



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**DETERMINACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DEL
PORCENTAJE DE GRASA Y OPTIMIZACIÓN DEL
PROCESO DE FRITURA EN LA ELABORACIÓN
DE TOSTONES DE PLÁTANO HARTÓN**

Autor(es)

Yulieth Daniela Castaño Castro

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Carepa, Colombia

2024





Determinación y estandarización del porcentaje de grasa y optimización del proceso de fritura en la elaboración de tostones de plátano hartón

Yulieth Daniela Castaño Castro

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniera Agroindustrial

Asesor

Leonardo Eulise Miranda Ramos

Ingeniero Químico. Magíster (MSc) en Ciencias Agroalimentarias

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Agroindustrial
Carepa, Antioquia, Colombia

2024

Cita	(Castaño Castro, 2023)
Referencia	Castaño Castro, Y. D. (2023). <i>Determinación y estandarización del porcentaje de grasa y optimización del proceso de fritura en la elaboración de tostones de plátano hartón</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Carepa, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Biblioteca Sede Estudios Ecológicos y Agroambientales Tulenapa (Carepa)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedicado a mi familia, principalmente a mi madre Natalia, porque siempre sabe qué decir y me recuerda todo lo bueno que soy. A mis abuelos, quienes con su constante esfuerzo y sacrificio hicieron posible esta meta y siempre me abrazan incluso en la distancia. A todos aquellos compañeros y amigos que, de cualquier forma, me recordaron lo capaz e inteligente que soy cuando sentía que no podía más, especialmente a Dayana y a Weimar por cambiarme la vida y salvarme de mí misma. A las mascotas que acompañaron en mis desvelos y me resguardaron de la soledad. Por supuesto, a Víctor, mi otra mitad, por ser incondicional en mi vida y mantener mis pies en la tierra.

A mis ángeles en el cielo, Manuel y Astrid, quienes primero me acogieron como su hija, y ahora me protegen y me guían cuando olvido el camino.

Gracias a todos ellos estoy aquí. Su amor, apoyo y confianza han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a mi Alma Máter, la Universidad de Antioquia, por ser un lugar que me permitió crecer académica y personalmente. A todos los docentes que aportaron a mi formación, en especial a los Ingenieros Mauricio Sierra y Leonardo Miranda por confiar en mis capacidades y brindarme su sabiduría y conocimiento en cada etapa de este proceso.

A la empresa Comercializadora Internacional Uniban S.A, por abrir sus puertas y ofrecer una experiencia de formación íntegra. Al Ingeniero Juan Carlos Acevedo por su guía, enseñanza y apoyo durante mis procesos de iniciación profesional.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

On the shoulders of giants.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
1 Planteamiento del problema	14
1.1 Antecedentes	15
2 Justificación.....	18
3 Objetivos	20
3.1 Objetivo general	20
3.2 Objetivos específicos.....	20
4 Marco teórico	21
5 Metodología	24
Selección y preparación de la materia prima	24
Proceso de fritura	24
Caracterización del producto.....	24
Determinación del porcentaje de grasa y Porcentaje de humedad.....	24
Características físicas.....	25
Características organolépticas.....	25
Cálculo del rendimiento del aceite utilizado	26
Análisis estadístico	26
6 Resultados	28
Configuración de freído	28
Caracterización de los productos obtenidos	29
Características fisicoquímicas.....	29

Características organolépticas.....	30
Cálculo del rendimiento	32
7 Discusión.....	33
Contenido de grasa y humedad	33
Evaluación sensorial.....	35
Aspectos económicos	36
8 Conclusiones	37
9 Recomendaciones.....	38
Referencias	39
Anexos.....	41

Lista de tablas

Tabla 1. Resultados de análisis bromatológico de contenido de humedad y grasa para tostones de plátano elaborados por C.I Uniban S.A.....	25
Tabla 2. Formato de encuesta empleado por C.I Uniban para la evaluación sensorial de productos.	26
Tabla 3. Resultados obtenidos en pruebas de contenido de humedad y grasa en tostones de plátano hartón.....	30
Tabla 4. Resultados ponderados de la evaluación sensorial para tostones de plátano hartón a diferentes condiciones de fritura.	31
Tabla 5. Tostones de plátano hartón terminados a diferentes parámetros de fritura.....	31
Tabla 6. Cálculo del rendimiento del aceite para tostones obtenidos en cada temperatura de segundo freído.	32

Lista de figuras

Figura 1. Contenido promedio de humedad y grasa expresado en % para cada una de las combinaciones de freído.....	33
---	----

Siglas, acrónimos y abreviaturas

C.I	Comercializadora internacional
ENSIN	Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia
g	Gramos
HDL	High-Density Lipoprotein. Lipoproteína de alta densidad
Kg	Kilogramos
LDL	Low-Density Lipoprotein. Lipoproteína de baja densidad.
mL	Mililitros
MSc	Magister Scientiae
NIR	Near-infrared spectroscopy. Espectroscopía de infrarrojo cercano.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo principal optimizar el proceso de fritura de tostones de plátano hartón, buscando obtener un producto con el menor contenido de grasa posible. Para lograrlo, se llevaron a cabo ensayos en la empresa C.I Unibán S.A, donde se analizaron detalladamente los parámetros de fritura, se determinó el porcentaje de grasa en los tostones y se evaluó el efecto de diferentes condiciones de temperatura y tiempo en el rendimiento del proceso y en las características fisicoquímicas y sensoriales del producto. La materia prima utilizada fueron plátanos de variedad hartón de la región de Urabá. El proceso de fritura se realizó en una freidora automática, ajustando las temperaturas y tiempos según los parámetros estándar de la empresa. Se determinó el contenido de grasa y humedad de los tostones mediante análisis por espectroscopía infrarroja cercana, y se evaluaron sus características sensoriales y físicas. Los resultados mostraron que la configuración óptima de fritura consiste en un primer freído a 160°C durante 2:30 minutos, seguido de un segundo freído a 170°C durante 2:30 minutos. Esta configuración permitió obtener tostones con un contenido de grasa promedio del 22,98%, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos por la empresa, contribuyendo a su calidad nutricional y a la satisfacción del consumidor. Además, se observó que el aumento de la temperatura de fritura condujo a una disminución significativa en el contenido de grasa de los tostones.

Palabras clave: tostones de plátano, contenido de grasa, optimización, fritura, oleína de palma.

Abstract

The main objective of this study is to optimize the frying process of plantain tostones, seeking to obtain a product with the lowest possible fat content. To achieve this, trials were carried out at C.I. Unibán S.A., where the frying parameters were analyzed in detail, the percentage of fat in the tostones was determined, and the effect of different temperature and time conditions on the yield of the process and on the physicochemical and sensory characteristics of the product was evaluated. The raw material used was plantains of the “hartón” variety from the Urabá region. The frying process was carried out in an automatic fryer, adjusting temperatures and times according to the company's standard parameters. The fat and moisture content of the tostones was determined by near infrared spectroscopy analysis, and their sensory and physical characteristics were evaluated. The results showed that the optimum frying configuration consists of a first frying at 160°C for 2:30 minutes, followed by a second frying at 170°C for 2:30 minutes. This configuration allowed obtaining tostones with an average fat content of 22.98%, meeting the quality standards established by the company, contributing to their nutritional quality and consumer satisfaction. In addition, it was observed that the increase in frying temperature led to a significant decrease in the fat content of the tostones.

Keywords: plantain tostones, fat content, optimization, frying, palm olein.

Introducción

La fritura es una operación unitaria utilizada de manera popular para cocinar alimentos ya que permite conseguir un producto de sabor agradable y crocante por medio de la inmersión en aceite (generalmente de origen vegetal) por encima del punto de ebullición del agua, actuando el aceite como transmisor de calor y permitiendo obtener un producto crujiente a medida que se transfiere el agua del alimento al aceite (Montes et al., 2016). Sin embargo, la fritura también puede aumentar el contenido de grasa de los alimentos, y su presencia puede afectar directamente el sabor y textura de estos, sin mencionar las repercusiones significativas para la salud de los consumidores, contribuyendo a padecimientos como la obesidad y enfermedades coronarias. (Bouchon, 2009)

En este contexto, este proyecto se centra en la optimización del proceso de fritura de tostones de plátano hartón, una deliciosa especialidad culinaria que se ha desarrollado en la empresa C.I Uniban S.A. La optimización se dirige hacia la reducción del contenido de grasa en el producto final, con el objetivo de adaptar sus propiedades sensoriales a las tendencias y preferencias de los clientes finales. Al mismo tiempo, esta optimización busca aumentar el rendimiento del proceso de producción, lo que se traduce en costos de producción menores y, potencialmente, un producto más competitivo en el mercado.

Este proyecto se desarrolla en tres etapas claramente definidas:

- **Elaboración de Tostones:** En la primera etapa, se producen los tostones de plátano hartón a nivel de laboratorio utilizando diferentes combinaciones de parámetros de tiempo y temperatura para la fritura. Esto permite evaluar cómo las variaciones en el proceso de fritura pueden influir en la textura y contenido de grasa del producto final, en este caso, de los tostones.
- **Caracterización de los Tostones:** La segunda etapa se centra en la caracterización de los tostones previamente elaborados. Se analizan aspectos nutricionales, como el contenido de grasa y humedad, así como características sensoriales clave, como la textura, el sabor y el aroma. Estos datos proporcionan una comprensión profunda de cómo las diferentes condiciones de fritura impactan en las propiedades de los tostones.

- Cálculo del rendimiento del aceite: La tercera y última etapa consistirá en el cálculo de los rendimientos del aceite en términos de kilogramos de producto obtenido/kilogramos de aceite consumido, de acuerdo con el contenido de grasa absorbida por los tostones obtenidos en los diferentes procesos de fritura evaluados. Esto permitirá una comparación detallada de los resultados y ayudará a identificar la combinación de parámetros que optimiza tanto la calidad como la eficiencia del proceso.

Se espera que los resultados de este proyecto sean altamente beneficiosos. No solo se anticipa una mejora en la calidad nutricional de los tostones de plátano hartón producidos por C.I Uniban, con una reducción del contenido de grasa, sino también la preservación de las características organolépticas que son apreciadas en el mercado. Este enfoque equilibrado busca satisfacer tanto las demandas de los consumidores conscientes de la salud como las necesidades de una producción eficiente y rentable en la empresa.

1 Planteamiento del problema

La producción de tostones de plátano hartón es una práctica arraigada en la región de Urabá, que representan una clara oferta para la demanda de consumidores locales e internacionales. Los tostones se caracterizan por su sabor auténtico y su textura crujiente, lo que los convierte en un alimento popular y tradicional en la gastronomía latina en todo el mundo. Sin embargo, a pesar de su potencial, en la empresa C.I. Unibán S.A. la producción de tostones de plátano hartón enfrenta desafíos significativos relacionados con la calidad nutricional, cómo lo son el exceso de grasas saturadas o su perfil organoléptico, así como la eficiencia del proceso.

Uno de los principales desafíos radica en el contenido de grasa de los tostones. La fritura, una etapa crítica en la producción de tostones, es esencial para lograr la textura crocante que los caracteriza. Sin embargo, este proceso también aumenta el contenido de grasa en los tostones, lo que puede tener implicaciones negativas para la salud de los consumidores y afectar su aceptación en un mercado cada vez más orientado hacia opciones alimenticias más saludables.

Según información brindada por el equipo de Desarrollo de Nuevos Productos de la empresa, actualmente la retención de grasa de los tostones que se encuentran en desarrollo es de aproximadamente 28%. Este valor ha sido obtenido por métodos un poco inexactos como lo es la medida por diferencia de peso con ayuda de una prensa, en la cual se retira mecánicamente la grasa retenida del producto final triturado con un peso inicial conocido y nuevamente se pesa el producto restante. El método descrito se ha considerado cuestionable debido a la inexactitud de este, pues al realizarlo es evidente que no se extrae el 100% de la grasa residual, lo que arrojará un resultado con un margen de error mayor a otros métodos como pueden ser el Soxhlet o la espectroscopía por infrarrojo cercano. Es por esto por lo que la empresa busca conseguir un producto final de mínimo 24% de contenido de grasa, lo que significa una reducción de este factor por lo menos en un 14,2%, sin sacrificar su calidad sensorial, convirtiéndose en un objetivo esencial tanto para la empresa C.I. Unibán S.A. como para el desarrollo de esta práctica.

Además del contenido de grasa, el proceso de fritura de los tostones de plátano hartón también enfrenta desafíos relacionados con la eficiencia del proceso y el rendimiento del aceite utilizado. El proceso actual podría no ser el más eficiente en términos de costos de producción, y

existe una necesidad evidente de evaluar y mejorar estos aspectos para mantener la competitividad en el mercado.

Por lo tanto, el planteamiento del problema se centra en las siguientes cuestiones clave:

Contenido de grasa y optimización del proceso: ¿Cómo se puede reducir el contenido de grasa en los tostones de plátano hartón sin comprometer sus propiedades organolépticas y su aceptación por parte de los consumidores, al tiempo que se optimice el proceso de fritura para mejorar la eficiencia, reducir costos de producción y aumentar el rendimiento sin comprometer la calidad del producto final.?

Competitividad en el Mercado: ¿Cómo puede la empresa C.I. Unibán S.A. adaptarse a las tendencias cambiantes del mercado, que demandan alimentos más saludables, manteniendo al mismo tiempo la autenticidad y calidad de sus tostones de plátano hartón?

Este proyecto busca abordar estas interrogantes y contribuir a la mejora de la calidad nutricional y la eficiencia del proceso de producción de tostones de plátano hartón, asegurando así su relevancia y competitividad en el mercado actual.

1.1 Antecedentes

En el estudio titulado “Pérdida de humedad y absorción de aceite durante fritura de tajadas de plátano (*Musa paradisiaca* L.)” de Bermúdez et al. (2016), se estudió el efecto de la temperatura y el tiempo sobre la pérdida de humedad y ganancia de aceite, para luego determinar el coeficiente de difusión en la fritura por inmersión de tajadas de plátano hartón maduro cortado en rodajas de 4 mm de espesor. Se realizó la fritura en aceite de palma a temperaturas de 160, 170 y 180°C, siendo esta última temperatura en la que se presenta mayor evaporación del agua respecto a las otras dos. Además, para el estudio se tuvieron en cuenta los intervalos de tiempo de 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 segundos, y entonces, respecto a la absorción de aceite, se observó que, para una misma temperatura, a medida que transcurre el tiempo aumenta el contenido de aceite en el producto, alcanzando la absorción máxima a los 60 segundos a temperatura de 160°C, y la menor absorción a los 180°C en un tiempo de 75 segundos de proceso.

Cardenas, (2012) realizó un estudio nombrado “Comparación de la absorción de grasa entre el plátano hartón verde (*Musa paradisiaca*) crudo y precocido, después de la fritura en aceite de mezclas vegetales” cuyo fin era establecer un método de preparación para fritura de plátano hartón en forma de tostón (llamado “patacona” en dicho trabajo), que produjera la menor absorción de grasa en aceite vegetal reutilizado mientras evaluaban la influencia de esta reutilización. Se realizaron ensayos en la mitad de las muestras con precocción en microondas durante 10 minutos, mientras que la otra mitad de las muestras se dejaron en su estado crudo. Posteriormente la totalidad de las muestras fue secada a una temperatura de 100°C durante 5 horas para luego pulverizar y emplear un proceso de extracción de grasa determinando así el porcentaje de grasa absorbida en cada muestra. Los resultados obtenidos por Cárdenas indican que el promedio de grasa absorbida luego del proceso de fritura en aceite de mezclas vegetales reutilizado fue de 32,23% para las muestras de plátano crudo. Cabe mencionar que las condiciones de fritura para este ensayo fueron: un tiempo total de fritura de 8 minutos, con un grosor de 6 mm, con una temperatura de primer freído a 160°C y 175°C para el segundo. Finalmente se determinó que la reutilización del aceite si es un parámetro que influye en la absorción de grasa, puesto que al incrementar el número de frituras aumentó la absorción de grasa.

Según Gualtero, (2011), que realizó un estudio en su tesis titulada “Incidencia en la cantidad de grasa absorbida en plátano hartón verde (*Musa paradisiaca*) en fritura, por el uso de aceite de mezcla de aceites vegetales reutilizado”, donde procesó muestras de tostones de plátano hartón y obtuvo un producto con 22,74% de grasa absorbida, halló que su producto se encontraba por encima del valor de referencia de 19,1%. De acuerdo con Gualtero, este valor fue obtenido de la Tabla de Composición de Alimentos de Colombia, del 2005.

Respecto a la ingesta de lípidos en la población, y teniendo en cuenta que en Colombia las enfermedades cardiovasculares representan la principal causa de mortalidad en el país, los resultados que arrojaron la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN) de 2005, indican que la dieta usual de los colombianos no se caracteriza por un exceso en la ingesta de grasa total; sin embargo, al analizar el tipo de grasa consumida se observó que el 25,8% de la población ingiere más del 10% del valor calórico total de grasa saturada. (Instituto Colombiano de

Bienestar Familiar, 2005) Además, con la información encontrada en la ENSIN del 2010, el 95,2% de la población consume alimentos fritos, diariamente el 32%, se indica que existe un riesgo para la salud colombiana atribuido a la ingesta de grasas saturadas. (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2010).

2 Justificación

La justificación de este proyecto se basa en la necesidad de abordar desafíos críticos que enfrenta la producción de tostones de plátano hartón en la empresa C.I Unibán. Para esto, las razones claves que respaldan la ejecución de este proyecto serán la mejora continua de la calidad nutricional, la eficiencia en la producción industrial de tostones, la preservación de la tradición culinaria que implica este producto, y una mejora en la satisfacción del consumidor.

La reducción del contenido de grasa absorbida en los tostones de plátano por lo menos en un 15%, representaría un alineamiento del producto con las tendencias de salud y alimentación consciente que los consumidores buscan en la actualidad, pues el valor de grasa absorbida estaría más acorde con los valores competidores que se encuentran alrededor del 24%. Este proyecto contribuirá a la mejora de la calidad nutricional de los tostones, brindando un contenido de grasa menor mientras se consiguen las mejores propiedades organolépticas, lo que puede ser un diferenciador importante en el mercado y permitir la competencia justa.

Por otro lado, la producción de tostones de plátano hartón aporta y fortalece la tradición culinaria latina importante en la región de Urabá y esta comunidad alrededor el mundo, que con su autenticidad y la versatilidad que ofrecen para combinar con otros alimentos, son altamente valorados. Es así como la optimización del proceso de fritura en la elaboración de tostones permitirá mantener esta tradición culinaria mientras se adapta a las expectativas cambiantes de los consumidores en busca de opciones más saludables. Reducir el contenido de grasa sin comprometer las características sensoriales y la textura crujiente deseada de los tostones, puede satisfacer las demandas de los consumidores que buscan opciones más saludables y, al mismo tiempo, mantener la satisfacción de aquellos que buscan la autenticidad de este plato tradicional.

La optimización del proceso de fritura no solo tiene un impacto en la calidad de los tostones, sino también en la eficiencia de la producción y los costos asociados. La reducción de costos de producción puede hacer que el negocio sea más competitivo y sostenible a largo plazo, porque al obtener un producto con menor retención de aceite, aumenta el tiempo que puede utilizarse la misma cantidad de este, por lo tanto, las renovaciones de oleína se pueden hacer de manera menos frecuente, y esto representa en un menor gasto económico en el mismo periodo de tiempo.

Este proyecto también genera impacto indirecto en la comunidad, ya que la producción de plátano en Colombia involucra a agricultores campesinos familiares, y el progreso en el desarrollo de este producto representa beneficios a esta parte esencial de la economía local proporcionando empleos directos e indirectos a una gran cantidad de personas, pues de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, (2018), se generan alrededor de 3 empleos por hectárea de producción de plátano. Además, cabe mencionar el aprovechamiento de plátano hartón no aptos para exportación para el desarrollo de este producto.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Optimizar el proceso de fritura de tostones de plátano hartón mediante la determinación de las condiciones de temperatura y tiempo que permitan obtener un producto con el menor contenido de grasa posible.

3.2 Objetivos específicos

- Analizar al detalle el proceso de fritura utilizado en la producción de tostones de plátano hartón en la empresa C.I Unibán S.A, identificando los parámetros y variables involucrados, incluyendo el tipo de aceite utilizado, con el fin de aportar de manera asertiva a la mejora de este.
- Determinar el porcentaje de grasa en tostones de plátano hartón elaborados con diferentes procesos de fritura.
- Evaluar el efecto en el rendimiento del aceite utilizado en el proceso de elaboración de tostones de plátano en función de diferentes condiciones de temperatura y tiempo.
- Establecer y evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de los tostones de plátano hartón elaborados a diferentes condiciones de proceso.
- Proporcionar a la empresa C.I Uniban S.A, la mejor opción para la elaboración de sus tostones a partir de plátano hartón.

4 Marco teórico

El plátano macho o plátano hartón, es una variedad de plátano proveniente de la familia de las Musáceas, que por su nombre científico se conoce como *Musa Paradisiaca Var. Hartón*. Tiene una forma alargada y curvada, que puede llegar a pesar unos 200 a 400 gramos o más por unidad. Su piel es gruesa y verde, y su pulpa de color blanco, con una consistencia harinosa y su sabor, a diferencia de otros plátanos, no es dulce ya que posee un bajo contenido de azúcares o carbohidratos sencillos. Por el contrario, es una fruta con un elevado contenido de hidratos de carbono complejos como el almidón, por lo que no es apto para su consumo en crudo. Es rico en minerales como el potasio, el magnesio, apenas contiene sodio y también aporta vitaminas del grupo B, aunque la mayor parte se pierden durante su cocción. (Colombia & S.A.S, 2020). El cultivo de plátano es el cultivo frutal más sembrado en Colombia, y hace parte de la canasta básica colombiana por su cultivo en regiones tropicales y sus características alimenticias, representando uno de los cultivos más importantes para la seguridad alimentaria del país. Además, este producto reporta en promedio 1 empleo directo y 2 indirectos por hectárea, para cultivos con producción tecnificada para exportación. (Ministerio de Agricultura, 2018)

Urabá es una de las 9 subregiones del departamento de Antioquia, y la única de carácter costero, que se ubica en el noroccidente de Colombia, limitando al norte y noroeste con el Golfo de Urabá, al oriente con el departamento de Córdoba y con la subregión de Occidente, al sur con el departamento del Chocó, las subregiones del Suroeste y del Occidente, y al occidente con el departamento del Chocó. Cuenta con una extensión de 11.664 km², predominan alturas entre 0 y 200 m sobre el nivel del mar, y su temperatura promedio es de 28°C. Esta zona cuenta con un clima tropical y una extensa llanura aluvial con una serie de ríos que favorecen el desarrollo de la producción agrícola. (Gobernación De Antioquia & Departamento Administrativo De Planeación Dirección De Planeación Estratégica Integral, 2010). La zona de Urabá basa su economía en la agricultura, destacándose en la producción de banano y plátano para exportación. Para el año 2017, Antioquia tenía un 14% del área sembrada del plátano del país, convirtiéndose en el principal departamento productor de plátano con cerca de 65.000 hectáreas establecidas, con una producción de 508.277 toneladas, siendo el plátano hartón la variedad más cultivada y solicitada por el mercado

de exportación. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018). Sin embargo, de acuerdo con el Boletín Técnico Componente Abastecimiento de Alimentos del DANE, (2023) este departamento ocupa el cuarto lugar en abastecimiento de plátano hartón en el mercado mayorista, participando con una cantidad de 238.008 toneladas, destacando la producción de la subregión de Urabá, quien además exporta la mayor parte de su producción y comercializa en el mercado interno el restante. Cabe mencionar que, según el sitio web de Unibán, esta empresa cuenta con aproximadamente 8.600 hectáreas de producción de plátano.

El aceite de palma es extraído mecánicamente del mesocarpio del fruto de la palma africana *Elaeis guineensis*. Es un aceite constituido por una mezcla de triésteres, también es una fuente natural de carotenos y vitaminas. Su composición de ácidos grasos saturados e insaturados, le otorgan una versatilidad que permite su empleo tanto en su fracción sólida o también llamada estearina, como en su forma líquida o bien llamada oleína, para la elaboración de mezclas de aceites y margarinas de mesa y cocina, repostería, entre otras industrias. Su composición química se constituye por los ácidos grasos insaturados como el oleico en una proporción entre 36 y 44% y el linoleico entre 9 y 12%. Así como los ácidos grasos saturados palmítico en un 36 a 47,5%, y esteárico en un 3,5 a 6%. (Rincón & Martínez, 2009)

Entre las características importantes de la oleína de palma con relevancia para la salud, se encuentra la biodisponibilidad de estos ácidos grasos insaturados, pues esto disminuye las concentraciones de colesterol perjudicial (LDL) y potencia las acciones beneficiosas del colesterol HDL o también llamado colesterol bueno (Stanley, 2008). Así mismo, su alto contenido e antioxidantes naturales como los carotenos y la vitamina E, influye en la disminución del nivel de colesterol sérico total (Pereira, 2000) y en el tratamiento de enfermedades degenerativas como el cáncer (Miyazawa et al., 2009).

Por otro lado, respecto a las propiedades del producto, se puede decir que el alto contenido de antioxidantes naturales que posee, influye positivamente en la estabilidad del aceite, ya que actúan inhibiendo el proceso de peroxidación lipídica sobre los ácidos grasos insaturados, el cual es responsable de los cambios organolépticos de la oleína (Rincón & Martínez, 2009).

Los tostones de plátano, también conocidos como patacones en algunas regiones, son un plato tradicional ampliamente consumido normalmente como guarnición en diversas culturas. Estos son el resultado de llevar algunas rodajas de plátano verde a un proceso de fritura, caracterizado por una doble cocción. Durante la primera cocción, las rodajas de plátano son fritas hasta que adquieren una textura tierna en el interior. Luego, son aplastadas y fritas nuevamente hasta que se obtiene una textura exterior crujiente y dorada. Esta técnica culinaria combina las características únicas del plátano verde con la transformación química que ocurre durante la fritura, dando como resultado un alimento que se destaca por su contraste de texturas y sabor, que además es apreciado por su versatilidad y su capacidad para acompañar una variedad de platos y salsas. (Flores del Valle, 2013)

5 Metodología

Selección y preparación de la materia prima

Para los ensayos de esta investigación se seleccionan plátanos de variedad *hartón*, y para confirmar que se encontraban en un estado de madurez verde, se le midieron los °Brix. Estos plátanos son suministrados por la planta de producción de Snacks de C.I Unibán, la cual los obtiene gracias a la compra a productores de la región de Urabá afiliados a la empresa C.I Unibán, aportando al aprovechamiento de productos que no cumplen con los parámetros de exportación. Asimismo, el lugar de desarrollo de los ensayos es el laboratorio de Calidad y Desarrollo ubicado en esta misma planta.

Una vez que las frutas están peladas y despuntadas, se cortan utilizando la cortadora automática con un disco de 10 mm con el fin de conseguir discos de un calibre lo más uniformes posible.

Proceso de fritura

Inicialmente se calienta el aceite en la freidora automática, la cual permite establecer temperaturas y temporizadores según los requerimientos del ensayo. Una vez alcanzada la temperatura deseada, con ayuda de un polarímetro se miden los compuestos polares presentes en el aceite con el fin de determinar su viabilidad o estado actual con respecto a la calidad de este.

Las rodajas de plátano son freídas según los parámetros (temperatura y tiempo) estándar establecidos por la empresa para la elaboración de este producto.

Una vez completado el primer freído, las rodajas son prensadas hasta obtener un calibre de $2,5 \pm 0,2$ mm, para nuevamente ser freídas y finalmente obtener los tostones de plátano.

Caracterización del producto

Determinación del porcentaje de grasa y Porcentaje de humedad

Utilizando el analizador de alimentos por infrarrojo “Infralab” que posee el laboratorio, se analizan las muestras realizadas a los diferentes parámetros. Este equipo funciona mediante espectroscopía infrarroja cercana (NIR), cuya técnica utiliza la luz infrarroja para analizar la composición de la muestra midiendo la intensidad de la luz reflejada y comparándola con la

biblioteca de datos de referencia que se han programado previamente, determinando así algunos componentes de la muestra (Osborne, 2000). En este caso, se aplica para medir los componentes de interés: el porcentaje de humedad y de grasa de los productos terminados.

Los datos de referencia empleados en la configuración del equipo “Infralab” para este ensayo, se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de análisis bromatológico de contenido de humedad y grasa para tostones de plátano elaborados por C.I Uniban S.A

Análisis fisicoquímico	Resultado	Unidades	Método
Grasa	23,04	g/100g	IN-GS-3.050 V14 (Soxhlet)
Humedad	6,16		IN-GS-3.053 V14 (Estufa)

Características físicas

Se evalúan las características físicas del producto relacionadas con su apariencia. El tamaño de los tostones es medido utilizando un pie de rey digital marca Mitutoyo. La crocancia, apariencia, y color del tostón, son características cualitativas evaluadas sensorialmente por medio de un formato predeterminado por la empresa, tipo encuesta donde se califican de 1 a 5 estas características. Este formato es el indicado en la tabla 2.

Características organolépticas

El producto final es saborizado según la fórmula de la empresa, es decir, al 1% de sal refinada, para proceder con el análisis sensorial el cuál involucra factores del producto como el sabor, el aroma, o demás sensaciones organolépticas que se puedan encontrar durante la evaluación. Las características sensoriales también se encuentran contenidas en el formato predeterminado por la empresa representado en la tabla 2. Este formato está conformado por una columna donde se enlistan las características a evaluar, seguida de las columnas que correspondan a la cantidad de pruebas que se realizan. Para este caso se emplearon 3 pruebas: A, B y C, correspondientes a cada parámetro evaluado (ver Tabla 4). La metodología del formato consiste en calificar cada aspecto organoléptico luego de probar el producto correspondiente en cada columna según su criterio. Dicha calificación va de 1 a 5, en escala de 1 en 1, donde 1 es una valoración “muy mala” o “muy

desagradable” y 5 “muy buena” o “muy agradable”. El formato también cuenta con un espacio disponible para que el evaluador escriba de manera opcional algunas observaciones adicionales o para que pueda escoger qué muestra prefiere.

Tabla 2. *Formato de encuesta empleado por C.I Uniban para la evaluación sensorial de productos.*

	Prueba		
	A	B	
Color			Observaciones _____ _____ _____ _____
Olor			
Sabor			
Crocancia			
Aspecto			

Cálculo del rendimiento del aceite utilizado

Se calcula el rendimiento del aceite utilizado teniendo en cuenta la cantidad de producto obtenido para cada fritura en kg, así como el porcentaje y, por lo tanto, la cantidad de grasa absorbida por los tostones en kg. Esto permitirá visualizar qué tanto se ve afectado el rendimiento del aceite según la modificación de la temperatura de freído. Cabe mencionar, que, en estos ensayos, se realizaron frituras con la capacidad estándar de la freidora, la cual corresponde a 12,5 litros de aceite y para efectos de conversión, se tiene en cuenta que la densidad de la oleína empleada es de 0.90 g/mL, correspondiendo así a 11,250 kg de oleína para la fritura.

$$Rendimiento\ de\ aceite = \frac{(kg\ de\ producto\ obtenido)}{(kg\ de\ aceite\ absorbido)}$$

Análisis estadístico

Una vez obtenido los datos de porcentaje y humedad para las diferentes combinaciones de tiempos y temperaturas de freído, serán comparados mediante la técnica de análisis estadístico descriptivo, donde se promediarán las lecturas de contenido de humedad y grasa para cada configuración de freído, y se podrá determinar cuál de los parámetros propuestos arroja resultados más convenientes respecto a la calidad del producto evaluando las características organolépticas de los tostones como son el sabor, textura, color, aroma y apariencia general. Asimismo, se

considera fundamental el contenido de grasa y humedad del producto como indicadores de calidad nutricional y sensorial, apuntando a un contenido por debajo del actual, que sea competitivo con los productos similares, pero que, además, no comprometa las características sensoriales, permitiendo obtener un producto final óptimo. Cabe mencionar, que se busca obtener una configuración de freído que permita mejorar la eficiencia del proceso en términos de tiempo de producción, consumo de energía y gasto de materia prima, en este caso la oleína de palma, pues un producto con menor retención de grasa sugiere un gasto menor de aceite, pudiendo producir así tostones de alta calidad y de manera más rápida, reflejándose en un impacto económico positivo y rentable.

6 Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la realización de los ensayos, destacando las observaciones clave y los hallazgos significativos.

Configuración de freído

Se realizaron ensayos con diferentes combinaciones de parámetros de proceso, en este caso tiempo y temperatura, partiendo desde los valores que previamente se tenían contemplados en la empresa para el freído de tostones, los cuales corresponden a una temperatura de 160° C durante 2:30 minutos para el primer freído y 5:10 minutos para el segundo freído a la misma temperatura.

Ya que el primer freído es crucial para obtener una cocción uniforme de los tostones, los primeros ensayos se realizaron con el fin de determinar si era posible reducir la duración total del proceso de fritura, que al momento se encontraba en 7:40 minutos, aumentando la duración del primer freído pero manteniendo la misma temperatura esperando obtener una cocción más completa y que requiriera menor tiempo de fritura en la segunda etapa, pues a una mayor temperatura, no se conseguirá una cocción homogénea sino mayormente superficial, lo cual impediría obtener un producto crocante debido a que la humedad del plátano no se evapora lo suficiente, a medida que se genera un aspecto más oscuro e indeseado. De esta manera, se ensayó el primer freído a 3:00 minutos, lo cual efectivamente arrojó una fritura con un resultado más oscuro, pero no descartable, y finalmente se determinó organolépticamente que no había diferencias relevantes en la cocción que pudieran afectar al segundo freído, razón por la que esta duración fue descartada y se estableció que lo más conveniente era que los parámetros del primer freído continuaran como inicialmente estaban planteados por Unibán, es decir, 160° C durante 2:30 minutos.

De esta manera, se realizaron modificaciones directamente en la temperatura del segundo freído, hasta hallar el punto óptimo entre tiempo y temperatura que permitiera obtener un tostón de sabor característico y agradable, color adecuado y crocancia esperada por el consumidor final. Así entonces, las temperaturas propuestas por el equipo de trabajo fueron 170 °C, 175 °C y 180 °C. Se ensayó el comportamiento de la fritura en el tiempo, observando que, para las dos primeras, a los 3 minutos se obtenía un producto conforme, pero cerca de quemarse. Así entonces, se procedió a

reducir dicho tiempo 30 segundos, y se obtuvieron productos más favorables, pero sin diferencias relevantes entre una temperatura y la otra, por lo cual se concluyó que los mejores resultados para este freído, respecto a la textura (crocancia) y demás propiedades organolépticas del producto, fueron los tostones obtenidos con la configuración de temperatura de 170°C y una duración de 2:30 minutos.

Por otro lado, respecto a la temperatura de 180 °C, al observar el comportamiento de su fritura, se pudo apreciar que el tostón se quema rápidamente y de manera heterogénea según la diferencia en el calibre de este, quemando primero las partes con calibre más delgado, que en este caso suelen ser los bordes. Debido a esto, esta temperatura se descartó, pues generaba un producto incompatible con las características buscadas en el mercado.

Caracterización de los productos obtenidos

Características fisicoquímicas

El porcentaje de humedad y de grasa del producto terminado fueron medidos realizando lecturas en el analizador de alimentos por espectroscopía infrarroja cercana, pesando muestras de aproximadamente 50 gramos de tostones, para realizar 3 repeticiones diferentes por cada muestra según los parámetros, es decir, se realizaron entre 145 y 150 gramos de tostones por cada combinación de temperaturas. Según Aji & Yunita (2023), El método de espectroscopía NIR, es igual de preciso al método Soxhlet pero es más recomendable por varias razones, empezando por ser seguro para el producto, ya que no lo destruye ni lo modifica durante el análisis; asimismo, presenta una ventaja en términos de tiempo ya que las lecturas pueden tardar solo unos segundos. Como se puede observar en la tabla 2, el dato de referencia para programar el analizador de alimentos por NIR para realizar el análisis de las muestras de tostones elaborados fue obtenido empleando el método de determinación de grasa mediante extracción Soxhlet.

Así entonces, de acuerdo con los resultados recopilados en la tabla 3, el promedio de contenido de grasa de los tostones para una temperatura de segundo freído de 160 °C durante 5:10 minutos es de 32,81%, con una desviación estándar de 1,14%, y contenido de humedad aproximadamente del 8,32%. Por otra parte, para tostones freídos a una temperatura de 170 °C el contenido promedio de humedad fue de 8,49%, con un porcentaje promedio de grasa del 22,98% con desviación estándar de 1,6%. Finalmente, los tostones freídos a 180°C fueron evaluados de

igual manera, a pesar de haber sido descartada esta temperatura por sus características sensoriales, y esto arrojó contenidos de grasa promedio de 20,40% y una humedad aproximada de 6,25%.

Tabla 3. Resultados obtenidos en pruebas de contenido de humedad y grasa en tostones de plátano hartón.

Temperatura de segundo freído (°C)	Duración (min)	% Humedad	% Humedad promedio	% Grasa	% Grasa promedio
160	5:10	7,92	8,32	32,08	32,81
		8,70		34,12	
		8,35		32,22	
170	2:30	8,49	8,49	23,07	22,98
		7,91		24,52	
		9,06		21,36	
180	2:00	6,11	6,25	20,11	20,40
		6,90		21,43	
		5,75		19,65	

Características organolépticas

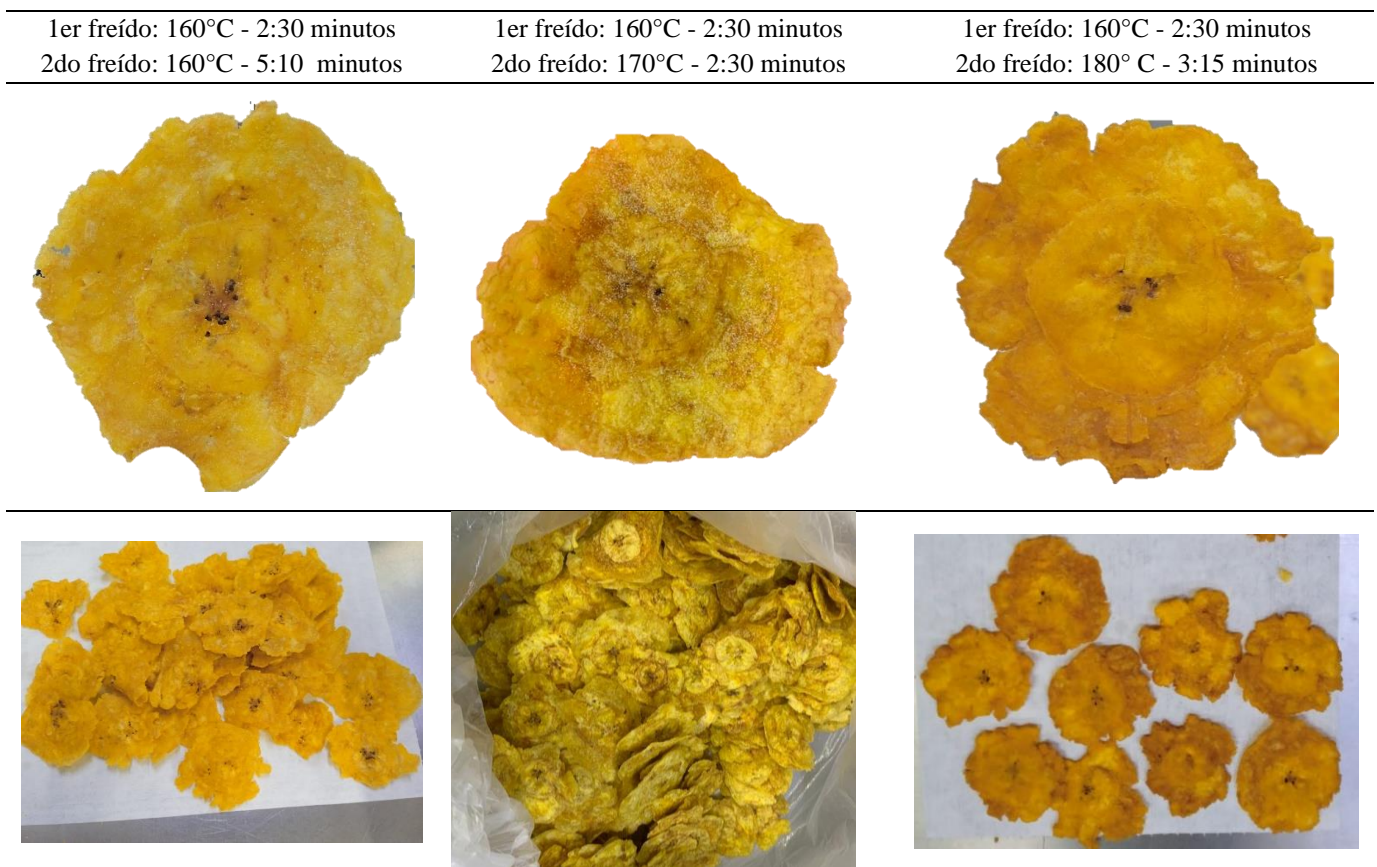
El análisis sensorial para las muestras elaboradas se ponderó con la recopilación de las respuestas escritas manualmente en el formulario que provee la empresa para este fin cuando se requiere realizar pruebas de comparación organoléptica de cualquier producto, en este caso, tostones de plátano hartón a 3 diferentes temperaturas de freído. Las personas consultadas para estos resultados fueron 3 inspectores de calidad, 1 practicante de calidad, 2 operarios de planta, 1 supervisor de calidad, y mi persona.

Tabla 4. Resultados ponderados de la evaluación sensorial para tostones de plátano hartón a diferentes condiciones de fritura.

	Temperatura de segundo freído		
	160°C	170°C	180°C
Color	4,250	4,625	3,375
Olor	4,500	4,500	4,000
Sabor	4,250	4,750	3,375
Crocancia	4,000	4,625	2,750
Aspecto	4,375	4,500	3,000

En la tabla 5, de izquierda a derecha en la fila superior, se puede apreciar la apariencia de manera individual de los tostones que tuvieron el segundo freído a una temperatura de 160°C, 170°C y 180°C respectivamente. Así mismo, en la fila inferior correspondiente a estos, se plasman fotografías de los mismos tostones en mayor cantidad.

Tabla 5. Tostones de plátano hartón terminados a diferentes parámetros de fritura



Cálculo del rendimiento

Se ha calculado el rendimiento de aceite con el fin de identificar las variaciones respecto a la temperatura de segundo freído. En la tabla 6 se recopilaron los datos de cálculo de rendimiento de aceite, donde se puede observar que el rendimiento de los tostones que fueron freídos a la temperatura seleccionada como óptima, es decir, 170°C, aumentó significativamente respecto a la configuración previa (160°C), dando un resultado favorable ya este valor representa que por cada kilogramo de aceite utilizado en el proceso de fritura, se obtienen 4.351 kg de producto freído, lo que se refleja en una menor cantidad de aceite utilizada para obtener un kg de producto, y por lo tanto, menores costos de producción.

Tabla 6. *Cálculo del rendimiento del aceite para tostones obtenidos en cada temperatura de segundo freído.*

Temperatura de segundo freído (°C)	% Grasa	Gramos de producto obtenido (kg)	Gramos de aceite en el producto (kg)	Rendimiento de aceite (kg/kg)
160	32,81	0,150	0,049	3,048
170	22,98	0,150	0,034	4,351
180	20,40	0,150	0,031	4,903

7 Discusión

Contenido de grasa y humedad

Es importante tener en cuenta que los resultados de esta práctica son consistentes con los resultados de otros estudios que han investigado el contenido de grasa de los tostones, como por ejemplo el de Gualtero, (2011), donde se realizó la fritura de tostones en condiciones similares (Temperatura primer freído: 160°C, temperatura segundo freído: 170°C, 8 minutos de proceso), y se obtuvo un promedio obtenido de grasa absorbido del 22,7%. En general, se ha encontrado que el contenido de grasa de los tostones aumenta a medida que aumenta la temperatura de fritura. Esto se atribuye a que, a mayor temperatura el aceite disminuye su viscosidad y este se absorbe más fácilmente en los tostones, lo da como resultado como una mayor retención de grasa en el producto final.

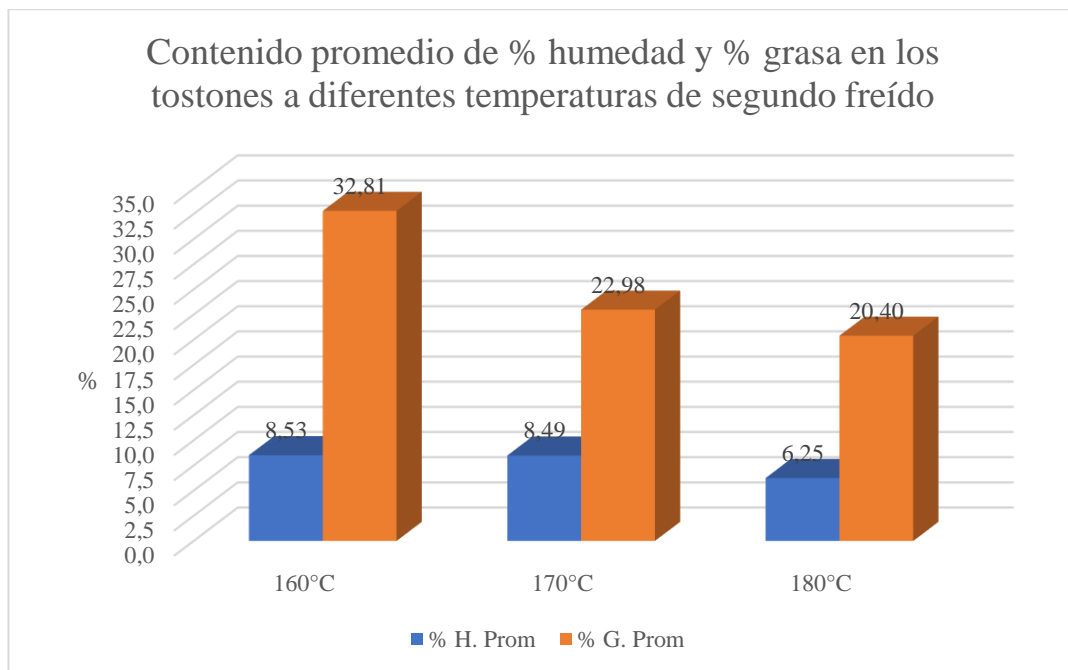


Figura 1. Contenido promedio de humedad y grasa expresado en % para cada una de las combinaciones de freído.

Sin embargo, para estas pruebas, se observa que a medida que aumenta la temperatura, se presenta una disminución en el contenido de grasa de los productos. Esto se atribuye a la reducción del tiempo de fritura, pues a pesar de aumentar la temperatura de freído, el tiempo de proceso

también fue disminuido, reduciendo así el tiempo de absorción de grasa. Así mismo, es notable que a medida que transcurre el tiempo, disminuye la cantidad de humedad, lo cual se atribuye a la evaporación del agua. Es importante destacar que la disminución de la humedad afecta la textura de los tostones, haciéndolos más crujientes, lo que puede ser considerado como una ventaja, siendo para este caso, una característica deseada.

En el caso de la fritura de tostones a 160 °C se obtuvo en promedio un contenido de grasa de 32,81 %, mientras que los tostones fritos a 170 °C tuvieron un contenido de grasa de 22,98 %. Esto sugiere, que este aumento de 10 °C en la temperatura de fritura daría lugar a una disminución de hasta 29,94% en el contenido de grasa de los tostones, por lo que esta sería la configuración de freído más conveniente hasta el momento.

El desarrollo de esta evaluación ha permitido observar que, empleando el método de análisis por espectroscopía infrarroja cercana, los tostones que inicialmente se habían desarrollado en la empresa, es decir los que su temperatura de segundo freído era 160°C, en realidad tenían un porcentaje de grasa superior al 30% y no del 28% como se había determinado por el método mecánico de diferencia de pesos. Como se planteó inicialmente, el objetivo del desarrollo de esta práctica era obtener un producto con un contenido de grasa por lo menos del 24%, valor de referencia que ya se había establecido por el equipo de Desarrollo de Nuevos Productos anteriormente, basados en estudios de mercado realizados previamente. Así entonces, es posible decir que los parámetros de proceso de fritura, donde los tostones de plátano hartón se fríen primero a 160°C durante 2:30 minutos, y luego de prensados se fríen a 170°C durante 2:30 minutos, permitirán obtener un producto con un contenido de aproximadamente 23% de contenido de grasa retenida. Alcanzar este valor representa una reducción de aproximadamente 30% respecto a los tostones producidos a los parámetros de fritura anteriores, es decir, igualmente con la primera temperatura de freído a 160°C en un tiempo de 2:30 minutos, pero con el segundo freído a la misma temperatura, durante más del doble de tiempo (5:10 minutos).

Evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial proporcionan información crucial sobre la aceptabilidad del producto final, los cuales son fundamentales para comprender la percepción del consumidor y garantizar la calidad del producto.

En general, se observó que los tostones elaborados con la configuración de freído óptima (primer freído a 160°C durante 2:30 minutos y segundo freído a 170°C durante 2:30 minutos) obtuvieron calificaciones favorables en todos los aspectos evaluados. El color de los tostones fue uniforme y atractivo, con un tono dorado que denota una adecuada caramelización durante la fritura, mientras que los tostones freídos a 180°C adquirieron un color más oscuro, generando una apariencia desfavorable. El olor característico del plátano frito fue pronunciado y agradable, lo que contribuye a la percepción sensorial del producto. En cuanto al sabor, se destacó la autenticidad del sabor a plátano, complementado por una leve nota salada que realza su perfil gustativo. Esto podría sugerir que la temperatura de fritura influye en la formación de compuestos aromáticos y sabores deseados en los tostones, lo que los hace más atractivos para el consumidor final.

Uno de los aspectos más destacados fue la crocancia de los tostones, la cual se relaciona directamente con la textura crujiente que se espera de este tipo de producto. Los tostones obtenidos con la configuración óptima de freído presentaron una textura crujiente en la superficie, seguida de una textura firme y agradable en el interior, lo que contribuye a una experiencia sensorial satisfactoria para el consumidor. Esto, de acuerdo con Suaterna, (2008), el objetivo de la fritura consiste en la generación de una estructura compuesta por una corteza crocante, porosa y aceitosa que permite retener los sabores y jugos del alimento, generando características apetecidas por el consumidor.

Estos resultados sugieren que la configuración de freído seleccionada no solo optimiza el contenido de grasa del producto, sino que también preserva las características organolépticas deseables de los tostones de plátano hartón. La combinación de una textura crujiente, un sabor auténtico y un aspecto atractivo hace que estos tostones sean altamente aceptables para los consumidores, lo que respalda su viabilidad comercial en el mercado alimentario.

Aspectos económicos

Los tostones de plátano hartón elaborados con la configuración óptima de freído presentaron una textura crujiente y un contenido de grasa reducido. Esta combinación de características podría contribuir a una mayor estabilidad del producto durante su almacenamiento, ya que la menor cantidad de grasa podría ayudar a retardar la rancidez y prolongar la frescura de los tostones. Además, la crocancia de los tostones podría mantenerse por más tiempo, lo que mejora la experiencia del consumidor y aumenta la aceptabilidad del producto en el mercado.

La optimización del proceso de fritura puede tener un impacto significativo en el costo de producción de los tostones de plátano hartón. Al reducir el tiempo de fritura y la cantidad de aceite utilizada, se pueden lograr ahorros en los costos de energía y materia prima. Además, al mejorar la eficiencia del proceso y reducir el desperdicio de producto debido a una cocción inconsistente, se pueden optimizar los recursos y reducir los costos asociados con la producción. Es importante realizar un análisis detallado de los costos para determinar el impacto exacto en el costo de producción, pero los resultados preliminares sugieren que la optimización del proceso podría generar ahorros significativos a largo plazo.

La implementación de la configuración óptima de freído no solo mejora la calidad y la vida útil del producto, sino que también puede ofrecer beneficios comerciales tangibles para la empresa. Los tostones de plátano hartón con un contenido reducido de grasa y una textura crujiente son más atractivos para los consumidores conscientes de la salud y aquellos que buscan opciones de snacks más saludables. Esto puede aumentar la demanda de los productos de la empresa y mejorar su posicionamiento en el mercado. Además, la optimización del proceso de producción puede aumentar la eficiencia operativa y reducir los costos, lo que contribuye a la rentabilidad y la competitividad a largo plazo de la empresa en la industria alimentaria.

8 Conclusiones

El desarrollo de esta práctica ha permitido determinar que la configuración más adecuada de temperatura y tiempo de freído para la producción de tostones de plátano hartón en la empresa C.I Uniban S.A es un primer freído a 160°C durante 2:30 minutos, seguido de un segundo freído a 170°C durante 2:30 minutos. Esta configuración da como resultado la obtención de tostones con una textura crujiente y un sabor característico, mientras se reduce significativamente (29,9%) el contenido de grasa en base a los parámetros de freído anteriores.

Los análisis fisicoquímicos y sensoriales indican que los tostones elaborados con la configuración óptima de freído presentan un contenido de grasa promedio del 22,98% y un contenido de humedad del 8,49%, lo que se refleja en una mejora significativa en sus características organolépticas como un sabor potenciado, un aspecto más provocativo y una textura crujiente más agradable en comparación con los tostones producidos en las demás configuraciones generando que el producto en general sea altamente atractivo para los consumidores.

La implementación de la configuración óptima de freído no solo sugiere una mejora en la calidad nutricional del producto final ofreciendo un consumo menor de grasa saturadas, sino que también tiene un impacto positivo en los costos del proceso. Se observa una mayor eficiencia en términos de producción relacionada a una reducción en los costos asociados con el consumo de energía y materia prima, en este caso la oleína de palma, atribuidos a una menor absorción de aceite por el producto y, además, a la reducción de tiempo de proceso total de freído, pasando de un proceso de fritura de 7:10 minutos, a un proceso de 5:00 minutos en total. Esto se podrá reflejar en ahorros significativos en los costos de producción, pues se espera que el proceso de fritura se lleve a cabo en lotes, lo que permite aumentar la capacidad de producción y reducción de costos laborales, a medida que los cuellos de botella del proceso tienen menor duración, gracias a la reducción de tiempo total de proceso. Por otra parte, estandarizar esta configuración de freído, podría derivar en una disminución en el desperdicio de producto debido a una cocción inconsistente o productos no conformes debido a su textura.

9 Recomendaciones

Se recomienda la implementación de las condiciones de temperatura y tiempo identificadas como óptimas para la producción de tostones de plátano hartón, además de proporcionar un seguimiento continuo al proceso de fritura, realizando evaluaciones periódicas que permitan identificar oportunidades de mejora.

Teniendo en cuenta que los tostones son un producto que aún se encuentra en etapa de desarrollo para la empresa C.I Uniban S.A, se recomienda continuar realizando estudios de las posibles variables que puedan afectar las características del producto final, especialmente las características organolépticas o su aporte nutricional. Esto podría incluir métodos de cocción, ingredientes adicionales, o la estandarización del calibre de prensado.

Referencias

- Bermúdez, A. A., Romero Barragan, P., & Arrazola Paternina, G. (2016). Pérdida de humedad y absorción de aceite durante fritura de tajadas de plátano (*Musa paradisiaca* L.). *Biología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 119. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(14\)119-124](https://doi.org/10.18684/bsaa(14)119-124)
- Bouchon, P. (2009). Chapter 5 Understanding Oil Absorption During Deep-Fat Frying. In *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 57, pp. 209–234). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)57005-2](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)57005-2)
- Cardenas, N. (2012). *Comparación de la absorción de grasa entre el plátano hartón verde (Musa Paradisiaca) crudo y precocido, después de la fritura en aceite de mezclas vegetales*. [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8907/tesis841.pdf>
- Colombia, C. I. E. de, & S.A.S. (2020). Compañía Import Export de Colombia S.A.S. *Compañía Import Export de Colombia S.A.S*, 0(0), 1.
- DANE. (2023). *Boletín Técnico Componente de Abastecimiento de Alimentos (SIPSA_A)*. 1–26. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/boletin_abastecimiento_feb23.pdf
- Flores del Valle, W. (2013). *Manual técnico para el procesamiento tradicional del plátano*. https://www.musalit.org/viewPdf.php?file=IN140287_spa.pdf&id=15226
- Gobernación De Antioquia, & Departamento Administrativo De Planeación Dirección De Planeación Estratégica Integral. (2010). *Perfil subregional Urabá*. 190. <http://www.antioquia.gov.co/index.php/antioquia/datos-de-antioquia/187-ocultos/6860-perfiles-subregionales>
- Gualtero, M. A. (2011). *Incidencia en la cantidad de grasa absorbida en plátano hartón verde (Musa paradisiaca) en fritura, por el uso de aceite de mezcla de aceites vegetales reutilizado* [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8905/tesis839.pdf?sequence=1>
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2005). Encuesta Nacional de la Situación Nutricional de Colombia. In *Ensin*. <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/NormatividadGestion/ENSIN1/ENSI>

N2005/LIBRO_2005.pdf

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2010). *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia*.

Irfan, I., Aji, I. F., & Yunita, D. (2023). Application of near infrared spectroscopy (nirs) in the measurement of oil loss and its accuracy compared to Soxhlet method. *Jurnal Agroindustri*, 13(2), 107–120. <https://doi.org/10.31186/jagroindustri.13.2.107-120>

Ministerio de Agricultura. (2018). Indicadores e instrumentos cadena Plátano 2018. *Lecturas de Economía*, 52(52), 165–194. [https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2018-10-30 Cifras Sectoriales.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2018-10-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf)

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). *Cadena De Plátano Enero 2018*. 28. [https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2018-01-30 Cifras Sectoriales.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2018-01-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf)

Miyazawa, T., Shibata, A., Sookwong, P., Kawakami, Y., Eitsuka, T., Asai, A., Oikawa, S., & Nakagawa, K. (2009). Antiangiogenic and anticancer potential of unsaturated vitamin E (tocotrienol). *Journal of Nutritional Biochemistry*, 20(2), 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2008.09.003>

Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martínez, N., Fernández, D., Morales, G., & Valenzuela, R. (2016). *Absorción de aceite en alimentos fritos Oil absorption in fried foods*. 43(1), 87–91.

Osborne, B. G. (2000). Near-Infrared Spectroscopy in Food Analysis. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*, 1–14. <https://doi.org/10.1002/9780470027318.a1018>

Pereira, C. C. (2000). Efectos del consumo de aceite de palma sobre el colesterol sérico. *Revista Medica de Colombia*, 21(2), 1–8.

Rincón, M., & Martínez, D. (2009). Análisis de las propiedades del aceite de palma en el desarrollo de su industria. *Revista Palmas*, 30(2), 11–24. <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1432>

Stanley, J. C. (2008). The nutritional reputation of palm oil. *Lipid Technology*, 20(5), 112–114. <https://doi.org/10.1002/lite.200800024>

Unibán. (s.f.). *Fruta fresca*. Recuperado Abril, 2024, de <https://www.uniban.com/fruta-fresca/>

Anexos

Anexo 1. Pruebas sensoriales realizadas para tostones elaborados a diferentes configuraciones de freído, donde el nombre de la prueba representa la temperatura de segundo freído, correspondiendo la prueba A, B, y C, a las temperaturas 160°C, 170°C y 180°C respectivamente.

uniban PLANTA DE SNACKS
TEST SENSORIAL

Fecha: _____
Nombre: _____ Dependencia: _____
Test triangular # 1

Marque la calificación de 1 a 5 en el cuadro, dependiendo de su percepción del producto siendo 1 (malo) y 5 (excelente)

Prueba	Prueba			Observaciones
	A	B	C	
Color	4	4	2	
Olor	5	5	4	
Sabor	4	4	3	
Crocancia	4	5	2	
Aspecto	5	6	3	

Firma _____


uniban PLANTA DE SNACKS
TEST SENSORIAL

Fecha: _____
Nombre: _____ Dependencia: _____
Test triangular # 2

Marque la calificación de 1 a 5 en el cuadro, dependiendo de su percepción del producto siendo 1 (malo) y 5 (excelente)

Prueba	Prueba			Observaciones
	A	B	C	
Color	4	5	3	el color de la prueba A es mas agradable
Olor	5	5	4	
Sabor	4	5	3	
Crocancia	4	4	2	
Aspecto	4	4	3	

Firma _____

 **PLANTA DE SNACKS
TEST SENSORIAL**

Fecha: _____


Nombre: _____ Dependencia: _____

Test triangular # 3

Marque la calificación de 1 a 5 en el cuadro, dependiendo de su percepción del producto siendo 1 (malo) y 5 (excelente)

Prueba	A	B	C	Observaciones
Color	4	4	3	
Olor	4	5	4	
Sabor	5	5	3	
Crocancia	3	4	2	
Aspecto	4	4	2	

Firma _____

 **PLANTA DE SNACKS
TEST SENSORIAL**

Fecha: _____


Nombre: _____ Dependencia: _____

Test triangular # 4

Marque la calificación de 1 a 5 en el cuadro, dependiendo de su percepción del producto siendo 1 (malo) y 5 (excelente)

Prueba	A	B	C	Observaciones
Color	4	5	3	
Olor	5	5	4	
Sabor	4	5	3	
Crocancia	4	5	3	
Aspecto	5	5	3	

Firma _____

 **PLANTA DE SNACKS
TEST SENSORIAL**

Fecha: _____


Nombre: _____ Dependencia: _____

Test triangular # 5

Marque la calificación de 1 a 5 en el cuadro, dependiendo de su percepción del producto siendo 1 (malo) y 5 (excelente)

	Prueba			Observaciones
	A	B	C	
Color	5	2	4	
Olor	4	4	5	
Sabor	4	5	4	
Crocancia	5	5	3	
Aspecto	4	4	3	

Firma _____

 **PLANTA DE SNACKS
TEST SENSORIAL**

Fecha: _____


Nombre: _____ Dependencia: _____

Test triangular # 6

Marque la calificación de 1 a 5 en el cuadro, dependiendo de su percepción del producto siendo 1 (malo) y 5 (excelente)

	Prueba			Observaciones
	A	B	C	
Color	5	5	4	Prueba B mejor Sabor
Olor	5	4	4	
Sabor	4	5	4	
Crocancia	4	4	3	
Aspecto	4	5	3	

Firma _____

 **PLANTA DE SNACKS
TEST SENSORIAL**

Fecha: _____


Nombre: _____ Dependencia: _____

Test triangular # 7

Marque la calificación de 1 a 5 en el cuadro, dependiendo de su percepción del producto siendo 1 (malo) y 5 (excelente)

	Prueba			Observaciones
	A	B	C	
Color	4	4	3	Prueba C Sabor a quemado
Olor	4	4	4	
Sabor	4	4	3	
Crocancia	4	5	3	
Aspecto	4	4	3	

Firma _____

 **PLANTA DE SNACKS
TEST SENSORIAL**

Fecha: _____

Nombre: _____ Dependencia: _____

Test triangular # 8

Marque la calificación de 1 a 5 en el cuadro, dependiendo de su percepción del producto siendo 1 (malo) y 5 (excelente)

	Prueba			Observaciones
	A	B	C	
Color	4	5	4	Prueba B Preferida
Olor	4	4	3	
Sabor	5	5	4	
Crocancia	4	5	4	
Aspecto	5	5	4	

Firma _____