Sabor vainilla
	%	
Harina de plátano	83.5	96.7
Cocoa	15	
Canela	1.5	1.5
Vainilla (saborizante)		1.8

7.5. Análisis bromatológico.

7.5.1. Determinación de humedad.

Se utilizó como referencia el método propuesto en la **NMX-F-83-1986** “Alimentos-Determinación de Humedad en Productos Alimenticios” como método directo de secado aire para cada producto en particular por triplicado. El análisis consiste en triplicar cada muestra del producto en relojes de vidrio que se colocan para secar, enfriar y pesar, para obtener el peso constante.

Se pesaron 3 g de muestra en cada reloj de vidrio, llevándolo a cabo en un horno de secado (Marca Yamato, modelo DX 400) con control de temperatura a 90°C por 16 horas. Finalizando se llevó a cabo el peso de cada recipiente con la muestra seca.

Para obtener los resultados se realiza un cálculo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

7.5.2. Determinación de cenizas.

Se determinó el contenido de minerales (cenizas) mediante el método que indica la **NMX-F-066-S-1978** “Determinación de cenizas en alimentos”. Se lleva a peso constante los crisoles de porcelana a usar en una mufla (Marca Felisa, modelo FE-340), se pesan 3 g

de muestra por triplicado, se colocan los crisoles de porcelana en una mufla a 550°C por 6 horas.

Para obtener los resultados se realiza un cálculo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso c/cenizas} - \text{Peso c/muestra húmeda}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

7.5.3. Determinación de extractos etéreos.

Se basó en el método de la **NMX-F-615-NORMEX-2018**: “Alimentos-determinación de extracto etéreo (MÉTODO SOXHLET) en alimentos-método de prueba”. Para el cual se pesaron en el cartucho 5 g de muestra por triplicado, realizando el análisis en una unidad de soxhlet a 60-85°C por 4 horas.

Para obtener los resultados se realiza un cálculo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ EE} = \frac{\text{Peso c/muestra seca} - \text{Peso constante}^*}{\text{Gramos de muestra}} (100)$$

7.5.4. Determinación de proteína.

La proteína se determinó por el método semimicro Kjeldahl, (AOAC, 1993). Este procedimiento es directo, iniciándose un proceso de digestión con un digestor de calefacción (Marca VELP SCIENTIFICA, modelo DKL Heating Digester) hacia la muestra que se descompone en ácido sulfúrico en presencia de un agente reductor catalizador en este caso se utilizó 10 g de selenio metálico. La temperatura aumenta favoreciendo la descomposición de la misma muestra. El tratamiento transforma el nitrógeno de la muestra en NH_4^+ . La posterior adición de una base fuerte libera NH_3 , llevándose hasta un frasco colector por destilación, utilizando un destilador automático para nitrógeno (Marca VELP SCIENTIFICA, modelo UDK 129 Distillation Unit). El nitrógeno se determinó por titulación con ácido sulfúrico 0.05 N. El punto de equivalencia de la titulación ocurre cuando la solución vira de verde a rosado.

Para obtener el resultado que determina el N se lleva a cabo un previo cálculo con la siguiente formula:

$$N \text{ (mol kg-1)} = \frac{(V \text{ muestra} - V \text{ blanco}) N \text{ ácido} \times 14}{\text{Peso muestra} \times 10} \times 71.428$$

Donde:

- V muestra = volumen de H₂SO₄ para titular la muestra (mL)
- V blanco = volumen de H₂SO₄ para titular el blanco (mL)
- N = normalidad exacta del H₂SO₄
- 14 = peso miliequivalente del N (mg)
- 1/10 = factor para convertir a porcentaje (100/1000)
- 71.428 = factor para convertir de porcentaje a cmol kg-1

7.6. Análisis microbiológico.

Se utilizó como referencia la Norma Oficial Mexicana **NOM-247-SSA1-2008** (Bienes y servicios. cereales y sus productos. harinas de cereales, sémolas o semolinas. alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales). Dentro de las especificaciones sanitarias de la **NOM-247-SSA1-2008** se incluyen las especificaciones microbiológicas siguientes: cuenta total de microorganismos mesófilos, cuenta total de bacterias coliformes y cuenta total de mohos y levaduras, las cuales se aplicaron tanto a la harina como a los productos terminados.

7.6.1. Cuenta total de microorganismos mesófilos.

Para la determinación de la cuenta total de bacterias mesófilas aerobias se utilizó como referencia la **NOM-092-SSA1-1994**, que establece el método para estimar la cantidad de microorganismos viables presentes en un alimento, agua potable y agua purificada, por la cuenta de colonias en un medio sólido, incubado aeróbicamente. Cuando se requiere investigar el contenido de microorganismos viables en un alimento, la técnica comúnmente utilizada es la cuenta en placa.

7.6.2. Cuenta total de bacterias coliformes.

La cuenta total de bacterias coliformes se realizó de acuerdo con la **NOM-112-SSA1-1994** (Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable), empleando las muestras y las consecuentes diluciones a como se estable en dicha normativa.

7.6.3. Cuenta total de mohos y levaduras.

La determinación del contenido total de mohos y levaduras se realizó de acuerdo con la **NOM-111-SSA1-1994** (Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos), este conteo se realiza en placa. Es de gran importancia cuantificar los mohos y levaduras en los alimentos, puesto que, al establecer la cuenta de estos microorganismos, permite su utilización como un indicador de prácticas sanitarias inadecuadas durante la producción y el almacenamiento de los productos, así como el uso de materia prima inadecuada.

7.7. Análisis de almidón digestible y resistente.

Se determino Almidón total (TDS), almidón de digestión rápida (RDS), almidón de digestión lenta (SDS) y almidón resistente (RS) utilizando un kit enzimático de la marca MEGAZYME. Las muestras se incubarán con una mezcla de α -amilasa pancreática y amiloglucosidasa (PAA/AMG) en tampón de málico, pH 6,0, de acuerdo con el procedimiento utilizado para medir la fibra dietética a 37 °C durante un máximo de 4 h con agitación continua (K-RINTDF; Método AOAC 2017.16).

Se retiraron alícuotas de la solución de reacción a los 20 min (para medir RDS), 120 min (para medir SDS; SDS = valor de almidón a los 120 min - valor de almidón a los 20 min) y a los 240 min (para medir TDS y RS). Para RDS, SDS y TDS, se extraen alícuotas de 1,0 mL mientras se agita la suspensión y se transfieren a 20 mL de ácido acético 50 mL (para terminar la reacción). Estas soluciones se mezclaron vigorosamente y se incubaron alícuotas de 0,1 mL con 0,1 mL de AMG (100 U/mL) para hidrolizar las trazas restantes de maltosa a glucosa, que se midieron con el reactivo GOPOD del kit MEGAZYME.

Para medir el almidón resistente (RS), se retiró una alícuota de 4 mL de la solución en agitación después de 240 min (4 h), se agregó a un volumen igual de alcohol metílico industrial y se mezcló completamente. La muestra se centrifugó y el sedimento se lavó con etanol acuoso para eliminar la glucosa libre y luego se suspendió en hidróxido de sodio para disolver RS. La solución se neutraliza y el almidón se hidroliza a glucosa con AMG y la glucosa se mide con el reactivo GPOOD.

7.8. Análisis sensorial.

Para evaluar la aceptación de las bebidas instantáneas (chocolate y vainilla) se realizó una evaluación sensorial para determinar el nivel de agrado, aplicado a jueces no entrenados (público en general), hombres y mujeres con edades entre 18 y 50 años a los cuales se les aplicó una prueba de aceptación con una escala hedónica de 9 puntos (1. Me disgusta muchísimo, 2. Me disgusta mucho, 3. Me disgusta moderadamente, 4. Me disgusta ligeramente, 5. Ni me gusta Ni me disgusta, 6. Me gusta ligeramente, 7. Me gusta moderadamente, 8. Me gusta mucho, 9. Me gusta muchísimo) de acuerdo con el Anexo 1, que cuantificará el grado de aceptación o preferencial en los consumidores. Se solicitó el apoyo de la empresa Industrias Charricos S.A. de C.V. ubicado en la Ranchería Anacleto 1ra Sección, Centro, Tabasco (17.98355882010377, -92.97340601816433); para utilizar al personal de forma anónima de las diferentes áreas y realizar el análisis sensorial antes descrito del producto "Bebida funcional a base de harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) como fuente de prebiótico". Se utilizó como testigo un producto comercial.

7.9. Análisis estadístico.

Todos los análisis se realizaron por triplicado y están representados por la media con su respectiva desviación estándar. Se aplicó un diseño completamente al azar y se analizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de rango múltiple de Tukey ($p < 0,05$).

Para el análisis de los datos de la evaluación sensorial, los puntajes numéricos de cada intervalo de la escala hedónica se tabularon y analizaron para cada tratamiento utilizando un ANOVA para determinar diferencias significativas en el promedio de los puntajes

asignados a las muestras y la comparación múltiple de medias se realizó con el método de Tukey ($p < 0,05$).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

8. Resultados y discusión.

8.1. Rendimiento de la producción de harina de plátano verde (*Musa AAA cavendish*).

Se recibieron 30 kg de fruta, de los cuáles se recuperaron 26 kg de pulpa, resultando un rendimiento del 87%. En cuanto a la producción de harina, se obtuvieron 6.5 kg a partir de la pulpa, lo que representa un rendimiento del 25%. Si consideramos el peso inicial de la fruta con cascara, el rendimiento total de la harina fue del 21.66%.

En un estudio sobre la producción de harina de plátano, se encuentran rendimientos similares y diferentes a lo obtenido en el presente trabajo, como en el caso de Massingue y col. (2023), que encontraron durante la producción de harina de plátano con un rendimiento de 29.5% a partir de 5 kg de plátano, Así mismo, Maldonado y Pacheco (2000), que de 10 kg de plátano obtuvieron un 25% de rendimiento.

Se observa que el rendimiento de la harina puede ser variable significativamente dependiendo del proceso y las condiciones específicas de producción, como la temperatura y el método de secado.

8.2. Análisis bromatológicos de la harina y las bebidas instantáneas a base de plátano de desecho.

En la Tabla 2, se presentan los resultados de la composición bromatológica de la harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) y las dos bebidas instantáneas (vainilla y chocolate) objeto de estudio. Con respecto a la humedad se puede observar que el porcentaje oscila entre 7.63 y 8.61 %, teniendo el valor más bajo de humedad la bebida sabor chocolate y entre la harina y la bebida sabor vainilla no hay diferencia significativa, con respecto a la **NOM-247-SSA1-2008**, tanto la harina como las bebidas cumplen con esta ya que menciona que deben tener menos del 15 % de humedad. Por otro lado, en un estudio realizado por Montoya et al. (2014) con harina de dos variedades de plátano verde (*Musa paradisiaca* y *Musa paradisiaca ABB*) encontraron valores de humedad de 9.45 y 7.43 % respectivamente, en este sentido cuando se elabora una harina el objetivo es contar con valores de humedad dentro de la NOM mencionada.

Tabla 2. Composición bromatológica de la harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) y bebidas instantáneas.

Componente	Harina de plátano	Bebida sabor vainilla	Bebida sabor chocolate
	(%)		
Humedad	8.61±0.06 ^a	8.36±0.47 ^a	7.63±0.09 ^b
Cenizas	0.97±0.01 ^a	3.11±0.32 ^b	3.31±0.33 ^b
Proteínas	2.48±0.35 ^a	2.67±0.45 ^b	3.43±0.47 ^b
Grasas	0.25±0.04 ^a	0.96±0.12 ^b	1.71±0.22 ^c
Carbohidratos	87.69±1.05 ^a	85.27±1.17 ^b	84.04±1.25 ^b

Los resultados representan promedio de tres muestras ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma fila expresan diferencia significativa (Tukey, $p < 0.05$).

Con respecto a los valores de ceniza en la Tabla 2, se puede observar que los valores oscilan entre 0.97 y 3.31 %, obteniendo los valores más altos en el contenido de ceniza las bebidas instantáneas de vainilla y chocolate (sin diferencia significativa entre ellas, $p \leq 0.05$), el valor de ceniza en la harina es de 0.97±0.01 y para las bebidas de vainilla y chocolate de 3.11 y 3.31, respectivamente, esto se podría deber a los ingredientes que se utilizaron para su elaboración (vainilla, canela y cocoa). En una investigación realizada por Soto-Azurduy (2010) con harina de dos variedades de plátano verde (*Musa cavendishii* y *Musa paradisiaca*) obtuvo valores de ceniza de 2.10 y 2.60%, mayores a los obtenidos en este trabajo, por otro lado, Pacheco et al. (2004) elaboraron bebidas instantáneas a base de plátano verde (*Musa paradisiaca*) homogenizada con papaya (*Carica papaya*) y salvado de arroz (*Oriza sativa*), y las bebidas en polvo obtuvieron valores de ceniza de 2.56 y 3.80% respectivamente, estos valores se asemejan a los valores obtenidos de las muestras de bebidas sabor vainilla y chocolate de este trabajo.

Los valores de proteína (Tabla 2), varían entre 2.48 y 3.43 %, los valores más altos de contenido de proteína se encontraron en las bebidas instantáneas de vainilla y chocolate. Según Contreras et al. (2018) la harina de plátano contiene valores bajos de proteína si lo comparamos con la harina de trigo, con valores alrededor del 10%. Si consultamos el FoodData Central del USDA (United States Department of Agriculture) hace mención que la harina de plátano comercial típicamente contiene alrededor de 3.9 gramos o menos de proteína por 100gr (3.9%). Observando los resultados obtenidos en las proteínas se

puede contribuir a la aceptabilidad y valor nutricional de las bebidas en donde se compara las declaraciones nutricionales de productos comerciales, de las cuáles, las presentaciones en polvo de esta investigación se encuentran en un margen similar ligeramente menor de lo esperado, por otro lado, hay reportes de harina de plátano verde que declaran valores inferiores a los encontrados, como es el caso de Kunyane, et al. (2024) que encontraron en harina de plátano comercial valores de 1.31% de proteína, si tomamos en cuenta este reporte podemos decir que nuestra harina se mantiene en un parámetro aceptable en el contenido de proteína en un producto a base de harina de plátano verde. En el estudio realizado por Montoya et al. (2014) sobre la harina de dos variedades de plátano verde (*Musa paradisiaca* y *Musa paradisiaca ABB*) se reportaron valores de proteína de 2.57 y 3.32%, de manera similar, Soto-Azurduy (2010) en su investigación sobre harina de dos variedades de plátano verde (*Musa cavendishii* y *Musa paradisiaca*) encontró valores de 3.32 y 2.34% correspondientemente, los valores proteicos de las muestras realizadas en este estudio se encuentran dentro de estos márgenes y son comparables a estos resultados.

Con respecto a el contenido de grasa de nuestra harina de plátano verde (*Musa AAA cavendish*) fue de 0.25% y las bebidas instantáneas de sabor vainilla y chocolate tienen contenidos de grasa de 0.96 y 1.71% respectivamente el contenido más alto de grasa corresponde a la bebida de chocolate y esto se debe a la adición de cocoa en su formulación, por otro lado, considerando la Norma Oficial Mexicana **NOM-187-SSA1/SCFI-2002** (Productos y Servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba) que indica como límite máximo el 2.5% de contenido de grasa para harinas, por tanto, la harina se encuentra dentro de la norma e incluso las bebidas, aunque esta no se pueden considerar harinas. Con relación a los valores de grasas obtenidos se observó que los que presenta Montoya et al. (2014) en la harina de dos variedades de plátano verde (*Musa paradisiaca* y *Musa paradisiaca ABB*) de plátano verde con el 2.45% y 0.20%, además en el trabajo de investigación que realizó Encarnación et al. (2017) con harina de plátano *Musa paradisiaca*, obtuvo un valor de 0.27% similares a los resultados obtenidos en este estudio, pero las bebidas instantáneas (vainilla y chocolate) tienen un contenido mayor de grasa, así mismo,

manteniéndose a una semejanza a las presentaciones de marcas comerciales que se declaran bajo del 1% o 1.7% como máximo.

En cuanto al contenido de carbohidratos en la harina con un 87.69% y en las bebidas sabor vainilla y chocolate con un contenido ligeramente menor 85.25 y 84.04% respectivamente. Es evidente que la harina de plátano verde contiene altos niveles de carbohidrato de acuerdo a como lo presenta Soto-Azurduy (2010) con su trabajo sobre harina de dos variedades de plátano verde (*Musa cavendishii* y *Musa paradisíaca*) con valores de 81.03% y 87.83%, siendo valores superiores al que reporta Encarnación et al. (2017) con un 70.23%. Esta discrepancia puede deberse a diferencia en la composición del plátano utilizado, el procesamiento y refinamiento de la harina.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 2 de la harina y las bebidas instantáneas con su menor contenido de humedad, proteínas, grasas, y su alto contenido de carbohidratos, destaca por su potencial de estabilidad y vida útil prolongada, haciéndola una opción ideal para diversas aplicaciones alimenticias. Estos valores destacan el potencial de la harina de plátano y el desarrollo de bebidas instantáneas como un ingrediente funcional valioso y el impulso a nuevo producto, capaz de mejorar la calidad nutricional y las propiedades funcionales de los productos alimenticios en los que se incorpora.

8.3. Análisis microbiológicos de la harina y las bebidas instantáneas.

En la Tabla 3, se presentan los análisis microbiológicos (cuenta total de microorganismos mesófilos, coliformes totales y mohos y levaduras), realizados a la harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) y a las bebidas instantáneas sabor vainilla y chocolate. Para la cuenta total de microorganismos mesófilos se observa que los resultados oscilan entre 25 ± 3 a 35 ± 2 UFC/g respectivamente, la **NOM-147-SSA1-1996** (Bienes y Servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales) indica que el límite máximo permitido para harinas es de 10, 000 UFC/g, además que la **NOM-247-SSA1-2008**, (Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas

comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba) menciona que el límite en mesófilos aerobios para la harina de trigo es de 50,000 UFC/g. Por lo que, las muestras sometidas a este análisis cuentan con el contenido de microorganismos mesófilos aerobios permitidos por ambas normas.

Tabla 3. Análisis microbiológico de la harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) y bebidas instantáneas en Cuenta Total de microorganismos mesófilos y de bacterias coliformes.

Análisis microbiológico	Harina de plátano	Bebida sabor vainilla	Bebida sabor chocolate
Cuenta total (UFC/g)	25±3	28±3	35±2
Coliformes totales (No coliformes/g)	0	0	3±1
Mohos y levaduras (UFC/g)	0	0	3±2

Los resultados representan el promedio de tres análisis ± desviación estándar.
UFC: Unidades formadoras de colonia.

En cuanto al contenido de los coliformes totales (Tabla 3) tanto en la harina como en la bebida sabor vainilla no hubo presencia de coliformes totales, sin embargo, en la bebida instantánea sabor chocolate obtuvo una presencia de 3±1 número de coliformes/g, este valor se puede deber al uso de la cocoa en la formulación de la bebida que podría traer la presencia de coliformes y considerando que en la elaboración del polvo para la bebida instantánea no se realiza un proceso térmico es que permanecen los coliformes. A pesar de la presencia de coliformes totales en la bebida sabor chocolate es importante mencionar que de acuerdo a la **NOM-147-SSA1-1996** (Bienes y Servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposición y especificaciones sanitarias y nutrimentales), las tres muestras sometidas a análisis cuentan con el contenido de microorganismos coliformes permitido (<30 UFC/g). De acuerdo al trabajo de calidad microbiológica presentado por Contreras et al. (2018) en su harina de plátano (*Musa balbisiana colla*) reporta que los coliformes se excede de los <3 (3.93±0.35) un poco alto en la semejanza de nuestro valor en la

bebida sabor chocolate. Por lo tanto, el contenido de coliformes totales que se obtuvo en la bebida de chocolate se encuentra en un margen de cumplimiento con dicha NOM.

Con respecto a la presencia de mohos y levaduras, en la harina y la bebida sabor vainilla, no se detectó la presencia de mohos o levaduras. Al igual que en el caso de coliformes de nuevo la bebida sabor chocolate tuvo una presencia de 3 ± 2 UFC/g, y de igual manera se le atribuye al uso de la cocoa, sin embargo, de acuerdo con la **NOM-147-SSA1-1996** (Bienes y Servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales) señala que el límite para mohos es de 300 UFC/g, por lo que los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que tanto para la harina como para las bebidas cuentan con el contenido permitido por esta norma.

En los valores obtenidos por López et al. (2012) y sus colaboradores se compara que a sus 6 lotes que realizaron en su elaboración de un alimento con base harina de plátano (*Musa paradisiaca*) se observa que nuestros resultados son semejantes en cuenta total (<100), coliformes totales (<3) a excepción de nuestra bebida sabor chocolate y mohos y levaduras (<10), en su mayoría se encuentran en cumplimiento con la normativa.

Las muestras analizadas cumplen con los límites establecidos por las normativas correspondientes, destacándose por su elevada calidad microbiológica. Esto asegura la ausencia de agentes biológicos perjudiciales y refuerza su idoneidad para el consumo humano. Además, el buen uso y manejo de las buenas prácticas de higiene en la manufactura en la preparación de las tres muestras ha sido fundamental para obtener resultados favorables. La combinación del cumplimiento normativo y la calidad microbiológica óptima confirma que las muestras de harina y bebidas instantáneas son aptas para una ingesta segura y saludable.

8.4. Análisis de almidón digestible y resistente.

En la Tabla 4 se muestran los contenidos de almidón de digestión rápida, de digestión lenta, digestible, resistente y total en la harina y las bebidas instantáneas a base de plátano verde de desecho. La harina de plátano contiene 7.9% de almidón digestible

rápido (RDS) y de 8.1% y 7.5% para las bebidas de vainilla y chocolate, respectivamente, contraponiendo lo que obtuvo Rosa, et al. (2014) con la harina de plátano verde (*Musa paradisiaca* L.) de 2.5%, al tener valores mayores de las muestras analizadas en este determinación brindaría una fuente de energía inmediata, siendo útil en actividades físicas o cuando se necesita una rápida disponibilidad de glucosa, con el objetivo de ayudar a restablecer los depósitos de glucógeno después del ejercicio.

Tabla 4. Análisis y determinación de almidón digestible y resistente.

Fracciones	Harina de plátano (%)	Bebida sabor vainilla (%)	Bebida sabor chocolate (%)
Almidón de digestión rápida	7.9±0.41 ^a	8.1±0.52 ^a	7.5±0.39 ^a
Almidón de digestión lenta	8.7±0.48 ^a	9.4±0.61 ^a	7.7±0.43 ^b
Almidón total digestible	23.7±0.87 ^a	24.5±0.73 ^a	21.7±0.65 ^b
Almidón resistente	54.9±0.94 ^a	54.7±1.01 ^a	50.8±1.26 ^b
Almidón total	78.6±1.31 ^a	79.2±1.54 ^a	72.5±1.36 ^b

Los resultados representan el promedio del análisis de tres muestras ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma fila expresan diferencia significativa (Tukey, $p < 0.05$).

Con respecto al contenido de almidón digestible lento (SDS) el porcentaje encontrado en la harina y la bebida de vainilla no presentaron diferencias significativas entre sí ($p > 0.05$) con valores de 8.7±0.48% y 9.4±0.61, respectivamente, mientras que la bebida sabor chocolate presentó el contenido de SDS más bajo con 7.8%, podemos decir que se puede obtener efectos positivos en la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes, ya que este además de promover la saciedad más prolongada ayuda a mantener niveles estables de azúcar en sangre. Si cotejamos lo que obtuvo Rosa, et al. (2014) con la harina de plátano verde (*Musa paradisiaca* L.) su resultado fue el 5.9%, un 4% menos a los encontrado en el presente trabajo. Los valores de almidón total digestible (TDS) obtenidos mostraron a la bebida sabor chocolate con el porcentaje más bajo (21.7±0.65 %), mientras que la harina y la bebida sabor vainilla presentaron los porcentajes más altos sin diferencia entre sí (23.7±0.87 y 24.5±0.73, respectivamente), a pasar de la diferencia tanto la harina como las bebidas ofrecen una buena proporción de energía al cuerpo

humano que contribuiría a cubrir los requerimientos energéticos diarios y al buen funcionamiento de los órganos y tejidos.

Con respecto al almidón resistente (AR) se obtuvieron porcentajes de 54.9 ± 0.94 , 54.7 ± 1.01 y 50.8 ± 1.26 , para la harina, bebida sabor vainilla y la bebida sabor chocolate, respectivamente, siendo la bebida sabor chocolate la que presenta en menor contenido de almidón resistente con respecto a la harina y la bebida sabor chocolate sin diferencia significativa entre ellas. El contenido alto de AR al no ser digerido en el tracto gastrointestinal superior puede beneficiar la salud intestinal del consumidor al funcionar como prebiótico estimulando las bacterias benéficas en la microbiota intestinal. Los valores obtenidos de AR en el presente trabajo son superiores a lo obtenido por Soto-Azurduy (2010) en la harina de dos variedades de plátano verde (*Musa cavendishii* y *Musa paradisíaca*) que oscilan entre 21.06 y 24.82%. Sin embargo, Martínez-Mora (2015) obtiene resultados similares en el contenido de almidón resistente en plátano verde (*Musa sapientum*) de las variedades filipino, cavendish, orito y valery que fluctúan entre el 56,84%, 49.33%, 52.81% y 58.57%. Esta diferencia puede deberse en la composición del plátano utilizado, proceso o metodología de extracción del almidón, aun así, el presente trabajo demuestra que las muestras realizadas cumplen con el objetivo de proporcionar un nivel considerable como prebiótico para ofrecer beneficios a la salud del consumidor.

De acuerdo con la Tabla 4, el almidón total (TS) obtenido en la harina fue de 78.6% y las bebidas sabor vainilla y chocolate el 79.6% y 72.5%, respectivamente, teniendo valores superiores a como se reporta en el trabajo de investigación de Soto-Azurduy (2010) con harina de dos variedades de plátano verde (*Musa cavendishii* y *Musa paradisíaca*) con el 68.13 y 73.42%. La caracterización realizada en la investigación de Rosa, et al. (2014) con la harina de plátano verde (*Musa paradisíaca* L.) obtuvo el 75% de almidón total, acercándose a los valores de resultado que se determinó en este trabajo.

El Almidón se clasifica en tres categorías, de acuerdo con Wanikar y Kotwal (2022):

Almidón de digestión rápida (RDS): Es la fracción del almidón que causa un aumento rápido de los niveles de glucosa en la sangre después de su consumo. Este tipo de almidón se mide químicamente como aquel que se convierte en glucosa después de 20

minutos de incubación con α -amilasa. Principalmente, el RDS consiste en fracciones amorfas del almidón y se encuentra en grandes cantidades en alimentos recién cocinados.

Almidón de digestión lenta (SDS): Es la fracción del almidón que se digiere lentamente en el intestino delgado. La α -amilasa salival no puede modificar el SDS, el cual es hidrolizado por la α -amilasa pancreática y descompuesto en oligómeros lineales y dextrinas límite. Se mide químicamente como almidón digerido en 100 minutos de incubación enzimática. Debido a su liberación gradual de glucosa, el SDS ofrece posibles beneficios para la salud como la reducción del riesgo de enfermedades crónicas relacionadas con la dieta tales como la diabetes, obesidad y otros síndromes metabólicos. Este almidón se encuentra como almidones crudos con patrones cristalinos tipo A y C, así como en el almidón retrógrado.

Almidón resistente (RS): Es la fracción del almidón que no se digiere en el intestino delgado y fermenta en el colon. Químicamente, el RS se define como la fracción del almidón que no se digiere después de 120 minutos de incubación con enzimas.

La bebida sabor vainilla tiene una composición de almidón similar a la harina de plátano, mientras que la bebida sabor chocolate presenta menores contenidos de SDS. TDS y AR esto podría deberse al porcentaje de cocoa agregado a la formulación que hace descender los contenidos de estos tipos de almidón, lo que podría influir en la textura y el perfil de liberación de energía del producto.

Cada muestra analizada contiene una mezcla de almidón digestible rápido y lento, así como una proporción significativa de almidón resistente, destacando su potencialidad en beneficios que pueden ser para la salud digestiva y su capacidad para proporcionar energía de manera sostenida. En general, tener el balance adecuado entre los diferentes tipos de almidón en la dieta es importante para lograr un aporte energético equilibrado, estabilidad metabólica y su destacado potencial en los beneficios en su ingesta al beneficiar la microbiota intestinal del consumidor.

8.5. Análisis de aceptación con evaluación sensorial.

La Tabla 5 presenta los resultados de la evaluación sensorial de las bebidas instantáneas sabor chocolate y vainilla, comparadas con una bebida comercial a base de harina de avena. Los atributos sensoriales evaluados fueron color, olor, sabor, textura y aceptación global. Cada atributo fue calificado en una escala hedónica, donde los valores más altos indican una mayor preferencia.

En la Tabla 5, se puede observar que la bebida comercial presentó promedio de aceptación entre 8 y 8.37, para la bebida sabor vainilla los valores de aceptación oscilaron entre 8 y 8.34 mientras que para la bebida sabor chocolate presentó promedios de aceptación entre 7.39 y 7,69. Para cada uno de los atributos sensoriales evaluados se observó la misma tendencia a tener mejor valor la bebida comercial, seguida por la bebida sabor vainilla y con valores más bajos de aceptación la bebida sabor chocolate, sin embargo, estadísticamente no presentaron diferencias significativas ($p < 0.5$).

Tabla 5. Evaluación sensorial por prueba hedónica a la harina de plátano (Musa AAA cavendish) y bebidas instantáneas.

Atributos sensoriales	Bebida chocolate	Bebida vainilla	Bebida comercial
Color	7.50±1.14 ^a	8.04±1.25 ^a	8.19±0.94 ^a
Olor	7.73±1.16 ^a	8.09±1.25 ^a	8.18±0.94 ^a
Sabor	7.50±1.15 ^a	8.02±1.25 ^a	8.20±0.94 ^a
Textura	7.39±1.14 ^a	8.00±1.25 ^a	8.00±0.95 ^a
Global	7.69±1.13 ^a	8.34±1.25 ^a	8.37±0.94 ^a

Los resultados representan el promedio de las observaciones de 60 jueces no entrenados ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma fila expresan diferencia significativa (Tukey, $p < 0.05$).

La valoración global de la muestra de la bebida comercial tiene una preferencia con valor de aceptación de 8.37±0.94, aunque la bebida sabor vainilla también obtuvo una alta puntuación relevante de 8.34±1.25 cerca de este la bebida sabor chocolate con el 7.69±1.13 y de igual manera que con cada uno de los atributos evaluados no hay diferencia significativa ($p < 0.05$) estadísticamente. Lo anterior nos permite decir que las

bebidas instantáneas desarrolladas en este trabajo son bien aceptadas, con puntuaciones cercanas a las de la bebida comercial, destacándose como opciones viables en el mercado de las bebidas instantáneas y con un valor agregado nutricional y prebiótica con compuestos naturales, por tanto, pueden competir efectivamente en términos de aceptación sensorial.

México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

9. Conclusión.

Se formularon y desarrollaron bebidas instantáneas a base de harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) saborizadas de vainilla y chocolate, con determinaciones bromatológicas que cumplen con las normativas establecidas, destacándose con una óptima calidad nutricional.

El análisis microbiológico mostró que los conteos de microorganismos mesófilos, coliformes totales y mohos y levaduras realizados en la harina y bebidas instantáneas están en los límites aceptables de las normativas, obteniendo resultados prósperos con las buenas prácticas de inocuidad aplicada, asegurando que las muestras cumplieron con los estándares de calidad microbiológica y que estas sean un alimento seguro y apto para su consumo.

Los valores obtenidos en el análisis de almidón digestible y resistente, determina que la harina y las bebidas son ricas en contenido prebiótico, importante para mantener un balance de energía, el índice glucémico en la sangre y saludable el microbiota intestinal al consumidor.

En la evaluación sensorial se tuvo una tendencia a favor de la bebida comercial, sin embargo, la bebida sabor vainilla obtuvo una favorable puntuación seguida de la bebida sabor chocolate, aunque se observa esta tendencia, estadísticamente no presentan diferencias entre ellas. Así que las bebidas propuestas demostraron una alta y aceptación sensorial, comprobando que pueden competir a productos comerciales.

Por lo tanto, el desarrollo de la harina y las bebidas obtenidas logrando el objetivo de que estas pueden funcionar y considerarse como alimentos seguros, saludables y funcionales, y que se encuentran en cumplimiento con las normativas alimentarias. Ofreciendo una alternativa de mejora hacia la salud pública con su ingesta, así mismo, añadiendo valor al manejo de los plátanos desechados de las pequeñas, medianas y grandes industrias plataneras, fomentado una iniciativa de sostenibilidad y beneficio a los productores locales.

10. Referencia bibliográfica.

Alzate, S; et al. (2021). "Recovery of banana waste-loss from Production and Processing: A contribution to a Circular Economy". Rev. Molecules. Vol. 26, Núm. 17. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26175282>

AOAC. Official Methods of Analysis. 15 ed. Vol I. 1993

Aparicio, A; et al. (2013). "Tortilla added with unripe banana and cassava flours: chemical composition and starch digestibility". CyTA-Journal of Food. Vol. 11, Núm.1, pp 90-95. DOI: <https://doi.org/10.1080/19476337.2012.760653>

Arcila, N; et al (2006). "Elaboración de una bebida instantánea a base de semillas (*Amaranthus cruentus*) y su uso potencial en la alimentación humana". Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Canoabo, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). Vol. 23, pp. 110-119.

Arias, P; et al. (2004). "La economía mundial del banano 1985-2002". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Viale delle Terme di Caracalla, Roma, Italia. Disponible en: <https://www.fao.org/4/y5102s/y5102s04.htm#TopOfPage>

Beltrán de Heredia; M. (2016). "Nutrición-Alimentos funcionales". Revista Farmacia Profesional. Vol.30, Núm 3.

Bevilacqua, A; et al. (2023). "An Update on Prebiotics and on Their Health Effects". Department of the Science of Agriculture, Food, Natural Resources and Engineering. University of Foggia. Rev. Foods. Vol. 13, Núm 3. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13030446>

Buglass, A. (2014). "Chemical composition of beverages and drinks". Ed: In P. Cheung, Hadbook of food chemistry. Pp. 1-60. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-41609-5_29-1

Cámpora, M. (2016). "Alimentos funcionales: tecnología que hace la diferencia". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias. Vol. 42, núm. 2. Pp 131-137 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86447075004>

Cannavo, A. (2024). "Molecular Mechanisms Underlying Chronic and Degenerative Diseases". Department of Translational Medical Sciences. University of Naples Federico II, 80131 Naples, Italy. Rev. International Journal of Molecular Sciences. Vol. 24, Núm. 15. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms241512507>

Carranco-Jáuregui, M; et al (2011). "Carotenoides y su función antioxidante: Revisión". Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Departamento de

Nutrición Animal. México D.F., México. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Vol. 61, Núm. 3.

Castañeda-Guillot; C. (2018). "Actualización en prebióticos". Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Facultad de Ciencias Médicas. Ambato, Ecuador. Revista Cubana de Pediatría. Vol. 90, Núm. 4.

CEDRSSA. (2019). "La producción y el comercio del plátano". Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Palacio Legislativo de San Lázaro, Ciudad de México, México.

Charley, H. (2011). "Tecnología de alimentos: Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Balderas 95, México.

Cong, L; et al. (2020). "Functional beverages in selected countries of Asia Pacific Region: A review". Rev. Beverages. Vol. 6, núm 2. Pp. 21. DOI: <https://doi.org/10.3390/beverages6020021>

Contreras, R; et al. (2018). "Caracterización funcional de almidones de plátano cuadrado (*Musa balbisiana colla*)". División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Revista European Scientific Journal. Vol. 14, Núm 30. DOI: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n30p82>

Corzo, N; et al. (2015). "Prebióticos; concepto, propiedades y efectos beneficiosos". Grupo Aula Médica. Madrid, España. Revista Nutrición Hospitalaria. Vol. 31. Núm.1, pp.99-118

Cruz-Neyra; L. (2007). "Alimentos funcionales". Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Bioquímica y Genética Molecular. Santiago de Surco, Lima. Revista Biotiempo. Vol.7. Pp. 46-54 DOI: <https://doi.org/10.31381/biotempo.v7i0.872>

Dadzie, B. y J. Orchard. (1997). "Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos". Guías técnicas INIBAP 2. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos 2: 76.

Davani, D; et al. (2019). "Prebiotics: Definition, types, sources, mechanisms and clinical applications". Rev. Foods. Vol. 8, núm 3. Pp. 92. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8030092>

Encarnación-Montero, S; Salinas-Alvarado, J. (2017). "Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca". Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.

Enríquez, M; et al. (2020). "Evaluación bromatológica de dietas alimenticias, con la inclusión de harina de plátano de rechazo". Universidad Estatal Amazónica. Facultad de Ciencias de la Tierra. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Revista Espamciencia. Vol. 11 Núm 1. Pp. 12-18.

Ermini, J; et al. (2018). "Molecular Diversity in Selected Banana Clones (*Musa AAA "cavendish"*) Adapted to the Subtropical Environment of Formosa Province (Argentina)". Ed. Scientific Research Publishing. Rev. American Journal of Plant Sciences. ISSN: 2158-2742.

Food and Agriculture Organization. (2020). "Perspectivas a mediano plazo: perspectivas para la producción y el comercio mundial de bananos y frutas tropicales 2019-2018". <http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/banano/es/>

Fuentes-Berrio, L; et al. (2015). "Alimentos funcionales: Impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana". Universidad de Cartagena. M.Sc. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Programa Ingeniería en Alimentos. Cartagena, Colombia. Biotecnología en el Sector agropecuario y Agroindustrial. Vol.13, Núm 2. Pp. 140-149

García-Ahued, M. (2014). "Análisis Sensorial de Alimentos". Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Pachuca de Soto, Hidalgo, México. Boletín Científico PADI. Vol. 2, Núm 3.

Gershenson, C; et al. (2013). "Previnendo enfermedades crónico-degenerativas con vacunas sociales". Academia Mexicana de Cirugía, A.C. México. Rev. Cirugía y Cirujanos. Vol. 81, Núm. 2. Pp.83-84. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66225687001>

Godoy-Bonilla, S; et al. (2016). "Disponibilidad proteica de una bebida instantánea a partir de harina de plátano (*Musa Paradisiaca L*) y guandúl (*Cajanus cajan (L.) Millsp*) ". Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de Investigación METANOIA. Popayán, Cauca, Colombia. Ciencias Agroalimentarias. Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales. Pp. 76-82

Haro-Velasteguí, A; et al. (2017). "Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables". Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Administrativas. Guayaquil, Ecuador. Revista Científica. Dominio de las Ciencias. Vol.3, Núm 2. Pp.506-525

Herrera, F. et al. (2014). "Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad; péptidos biológicamente activos". Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. Nutrición Hospitalaria. Vol. 29, Nú, 1. Pp. 10-20

Hidalgo-Murillo, M. (2004). "Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud". Revista Academia. Ámbito Farmacéutico. Vol.23, Núm 6.

Jiménez-Marquez, E. (2012). "Elaboración de harina de tres variedades de plátano verde (*Musa SPP*) y su uso como materia prima para la panificación". Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Colegio de postgraduados. Campus Tabasco. Producción Agroalimentaria en el Trópico. Cárdenas, Tabasco, México.

Hossein, A; et al. (2020). "Ready to use therapeutical beverages: focus on functional beverages containing probiotics, prebiotics and synbiotics". Rev. Beverages. Vol. 6, núm 2. Pp.26. DOI: <https://doi.org/10.3390/beverages6020026>

Huang, S; et al. (2019). "The compositional and functional attributes of commercial flours from tropical fruits (Breadfruit and banana)". Rev. Food. Vol. 8, Núm. 11. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8110586>

Illanes, A. (2015). "Alimentos funcionales y biotecnología". Escuela de Ingeniería Bioquímica. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Rev. Colomb. Biotecnol Vol. 17, Núm 1. Pp 5-8. DOI: 10.15446/rev.colomb.biote.v17n1.50997

Jiménez-Colmenero, F. (2013). "Emulsiones múltiples; compuestos bioactivos y alimentos funcionales". Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC) (anteriormente Instituto del Frío). Dpto. Productos, Laboratorio de Carne y Productos Cárnicos. Ciudad Universitaria. Madrid. España. Revista Nutrición Hospitalaria. Vol. 28, Núm 5. Pp.1413-1421.

Jiménez-Vera, R; et al. (2011). "Contenido de Almidón Resistente en Alimentos consumidos en el Sureste de México". Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Tabasco, México. UNACAR-Tecnociencia. Vol.5, Núm.2. Pp. 27-34.

Kunyanee, K; et al. (2024). "Enhancing banana flour quality through physical modifications and its application in gluten-free chips product". Rev. Foods. Vol. 13, Núm.4. Pp. 593. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13040593>

Krzysztof, N; Aparicio, M; et al. (2003). "Changes of banana starch by chemical and physical modification". Instituto Tecnológico de Veracruz. Instituto Politécnico Nacional. Carbohydrate Polymers. Vol. 52. Núm.3, pp. 237-242

León-Mendez, G; et al. (2020). "Elaboración de una galleta a base de harinas de plátano pelipita (*Musa abb*) y de batata (*Ipomea batatas*). Universidad de Cartagena. Facultad de Ciencias de la Salud. Corporación Universitaria Rafael Núñez. Programa de Tecnología en Estética y Cosmetología. Cartagena, Cartagena, Colombia. Rev Chil Nutr 47(3):406-410.

López, B; et al. (2012). "Elaboración de un alimento con base en harina de banano (*Musa paradisiaca*) fortificada con hierro y zinc aminoquelados, calcio microencapsulado y folato". Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad de Antioquía. Medellín, Colombia. Rev. Perspectivas en Nutrición Humana. Vol. 14, Núm 1. Pp. 47-57.

Maldonado, R; Pacheco, E. (2000). "Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde". Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Rev. ALAN. Vol. 50. Núm. 4.

Martínez-Meza, Y. (2015). "Análisis de las condiciones de proceso para la elaboración de botana a base de harina de plátano y amaranto, y su efecto en la digestibilidad".

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ingeniería Química. Colegio de Ingeniería en Alimentos. Puebla de Zaragoza, Puebla, México.

Martínez, G; et al. (2021). "Bananas (*Musa AAA*): Importance, production and trade in Covid-19 times". *Rev. Agronomía Mesoamericana*. Vol. 32, Núm 3. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.43610>

Martínez, N; et al. (2008) "Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud". *Rev. Actividad Dietética*. Vol. 12, Núm 2. Pp. 64-68. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1138-0322\(08\)75623-2](https://doi.org/10.1016/S1138-0322(08)75623-2)

Massingue, A; et al. (2023). "Physico-chemical and sensory characterization of bread based on green banana (*Musa spp.*) flour". *Universal Journal of Food Science and Technology*. Vol. 1, núm 1.Pp. 56-70. Retrieved from <https://www.scipublications.com/journal/index.php/ujfst/article/view/817>

Meléndez-Sosa, M; et al. (2020). "Perspectivas e impacto en la salud del consumo de los alimentos funcionales y nutraceuticos en México". Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ciencias Biológicas. *Revista RD*. Vol. 6. Núm. 1, pp. 114-136

Méndez-Castillo, M; et al. (2020). "Alimentos funcionales, bases conceptuales y su aplicación en el diseño de planes de alimentación". Universidad Alfonso X el Sabio. Facultad de Ciencias de la Salud. Villanueva de la Cabaña, España. *Revista Biociencias*. Vol.15, Núm.1

Montoya, J; et al. (2014). "Evaluación fisicotérmica y reológica de harina y almidón de plátano dominico hartón (*Musa paradisiaca ABB*)". *Rev. Temas Agrarios*. Vol.19, Núm. 2. Pp. 214-233.

Norman, W. (1963). "Conservación de alimentos". CIA. Editorial Continental, S.A. de C.V. México.

Norman, W. (1984). "Elementos de tecnología de alimentos". Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México.

Nazhand, A; et al. (2020). "Ready to use therapeutical beverages: focus on functional beverages containing probiotics, prebiotics and synbiotics". *Rev. Beverages*. Vol. 6, Núm 2. Pp. 26. DOI: <https://doi.org/10.3390/beverages6020026>

Pacheco-Delahaye, E. (2001). "Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de harina de plátano verde. Digestibilidad in vitro del almidón". Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Química y Tecnología. Laboratorio de Bioquímica de Alimentos. *Revista Acta Científica*. Venecia 52(4):278-282.

Pacheco-Delahaye, E; et al. (2004). "Evaluación nutricional y sensorial de polvos para bebidas a base de papaya, plátano verde y salvado de arroz. Índice glucémico". Asociación Interciencia Venezuela. *Revista Interciencia*. Vol. 29 Núm. 1, pp. 46-51

Pacheco-Delahaye, E; et al. (2008). "Elaboración y evaluación de polvos para bebidas instantáneas a base de harina extruida de ñame (*Dioscorea alata*). Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología, Chile. Revista Chilena de Nutrición, Vol. 35 Núm. 4, pp. 452-459.

Palacios, N; et al. (2021). "Cadena de valor de la harina de plátano y su productividad". Universidad Técnica de Manabí. Revista Sinapsis. Vol. 2 Núm. 20.

Pérez, E; et al. (2009). "Situación actual de las harinas de banano: Usos potenciales en la agroindustria nacional". Universidad Nacional Experimental Sur del Lago. Producción Agropecuaria. N°1. Vol 2. Pp 65-68.

Pérez J., Jaimez J., Contreras E. (2017). "¿Qué es un alimento funcional?". Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Padi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI. Vol.4 Núm.8; DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v5i8.2047>

Perdigón, G; et al. (2009). "Alimentos funcionales-Su relación con la Inmune nutrición". Tendencias en Medicina.

Quiroga-Ledezma, C. (2008). "Los almidones resistentes y la salud". Universidad Privada Boliviana. Centro de Investigaciones Agrícolas y Agroindustriales Andina-CIAAA. Revista Investigación y Desarrollo, Núm 8. Vol.1. pp. 130-141

Ramírez-Escalante, M. (2018). "Formulación de Harina de Plátano Verde (*Musa Paradisiaca*) fortificada con zinc y hierro. Universidad Rafael Landivart. Facultad de Ciencias de la Salud. Guatemala de la Asunción, Guatemala.

Ramírez, M; et al. (2023). "Resiliencia y enfermedades crónicas. Una revisión sistemática". Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. Rev. Ciencia erso-sum. Vol. 30, Núm. 1.

Renzo, L; et al. (2021). "Diet, Nutrition and Chronic Degenerative Diseases". Rev. Nutrients. Vol.13, Núm 4. Pp.1,372. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13041372>

Renzo, L; et al. (2023). "Nutrition for Prevention and Control of Chronic Degenerative Diseases an COVID-19". Rev. Nutrients. Vol.15, Núm 10. Pp. 2,253. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu15102253>

Robles, M. et al. (2019). "Utilization of cooking-type Saba Banana in the development of ready to drink juice with improved quality and nutritional properties". Rev. Beverages. Vol.5, Núm. 2. Pp. 31. DOI: <https://doi.org/10.3390/beverages5020031>

Rosa, J. et al. (2014). "Effect of cooking, annealing and storage on starch digestibility and physicochemical characteristics of unripe banana flour". Rev. Mexicana de Ingeniería Química. Vol. 13, Núm. 1. Pp. 151-163.

Ruiz-Santiago, et al. (2017). "Formulación y evaluación Sensorial de una bebida elaborada con harina de malanga (*Colocasia esculenta*) y otros componentes

alimenticios”. Universidad Tecnológica de Tabasco. División de Procesos Industriales. Centro, Villahermosa, Tabasco.

Secretaría de Comercio. (1978). NMX-F-066-S-1978, Alimentos. Determinación de cenizas en alimentos. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Comercio. (1986). NMX-F-083-1986, Alimentos. Determinación de humedad en productos alimenticios. Diario Oficial de la Federación.

Normex. (2018). NMX-F-615-NORMEX-2018, Alimentos. Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en alimentos. Método de prueba. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Salud. (1995). NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la determinación de bacterias coliformes mediante la técnica del número más probable. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Salud. (1995). NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Salud. (1995). NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Salud. (1997). NOM-147-SSA1-1996, Bienes y servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Salud. (2009). NOM-247-SSA1-2008, Bienes y servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Salud & Secretaría de Economía. (2002). NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación.

Sedó-Masis, P. (2001). “El mercado de los alimentos funcionales y los nuevos retos para la educación alimentaria-nutricional”. Universidad de Costa Rica. Escuela de Nutrición. San José, Costa Rica. Revista Costarricense de Salud Pública. Vol.11. Núm.20

Serna, S. (2013). “Química, almacenamiento e industrialización de los cereales”. AGT Editor, S.A. México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2022). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Gobierno de México. Web: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Silva-Souza, S; et al. (2020). "El consumo de la polidextrosa previene la obesidad y sus comorbilidades en ratas alimentados con dieta hipercalórica". Universidad Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Alimentación y Nutrición. Revista Chil. Nutr. Vol. 47, Núm 1. Pp. 06-13

Sidhu, J; et al. (2018). "Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits". Rev. Food Quality and Safety. Vol. 2, Núm.4 Pp. 183-188. DOI: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyy019>

Slavin, J. (2013). "Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits". Department of Food Science and Nutrition. University of Minnesota, EEUU. Rev. Nutrients. Vol. 5 , Núm.4. Pp. 14147-1435. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu5041417>

Soto, V. (2010). "Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa cavendishii*) y banana verde (*Musa paradisíaca*)". Facultad de Bioquímica y Farmacia. Universidad Mayor de San Simón. Revista Boliviana de Química. Vol. 27, Núm 2.

Toconás, N; et al. (2023). "Harina de banana: producción, caracterización fisicoquímica, tecnología y funcional". Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina. Facultad de Ciencias de la Salud. Laboratorio de Alimentos. Instituto de Investigaciones para la Industria Química. Consejo Nacional de Investigaciones (INIQUI-CONICET). Revista Española de Nutrición Humana y Dietética. Vol. 27, Núm 1. Pp 7-16.

Urango, L; et al. (2009). "Efecto de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud". Grupo Académico Alimentos. Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad de Antioquia. Perspect Nutrición Humana. Vol. 11, Núm 1. Pp. 27-38.

Villarroel, P; et al. (2018). "Almidón Resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos". Universidad Mayor. Facultad de Ciencias. Escuela de Nutrición y Dietética. Santiago, Chile. Revista Chile Nutricional. Vol. 45, Núm 3.

Wanikar, R. et al. (2022). "Resist ant Starch: A promising functional food ingredient". IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.101558

Warman, D. et al. (2022). "The potential roles of probiotics, resistant starch and resistant proteins in ameliorating inflammation during aging (inflammaging)". Rev. Nutrients. Vol. 14. Núm. 4. Ppg. 747. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu14040747>

Wu. J. et al. (2021). "Type 3 resistant starch from *Canna edulis* modulates obesity and obesity-related low-grade systemic inflammation in mice by regulating gut microbiota composition and metabolism". Rev. Food and Nutrition. Vol. 12. Pp. 12098-12114. DOI: <https://doi.org/10.1039/D1FO02208C>

Zo, F; et al. (2022). "The valorization of Banana By-Products: Nutritional composition, Bioactivities, Applications and Future development". Rev. Foods. Vol. 11, Núm 20. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11203170>

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

11. Anexos.

Anexo 1. Formato de la prueba sensorial de aceptación de una Bebida funcional a base de harina de plátano (*Musa AAA cavendish*) como fuente de prebiótico.

FICHA:001	BEBIDAS FUNCIONALES								EDAD: _____
INTRUCCIONES: A CONTINUACIÓN TE PRESENTO 3 MUESTRAS DE BEBIDAS FUNCIONES A BASE DE PLÁTANO, DE LAS CUALES DEBERA CALIFICAR SEGÚN SU APRECIACIÓN SENSORIAL; DADO QUE LA PUNTUACIÓN MAYOR ES EL 9 Y LA PUNTUACIÓN MENOR ES 1.									
MUESTRA: 309	1	2	3	4	5	6	7	8	9
COLOR									
OLOR									
SABOR									
TEXTURA									
GLOBAL									
MUESTRA: 528	1	2	3	4	5	6	7	8	9
COLOR									
OLOR									
SABOR									
TEXTURA									
GLOBAL									
MUESTRA: 359	1	2	3	4	5	6	7	8	9
COLOR									
OLOR									
SABOR									
TEXTURA									
GLOBAL									

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de la tesis:	Bebida funcional a base de harina de plátano (<i>Musa AAA cavendish</i>) como fuente de prebiótico.
Autor(a) de la Tesis:	Diana Estefania Lara Priego
ORCID:	https://orcid.org/0009-0000-1308-5873
Resumen de la Tesis:	<p>El plátano verde es rico en almidón resistente, un tipo de carbohidrato que no se digiere en el intestino delgado, que actúa como fibra dietética en el colon. Este almidón promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas. Este fruto, se cultiva en regiones tropicales y subtropicales, albergando un valor nutricional y energético, sin embargo, la industria platanera producen altos niveles de residuos que no utilizan en sus procesos o no cumplen los parámetros de calidad idóneos para su comercialización. Para potencializar un aprovechamiento en el plátano de desecho que con frecuencia se genera, se propone el desarrollo de bebidas instantáneas con base de harina de plátano verde (<i>Musa AAA cavendish</i>) de desecho con un nivel considerable de prebiótico como fuente de Almidón Resistente (AR). Inicialmente, se realizó la producción de harina de plátano mediante un proceso de deshidratación y molienda controlada. Posteriormente, se formularon bebidas instantáneas en polvo con sabores a chocolate y vainilla. A la harina y a las bebidas instantáneas se les realizaron diferentes determinaciones: bromatológicas, microbiológicas y sensoriales, además la determinación de almidón de digestión rápida, lenta, digestible y resistente. La harina de plátano y las bebidas sabor vainilla presentaron ligeramente diferencia en los contenidos de humedad, cenizas, proteínas, grasas y carbohidratos. La evaluación microbiológica se determina satisfactoria, demostrando que es un alimento inocuo y seguro para su ingesta. Comparando otros trabajos de investigación similares, la harina y las bebidas obtuvieron mayores valores de contenido de los diferentes tipos de almidón, garantizando una favorable porción de prebióticos, aportando energía controlado y beneficio al microbiota intestinal. Las bebidas desarrolladas obtuvieron una aceptación considerable en los cinco atributos que se evaluaron sensorialmente, teniendo resultados semejantes a una muestra comercial respectivamente, por parte de un panel no entrenado a través de la escala hedónica. Se lograron obtener bebidas instantáneas con potencial para ser utilizados como alimento funcional, además de ofrecer una estrategia de mejora a la salud pública y agrega valor a los plátanos de desecho, promoviendo la sostenibilidad y beneficiando a los productores locales.</p>
Palabras claves de la Tesis:	Alimento funcional, <i>Musa AAA cavendish</i> , prebiótico, almidón resistente.
Referencias citadas:	<p>Alzate, S; et al. (2021). "Recovery of banana waste-loss from Production and Processing: A contribution to a Circular Economy". Rev. Molecules. Vol. 26, Núm. 17. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules26175282</p> <p>AOAC. Official Methods of Analysis. 15 ed. Vol I. 1993</p> <p>Aparicio, A; et al. (2013). "Tortilla added with unripe banana and cassava flours: chemical composition and starch digestibility". CyTA-Journal of Food. Vol. 11, Núm.1, pp 90-95. DOI: https://doi.org/10.1080/19476337.2012.760653</p> <p>Arcila, N; et al (2006). "Elaboración de una bebida instantánea a base de semillas (<i>Amaranthus cruentus</i>) y su uso potencial en la alimentación humana". Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Canoabo, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). Vol. 23, pp. 110-119.</p>

BEBIDA FUNCIONAL ELABORADA CON BASE DE HARINA DE PLÁTANO (Musa AAA cavendish) COMO FUENTE DE PREBIÓTICO

INFORME DE ORIGINALIDAD

U.J.A.T.

5%

ÍNDICE DE SIMILITUD



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
JEFATURA DE ESTUDIOS TERMINALES

FUENTES PRIMARIAS

1	issuu.com Internet	111 palabras — 1%
2	www.scielo.org.co Internet	94 palabras — 1%
3	revistas.uax.es Internet	80 palabras — 1%
4	repositorio.utn.edu.ec Internet	70 palabras — < 1%
5	edoc.pub Internet	64 palabras — < 1%
6	es.slideshare.net Internet	62 palabras — < 1%
7	pdfs.semanticscholar.org Internet	61 palabras — < 1%
8	www.coursehero.com Internet	57 palabras — < 1%
9	thefoodtech.com Internet	55 palabras — < 1%