

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



T E S I S

“Efecto del NaCl en el pretratamiento de snacks de plátano palillo (*Musa paradisiaca* L.), sometidos a fritura de vacío, evaluando características físicas”

Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por el Bachiller:
CÉSAR ROGELIO GARCÍA CASTREJÓN

Asesores:
Mg. Yoner Alito Salas Pastor
Mg. Max Edwin Sangay Terrones

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
CÉSAR ROGELIO GARCÍA CASTREJÓN.
DNI:61416461
Escuela Profesional/Unidad UNC:
DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
2. Asesores:
Ing. Mtr. MAX EDWIN SANGAY TERRONES
Facultad/Unidad UNC:
DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
EFECTO DEL NaCl EN EL PRETRATAMIENTO DE SNACKS DE PLÁTANO PALILLO (*Musa paradisiaca L.*), SOMETIDOS A FRITURA DE VACÍO, EVALUANDO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
Fecha de evaluación: 31/07/2024
6. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
7. Porcentaje de Informe de Similitud: 22%
8. Código Documento: 3117:370932462
9. Resultado de la Evaluación de Similitud: 22%
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 31/07/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

_____ Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones DNI: 10492305



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los cinco días del mes de julio del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente 2H - 204 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 211-2024-FCA-UNC, de fecha 28 de mayo del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "EFECTO DEL NaCl EN EL PRE TRATAMIENTO DE SNACK DE PLÁTANO PALILLO (*Musa paradisiaca* L.), SOMETIDAS A FRITURA DE VACÍO, EVALUANDO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS", realizada por el Bachiller CÉSAR ROGELIO GARCÍA CASTREJÓN para optar el Título Profesional de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.

A las diecisiete horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.

A las diecisiete horas y cincuenta y nueve minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachin Chávez
PRESIDENTE

Dr. José Gerardo Salhuana Granados
SECRETARIO

Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
VOCAL

Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Yoner Alito Salas Pastor
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por mantenerme fuerte y sano contra las adversidades del día a día.

A mis padres por el apoyo que me han brindado durante toda mi vida.

A mi hermana Jheny Lizeth García Castrejón por su cariño y admiración.

A mis amigas Yobana Castrejón Medina, Anel Gallardo Rabanal y Yessica Garcia Quispe por su preocupación y apoyo constante.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por darme la fuerza y salud para seguir adelante en esta etapa importante de mi vida.

A mis padres Juan García Sánchez y Josefa Castrejón Limay que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria con éxito.

Mi más sincero agradecimiento a mis asesores de Tesis: Mg. Yoner Alito Salas Pastor y Mg. Max Edwin Sangay Terrones por su paciencia y apoyo en la realización del presente trabajo de investigación, por ser ejemplo de profesional a seguir y por su amistad.

Finalmente, a mis profesores de la escuela académico profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por sus enseñanzas, conocimientos, consejos y todo lo aprendido; que a donde quiero que vaya los llevaré conmigo en mi transitar profesional.

Gracias por su paciencia, dedicación, empeño y perseverancia.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iiv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLA	ix
ÍNDICE DE FIGURA	x
RESUMEN	xi
SUMMARY	xii
CAPITULO I.....	1
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Hipótesis y variables de la investigación	4
1.5.1. Hipótesis	4
1.5.2. Variables	4

CAPITULO II	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. Antecedentes	6
2.2. Marco teórico	9
2.2.1. Snacks	9
2.2.2. Clasificación de snacks	10
2.2.3. Requisitos de un snack	10
2.2.4. Procesamiento del snack	11
2.2.5. Características texturales del snack	12
2.2.6. Pre tratamiento	14
2.2.7. Fritura al vacío en alimentos	14
2.2.8. Cloruro de sodio (NaCl)	15
2.2.9. Generalidades del plátano	15
2.2.10. Snacks	17
2.2.11. Plátano palillo	17
2.3. Definición de términos	17
CAPITULO III	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de Investigación	19
3.2. Materiales	20

3.2.1. Materia prima	20
3.2.2. Materiales y equipos de laboratorio	20
3.3. Metodología.....	21
3.3.1. Diseño experimental.....	21
3.3.2. Diagrama de flujo	22
3.3.3. Propiedades físicas (texturales)	26
CAPITULO IV	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Análisis de dureza.	28
4.2. Análisis de fracturabilidad.	31
4.3. Análisis de cohesividad.	34
CAPITULO V	37
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
5.1. CONCLUSIONES.....	37
5.2. RECOMENDACIONES	37
CAPITULO VI.....	38
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	38
CAPITULO VII	42
ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Factores, variables y concentraciones en estudio	5
Tabla 2 Composición nutricional del plátano en 100 g.....	16
Tabla 3 Combinaciones para los tratamientos	21
Tabla 4 Combinación de tratamientos a realizar.....	22
Tabla 5 Análisis de Varianza (ANOVA) para la dureza	28
Tabla 6 Resultados del parámetro de Dureza	29
Tabla 7 Análisis de Varianza (ANOVA) para la fracturabilidad.....	31
Tabla 8 Resultados del parámetro de fracturabilidad	32
Tabla 9 Análisis de Varianza (ANOVA) para la cohesividad	34
Tabla 10 Resultados del parámetro de cohesividad	35

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Mapa de ubicación	19
Figura 2 Diagrama de Flujo para la elaboración de snacks de plátano palillo	23
Figura 3 Graficas de comparación de efectos de NaCl * fritura para la dureza	29
Figura 4 Graficas de comparación de efectos de NaCl * fritura para la fracturabilidad.....	32
Figura 5 Graficas de comparación de efectos de NaCl * fritura para la dureza	35

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Tecnología de Frutas y Hortalizas de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, teniendo como objetivo evaluar los efectos del cloruro de sodio (NaCl) a diferentes concentraciones en el pretratamiento de snacks de plátano palillo (*Musa paradisiaca L.*), sometidos a fritura de vacío a diferentes presiones, evaluando sus características físicas. En el proceso de elaboración de snacks, los plátanos fueron cortados en hojuelas de 2 mm de grosor, que se les dio pretratamientos de una hora a diferentes concentraciones de NaCl (3 , 4 y 5 %), dicho proceso se realizó 3 veces por muestra; que se les sometieron a fritura al vacío (5, 10 y 15 inHg) cada muestra a una temperatura estable de 120 °C por 12 minutos para cada fritura, realizándose en total 3 veces todo el proceso anteriormente mencionado, obteniendo un total de 27 muestras al final (3 repeticiones por cada combinación de variables); se realizó tres repeticiones por cada muestra con el fin de sacar un promedio con mayor confianza. Para la evaluación de características físicas texturales, se realizó con el Texturómetro BROOKFIELD, dicho proceso también se realizó 3 veces; y los parámetros de Textura fueron obtenidos con el software TEXTURE PRO Versión 2; Al final de la investigación se logró seleccionar la mejor concentración de NaCl y fritura al vacío más aceptable usando la evaluación textural instrumental: Dureza, fracturabilidad y cohesividad. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza para determinar la significancia estadística el método de TUKEY para demostrar si existe o no una diferencia significativa entre las diferentes concentraciones de NaCl * presión, con un nivel de confianza del 95%, obteniendo que para mejorar las características texturales se debe aumentar las concentraciones de NaCl y presión de fritura al vacío.

Palabras claves: Plátano, Concentraciones, NaCl, Presiones, Fritura, Análisis textural.

SUMMARY

The present research work was developed in the Fruit and Vegetable Technology Laboratory of the Professional Academic School of Engineering in Food Industries of the National University of Cajamarca, with the objective of evaluating the effects of sodium chloride (NaCl) at different concentrations in the pretreatment of toothpick banana snacks (*Musa paradisiaca* L.), subjected to vacuum frying at different pressures, evaluating their physical characteristics. In the process of making snacks, the bananas were cut into 2 mm thick flakes, which were given one-hour pretreatments at different concentrations of NaCl (3, 4 and 5%), this process was carried out 3 times. per sample; that were subjected to basic frying (5, 10 and 15 inHg) each sample at a stable temperature of 120 °C for 12 minutes for each frying, carrying out a total of 3 times the entire aforementioned process, obtaining a total of 27 samples at the end (3 repetitions for each combination of variables); Three repetitions were carried out for each sample in order to obtain an average with greater confidence. For the evaluation of physical textural characteristics, it was carried out with the BROOKFIELD Texturometer, this process was also carried out 3 times; and the Texture parameters were obtained with the TEXTURE PRO Version 2 software; At the end of the research, it was possible to select the best concentration of NaCl and most acceptable vacuum frying using the instrumental textural evaluation: Hardness, fractureability and cohesiveness. The data obtained were analyzed using an analysis of variance to determine statistical significance, the TUKEY method to demonstrate whether or not there is a significant difference between the different concentrations of NaCl * pressure, with a confidence level of 95%, obtaining that to improve for textural characteristics, NaCl concentrations and vacuum frying pressure must be increased.

Keywords: Banana, Concentrations, NaCl, Pressures, Frying, Textural Analysis.

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

Los snacks son una parte integral de la dieta moderna, brindando sabor, textura y conveniencia en un solo bocado. Entre los snacks preferidos a nivel mundial, los derivados del plátano, que han ido ganado popularidad debido a su sabor distintivo y a su percepción como una opción más saludable en comparación con otros aperitivos fritos. Estos snacks son ampliamente apreciados por su textura crujiente, color atractivo y perfil de sabor natural. Sin embargo, su proceso de producción, en particular la fritura, desempeña un papel crucial en la obtención de las características deseadas.

En este contexto, el presente estudio se enfoca en una variable crítica en la producción de snacks de plátano palillo: el uso de cloruro de sodio (NaCl) en el pretratamiento antes de la fritura de vacío. La adición de NaCl durante el pretratamiento no solo influye en el sabor del producto final, sino que también afecta significativamente sus características físicas, como la textura, el color y la capacidad de absorber aceite.

La fritura de vacío, por otro lado, es una técnica de procesamiento que ha ganado relevancia en la industria alimentaria debido a su capacidad para reducir la absorción de aceite, preservar los componentes nutricionales y mantener la calidad sensorial de los productos fritos. La combinación de pretratamiento con NaCl y fritura de vacío representa un enfoque novedoso para mejorar la producción de snacks de plátano palillo.

El objetivo de esta tesis es determinar el efecto del NaCl en el pretratamiento de snacks de plátano palillo sometidos a fritura de vacío, centrándonos en la evaluación de sus características

físicas. Se pretende identificar las condiciones óptimas de pretratamiento para obtener snacks con características físicas óptimas.

Este estudio aportará información valiosa tanto para la industria alimentaria con plantear nuevas tecnologías de obtención de snack y conocimiento en este campo.

1.1.Descripción del problema

La fritura tradicional es un método de cocción muy común utilizado en la industria alimentaria, se trata de sumergir los alimentos en aceite o grasa caliente a una temperatura de 150-200 °C a presión atmosférica. El producto desarrolla características como sabor, color dorado y textura crujiente. Sin embargo, las altas temperaturas y la presencia de oxígeno durante el proceso de fritura tienen los siguientes efectos negativos sobre los alimentos: se liberan vitaminas y pigmentos liposolubles, lo que te hace más sensible al calor. También se producen cambios en la calidad del aceite, incluida la oxidación, un punto de humo más bajo y la formación de ácidos grasos libres (Pillajo, Bravo Vásquez, et al., 2019). La demanda de snacks fritos aumenta, así como la preocupación por su alto aporte calórico a la dieta, su aceptación es importante en el mercado por su facilidad de consumo. en la investigación buscamos de nuevas tecnologías que mejoren su calidad y aceptabilidad, tales como la fritura al vacío, que una alternativa para producir chips con características superiores. Esta técnica consiste en sumergir un alimento en aceite o grasa caliente dentro de un sistema cerrado herméticamente, se aplica presión subatmosférica con el fin de reducir el punto de ebullición del agua y por consecuencia freír con aceite a menor temperatura.

El problema planteado da lugar a conocer cuáles son las mejores características físicas de snack de plátano palillo teniendo NaCl como pretratamiento y sometido a fritura al vacío.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del NaCl en el pretratamiento de snacks de plátano palillo (*Musa paradisiaca* L.), sometidos a fritura de vacío, evaluando características físicas?

1.3. Justificación

El propósito de este estudio es determinar la influencia del NaCl en el pretratamiento de snacks de plátano fritos al vacío y evaluar sus propiedades físicas. Los plátanos son un alimento de consumo habitual en muchas partes del mundo y son una fuente importante de carbohidratos y otros nutrientes. Los bocadillos de plátano, como los palitos de plátano, son populares por su sabor y textura crujiente. Sin embargo, la calidad de estos snacks varía mucho dependiendo de diversos factores como el proceso de fritura y los ingredientes utilizados. El NaCl (cloruro de sodio o sal de mesa) es uno de los ingredientes clave en la fabricación de snacks y su presencia puede afectar las propiedades físicas del producto final.

Comprender cómo el NaCl afecta las propiedades físicas de los snacks de plátano durante el proceso de fritura al vacío, contribuyendo a la optimización de los procesos de producción y la creación de productos de alta calidad que sean más atractivos para los consumidores.

Al mismo tiempo buscar métodos modernos que permitan obtener productos saludables, nutritivos e innovadores que tiene relevancia en los consumidores actuales para la salud y la nutrición son cada vez más importantes para los consumidores.

Esta investigación busca proporcionar una comprensión más profunda de cómo la adición de sal en el proceso de pretratamiento afecta la calidad de los snacks de plátano palillo fritos al vacío, contribuyendo al conocimiento en el campo de la tecnología de alimentos.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el efecto del NaCl en el pretratamiento de snacks de plátano palillo (*Musa paradisiaca L.*), sometidos a fritura de vacío, evaluando características físicas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto del NaCl en el pretratamiento de snack de plátano palillo (*Musa paradisiaca L.*), evaluando características físicas.
- Determinar el efecto de la presión de vacío en el snack de plátano palillo (*Musa paradisiaca L.*), evaluando características físicas.

1.5.Hipótesis y variables de la investigación

1.5.1. Hipótesis

Las características físicas de snacks de plátano palillo (*Musa paradisiaca L.*), sí tendrá una mejora significativa cuando se someta a pretratamiento de NaCl y fritos al vacío

1.5.2. Variables

A continuación, en la tabla 1 se describe los factores asociados a las variables independientes:

Tabla 1*Factores, variables y concentraciones en estudio.*

	Variables	Dimensiones	Indicador
Variable Independiente	Concentración de NaCl	3, 4, 5	%.
	Presiones de fritura al vacío	5, 10, 15	inHg.
Variable Dependiente	Características físicas (texturales)	Textura	N
		Dureza	
		cohesividad	

CAPITULO II

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes.

Se encontraron investigaciones que se relacionan con el contenido del tema a estudiar respecto a los efectos de NaCl como pretratamiento de snack sometidas a fritura de vacío evaluando sus características físicas. Para esta investigación se tomó como referencia los siguientes antecedentes:

Urbano et al (2019) en su investigación *“Evaluación del comportamiento de yuca (Manihot esculenta Cranz) en el proceso de fritura a vacío de chips”* determino que los tratamientos de fritura al vacío afectan las propiedades mecánicas, ópticas y la absorción de aceite, teniendo parámetros de proceso en fritura al vacío de 100, 120, 130 y 140 °C., la investigación me permite establecer los parámetros de proceso de fritura al vacío además determinó color, textura y sonido, pérdida de peso, humedad y contenido graso.

Bautista & Romero (2020) en su investigación *“Desarrollo de un prototipo de freidora a vacío y su influencia en el contenido de acrilamida en papas (solanum tuberosum) fritas”* se centró en desarrollar un prototipo de fritura de vacío compuesto por un recipiente de fritado, de una fuente de calentamiento a gas propano, una bomba de vacío y un sistema de condensación, para obtener papas fritas con bajo contenido de acrilamida a partir de papas de la variedad Canchan, evaluándose parámetros de presión de vacío (5, 10 y 15 kPa) y temperatura (110, 120 y 130 °C), la investigación me permitirá establecer los parámetros de proceso de presión y temperatura para fritura al vacío óptimos.

Fernando & Albuja (2015) en su investigación “*Optimización Del Proceso De Elaboración De Snacks De Piña (Ananás comosus) Mediante La Combinación De Diferentes Condiciones De Pretratamiento Y Fritura Al Vacío*” evaluó estadísticamente el efecto de diferentes parejas de tratamientos de temperaturas y tiempos de fritura, obtenidos mediante un diseño experimental compuesto central rotacional 2^2 ; así como el efecto de distintos pretratamientos (deshidratación osmótica, congelación, recubrimientos comestibles y la combinación de los anteriores) sobre las características fisicoquímicas (color, textura instrumental, humedad, grasa, polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante) y sensoriales (sabor a fruta, aspecto visual, crocancia, sensación a grasa y presencia de sabores extraños) de los snacks procesado, esta investigación me ayudara a establecer los parámetro de características físicas que debe tener un snack final.

Gomez (2014) en su investigación “*Obtención de chips de papa china (Colocasia esculenta) aplicando fritura al vacío*” nos dice que trabajo con temperaturas que iban de 110 a 120 °C y tiempo de 10 a 14 min con una presión de 5.23 kPa; donde determinó el contenido de humedad, grasa y textura; sus resultados lo evaluó por el método de Superficie de Respuesta para optimizar el proceso y encontrar un porcentaje óptimo de grasa en los chips de papa china, teniendo como resultado optimo que a 114.7 °C de temperatura y 14.8 min de fritura al vacío con un contenido de grasa de 10.65 % siendo este el más favorable, la investigación me permite establecer los parámetros óptimos para el proceso de fritura.

Pillajo et al (2019) en su investigación “*Efecto de la Cocción y la Concentración de Sal como Pretratamiento de Chips de Mashua (Tropaeolum tuberosum) Obtenidos por Fritura al Vacío*” El objetivo fue estudiar el efecto de la cocción y de la concentración de sal en el proceso de cocción prefritura de chips de mashua aplicando fritura al vacío. Se utilizó un Diseño Central Compuesto 2^2 , donde las variables independientes fueron: el efecto del tiempo de cocción (0–15

min) y la adición de sal (0–1.25%). Las variables dependientes fueron: humedad, grasa, acidez titulable y textura, donde tuvo como tratamiento óptimo se escogió la muestra con 7.5 min de cocción y 0.63% de sal. La investigación me ayudara en los parámetros de concentración de cloruro de sodio.

Pillajo Garcia (2019) en su investigación *“Estudio del proceso para la obtención de chips salados de mashua”* El objetivo de este trabajo fue obtener chips salados de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) aplicando la tecnología de fritura al vacío; para procesar los bocaditos se utilizó la variedad chaucha. Donde evaluaron la caracterización fisicoquímica en fresco, luego se cortaron rodajas longitudinales de 2 ± 0.5 mm, se sometió a un pretratamiento de cocción a 90 °C en una solución de NaCl en concentraciones de 0, 0.18, 0.625, 1.07 y 1.25 % y tiempos de cocción de 0, 2.2, 7.5, 12.8 y 15 min. La fritura al vacío se realizó a una presión absoluta de 5.34 kPa, temperatura de 110 °C por 14 min. La investigación me ayudara a establecer los parámetros óptimos para mi investigación en concentración de NaCl, tiempo de cocción, presión de fritura, tiempo y el tamaño de las rodajas de plátano.

Avalos (2014) en su investigación *“Influencia del secado previo y del tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de rebanadas de papa (*Solanum tuberosum*) frita variedad huevo de indio”* nos dice que trabajo con tres tiempos de fritura diferentes a una temperatura estable (190 °C, 2 min; 190 °C, 2.15 min y 190 °C, 2.30 min). Esta investigación me ayudara a establecer una temperatura óptima para el frito.

Herrera (2015) en su investigación *“Elaboración de rodajas de camote (*Ipomoea batatas*) aplicando fritura al vacío”* nos dicen que realizaron la fritura al vacío que efectuó a 110 y 120 °C, a 7.7 KPa de presión, durante 10, 12 y 14 minutos. En las rodajas fritas de camote se determinó contenido de humedad, extracto etéreo, cenizas, fibra, proteína, elementos libres de nitrógeno y

fuerza de ruptura/crocancia. Donde tuvo las rodajas de camote de mayor aceptabilidad fueron las obtenidas a 110 °C durante 12 minutos. Esta investigación me ayudara a establecer los parámetros más óptimos para el proceso de fritura y también las características optimas de los snacks final.

Villamizar & Quiceno (2012) en su investigación “*Efecto del proceso de fritura a vacío sobre la calidad de un pasaboca de mango (Manguijera indica L)*” nos dicen que utilizaron vacío sobre una pasta elaborada con ese fruto, donde aplicaron diferentes presiones de vacío (0.4, 0.5, 0.6 bar), temperaturas (100, 110 y 120 °C) y tiempos (30, 45, 60, 75 y 90 seg), teniendo como mejor que trabajando con 0,5 bar de presión, 110 °C de temperatura y 90 segundos de inmersión se obtiene un mejor producto. La investigación me ayudara en establecer parámetros óptimos para el proceso de fritura que hare.

(Mora Suarez, 2020) en su investigación “*Elaboración de chifles de plátano verde (Musa paradisiaca) enriquecidos con polvo de cúrcuma (Cúrcuma longa) como ingrediente antioxidante*” nos dice que en la etapa de pre tratamiento realizó la inmersión en bandejas de acero inoxidable de las rodajas de plátano en una solución de cloruro de sodio por un tiempo de 60 minutos. Esta investigación nos ayudara establecer el tiempo que aplicaremos en la parte experimental de la investigación.

2.2.Marco teórico.

2.2.1. Snacks

Goodman (2021) los snacks son de tamaño pequeño, pueden ser sólidos o líquidos y requieren poca o ninguna preparación, su finalidad es saciar el hambre que se produce entre comidas y aportan nutrientes, proteínas, calorías, fibra, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales, según Cornejo.

Goodman (2021) los snacks de plátano verde, llevados a fritura en aceite vegetal, que anteriormente han pasado por un proceso de selección hasta transformarlos en rodajas o chips, con características crocantes, salados y/o maduros siendo muy tradicionales en Perú, en el que se adicionan sal, saborizantes, colorantes, que tienen varios diseños de presentación y regularmente son empacados.

2.2.2. Clasificación de snacks

Los snacks según la Norma Técnica Peruana “NTP 209.226:2023” se clasifican en:

a. Por su sabor se clasifica en:

- Salados, Dulces y De sabores especiales

b. Por el proceso de elaboración:

- Fritos
- Extruidos

2.2.3. Requisitos de un snack

a. Características organolépticas

- Olor: será el característico del producto.
- Sabor: será el característico del producto.
- Textura: la crocantez característica del producto.
- Color: será el característico del producto.

b. Características fisicoquímicas

La Norma Técnica Peruana 209.226:2023 nos dice que el producto no debe presentar síntomas de rancidez, sabores, colores u olores que indiquen su descomposición.

2.2.4. Procesamiento del snack

Para la obtención de snacks de plátano palillo se realizó las siguientes etapas:

- a. **Recepción de la materia prima.** Se recepcióno los plátanos, procediéndose a realizar una inspección de peso para determinar porcentaje de rendimiento (Santisteban, 2019).
- b. **Selección y clasificación.** Se separaron los plátanos sanos de las que tienen defectos, separando aquellos que estaban con daños, con el fin de no ocasionar daños en la calidad del producto final y para obtener una muestra experimental de buena calidad (Santisteban, 2019).
- c. **Lavado y desinfectado.** En esta epata eliminar la carga microbiana que se presentó en la superficie de los plátanos, se inmergieron dentro de una solución desinfectante de hipoclorito de sodio al 1 % durante 3 minutos en una tina de acero inoxidable, donde posteriormente se enjuagó 2 veces más con abundante agua (Santisteban, 2019).
- d. **Pelado.** Se retiro toda la cáscara de los plátanos y se realizó un segundo pesado para determinar el rendimiento (Melo, 2019).
- e. **Cortado.** Los plátanos se cortaron en rodajas, con la ayuda de un rallador manual graduado a una abertura de 1.5 ± 0.1 mm (Gomez, 2014).
- f. **Inmersión en solución de cloruro de sodio.** Se procedió a inmersión en solución de cloruro de sodio de 3, 4, 5 % a temperatura ambiente, por 60 minutos, con agitación ocasional (Gomez, 2014).
- g. **Secado.** Se secarán manualmente, utilizando toallas de papel absorbente antes de freírlas (Gomez, 2014).
- h. **Fritura.** A continuación, se realizará el proceso de la fritura al vacío, aquí las rebanadas del grupo experimental y control serán sumergidas en aceite en proporción de 1:4 (peso

del producto/ peso del aceite) (Montero Pérez 2015). Las hojuelas de plátano se freirán con aceite vegetal con una temperatura de 120 °C para todas las muestras y presiones de 5, 10, 15 inHg con tiempo óptimo de 10 minutos (Santisteban, 2019).

- i. Escurrir y enfriar.** El aceite se retirará mediante unas rejillas de canastilla metálicas de la olla freidora. Esto se realizará con el único fin de retirar el excesivo aceite y poder mejorar su presentación. Se enfriaron poniendo las hojuelas recién fritas en un papel absorbente en una mesa de acero inoxidable limpias completamente a temperatura ambiente por 15 minutos (Santisteban, 2019).
- j. Empacado.** Las hojuelas ya fritas serán envasadas en bolsas de polietileno. El producto final será colocado en la bolsa y sellado herméticamente, para quitar menor cantidad de O₂ dentro de ella, y evitando su degradación (Santisteban, 2019).
- k. Almacenado.** Las hojuelas de plátano frito en su empaque de polietileno se almacenan a temperatura ambiente (20 °C) hasta su análisis (Santisteban, 2019).

2.2.5. Características texturales del snack

a. Textura

El estudio y conocimiento de la textura como propiedad física de los alimentos es una de las características más importantes que indican su calidad y determinan su aceptabilidad. Además de ser un factor importante en las preferencias de los consumidores, se puede medir mediante pruebas e instrumentos sensoriales. Los alimentos tienen diferentes características estructurales dependiendo de la variedad, grado de madurez y métodos utilizados en el proceso, este parámetro es difícil de definir porque es una característica subjetiva (Simbaña, 2021).

b. Dureza

Se describe como la fuerza máxima durante un período de tiempo, durante el primer período de compresión. La resistencia a la rotura es la fuerza mínima aplicada durante el primer ciclo de compresión debido a la alta dureza y la baja cohesión. La dureza de los alimentos al romperse o desmoronarse se evalúa y generalmente está directamente relacionada con la textura crujiente y el contenido de humedad de los productos; A medida que aumenta el contenido de humedad, el producto se vuelve más sólido, lo que dificulta que la aguja penetre en el analizador de textura, lo que se evidencia por un aumento en la resistencia máxima y, en consecuencia, un aumento en la dureza (Pillajo, Bravo Vásquez, et al., 2019).

c. Crujencia

La crujencia de los snacks se refiere a la textura crujiente o crujidos que tienen cuando se muerden o mastican; esta característica se debe a la forma en que están hechos los snacks y a la estructura de sus ingredientes; los snacks crujientes suelen ser populares porque muchas personas disfrutan de la sensación de crujir al comer, la crujencia puede variar dependiendo del tipo de snack, como papas fritas, galletas, o cualquier otro alimento que tenga esta textura (Melo, 2019).

d. Cohesividad

La cohesividad en las características texturales de los alimentos se refiere a la capacidad que tiene un alimento de mantenerse unido o adherirse entre sí durante la masticación. Es un aspecto importante que influye en la percepción sensorial y la experiencia al comer. La cohesividad está relacionada con factores como la viscosidad, la elasticidad y la consistencia del alimento, y puede variar dependiendo de su composición y procesamiento (Pillajo Garcia, 2019).

e. Fracturabilidad

Cazzaniga (2019) nos dice que la fracturabilidad (originalmente llamada fragilidad) define como la fuerza en la primera ruptura significativa en la curva TPA. También nos resalta que la fragilidad, el crujido y el desmoronamiento, que son un concepto similar, se pueden medir como la facilidad con que se fractura el material bajo una carga de compresión creciente; en general, cuanto menor sea la deformación bajo una carga dada, menor será la cohesión y mayor será la capacidad de fractura del producto. Las unidades de medida son kg, g o N.

f. Adherencia

Cazzaniga (2019) nos dice que la adherencia se define como el área de fuerza negativa para el primer bocado y representa el trabajo requerido para superar las fuerzas atractivas entre la superficie de un alimento y la superficie de otros materiales con los cuales el alimento entra en contacto, es decir, la fuerza total necesaria para tirar del émbolo de compresión alejado de la muestra.

2.2.6. Pre tratamiento

Los pre tratamientos son métodos de tipo físico o químico que se emplean antes de procesar los alimentos para conservar sus características organolépticas y mejorar el resultado final del producto. Entre los más usados se pueden citar el escaldado, la congelación, la deshidratación, la concentración y la pasteurización (Casp Vanaclocha & Abril Requena, 2003).

2.2.7. Fritura al vacío en alimentos

La fritura es un proceso físico-químico en el cual el producto a freír (papas, plátanos, etc.) se somete a una temperatura alta con el propósito de modificar la superficie del producto, impermeabilizándolo de alguna manera, para controlar la pérdida de agua desde su interior. De

esta forma, es posible conservar muchas de las características propias del alimento. Mejorando en la mayoría de los casos, su sabor, firmeza, aspecto y color (Avalos, 2014).

2.2.8. Cloruro de sodio (NaCl)

El cloruro de sodio, comúnmente conocido como sal, se utiliza como pretratamiento en la preparación de snacks, que son aperitivos fritos de plátano verde. El pretratamiento con sal a las hojuelas es importante porque ayuda a realzar el sabor y la textura de los chips, así como a eliminar el exceso de humedad de los plátanos verdes (Pillajo Garcia, 2019).

2.2.9. Generalidades del plátano

a. Tipos de plátano

Existen más de 20 variedades de plátanos, de las cuales siete variedades de plátano se producen en el Perú, específicamente en las regiones de San Martín, Huánuco y Piura; son Plátano de seda, Plátano de isla, Dulce y contundente, Plátano bellaco o maduro, Plátano palillo, Plátano manzano, Plátano rojo y Plátano bizcocho (Rodriguez, 2023).

b. Composición nutricional del plátano

Tabla 02*Composición nutricional del plátano en 100 g.*

Compuesto	Unidad	%
Energía	kcal	120
Agua	g	65.9
Proteínas	g	1.4
Grasa total	g	0.2
Carbohidratos totales	g	31.7
Cenizas	g	0.8
Fibra cruda	g	0.4
Fibra dietaría	g	2.6
Carbohidratos disponibles	g	29.1
Calcio	mg	10
Fosforo	mg	23
Zinc	mg	0.15
Hierro	mg	0.6
Vitamina A	µg	3
Tiamina	mg	0.02
Riboflavina	mg	0.08
Niacina	mg	0.53
Vitamina C	mg	1.1

Nota: En la tabla (2) podemos observar su composición del plátano en 100 g, Fuente: Instituto Nacional De Salud (2017).

2.2.10. Snacks

Se trata de finas rodajas de plátano espolvoreadas con sal. Además de ser un producto muy popular y consumido en todo el país, también pasa por el proceso de corte, fritura, envasado y finalmente envasado en bolsas de plástico, de manera que los habituales 30 gramos. Estos snacks se almacenan a temperatura ambiente, lo que enfatiza que una de las principales características del producto es una larga vida útil, un sabor agradable y además se considera un producto natural (Ponce, 2022).

2.2.11. Plátano palillo

Esta es una versión ampliada del plátano de seda tipo Cavendish, de 20 a 25 centímetros. Su cascara es amarillo con puntos negros distintivos y, cuando se abre, la pulpa es ligeramente rosada (Patt fresh, 2023).

2.3. Definición de términos

- **Cohesividad:** La cohesividad en los alimentos se refiere a la capacidad de los ingredientes de mantenerse juntos y unidos durante la masticación. Es una propiedad que está influenciada por factores como la viscosidad y la adherencia de los componentes alimentarios (Santisteban, 2019).
- **Dureza:** La dureza en los alimentos se refiere a la resistencia que ofrece un alimento cuando se mastica. Es una propiedad sensorial relacionada con la textura y está influenciada por factores como la estructura del alimento, su contenido de agua y su composición química (Pillajo, Bravo Vásquez, et al., 2019).
- **Fracturabilidad:** La fracturabilidad en los alimentos se refiere a la facilidad con la cual un alimento puede romperse, triturarse o partirse bajo fuerza mecánica. Es una medida importante en la industria alimentaria para evaluar la textura y la calidad de los

productos alimenticios, especialmente en alimentos sólidos como galletas, nueces, vegetales, entre otros Cazzaniga (2019).

- **Fritura al vacío:** es un proceso, donde las hojuelas de plátano serán sometidos freído de presión reducida (subatmosférica) en un sistema cerrado. Esto permite disminuir el punto de ebullición del agua contenida en el alimento y conseguir así, temperaturas más bajas de fritura (Santisteban, 2019).
- **NaCl:** El cloruro de sodio es la sustancia química comúnmente conocida como sal de mesa. En alimentos, se utiliza para mejorar el sabor y también como conservante (Ponce, 2022).
- **Pre tratamiento:** el pretratamiento en los alimentos se refiere a una serie de procesos o tratamientos que se aplican a los alimentos antes de su procesamiento o preparación para el consumo, estos procesos tienen como objetivo principal mejorar la calidad, la seguridad y la durabilidad de los alimentos (Santisteban, 2019)..
- **Snack:** un "snack" también conocido como "plátano chips" o "bananitos" en algunos lugares, es un aperitivo que consiste en rodajas finas de plátano verde o plátano macho que se fríen hasta que estén crujientes que a menudo se sazonan con sal u otros condimentos para darles sabor (Ponce, 2022).
- **Textura:** La textura en los alimentos se refiere a las propiedades físicas y mecánicas que determinan cómo se siente y se percibe un alimento en la boca. Incluye características como la suavidad, la firmeza, la cremosidad, la crocancia, entre otras (Ponce, 2022).

CAPITULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de Investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado en el pabellón 2H.

Figura 1

Mapa de ubicación.



Nota. La figura (1) se muestra el mapa de ubicación donde se realizó el trabajo de investigación, en la Universidad Nacional de Cajamarca. Laboratorio de Frutas y Hortalizas. Fuente: Google Maps (2023).

3.2.Materiales

3.2.1. Materia prima

- Plátano palillo (*Musa paradisiaca*).

La materia prima es proveniente de las densas selvas del Perú, específicamente, de la ciudad de Jaén; se escogieron los mejores frutos en cuanto al nivel de maduración, color, tamaño, peso y sin signos de daño o magulladuras.

- Cloruro de sodio (NaCl)
- Aceite vegetal 100% de soya

3.2.2. Materiales y equipos de laboratorio

a. Materiales de laboratorio

- Vaso de precipitación 50 ml

b. Equipo de laboratorio

- Freidora al vacío
- Termómetros
- Cronómetro
- Balanza analítica.
- balanza gramera
- Texturómetro. Marca Brookfield, modelo CT3.

c. Material de escritorio

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Papel

- Plumón indeleble
- Bolígrafo

d. Otros

- Mesa de acero inoxidable
- Rayadora para hojuelas
- Cuchillos de acero inoxidable
- Coladores metálicos
- Ollas (aluminio o acero inoxidable).
- Cocina a gas y balón de gas

3.3. Metodología

3.3.1. Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental (AxB) (3x3), con tres réplicas para lograr una eficiente interpretación de resultados y determinación del mejor tratamiento, como se indica a continuación en la tabla (4).

Tabla 3

Combinaciones para los tratamientos.

Factores	Niveles
	3 %
A: Concentración de cloruro de sodio (NaCl)	4 %
	5 %
	5 inHg
B: Presión al vacío	10 inHg
	15 inHg

Nota: La combinación de los factores se muestra en la Tabla (3).

Tabla 4

Combinación de tratamientos a realizar.

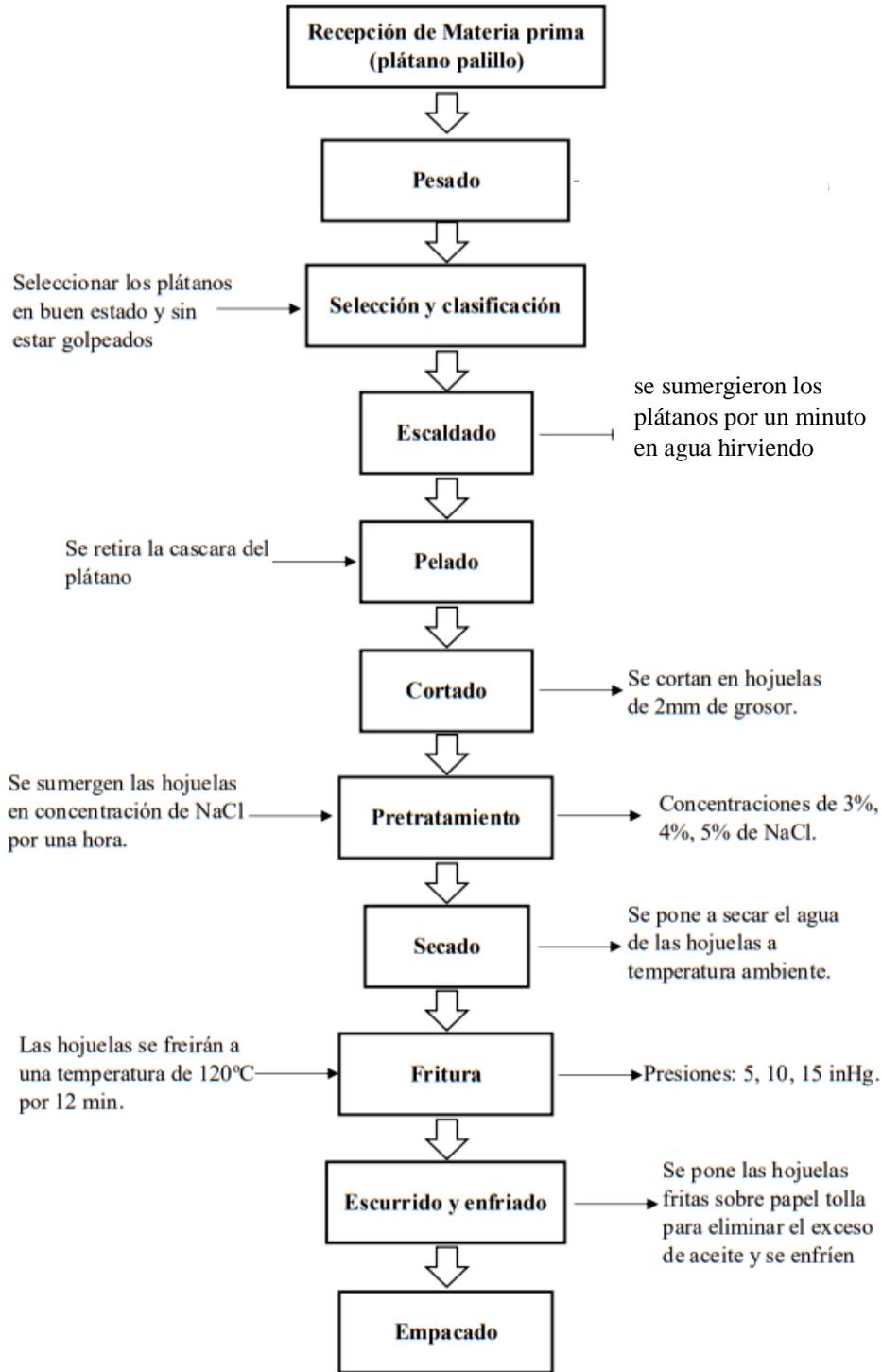
Tratamientos	Códigos	Descripción
T1	a1 p1	3% de concentración de NaCl y 5 inHg de presión de vacío
T2	a1 p2	3 % de concentración de NaCl y 10 inHg de presión de vacío
T3	a1 p3	3 % de concentración de NaCl y 15 inHg de presión de vacío
T4	a2 p1	4 % de concentración de NaCl y 5 inHg de presión de vacío
T5	a2 p2	4 % de concentración de NaCl y 10 inHg de presión de vacío
T6	a2 p3	4 % de concentración de NaCl y 15 inHg de presión de vacío
T7	a3 p1	5 % de concentración de NaCl y 5 inHg de presión de vacío
T8	a3 p2	5 % de concentración de NaCl y 10 inHg de presión de vacío
T9	a3 p3	5 % de concentración de NaCl y 15 inHg de presión de vacío

3.3.2. Diagrama de flujo

Los snacks fueron elaborados de acuerdo a los tratamientos establecidos (Tabla 5) y al procedimiento reportado en la Figura 2.

Figura 2

Diagrama de Flujo para la elaboración de snacks de plátano palillo.



Nota. Diagrama de flujo de la elaboración de snacks. Adaptada de (Santisteban, 2019).

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1. Recepción de la materia prima.

Recepcionamos la materia prima para luego ser trasladadas al área de pesado, se realizó diversos controles de calidad para aceptar o rechazar el plátano que sirvieron para elaborar los snacks.

2. Pesado.

Se requirió de una balanza ubicada en el área de recepción para registrar el peso de la materia prima. En esta etapa consiste en cuantificar la materia prima que entra al proceso para determinar el rendimiento que puede obtenerse en la elaboración de snacks.

3. Selección y clasificación.

Es una operación importante para el proceso, ya que se seleccionó la materia prima con las características adecuadas.

4. Escaldado.

Los plátanos se sometieron a un proceso de escaldado en agua hirviendo por espacio de 1 minuto.

5. Pelado.

Con un chuchillo de acero inoxidable con filo tipo sierra se procedió a cortar las puntas de ambos extremos del plátano y luego con un cuchillo sin punta y sin filo se pela cuidadosamente evitando algún maltrato a la pulpa.

6. Cortado.

Se procedió a cortar transversalmente en rodajas de 2 mm de espesor. Para ello se emplea una laminadora (cortadora manual).

7. Pretratamiento.

Se procedió a inmersión en solución de cloruro de sodio (NaCl) al 3, 4 y 5% a temperatura ambiente, por 1 hora, con agitación ocasionalmente. todo este proceso se realizó 3 veces por muestra.

las soluciones se prepararon:

- Se necesito 3 depósitos de aluminio de 2 litro de capacidad.
- Cada deposito fue enumerada del 1 al 3 y llenadas cada una con un litro agua.
- A los depósitos 1, 2 y 3 se le agrego cloruro de sodio (NaCl) de 3, 4 y 5 gramos respectivamente.
- En cada deposito se le agrego 100 g de rodajas de plátano.

8. Secado.

Se secaron manualmente, utilizando toallas de papel absorbente antes de freírlas para la eliminación del exceso de agua.

9. Fritura al vacío.

Las rodajas de plátano se frieron en una freidora al vacío con aceite vegetal a una temperatura de 120 °C y a tres diferentes presiones de 5, 10, 15 inHg con tiempo óptimo

de 12 minutos; todo este proceso se realizó 3 veces con cada muestra obtenida después del pretratamiento.

10. Escurrir y enfriar.

El aceite se retiró mediante unas rejillas de canastilla metálicas de la olla freidora. Esto se realizará con el único fin de retirar el excesivo aceite y poder mejorar su presentación. Se enfriaron poniendo las hojuelas recién fritas en un papel absorbente en una mesa de acero inoxidable limpias completamente a temperatura ambiente por 15 minutos.

11. Empacado.

Los snacks serán envasados en bolsas de polietileno y debidamente rotuladas con los parámetros utilizados.

Todo este proceso se realizó 3 veces en total, obteniendo 3 grupos con el fin de a la hora de procesar los datos, tener resultados con mayor confianza.

3.3.3. Propiedades físicas (texturales)

Determinación de perfil textura de los snacks

El análisis de perfil de textura (TPA) fue realizado en un texturómetro Brookfield (Pro CT V1.6 Build), siguiendo las indicaciones del manual (M/08-371^a0708). Se analizaron las muestras de hojuelas de 2 mm a temperatura ambiente, que fueron comprimidas al 50% de su altura original. Se empleó una sonda TA10, celda de carga 25000 g, carga activa 1 s y velocidad de carga de 1.7 mm/s. Durante el análisis fueron determinados los parámetros dureza, fracturabilidad, cohesividad; los cuales se obtuvieron mediante el uso del software TexturePro CTV 1.6 Build.

- **Dureza:** Se mide aplicando una fuerza controlada sobre el material y registrando la resistencia que ofrece al ser penetrado por una sonda. La dureza se determina generalmente como el punto en el que la curva de fuerza vs. distancia alcanza su máximo valor.
- **Fracturabilidad:** Se evalúa la facilidad con la que el material se rompe o fractura bajo una fuerza aplicada. Esto se puede medir observando el comportamiento del material cuando se le aplica una fuerza de compresión o corte, y analizando la curva resultante de fuerza vs. distancia.
- **Cohesividad:** Se refiere a la capacidad del material para mantenerse unido internamente. Se puede evaluar observando cómo se comporta el material durante la deformación y la ruptura, así como analizando la uniformidad y la estructura interna del material.

CAPITULO IV

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de dureza.

Análisis de varianza (ANOVA) para la Dureza (N)

En la (tabla 5), se observan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la Dureza (N), lo cual podemos observar que existe diferencias significativas respecto a la concentración de NaCl*presiones puesto que el valor de significancia es (p-valor = 0.0000127652) es menor al 0.05 es decir, que las pruebas texturales nos da que hay diferencia significativa de dureza en las muestras con diferentes concentraciones de NaCl*presiones.

Con respecto de los resultados de textura para la Dureza (Tabla 6), se observa que las muestras que fueron tratadas con concentraciones de NaCl al 3 % y 4 % con una presión de 5 inHg, obtuvieron una dureza menor a las muestras que fueron tratadas con 5 % de concentración de NaCl y una presión de 10 inHg y 15 inHg.

Tabla 5

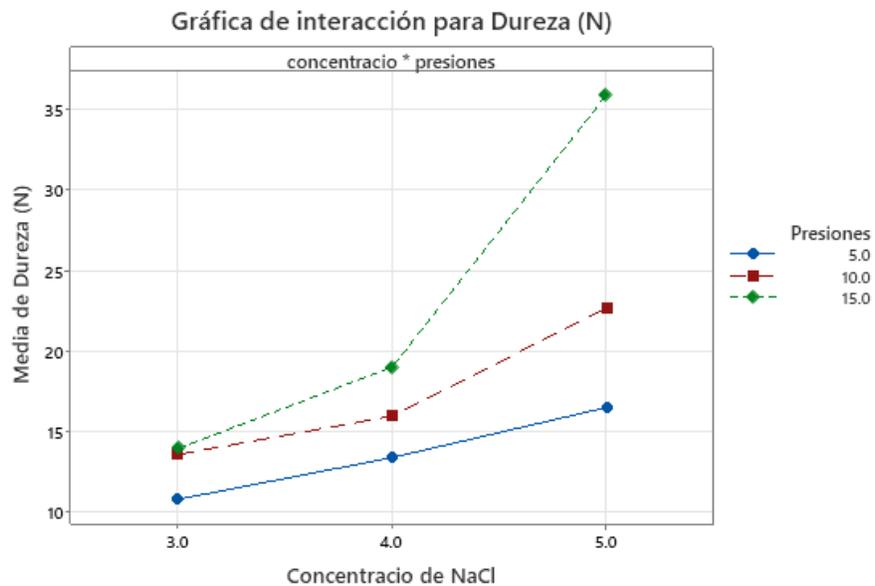
Análisis de Varianza (ANOVA) para la dureza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
concentración de NaCl	2	724.73	362.364	87.25	0.0000000005
presiones	2	402.48	201.240	48.46	0.0000000568
concentración de NaCl*presiones	4	254.47	63.617	15.32	0.0000127652
Error	18	74.75	4.153		
Total	26	1456.43			

Nota. Los datos fueron procesados y obtenidos con el programa Minitab Estadístico.

Tabla 6*Resultados del parámetro de Dureza*

Tratamientos	Combinación de niveles (variables)		Resultados de la DUREZA (N)			
			Repeticiones			Promedio
	NaCl (%)	Presiones (inHg)	R1	R2	R3	
Tr1		5 inHg	10	9	10	10
Tr2	3%	10 inHg	13	13	13	13
Tr3		15 inHg	13	13	12	13
Tr4		5 inHg	13	13	12	13
Tr5	4%	10 inHg	13	15	16	15
Tr6		15 inHg	19	19	19	19
Tr7		5 inHg	15	16	16	16
Tr8	5%	10 inHg	21	22	22	22
Tr9		15 inHg	34	35	35	35

FIGURA 3*Graficas de comparación de efectos de NaCl * fritura para la dureza.*

Nota. La figura (3) se muestra la gráfica de interacciones que nos muestra la relación que tiene el NaCl con presiones respecto a la dureza.

Con respecto a los resultados, en la (figura 3) se puede observar el grafico con los 9 tratamientos dados a las hojuelas de plátano palillo, como se puede observar las curvas presentan diferencia significativa de un tratamiento con otro, en las tres curvas se observa que si se trabaja con presiones ya sea de 5, 10, 15 inHg con concentración de NaCl de 3, 4 y 5% muestran diferencia significativa un tratamiento con otro; en ese sentido podemos decir si hablamos con respecto a la dureza, si necesitamos un snacks con mayor dureza debemos trabajar con una concentración de NaCl altas del 5% y presiones altas de 15 inHg y si necesitamos un snacks con una dureza baja debemos trabajar con concentración de NaCl menores del 3% con presiones bajas de 5 inHg.

la investigación de Rodríguez Gutiérrez (2023) en su investigación titulada “*Contenido de acrilamida en chifles en cuatro variedades de plátano*” trabajo con presiones de 5, 10 y 15 inHg, teniendo una mejora significativa en las características físicas, en sus resultados destaco la presión de 15 inHg dando una mejor característica física en los chifles. Con esto podemos rescatar que la fritura al vacío mejora dureza de las hojuelas, ya que la fritura al vacío tiende a resultar en una menor absorción de aceite por parte de las hojuelas de plátano resultando en un snack con una estructura más firme y menos saturada de grasa, lo que contribuye a una mayor dureza.

En cuanto a la concentración de NaCl Pillajo Garcia (2019) en su investigación aplico diferentes concentraciones de NaCl de 1, 2,3,4,5 % y nos menciona que a más mayor sea la concentración de cloruro de sodio el snack presentara una mayor dureza, ya que realizar un pretratamiento de agua salada altera la estructura celular del plátano, fortaleciéndola y haciendo que sea más resistente a la desintegración durante la fritura. Esto resulta en una textura final más firme y crujiente.

4.2. Análisis de fracturabilidad.

Análisis de varianza (ANOVA) para la fracturabilidad (N)

En la tabla 7 se observan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la Dureza (N), lo cual podemos observar que existe diferencias significativas respecto a la concentración de NaCl*presiones puesto que el valor de significancia es (p -valor = 0.002) es menor al 0.05 es decir, que las pruebas texturales nos da que hay diferencia significativa de fracturabilidad en las muestras con diferentes concentraciones de NaCl*presiones.

Con respecto de los resultados de textura en (Tabla 8), se observa que las muestras que fueron tratadas con concentraciones de NaCl 3 % y 4 % con una presión de 5 inHg, obtuvieron una fracturabilidad es menor a las muestras que fueron tratadas con 5 % de concentración de NaCl y una presión de 10 inHg y 15 inHg.

Tabla 7

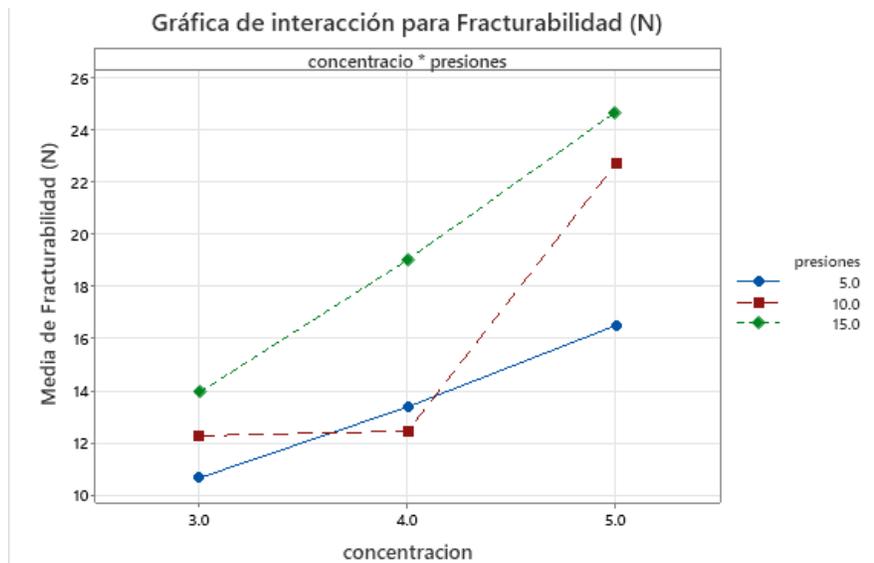
Análisis de Varianza (ANOVA) para la fracturabilidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
concentración de NaCl	2	384.30	192.149	22.47	0.000
presiones	2	147.64	73.820	8.63	0.002
concentración de NaCl*presiones	4	52.97	13.242	1.55	0.231
Error	18	153.92	8.551		
Total	26	738.83			

Nota. Los datos fueron procesados y obtenidos con el programa Minitab Estadístico.

Tabla 8*Resultados del parámetro de fracturabilidad.*

Tratamientos	Combinación de niveles (variables)		Resultados de FRACTURABILIDAD (N)			
	NaCl (%)	Presiones (inHg)	Repeticiones			Promedio
			R1	R2	R3	
Tr1		5 inHg	10	9	10	10
Tr2	3%	10 inHg	12	12	12	12
Tr3		15 inHg	13	13	12	13
Tr4		5 inHg	13	13	12	13
Tr5	4%	10 inHg	12	12	11	12
Tr6		15 inHg	19	19	19	19
Tr7		5 inHg	15	16	16	16
Tr8	5%	10 inHg	21	22	22	22
Tr9		15 inHg	24	23	24	24

FIGURA 4*Gráficas de comparación de efectos de NaCl * fritura para la fracturabilidad.*

Nota. La figura (4) se muestra la gráfica de interacciones que nos muestra la relación que tiene el NaCl con presiones respecto a la dureza.

Con respecto a los resultados, en la (figura 4) se puede observar el grafico que compara los diferentes tratamientos, como se puede observar las curvas presentan diferencia significativa de un tratamiento con otro, se puede ver que desde una concentración de 3 % de NaCl a las presiones de 5, 10 y 15 inHg hasta una concentración de 5 % de NaCl a las presiones de 5, 10, 15 inHg has bastante significancia entre los 9 tratamientos; cómo podemos ver también el tratamiento de 4 % de NaCl y 10 inHg hay una des varianza pero esto se pude deber a un mal texteo en el texturómetro ya que las demás muestras si salieron correctamente mostrando significancia, en su investigación Juan Carlos Lucas (2019) titulada “*Evaluación de los parámetros de calidad de chips en relación con diferentes variedades de plátano (Musa paradisiaca L)*” que trabajo también con diferentes presiones al vacío de 5 y 10 inHg para la mejora de textura y mejorar los parámetros de calidad teniendo como resultados que si deseamos mayor fracturabilidad se tiene que trabajar con una mayor presión a vacío para así reduce el tiempo de fritura y tener una fritura más uniforme y así asegurándonos que los snacks se cocinen de manera más consistente y alcancen una textura más firme en todas sus partes.

4.3. Análisis de cohesividad.

Análisis de varianza (ANOVA) para la Cohesividad

En la tabla 9 se observan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la Dureza (N), lo cual podemos observar que existe diferencias significativas respecto a la concentración de NaCl*presiones puesto que el valor de significancia es (p -valor = 0.0000127652) es menor al 0.05 es decir, que las pruebas texturales nos da que hay diferencia significativa de dureza en las muestras con diferentes concentraciones de NaCl*presiones.

Con respecto de los resultados de textura en (Tabla 10), se observa que las muestras que fueron tratadas con concentraciones de NaCl 3% y 4% con una presión de 5 inHg, obtuvieron una cohesividad menor a las muestras que fueron tratadas con 5% de concentración de NaCl y una presión de 10 inHg y 15 inHg.

Tabla 9

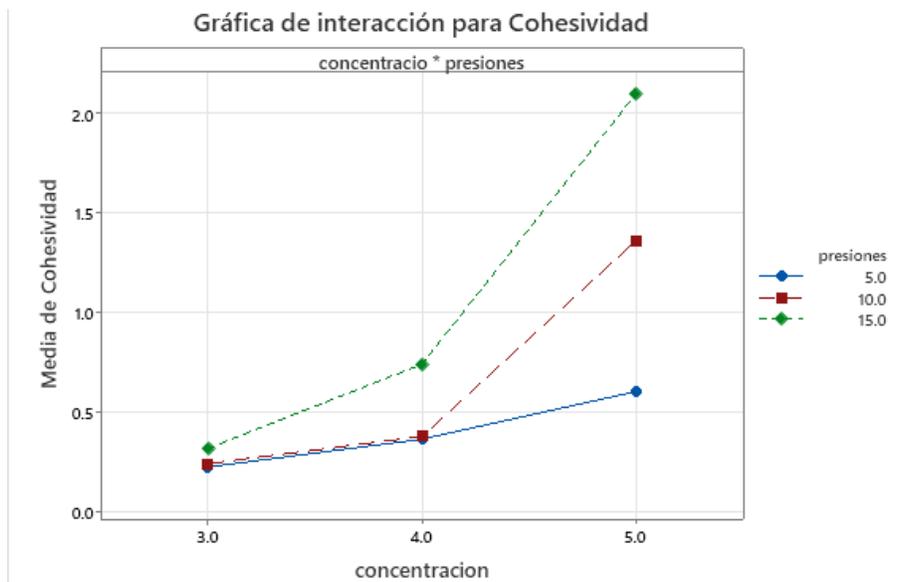
Análisis de Varianza (ANOVA) para la cohesividad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
concentración de NaCl	2	5.9878	2.99391	158.95	0.000
presiones	2	1.9592	0.97962	52.01	0.000
concentración de NaCl*presiones	4	1.6899	0.42248	22.43	0.000
Error	18	0.3391	0.01884		
Total	26	9.9760			

Nota. Los datos fueron procesados y obtenidos con el programa Minitab Estadístico.

Tabla 10*Resultados del parámetro de cohesividad.*

Tratamientos	Combinación de niveles (variables)		Resultados de COHESIVIDAD(N)			
			Repeticiones			Promedio
	NaCl (%)	Presiones (inHg)	R1	R2	R3	
Tr1		5 inHg	0.22	0.21	0.22	0.22
Tr2	3%	10 inHg	0.24	0.24	0.23	0.24
Tr3		15 inHg	0.30	0.31	0.31	0.31
Tr4		5 inHg	0.36	0.35	0.36	0.36
Tr5	4%	10 inHg	0.37	0.36	0.37	0.37
Tr6		15 inHg	0.74	0.73	0.74	0.74
Tr7		5 inHg	0.60	0.61	0.60	0.60
Tr8	5%	10 inHg	1.35	1.36	1.36	1.36
Tr9		15 inHg	2.10	2.09	2.10	2.10

FIGURA 5*Graficas de comparación de efectos de NaCl * fritura para la cohesividad.*

Nota. La figura (5) se muestra la gráfica de interacciones que nos muestra la relación que tiene el NaCl con presiones respecto a la cohesividad.

Respecto a los resultados, en la (figura 5) se puede observar el grafico que compara los diferentes tratamientos, como se puede observar las curvas presentan diferencia significativa de un tratamiento con otro, se puede ver que desde una concentración de NaCl tiene mayor significancia que las distintas presiones, ya que como observamos las curvas se apegan más y no marcando mucha significancia cuando se trabaja con una concentración del 3% de NaCl y con las presiones de 5, 10 y 15inHg en cambio cuando se va aumentando la concentración de NaCl las curvas van aumentando según con la presión que se trabaje. Se esta manera nos damos cuenta que para la cohesividad igual que para la dureza la concentración tiene una gran significancia a diferencia que la presión. Igualmente, que nos dice Pillajo Garcia (2019) en su investigación donde trabajo con diferentes concentraciones de sal y fritos al vacío a diferentes presiones de vacío tuvo como resultados que el cloruro de sodio tuvo mayor significancia ya que realizar un pre tratamiento con sal fortalecer la estructura interna del producto, influir en las interacciones entre almidones y proteínas, controlar la pérdida de humedad y promover la formación de una capa exterior más resistente. Estos mecanismos ayudan a mantener el producto más cohesionado y estructuralmente intacto, lo que es crucial para que los snacks tengan mayor cohesividad.

Por otra parte Pillajo et al (2019) en su investigación titulada *“Efecto de la Cocción y la Concentración de Sal como Pretratamiento de Chips de Mashua (Tropaeolum tuberosum) Obtenidos por Fritura al Vacío”* donde tuvo como tratamiento óptimo se escogió la muestra con presión de 10 inHg de fritura y 6% de sal ya que esta combinación optimiza la estructura del producto, reduciendo la probabilidad de desmoronamiento y mejorando la experiencia sensorial al consumirlos.

CAPITULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

- El estudio demuestra de manera concluyente que realizar un pretratamiento con NaCl en los snacks tiene mejora en sus características físicas, siendo más notable con el tratamiento al 5% siendo mayor la dureza (35N), fracturabilidad (24) y cohesividad (2.10N) del producto final a diferencia con el tratamiento al 3% que presento menor dureza (10N), fracturabilidad (10N) y cohesividad (0.22N).
- Se concluyo también que, al aplicar fritura al vacío, tiene un efecto positivo en las mejoras de las características físicas de los snacks, siendo mas notable con el tratamiento de 15 inHg.

5.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar evaluar la absorción del aceite bajo el sistema de fritura al vacío.
- También se recomienda realizar evaluaciones sensoriales de snacks fritos a diferentes presiones de vacío.

CAPITULO VI

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Antón, Tatiana., & Saavedra, Patricia. (2017). *Influencia del escaldado en la reducción de acrilamida en camotes (Ipomoea batatas) fritos, variedad amarilla.*
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4084>
- Avalos, E. (2014). *Influencia del secado previo y del tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de rebanadas de papa (Solanum tuberosum) frita variedad huevo de indio.* <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/852>
- Bautista, A., & Romero, E. (2020). *Desarrollo de un prototipo de freidora a vacío y su influencia en el contenido de acrilamida en papas (solanum tuberosum) fritas.*
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6150>
- By Contacto Cocina. (2023). *Beneficios y propiedades del plátano para la salud.*
<https://www.contactococina.com/blog/consejos-beneficios-platano-salud/>
- Cazzaniga, A. (2019). *Evaluación de la textura de los alimentos.*
<https://es.slideshare.net/FanychanCosplayer/evaluacin-de-la-textura-de-los-alimentos>
- Del Rosario, Daniel. (2018). *Elaboración de un sistema HACCP para la producción de chifles embolsados a base de plátano en la empresa la hojuela.*
<file:///C:/Users/ACER/Downloads/IND-%20ROS-ARE-2018.pdf>
- Diebox. (2013). *Snack de Plátano Casual Fruit | Snacks de fruta | Dietbox.*
<https://dietbox.es/producto/snack-de-platano-casual-fruit/>

- Fernando, E., & Albuja, C. (2015). *Optimización Del Proceso De Elaboración De Snacks De Piña (Ananas comosus) Mediante La Combinación De Diferentes Condiciones De Pretratamiento Y Fritura Al Vacío*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10377>
- Gomez, K. (2014). *Obtención de chips de papa china (Colocasia esculenta) aplicando fritura al vacío*. https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UTE_68e97db8fc8a57fa2d9279d0831da649
- González, Edmundo. (2016). *Propuesta didáctica para la mejor comprensión de los conceptos de la hidráulica*. <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/1671?locale-attribute=en>
- Goodman, S. (2021). *Análisis estratégico sobre el sector de snacks dulces y salados en Perú*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21714>
- Herrera, Karen. (2015). *Elaboracion de rodajas de camote (Ipomoea batatas) aplicando fritura al vacío*.
- Instituto Nacional De Salud. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. 30–37. <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf>
- Juan Carlos Lucas A. (2019). *Evaluación de los parámetros de calidad de chips en relación con diferentes variedades de platano (Musa paradisiaca L)*. 9, 65–74. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69525875009>
- López, Gonzalo. (2019). *Caracterización de la percepción oral de la textura de seis alimentos sólidos*. https://oa.upm.es/56908/1/TFG_GONZALO_BIELZA_LOPEZ_MANTEROLA.pdf
- Melo, S. (2019). *Evaluación de la textura de los alimentos*. <https://es.slideshare.net/FanychanCosplayer/evaluacin-de-la-textura-de-los-alimentos>

- Ortega Beltrán, A. (2018). *Efecto de la concentración de cloruro de calcio en las propiedades texturales de un confite a partir de la raíz de jícama (Smallanthus sonchifolius)*.
file:///C:/Users/ACER/Downloads/AL%20661propiedades%20texturales.pdf
- Patt fresh. (2023). *Plátano Palillo Orgánico*. <https://pattfresh.com/products/platano-palillo-organico>
- Pillajo Garcia, J. P. (2019). *Estudio del proceso para la obtención de chips salados de mashua*.
<http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5133>
- Pillajo, J., Bravo Vásquez, J., & Vernaza, M. G. (2019). Efecto de la cocción y la concentración de sal como pretratamiento de chips de mashua (*tropaeolum tuberosum*) obtenidos por fritura al vacío. *Informacion Tecnologica*, 30(4), 13–21.
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-07642019000400013&lng=pt&nrm=iso
- Pillajo, Juan., Bravo, J., & Vernaza, M. G. (2019). Efecto de la Cocción y la Concentración de Sal como Pretratamiento de Chips de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) Obtenidos por Fritura al Vacío. *Informacion Tecnologica*, 30(4), 13–21.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000400013
- Ponce, C. (2022). *Evaluación De Diferentes Dosis De Ácido Cítrico Y Ascórbico En La Actividad Antioxidante Del Plátano (Musa paradisiaca) Para La Producción De Snacks (Chifles)*.
<https://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1750>
- Rodríguez Gutiérrez, E. (2023). *Contenido de acrilamida en chifles en cuatro variedades de plátano*.

<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/8846/TAI00217R75.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santisteban, Manuel. (2019). *Efecto del secado previo y tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de hojuelas de papa frita (Solanun tuberosun) variedad yungay.*

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38973/santisteban_cm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Simbaña, k. (2021). *Evaluación de la incidencia de fritura al vacío sobre retención de extracto etéreo y textura en tres variedades mejoradas de maíz (Chulpi mejorado iniap 192, chulpi ecuatoriano, chaucho mejorado iniap 122).*

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10956>

Torres, j., Gonzalez, P., & Acevedo, D. (2015). *Análisis del Perfil de Textura en Frutas, Productos Cárnicos y Quesos.* 68–70. <http://revistareciteia.es.tl/>

Urbano, A., García, P., & Monzo, J. (2019). *Evaluación del comportamiento de yuca (Manhiot esculeta Cranz) en el proceso de fritura a vacío de chips.*

<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14424/TM%20ANGELA%20M.%20URBANNO%20RAMOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villamizar, Rafael., Quiceno, María., & Giraldo, Germán. (2012). Efecto del proceso de fritura a vacío sobre la calidad de un pasaboca de mango (Manguifera indica L.). *Acta Agronómica*, 61(1), 40–51. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122012000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Preparación de snacks de plátano palillo

1. **Recepción de la materia prima.** La imagen a es de la recepción de los plátanos.



2. **Pesado.** La imagen b es del pesado de los plátanos



3. **Selección y clasificación.** Imagen c es de la selección de los mejores plátanos.



4. **Escaldado.** Imagen d es del escaldado de los plátanos por un minuto



5. **Pelado.** La imagen e y f es del pelado de los plátanos con sumo cuidado para no dañar la pulpa.



6. **Cortado.** Imagen g y h son del cortado del plátano en hojuelas de 2mm de grosor.



7. **Pretratamiento.** La imagen i y j son de la sal y su pesado de lo que vamos a necesitar.

La imagen k es de la preparación de los depósitos donde se realizará el pretratamiento con NaCl. La imagen l es del pesado de las hojuelas de plátano que se necesitará 100 g por tratamiento. La imagen m y n es la inmersión de las hojuelas en la concentración de NaCl por una hora.





8. **Secado.** Imagen del secado de las hojuelas de plátano para eliminar el exceso de agua.



9. **Fritura.** La imagen o y p es de la colocación de hojuelas a freír al vacío por 12 minutos a una temperatura de 120°C.



10. Escurrir y enfriar. Imagen q y r es de la colocación de hojuelas fritas en papel absorbente para eliminar el exceso de aceite.



11. Empacado. La imagen s es del empacado de las hojuelas y rolado según sus tratamientos dados.



Anexo 2. Análisis de textura en texturómetro.

Las imágenes t, u, v son de la medición de textura de las hojuelas de plátano en el texturómetro.

