

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Evaluación de un proceso de fritura con aire forzado en la obtención de chips a base de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Alimentos

AUTOR: Ruano Chalacán Marcelo Sebastián

TUTORA: Ing. Chamorro Hernández Liliana Margoth MSc

Tulcán, 2023.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Ruano Chalacán Marcelo Sebastián con el número de cédula 0401747860 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de un proceso de fritura con aire forzado en la obtención de chips a base de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva



Firmado electrónicamente por:
**LILIANA MARGOTH
CHAMORRO HERNANDEZ**

Ing. Chamorro Hernández Liliana Margoth MSc.

TUTOR

Tulcán, noviembre de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Ruano Chalacán Marcelo Sebastián con cédula de identidad número 0401747860 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Ruano Chalacán Marcelo Sebastián

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Ruano Chalacán Marcelo Sebastián declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de un proceso de fritura con aire forzado en la obtención de chips de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Ruano Chalacán Marcelo Sebastián

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2023

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios por ser mi fortaleza y guiar cada uno de mis pasos en este proceso de arduo trabajo y dedicación durante mi vida universitaria, por ser mi apoyo en los momentos más difíciles.

Agradezco a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por haberme permitido la apertura a sus laboratorios para así poder desarrollar los análisis correspondientes de mi trabajo, a mis docentes que, por su compromiso con la educación, han compartido sus conocimientos y formado excelentes profesionales en el proceso.

De manera especial un sincero agradecimiento a mí tutora MSc. Liliana Chamorro quien fue mi guía en el desarrollo del presente proyecto, gracias a su paciencia y consejos motivadores que pude culminar con éxito el trabajo realizado.

Al equipo de expertos de la Carrera de Alimentos que con sus observaciones realizadas me permitieron mejorar el proyecto de investigación e innovar con ideas que aporten en beneficio de la sociedad.

A mi familia por su comprensión y apoyo incondicional, en especial a mis queridos padres les agradezco infinitamente por ser mi pilar fundamental y jamás dejarme decaer, por siempre ser mi inspiración para poderme superar día a día de manera firme cada obstáculo que se me presentó en el transcurso de mi etapa estudiantil, a mi hermana que pese a su corta edad estuvo presente durante todo el proceso apoyándome y motivándome a ser cada día mejor.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico con mucho amor y orgullo a toda mis familiares, de manera especial a mi madre Emma Chalacán, mi padre Marcelo Ruano y mi querida hermanita Samantha quienes me brindaron su amor y apoyo incondicional para que este sueño logre ser una realidad, por cada consejo que me brindaron de corazón pensando en mi bienestar y dándome ánimo para conseguir mis metas y jamás rendirme a mitad del camino y ser mi motivación más grande de superación.

A mi prima Jocelyn quien ha estado conmigo en momentos buenos y malos, gracias por esas experiencias que hemos pasado en la vida y en toda la carrera universitaria, por esas palabras de aliento que me llenaban el corazón y me ayudaban a ser cada día más fuerte.

A mi abuelita Leticia, quien, asido mi segunda madre, mi guía, mi fortaleza, le adoro con todo mi corazón y le dedico este trabajo de titulación. A mi tía Elisa, a mis compadres Verito, Alex, a mi ahijado Paulito y a mis primos Fernandita, Benjamín que han sido parte fundamental de mi vida y me han acompañado en cada meta sin dejarme decaer y apoyándome incondicionalmente.

A mi compañera de vida Jennifer Alexandra Fuentes, quien ha sido mi apoyo incondicional, gracias por haber llegado a cambiar mi vida, por ser mi motivación en todo lo que me he propuesto, por ayudarme y acompañarme en momentos buenos y malos. Reinita de mi vida este logro también es suyo, porque me ayudó a crecer como persona y como profesional, sin su amor, paciencia y dedicación, nada de esto hubiera sido posible. Gracias por hacerme sentir especial y compartir conmigo tantos momentos de alegría y aprendizaje.

Al Sr Marcelo Fuentes y la Sra. Gloria López quienes son como mis segundos padres, que me han dado sus consejos los mismos que he puesto en práctica, por darme palabras de apoyo y confiar en mi capacidad de superación. A mis cuñadas Naye y Marce gracias por ser parte de mi vida y por compartir momentos únicos en familia, por la confianza tan grande que tuvieron en mí, les agradezco por ese cariño sincero que me tienen, por haberme abierto las puertas de su hogar y de su corazón.

A mis mejores amigos Axel y Jhoana quienes han llegado a mi vida a formar un vínculo de amistad sincera, les agradezco mucho por ser mis amigos y convertirse como mi segunda familia ya que en cada momento que les necesite siempre estuvieron presentes, mil bendiciones amigos siempre los llevaré en mi corazón.

Aquellas personas que fui conociendo en el transcurso de mi vida estudiantil que desde el primer semestre hemos compartido muchas experiencias de las cuales he aprendido grandes cosas, que sin esperar nada a cambio me extendieron su mano de apoyo, en especial a mis amigos, Jacqueline, Mishell, Víctor, Brayan, Ricardo, Dora, Camilita.

Con mucho amor, Marcelo Sebastián

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. EL PROBLEMA	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3. JUSTIFICACIÓN	20
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
1.4.1. Objetivo General	21
1.4.2. Objetivos Específicos.....	21
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	22
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.2. MARCO TEÓRICO	25
2.1.1. Zanahoria blanca	25
2.1.1.1. Origen de la zanahoria blanca.....	26
2.1.1.2. Descripción botánica	27
2.1.1.3. Variedades de zanahoria blanca	27
2.1.1.4. Composición química de la zanahoria blanca.....	28
2.1.1.5. Propiedades y usos de la zanahoria blanca.....	29
2.1.2. Snacks	29
2.2.2.2. Chips	30
2.2.2.1. Tipos de chips	30
2.2.3. Fritura.....	31

2.2.3.1. Tipos de fritura	31
Fritura convencional.....	31
Fritura al vacío	32
Fritura con aire forzado	33
2.2.3.2. Comparación entre la fritura convencional y con aire	33
2.2.3.3. Etapas del procedimiento de fritura con aire.....	33
Etapa de fritura	33
Etapa Presurizada	34
Etapa de enfriamiento	34
2.2.3.4. Transferencia de masa y calor mediante el proceso de fritura.....	34
2.2.3.5. Parámetros y factores que influyen en el proceso de fritura convencional.....	34
2.2.3.6. El almidón en la fritura	35
2.2.4. Tratamiento térmico escaldado.....	35
2.2.5. Contenido de humedad	36
2.2.6. Alteración del proceso de fritura.....	36
2.2.7. Índice de peróxidos	36
2.2.8. Parámetro de textura	37
2.2.7.1. Crujencia	37
2.2.7.2. Qué es un análisis perfil de textura	38
2.2.7.3. Qué se necesita para tener un análisis de perfil de textura	38
2.2.7.4. ¿Cómo se mide el perfil de textura?	38
2.2.7.5. ¿Qué mide el perfil de textura?	38
2.2.8. Evaluación sensorial de alimentos.....	39
2.2.8.1. Tipos de pruebas para evaluar sensorialmente a los alimentos.	39
III. METODOLOGÍA	41
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	41

3.1.1. Enfoque	41
3.1.2. Tipo de Investigación	41
3.2. HIPÓTESIS	41
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	42
3.3.1. Definición de las variables	42
3.3.2. Operacionalización de las variables	43
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	44
3.4.1. Proceso de producción en chips de zanahoria blanca con aire forzado	44
3.4.2. Métodos para el análisis sensorial	46
3.4.3. Métodos utilizados en el análisis fisicoquímico	46
3.4.3.1. Análisis de Humedad	46
3.4.3.2. Determinación % de grasa INEN 523	47
3.4.3.3. Índice de peróxidos	48
3.4.3.4. Análisis de proteína	48
3.4.3.5. Fibra cruda	49
3.4.4. Métodos utilizados para el análisis microbiológico	50
3.4.4.1. Conteo de mohos y levaduras	50
3.4.4.2. Conteo para aerobios mesófilos NTE INEN 1529-5:2006	50
3.4.5. Metodología para el parámetro de textura	51
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	52
3.5.1. Tipo de diseño	52
3.5.2. Características del experimento	52
3.5.3. Unidad Experimental	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1. RESULTADOS	54
4.1.1 Resultados del análisis microbiológico de chips de zanahoria blanca	54
4.1.2. Análisis sensorial	54
4.1.3. Análisis fisicoquímicos	58

4.1.3.1. Análisis de humedad en chips de zanahoria blanca con aire forzado ...	58
4.1.3.2. Análisis de grasa en chips de zanahoria blanca con aire forzado.....	59
4.1.3.3. Análisis de proteína de chips de zanahoria blanca con aire forzado	59
4.1.3.4. Análisis del índice de peróxidos de los chips de zanahoria blanca con aire forzado.....	60
4.1.3.5. Análisis de fibra de los chips de zanahoria blanca con aire forzado.....	60
4.1.4. Análisis de textura de los chips de zanahoria blanca con aire forzado	61
4.1.4.1. Análisis de dureza de los chips de zanahoria blanca con aire forzado .	61
4.1.4.2. Análisis de Fracturabilidad de zanahoria blanca con aire forzado	61
4.2. DISCUSIÓN	61
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1. CONCLUSIONES.....	66
5.2. RECOMENDACIONES	67
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
VII. ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción botánica de la zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza)	27
Tabla 2. Contenido de microelementos (en base seca) de la zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza)	28
Tabla 3. Cantidades nutricionales de la zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) en 100g de la parte comestible	28
Tabla 4. Comparación de fritura, en condiciones atmosféricas y bajo presión reducida (vacío)	33
Tabla 5. Operacionalización de variables	43
Tabla 6. Escala de preferencia para la prueba sensorial.....	46
Tabla 7. Diseño experimental de fritura con aire forzado de los chips de zanahoria blanca	52
Tabla 8. Combinación de las variables	52
Tabla 9. Cantidad de materia prima a utilizar en cada unidad experimental.....	53

Tabla 10. Valores del análisis microbiológico de los chips de zanahoria blanca con aire forzado.....	54
Tabla 11. Codificación de los tratamientos	55
Tabla 12. Análisis ANOVA del parámetro de color	55
Tabla 13. Análisis de las medias del parámetro color	55
Tabla 14. Análisis ANOVA del parámetro de olor	56
Tabla 15. Análisis de las medias del parámetro olor	56
Tabla 16. Análisis ANOVA del parámetro de sabor	56
Tabla 17. Análisis de las medias del parámetro sabor	57
Tabla 18. Análisis ANOVA del parámetro de textura.....	57
Tabla 19. Análisis de las medias del parámetro textura.....	58
Tabla 20. Resumen de las medias de los parámetros evaluados en el análisis sensorial	58
Tabla 21. Valores de las medias del análisis de humedad de los mejores tratamientos	58
Tabla 22. Valores de las medias del análisis de grasa de los mejores tratamientos....	59
Tabla 23. Valores de las medias del análisis de proteína de los mejores tratamientos	59
Tabla 24. Valores de las medias del análisis de índice de peróxidos de los mejores tratamientos.....	60
Tabla 25. Valores de las medias del análisis de fibra de los mejores tratamientos.....	60
Tabla 26. Valores de las medias del análisis de dureza de los mejores tratamientos..	61
Tabla 27. Valores de las medias del análisis de dureza de los mejores tratamientos..	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza)	26
Figura 2. Variedad de Zanahoria blanca.....	28
Figura 3. Transferencia de calor.....	34
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de chips de zanahoria blanca con aire forzado.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	74
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	74
Anexo 3. Hoja de catación para el análisis sensorial de chips	77
Anexo 4. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2561:2010	78
Anexo 5. Resultados del análisis de dureza y fracturabilidad de los chips de zanahoria blanca del tratamiento 1	82
Anexo 6. Resultados del análisis de dureza y fracturabilidad de los chips de zanahoria blanca del tratamiento 2.....	83
Anexo 7. Evidencias de los análisis realizados	84

RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo elaborar chips de zanahoria blanca mediante un proceso de fritura con aire forzado implementando un pretratamiento de escaldado (83°C por 4 min) para obtener chips saludables con características similares a las de un chip convencional (frito con inmersión en aceite). Las temperaturas empleadas fueron de 120°C y 140°C, el espesor de la hojuela fue de 1,5 mm. Se evaluó 4 tratamientos con 3 repeticiones obteniendo un total de 12 unidades experimentales, el análisis estadístico se lo hizo mediante un ANOVA simple para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos. Se realizó un análisis microbiológico antes de la evaluación sensorial con la finalidad de garantizar la seguridad del producto y la salud del consumidor. Para el análisis sensorial se usó una escala hedónica de 5 puntos en donde se evaluó los atributos sensoriales de color, olor, sabor y textura obteniendo como mejores tratamientos el T1 (Escaldado + 120°C) y el T2 (Escaldado + 140 °C). Los tratamientos mejores aceptados por los catadores fueron sometidos a un análisis fisicoquímico donde se obtuvo: humedad T1 3,08% y T2 2,22% ; proteína T1 2,66% y T2 2,58%; fibra T1 3,96% y T2 3,92 ; grasa T1 2,39% y T2 2,59%, índice de peróxidos T1 0,61% y T2 0,73%. Dentro de los análisis fisicoquímicos se evidenciaron cambios en cada uno de los parámetros evaluados, debido a la implementación de la fritura con aire forzado la cual al emplear temperaturas altas y poco aceite en su fritura consiguió que las proteínas, grasa, humedad, fibra y el índice de peróxidos sean bajos en comparación a la fritura convencional. El análisis de dureza y fracturabilidad presentó valores superiores a los de una fritura convencional ya que la cantidad de aceite utilizada fue menor haciendo que el chip tenga mayor dureza.

Palabras Claves: aire forzado, escaldado, zanahoria blanca, evaluación sensorial, parámetros fisicoquímicos, análisis de textura.

ABSTRACT

This research work aimed to make white carrot chips through a forced air frying process, implementing a blanching pre-treatment at 83°C for 4 minutes. The purpose was to obtain healthy chips with characteristics similar to those of a conventional chip, which is fried by immersion in oil. The temperatures used in the process were 120°C and 140°C, maintaining a flake thickness of 1.5 mm. 4 treatments were carried out with 3 repetitions, thus obtaining a total of 12 experimental units. Statistical analysis was performed using a simple ANOVA to determine the existence of significant differences between treatments. Prior to the sensory evaluation, a microbiological analysis was carried out in order to ensure the safety of the product and the health of the consumer. Subsequently, for sensory analysis, a 5-point hedonic scale was used, evaluating the sensory attributes of color, smell, taste, and texture. The best evaluated treatments were T1 (Blanching + 120°C) and T2 (Blanching + 140°C). The treatments most accepted by the tasters were subjected to a physicochemical analysis, revealing the following results: moisture (T1: 3.08%, T2: 2.22%), protein (T1: 2.66%, T2: 2.58%), fiber (T1: 3.96%, T2: 3.92%), fat (T1: 2.39%, T2: 2.59%), and peroxide index (T1: 0.61%, T2: 0.73%). In the physicochemical analyses, changes were evidenced in each of the parameters evaluated. The implementation of forced-air frying, by employing elevated temperatures and reducing the use of oil, resulted in lower levels of protein, fat, moisture, fibre, and peroxide index compared to conventional frying. In addition, the hardness and breaking analysis revealed values higher than those of conventional frying, since the amount of oil used was lower, contributing to a higher hardness of the chips.

Keywords: forced air, scalding, white carrot, sensory evaluation, physicochemical parameters, texture analysis.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad a nivel nacional la producción de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) ha tenido un incremento de 1507 a 3595,8 toneladas, la cual es destinada para ser comercializada como un tubérculo de manera natural.

En Ecuador hay diferentes zonas de producción de zanahoria blanca. La provincia de Imbabura es la principal productora de este tubérculo ya que se encuentran 40 hectáreas de producción en la región del Intag de manera permanente a un costo que va de 20 a 23 dólares el quintal, este sector es identificado como potencial productor de zanahoria blanca ya que sus condiciones climáticas permiten el crecimiento y buena producción. (Higuera y Prado, 2013)

La zanahoria blanca es un tubérculo que está disponible todo el año, el costo de producción es bajo, pero presenta una fuente alta de carbohidratos, aporta calorías, fibra y minerales. Es fundamental y esencial principalmente en zonas con déficit alimentario, además es el sustento económico de pobladores de las diferentes provincias del Ecuador. (Higuera; Prado, 2013)

En la actualidad el mercado mundial de los chips se ha plasmado en desarrollar una variedad de productos, debido a que la mayor parte de consumidores llevan un ritmo de vida totalmente acelerado y por ello se inclinan en el consumo de alimentos rápidos y dañinos con un bajo aporte nutricional causando así grandes problemas de salud en la población. (Flores, 2019)

Los chips son denominados un alimento ligero que es consumido principalmente entre comidas, su objetivo es satisfacer el hambre temporalmente y es un aporte nutricional para el consumidor. En la producción de chips las materias primas más utilizadas son tubérculos y cereales; no obstante, son denominados comida chatarra al presentar poco valor nutricional o en algunos casos no aportan a la salud del consumidor debido a que contienen grasas e hidratos de carbono en grandes cantidades, en otros casos se ha determinado altas concentración de sodio. (Calderón, 2019)

La fritura con aire forzado es una técnica que se la realiza en hornos con función Air Fryer en el que el calor es transportado por aire a diferencia del aceite en la fritura convencional. Dicho proceso se basa en freír el alimento por contacto directo del producto en aire caliente dentro de una cámara que permanece en constante movimiento hasta obtener un alimento libre de grasa y sumamente saludable. Es una técnica que ayuda a reducir la formación de acrilamida en los alimentos y que los atributos sensoriales logren presentar similitud a los obtenidos en fritura por inmersión. (Chong, Mazzitelli, y Quintero, 2019)

Esta investigación tiene el propósito de implementar la fritura con aire forzado para obtener chips saludables de zanahoria blanca y de igual manera fortalecer la producción y el aprovechamiento de este producto al darle un valor agregado como también fortalecer la cadena de producción agrícola de la población.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador, de acuerdo con el Ministerio de Salud Pública el 82% de alimentos procesados que se expendien presentan un contenido de grasa, sal y azúcar en grandes cantidades y solo el 2% presenta niveles bajos y debido a estos altos niveles en el país se presentan enfermedades como; la obesidad, cardiovasculares, diabetes, cáncer e hipertensión. (Sánchez, 2017)

En cuanto a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ejecutada por el INEC (2018) el consumo de chips en la población adolescente a escala nacional es del 64%, lo que indica que en el país existe un alto consumo de chips por parte de la población joven. Además, Guillermo Muñoz (2020) dice que los snacks se los consumen cuando existe distracción, es decir, mientras se mira la televisión, trabaja en la computadora, maneja, etc., consumiendo chips cuando no se hace actividad física o incluso cuando se está aburrido, estos snacks presentan un gran contenido de grasas y que para nuestro organismo es un poco difícil de digerir.

Los chips son alimentos que contienen altos porcentajes de grasas trans, de acuerdo con FatSecret (2022), en una porción de 100 g de chips de papas el 60% es grasa, 35% carbohidratos y el 5% proteínas. Estas grasas provienen de la ingesta de alimentos hidrogenados y su contribución para la salud no es favorable. Por lo general los chips se vuelven tan agradables para el paladar que su consumo se hace con mayor frecuencia para todo tipo de compradores, debido a su alto contenido calórico eleva el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles, es decir, la obesidad, sobrepeso, presión arterial alta, etc. (Hermosilla, Sánchez, & Burgos, 2020)

Los chips son denominados la comida chatarra que se suele asociar con un impacto negativo a la salud del consumidor a largo plazo, en cambio, los chips saludables son aquellos que deben ser libres de grasa o contener una mínima

cantidad, sin gluten sin ingredientes artificiales e inclusive sin alergénicos. (Chacón, Muñoz, y Quiñónez, 2017)

El excesivo consumo de alimentos altos en grasa y una elevada ingesta de calorías conducido por estilos de vida sedentarios, provocan la acumulación de grasa en el cuerpo, lo cual impacta el peso corporal y de cierta manera afecta a la salud. No obstante, la cantidad de grasa dietética total consumida está relacionada con el índice de masa corporal y el perfil de lipoproteínas, por lo que reducirá significativamente el peso corporal, el índice de masa corporal, el colesterol total y el colesterol malo. (Cabezas, Hernández, y Zárate, 2018)

De acuerdo con Organización Mundial de la Salud (2018), las grasas trans aumentan el nivel de colesterol LDL, el cual es un marcador biológico del riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares, mientras que se menora el nivel del colesterol HDL, en donde las lipoproteínas de alta densidad sacan el colesterol de las arterias y lo transportan al hígado en donde se secreta la bilis. Por lo tanto, una alimentación en alto contenido de grasas presenta el riesgo de aumentar cardiopatías en 21% y el riesgo de muerte en un 28%.

La zanahoria blanca forma parte de la alimentación de la población ecuatoriana con mayor densidad en zonas rurales, debido a que su consumo se lo emplea solamente en comidas caseras como; sopas y ensaladas, las personas del sector urbano consumen en menor cantidad este tubérculo. (Suquilanda, 2017)

Su bajo consumo en las ciudades genera un desconocimiento y desaprovechamiento de la zanahoria blanca, tanto en la parte nutricional como en la salud, así mismo, su mal almacenamiento genera pérdidas para los productores y pérdidas económicas por su mínima comercialización y su falta de transformación. (FAO, 2014)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La fabricación de chips de zanahoria blanca mediante aire forzado permitirá obtener chips saludables?

1.3. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con Mesa (2021), en su estudio "Por cuenta de la pandemia del Covid-19 aumentó el consumo de chips saludables", dice que, de 6292 adultos encuestados en el mundo el 88% de ellos consumen snacks, de esa cantidad de encuestados el 57% es consciente de cuántas calorías debe consumir. Los chips son una pequeña porción de alimentos que se ingiere para calmar el hambre entre las tres comidas principales del día.

Los chips saludables son aquellos compuestos por alimentos o ingredientes saludables (con vitaminas, minerales, fibra, grasas saludables, hidratos de carbono complejos y proteínas vegetales) y no presentan un riesgo en la salud de los consumidores. La ventaja de elaborar un chips saludable es que forme parte de la alimentación diaria, además, pueden ayudarnos a complementar nuestra dieta. (NUTRICONCEPTOS, 2016)

El consumo de chips es cada vez más frecuente en toda la población, 9 de cada 10 adultos dicen consumir chips en su día a día. Esto se debe a que, en la actualidad, las personas se ven obligadas a comer fuera del hogar o consumir productos empacados como refrigerios, ya que las personas tienen el tiempo reducido para sus labores diarias o para preparar comida casera. (IALIMENTOS, 2015)

La zanahoria blanca es uno de los productos andinos cultivados más antiguos en el Ecuador, contiene un almidón de tamaño granular y fácilmente digerible, así como cantidades significativas de fósforo, hierro, vitaminas, caroteno, etc. Presenta un sabor agradable, contiene entre el 10 y 25 % de almidón, alto contenido de calcio y niacina. El almidón que produce la zanahoria blanca es fácil de digerir, por ende, es recomendada en la dieta de niños, ancianos y enfermos. La zanahoria blanca es una verdura que aporta amplios beneficios a la salud, contribuye a retardar el envejecimiento gracias a su alto nivel en antioxidantes y betacaroteno. (Coello, 2021)

Según OrganicLife (2020), la zanahoria tiene un compuesto esencial denominado falcarinol que reduce el riesgo de contraer cáncer. También posee ácido fólico que ayuda en la prevención de anemia y reduce el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares. Este tubérculo es rico en vitaminas que benefician tanto el sistema

digestivo como el sistema nervioso, además ayuda en la eliminación de toxinas del organismo.

Ecuador cuenta con una gran diversidad de alimentos a nivel mundial, y es el segundo país con mayor área de siembra y producción de tubérculos y raíces, con un total de 556 676 000 toneladas. Además, el cultivo de zanahoria blanca tiene más rentabilidad que un cultivo de maíz. Sin embargo, el gobierno ecuatoriano no presenta datos actualizados acerca de este tubérculo, las cifras obtenidas datan del año 1996 con un total de 1 507 toneladas por hectárea. Aunque, en la actualidad, la provincia de Imbabura cuenta con 40 hectáreas producción de este alimento. (Ponce, 2015)

Según Castellanos, Pinedo, y Hernández (2012) los alimentos obtenidos a base de un proceso de fritura tienen mayor aceptabilidad ya que existen un gran mercado de productos fritos y pre fritos, aunque, mayormente se los obtiene por una fritura convencional. Una de las ventajas de fritura por aire forzado es que no necesita exponer el aceite a temperaturas altas, otra ventaja es que en el interior de la freidora existe una mínima cantidad de oxígeno, esto ayuda a que se disminuya la formación de sustancias tóxicas, lo cual convierte a la fritura por aire forzado en una opción adecuada y saludable para el procesamiento de alimentos con el fin de brindar a estos las características únicas de textura, color, olor, sabor.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar un proceso de fritura con aire forzado para la obtención de chips a base de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*).

1.4.2. Objetivos Específicos

- Aplicar un pretratamiento de escaldado a las hojuelas de zanahoria blanca antes del proceso de fritura para determinar los mejores tratamientos mediante un análisis sensorial.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos que presentaran los chips de zanahoria blanca de los mejores tratamientos.

- Medir la dureza y fracturabilidad de los chips de zanahoria blanca mediante un análisis de compresión.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Al aplicar el escaldado como pretratamiento las hojuelas de zanahoria blanca tendrán cambios en las características de organolépticas y fisicoquímicas?
- ¿Las características fisicoquímicas de los chips de zanahoria blanca estarán dentro de lo que establece la norma vigente?
- ¿La medición de dureza y fracturabilidad ayudaran a determinar la consistencia y firmeza de los chips?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Narro, (2021) en su investigación "Determinación de la temperatura de fritura y espesor para obtener hojuelas de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza bancrofti*)" menciona que el espesor de las hojuelas y la temperatura de fritura intervienen independientemente en su rendimiento 338g, el mayor rendimiento de hojuelas fue a una temperatura de 150°C y el espesor de 1.5 mm. Por otra parte, se comprobó que en el tratamiento 4 existió menor consumo de aceite en donde las hojuelas fueron de 2 mm de grosor y una temperatura de fritura de 140°C, en cambio hubo mayor consumo de aceite en las hojuelas de 2.5 mm a una temperatura de 160°C.

Macías, (2020) en su investigación denominada "Elaboración de un snack a partir de hortalizas no tradicionales como zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), papa nabo (*Brassica rapa subsp, rapa*) y oca (*Oxalis tuberosa*)" Deshidrató hojuelas de arracacha a una temperatura de 60, 70 y 80°C por un tiempo de 180 minutos y afirmó que los chips más aceptados por los consumidores fueron los elaborados a 80°C por 180 min en un horno convencional. Se realizó un análisis sensorial para elegir el mejor tratamiento con una escala hedónica de 5 niveles, los resultados afirman que el tratamiento que tuvo mayor aceptabilidad fue el tratamiento 3 para los atributos evaluados. En el análisis microbiológico se determinó que los del tratamiento 3 no tienen en su composición ufc/g de *Escherichia coli*, mohos y levaduras por lo tanto si cumplen con la normativa INEN 2561:2010, en cambio en el análisis fisicoquímico se evidenció que el parámetro de humedad (9%) no cumple con la normativa ya que el tiempo y la temperatura no fueron adecuados para reducir el porcentaje de humedad en el snack. Se obtuvo un porcentaje de grasa de 0,5% siendo este resultado inferior a lo establecido en la norma lo que significa que es un snack saludable y apto para el consumo.

Villena, (2022) en su estudio denominado "Evaluación de dos sistemas de fritura en la obtención de Chips de Camote (*Ipomea batatas L.*) Variedad Toquecita", En dicha investigación se comprobó que al emplear los sistemas de fritura los nutrientes

del alimento disminuyen, al comparar los dos sistemas se evidenció que la fritura al vacío beneficia el mayor contenido de nutrientes. Se cortó en rodajas el camote para ser sometido a fritura convencional con las siguientes condiciones: T0 180°C, 4min; T1 160°C, 6 min; T2 140°C, 8 min. En cuanto a la fritura al vacío las condiciones fueron: T3 120°C, 25 min; T4 120°C, 30 min y T5 120 °C, 35 min. En los resultados del camote frito se pudo evidenciar que la fritura al vacío ayuda a retener a mayor escala los nutrientes con relación al snack elaborado por fritura convencional.

Mora (2021) en su investigación "Elaboración de chips saludables como alimento funcional por medio de Air Fryer, a partir de los tubérculos de *Tropaeolum tuberosum*, *Ullucus tuberosus* y *Oxalis tuberosa*" tuvo la finalidad de elaborar chips saludables haciendo uso de una freidora Air Fryer en tres diferentes tipos de tubérculos como cubio, chugua e hibia. Realizó un proceso de escaldado antes de freír a una temperatura de 83°C durante 4 minutos a una temperatura de $83 \pm 2^\circ\text{C}$, con el fin de neutralizar el almidón que se encuentra en su superficie, inactivar enzimas y desechar los mucílagos presentes en el alimento. El objetivo principal de esta investigación fue producir chips a escala industrial que se diferencien de los snacks comunes porque son novedosos y nutritivos manteniendo sus características organolépticas.

González et al., (2022), en su investigación "Snacks de piña mediante las técnicas combinadas de Ventana de Refractancia y Fritura con Aire Caliente" menciona que existen pocos snacks a base de piña, además habla que para conservar los alimentos se empleó el secado como alternativa para disminuir humedad, peso y así facilitando su almacenaje y transporte. Empleo la técnica secado por ventana de refractancia utilizando temperaturas de 70, 80, y 90°C en donde los tiempos de secado varían dependiendo de la humedad. Además, mediante la técnica de fritura con aire fue posible analizar el tiempo y la temperatura, como también se analizó el color, el contenido de vitamina C de los snacks de frutas. Concluyó que el empleo de la técnica de ventana de refractancia el proceso es más corto para el mantenimiento de la piña y sus características mínimas de humedad, mientras que la técnica de fritura de aire permite mantener el color característico y la vitamina C en el producto, cabe mencionar que el uso adecuado de las dos técnicas permite obtener como resultado final Snacks de piña en el menor tiempo para su proceso y conservación de las propiedades de la piña.

Según Chong, Mazzitelli, y Quintero, (2018) en su investigación "Efecto de los métodos de cocción por fritura en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de chips de taro (*Colocasia esculenta*)" mediante este estudio se implementó dos técnicas de fritura, convencional y con aire forzado para obtener chips de taro. El propósito fue determinar cómo estas metodologías afectarían las características físicas y químicas, así como las propiedades sensoriales de los chips fabricados.

En los resultados se evidenció una diferencia mayor en el contenido de grasa y crujencia. Existió una preferencia del 87% de los chips elaborados mediante fritura convencional por parte de los catadores, en donde los atributos de sabor y crujencia fueron los de mayor preferencia. Además, los chips fritos de manera convencional presentaron un contenido de lípidos del 31,5%, un contenido mínimo de oxalato del 0,40 mg/100 g de muestra y una dureza mínima con un valor de 208.95 gf, en cuanto a los chips fritos con aire forzado el porcentaje de lípidos fue de 21,53%, 4,48 mg de oxalato/g y una dureza de 40908 gf. Se concluyó que el método de fritura con aire forzado puede ser tomado como una opción saludable que menora de manera significativa el contenido de grasa y presenta características sensoriales aceptadas por los consumidores.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Zanahoria blanca

De acuerdo con Quilapanta et al. (2018) la zanahoria blanca tiene 10 a 12 diversas variedades de especies propias de América del Sur, específicamente en los Andes donde hasta la actualidad a nivel industrial no ha logrado el reconocimiento que merece por poseer almidón granulado de tamaño pequeño y propiedades fisicoquímicas llamativas.

La zanahoria blanca es cultivada principalmente por poseer raíz reservante, la cual produce un sabor único, además de ser considerada uno de los alimentos saludables y nutritivos. La siembra de esta raíz se realiza entre septiembre a diciembre, puede producir entre 30 a 40 brotes y seis a diez raíces por planta, obteniendo así hasta 10 toneladas de raíces comerciales por hectárea. Su mayor problema es el largo período vegetativo que varía entre 10 y 12 meses. (Burgos et al. 2006)

Higuera y Prado (2013) mencionan que "En Ecuador los cultivos de zanahoria blanca se encuentran localizados entre 1500 y 3000 msnm, a lo largo del callejón interandino y son menos frecuentes en los flancos occidental y oriental de la cordillera; encontrándose cultivo en Pimampiro, Intag y Cotacachi en la provincia de Imbabura; Nanegalito y San José de Minas en la provincia de Pichincha, Baños en la provincia de Tungurahua, Gonzanamá y Saraguro en la provincia de Loja y Zaruma en la provincia del Oro".



Figura 1. Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)

Fuente: (Burgos et al. 2006)

2.1.1.1. Origen de la zanahoria blanca

La zanahoria blanca es una planta andina antigua y cuyo cultivo inicio desde la etapa inca siendo conocida hasta hoy en día como un producto del cual se puede aprovechar todos los beneficios que aporta, cabe recalcar que la variabilidad de este producto se ha seguido manteniendo en el mercado gracias a las diversas culturas indígenas, es importante conocer que se cultiva a nivel de todo Latinoamérica pero Brasil es el país donde su producción supera a los demás países y tiene mayor demanda en su consumo. (Alvarado y Ochoa, 2010)

2.1.1.2. Descripción botánica

Tabla 1. Descripción botánica de la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)

División	Angiospermas
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Archichlamydeae
Orden	Umbelliflorae
Familia	Umbelliferae
Subfamilia	Apiodae
Género	<i>Arracacia</i>
Nombre científico	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>
Nombre común	Zanahoria blanca

Fuente: Higuera y Prado (2013)

2.1.1.3. Variedades de zanahoria blanca

Las variedades que existen de la zanahoria blanca se pueden determinar por la apariencia superficial evidente, nombrado lo anterior se obtiene la siguiente clasificación:

- Negra: esta variedad presenta un color morado oscuro casi asimilándose a negro, se caracteriza por ser resistente y su tiempo de vida útil es mayor.
- Morada: el sabor de esta variedad de zanahoria tiende a ser tipo dulce, el color que representa a este tipo es el ligero color morado en los tallos *mientras*; que en la parte central tiende a evidenciarse un color rosado.
- Amarilla: presenta un sabor neutro, entre dulce y amargosa, al principio su coloración es verdosa hasta que llega al punto de maduración completa y se visualiza un color amarillo.
- Blanca: pese a que tiene similitud con el tipo anterior, la diferencia es que las raíces son blancas. (Higuera y Prado, 2013)



Figura 2. Variedad de Zanahoria blanca

Fuente: (Higuera y Prado, 2013)

2.1.1.4. Composición química de la zanahoria blanca

La zanahoria blanca presenta un porcentaje elevado de calcio, almidón, vitaminas, fósforo, además, su sabor es apetecible para quien la consume y aporta nutricionalmente a la salud.

Tabla 2. Contenido de microelementos (en base seca) de la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)

Elemento	Cantidad
Calcio	0,15 %
Fósforo	0,17%
Magnesio	0,07%
Sodio	0,09%
Potasio	2,13%
Cobre	8,3 ppm
Hierro	139,5 ppm
Manganeso	9,5 ppm
Zinc	9,1 ppm
Yodo	0,2 ppm

Fuente: (Benalcázar, 2006)

Cantidades nutricionales de la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) en 100g de la parte comestible, se pueden evidenciar en la tabla 3.

Tabla 3: Cantidades nutricionales de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*).

COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Parte comestible (%)	90,00
Valor energético (cal)	104,00
Humedad (%)	73,40
Proteínas (%)	6,00
Grasas (g)	0,20

Carbohidratos (g)	24,90
Fibra (g)	0,60
Cenizas (g)	1,20
Calcio (mg)	29,00
Fósforo (mg)	58,00
Hierro (mg)	1,20
Vitamina A (UI)	20,00

Fuente: Benalcázar (2006)

2.1.1.5. Propiedades y usos de la zanahoria blanca

Según Calderón (2019) expone que la zanahoria blanca es una fuente de propiedades que benefician a aquellas personas que consumen este producto, entre ellas podemos nombrar las siguientes:

- Dentro de sus propiedades contiene la pectina que actúa como regulador de las funciones del intestino como lo es para las diarreas de moderada cantidad o estreñimiento.
- Actúa en el organismo el cual elimina toxinas y purifica el organismo.
- Es considerado un remedio eficiente para tratar trastornos anémicos debido a su alto nivel de hierro y algunas vitaminas esenciales para el cuerpo.

La zanahoria blanca se la utiliza para poder preparar de diversas maneras, aunque en la forma ancestral se tiene conocimiento que se debe cocinar y amasar la zanahoria para utilizarle para la desinflamación o quitar verrugas en alguna parte del cuerpo.

2.1.2. Snacks

También conocidos como hojuelas fritas son los alimentos creados a través de los procesos de fritura, extrusión y deshidratación que han sido elaborados para ser consumidos por gusto o porque brindan energía. Sin embargo, ninguno de estos alimentos constituye por sí solo ninguna de las comidas principales del día. Existen otros alimentos como: vegetales, tubérculos, cereales, que pueden ser procesados como un snack. (Higuera y Prado, 2013)

Según el (NTE INEN 2 561:2010, 2010), los snacks son adaptados a las siguientes definiciones:

- **Bocadito:** Son aquellos productos que ayudan a calmar el hambre sin llegar a ser una comida completa, son conocidos como snacks, pasabocas, botanas.
- **Hojuelas:** Son aquellas láminas obtenidas de un tubérculo, raíz tuberosa, fruta, semillas que son formadas a través de una masa moldeada.
- **Hojuelas fritas:** Son productos obtenidos a través de un proceso de fritura de las hojuelas con aceites comestibles a altas temperaturas.
- **Extruidos:** Son obtenidos a través del proceso en el que mediante el grano, harina o subproducto de estos es forzado a fluir, por medio de una o más variedades de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de una placa diseñada para darle forma al producto y expandir los ingredientes.
- **Cereales dilatados:** Son aquellos productos que aumentan su volumen por aplicación de calor.

2.2.2.2. Chips

Los chips, también denominados hojuelas fritas, es un alimento que se consume por placer o como complemento energético y nutritivo para calmar temporalmente el hambre porque si se consume solo este producto sin las tres comidas principales no aporta ningún beneficio. Estos alimentos son elaborados por medio de fritura, extrusión y deshidratación. Dentro del campo de los chips su elaboración es infinita porque existe un área bastante extensa para explotar en colores, formas, tamaños y sabores. (Higuera y Prado, 2013)

Según la FAO (2011) los chips pueden ser elaborados con una amplia gama de materias primas, aunque por lo general se usan tubérculos o granos para su producción. El proceso más empleado para su elaboración es la fritura, pero existen otros como la extrusión o el horneado.

2.2.2.1. Tipos de chips

Para clasificar a las hojuelas se lo hace mediante el método o proceso por el cuál ha sido obtenido el producto final. Por ejemplo, hojuelas obtenidas por medio de un proceso de fritura (hojuelas de frutas y tubérculos); otros por el método de extrusión y/o expansión (hojuelas de maíz, cebada, etc.), también por medio de la deshidratación osmótica como son: frutas deshidratadas, las cuales se las consume

directamente o se desarrollan otros productos a partir de estas (barras energéticas) generando así variedad de sabores y texturas. (Narro, 2021)

2.2.3. Fritura

El proceso de fritura es un requerimiento de la industria alimenticia, para mejorar la calidad higiénica de los alimentos, no se conoce con certeza la actividad de grasas y aceites en diversos alimentos, pero desarrollan ciertas características de percepción agradable al gusto de los consumidores. Es un proceso que involucra el uso de una gran cantidad de grasa, como el aceite, a una temperatura alta de 170° - 180°C y por un tiempo corto que promueve cambios drásticos en la composición química y las características sensoriales de los alimentos. La técnica de fritura se caracteriza por la formación de una costra en la superficie del alimento y un cambio en las características organolépticas; como un sabor agradable y sabroso para el consumidor. La fritura se ha utilizado desde el año 1600 a.C., como procedimiento para cocinar los alimentos. (Coronel, 2014)

La fritura es un proceso fisicoquímico complejo de cocción y deshidratación mediante el contacto de aceite caliente con los alimentos, cuyo propósito es sellar el alimento en virtud de que el almidón se gelatiniza en tejidos blandos, inactivando de esta forma los sabores y jugos que componen el alimento y se conservan en su interior gracias a la formación de una capa sobre el producto, ya que en el proceso se pierde la humedad. La rapidez y eficacia de la fritura depende de la calidad y temperatura del aceite, normalmente entre 150 y 190 °C, favoreciendo una alta tasa de deshidratación y un menor tiempo de elaboración. (Narro, 2021)

2.2.3.1. Tipos de fritura

Fritura convencional

La fritura convencional es una actividad muy popular en la industria debido a su bajo costo, según esta técnica se remoja el alimento en grasa o aceite a una temperatura determinada, la transferencia de calor que se produce depende de la profundidad de los productos. La temperatura cambia a medida que pasa por diferentes zonas del alimento, el aceite se encuentra a 150 -190°C en la sartén, cuando el aceite ingresa a la zona seca del alimento, la temperatura desciende a 103 -105°C. empuja el agua hacia afuera, crea deshidratación; Luego ingresa a la

zona migratoria, donde el agua del alimento es mayor, en medio del alimento a una temperatura de 75°C. (Villena, 2022)

- Superficial

Este tipo de fritura consiste en sumergir en el aceite la superficie del alimento que se va a freír, por lo general se lo realiza en recipientes que tengan una profundidad pequeña y el nivel de aceite es muy bajo, por lo tanto, el producto no queda totalmente cubierto por el aceite. La parte del alimento que está sumergido se fríe, en cambio la parte que no está en contacto con el aceite se cuece gracias al vapor que se provoca del mismo producto al ser calentado. (Higuera y Prado, 2013)

- Profunda

Es un proceso en el cual el alimento se sumerge completamente en aceite, se lo realiza en freidoras casera o industriales las cuales tengan una profundidad adecuada para colocar un alto contenido de aceite, por lo tanto, la fritura que se da en este tipo de fritura es uniforme sobre toda la superficie del producto. (Higuera y Prado, 2013)

Fritura al vacío

La fritura al vacío es una técnica de reducción de presión en la que se desarrollan propiedades organolépticas para mejorar la calidad y reducir la pérdida química de los alimentos. Esta presión subatmosférica se logra en un sistema hermético, lo que le permite operar a temperaturas muy por debajo del punto de ebullición del agua. Esta técnica es muy especial porque la cantidad de aceite absorbido y retenido en los alimentos es menor, lo que permite crear productos de alta calidad, agradables y saludables para los consumidores. (Villena, 2022)

En esta técnica, la materia prima se procesa a presión reducida (por debajo de la atmósfera) en un sistema cerrado. Esto puede reducir el punto de ebullición del agua contenida en los alimentos y, por lo tanto, una temperatura de fritura más baja. En este tipo de procesos, la temperatura media del aceite es de 110 °C y 3,1 kPa (presión cuando el agua hierve a 25 °C).

Fritura con aire forzado

De acuerdo con Mora, (2021), este tipo de fritura es uno de los métodos económicos ya que se disponen de electrodomésticos básicos disponibles a nivel mundial conocido como Air Fryer. En este tipo de proceso el alimento es obtenido por contacto directo del producto y una emulsión externa de gotas de aceite en aire caliente introducidos en una cámara la cual está en constante movimiento.

Dicho método presenta similitud a la deshidratación y a la formación de la corteza típica en alimentos fritos de forma convencional. Al implementar este tipo de fritura el contenido de lípidos es mínimo, se reduce la formación de acrilamida y puede presentar propiedades sensoriales similares a los productos elaborados en fritura convencional. (Mora, 2021)

2.2.3.2. Comparación entre la fritura convencional y con aire

Tabla 4: Comparación de fritura, en condiciones atmosféricas y bajo presión reducida (vacío)

Fritura convencional	Fritura con aire
Valores de temperatura entre 160 -190 °C.	Valores de temperatura entre 90 – 110 °C.
Abierto. De acuerdo con el lugar donde se produzcan los chips afectará la presión.	Hermético. La presión está regida por la capacidad del equipo.
Contenido de grasa (Snack), por encima del 24% (especialmente hojuelas de papa)	La cantidad de grasa está por debajo del 20% en hojuelas y si se les aplica un proceso de centrifugación disminuye hasta el 6%
Su calentamiento es por medio de gas licuado de petróleo.	Su calentamiento se da por medio de energía.

Fuente: coronel (2014)

2.2.3.3. Etapas del procedimiento de fritura con aire

Etapa de fritura

Durante los primeros minutos de fritura, la actividad del agua disminuye (ebullición y el agua se evapora rápidamente), lo que permite que el aire entre en los poros de los alimentos y reduce la probabilidad de que se quede allí. (Villena, 2022)

Etapa Presurizada

Durante esta etapa se separa el alimento del aceite, se rompe el vacío y el aire que ingresa al sistema alcanza la presión atmosférica, lo que aumenta la temperatura en los poros, el aceite comienza a ingresar al interior solo para igualar la presión en ellos. (Villena, 2022)

Etapa de enfriamiento

En esta etapa, la técnica centrífuga permite la eliminación de residuos aceitosos en las paredes de los alimentos. (Villena, 2022)

2.2.3.4. Transferencia de masa y calor mediante el proceso de fritura

El alimento al ser sumergido en aceite caliente la transferencia de calor se da mediante dos mecanismos que son: conducción, convección.

Por lo tanto, la transferencia de calor mediante conducción se realiza desde el exterior hasta el interior del alimento. No obstante, la transferencia de calor por convección tiene una conexión directa del aceite caliente y la superficie del alimento. Se destaca especialmente por la pérdida de humedad y la ganancia de aceite, dos patrones de flujo que operan en oposición a los causados por la transmisión de calor del aceite a los alimentos. (Higuera y Prado, 2013)

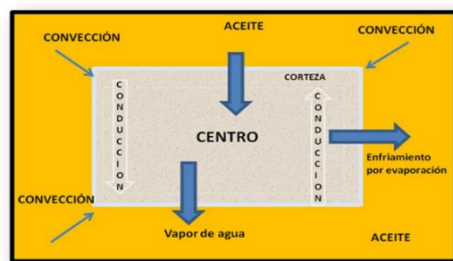


Figura 3. Transferencia de calor

Fuente: (Higuera y Prado, 2013)

2.2.3.5. Parámetros y factores que influyen en el proceso de fritura convencional

Existen parámetros muy importantes que influyen en la pérdida de agua y absorción de aceite, estos son: temperatura, y tiempo de fritura. Por otro lado, existen otros parámetros que son la forma del alimento y la relación entre el tamaño del producto y la superficie expuesta al medio circundante.

De acuerdo con Higuera y Prado (2013), afirman que al aumentar temperatura en el proceso de fritura la velocidad de deshidratación aumenta, por lo cual se reduce el tiempo de fritura; mientras que al aumentar el espesor del alimento se aumenta el tiempo. Se dice que la pérdida de aceite depende de la calidad de aceite a utilizar, ya que el aceite sufre cambios, no únicamente por la degradación térmica o compuestos incorporados que fueron extraídos mediante a fritura, sino que también por la producción de surfactes, los mismos que causan una absorción enorme del aceite y el oscurecimiento del producto.

2.2.3.6. El almidón en la fritura

En el proceso de fritura el almidón se gelatiniza y se carameliza, facilitando la formación de la corteza, obteniendo un producto sumamente duro. No obstante, se ha comprobado que al utilizar tiempos de fritura mínimos y temperaturas de freído elevadas, la dureza de los chips puede ser causada por la formación de la costra, la misma que impide el desplazamiento del agua desde su interior hasta la superficie del alimento, logrando que quede retenida en las paredes del producto y de esta forma ocasionando fragilidad. (Alvis, Villada, y Villada, 2008)

Se dice que las dispersiones de almidón son viscosas y dicha viscosidad varía con la temperatura. Con el tiempo los geles se pueden cristalizar a esto se le denomina retrogradación, la dispersión se calienta hasta una temperatura inferior a la gelatinización y se enfría. Por lo tanto, el almidón puede provocar sinéresis lo cual indica que con el tiempo el gel va perdiendo agua, acentuándose con tratamientos extremos: congelación y fritura. (Higuera y Prado, 2013)

2.2.4. Tratamiento térmico escaldado

El escaldado es el proceso térmico aplicado a frutas como hortalizas antes de ser sometidas a congelamiento, deshidratación o fritura. La finalidad del escaldado es dar un mejor color al producto final, mediante este proceso se eliminan adecuadamente los azúcares reductores evitando así la reacción de Maillard y la formación de acrilamida. Se recomienda periodos cortos de tiempo y temperaturas altas para la inactivación de las enzimas; como resultado, esta operación necesita ser optimizada. (Yarnga, 2019)

2.2.5. Contenido de humedad

La humedad es otro factor que se relaciona con el aceite residual del alimento, es decir la retención de aceite a alta escala en el producto tiene lugar cuando la mayor cantidad de agua se ha desprendido del mismo.

2.2.6. Alteración del proceso de fritura

El método de fritura es una técnica muy compleja, ya que las grasas en el proceso de elaboración se encuentran sometidas a distintas reacciones, las mismas que pueden alterar sus componentes como los triglicéridos, esteroides, tocoferoles, entre otros. Dichas alteraciones se pueden ser hidrolíticas por la humedad, oxidativas por estar exhibidas al aire y térmica por exposición al calor formando una modificación en su estructura. (Flores, 2016)

- **Formación del color**

En el proceso de fritura todos los alimentos reaccionan presentando azúcares, almidón, trazas, etc. Las mismas que se acumulan en el aceite durante el proceso de fritura. Dichos materiales extraídos tienden a dorarse y reaccionan con el aceite ocasionando un oscurecimiento al mismo. La apariencia de que los alimentos ya están fritos lo puede determinar el color, esto dependerá del tipo de alimento a utilizar.

- **Oxidación**

El oxígeno del aire ingresa al medio de fritura en donde se catalizan los procesos oxidativos y la temperatura alta da inicio al deterioro de tipo térmico esto se debe a que reacciona con el aceite produciendo compuestos intermediarios inestables que generan la formación de radicales libres. Se debe destacar el tipo de alimento empleado como medio de fritura, sobre todo su grado de instauración y su calidad inicial, afectan la vida útil del producto mediante su almacenamiento.

2.2.7. Índice de peróxidos

Se le conoce como la cantidad de peróxidos en la muestra los cuales provocan la oxidación del yoduro potásico, evaluando el yodo liberado a través del yoduro de potasio. El yodo que es liberado es titulable con tiosulfato de sodio estandarizado.

Una vez obtenidos los valores se debe analizar cuidadosamente, ya que, si el proceso de rancidez está muy avanzado, es poco probable que se detecte la presencia de peróxido debido a que si se encuentran en etapas de oxidación sumamente avanzadas los peróxidos pueden menorar. Por lo tanto, este método ayuda a evaluar los estados de rancidez iniciales y medianamente avanzados. (Flores, 2016)

2.2.8. Parámetro de textura

La textura es conocida como el conjunto de propiedades físicas las cuales dependen tanto de estructuras macro como estructuras microscópicas de un alimento, las cuales pueden ser percibidas por receptores táctiles de la piel, por músculos bucales, receptores químicos del gusto y lumínicos de la vista. La medición de la textura de las hojuelas ayuda a determinar la consistencia al romper y así detectar la diferencia entre fragilidad y rigidez (Mostacilla & Ordoñez, 2019). No obstante, se dice que las propiedades mecánicas tienen relación con la reacción del producto y las de superficie aluden a dichas sensaciones ocasionadas por el contenido tanto de agua como de grasa del producto, es ahí en donde la textura desempeña un papel importante en la valoración del alimento y muy pocas veces se la utiliza para evaluar la calidad y la aceptación de los snacks. Por otro lado, la humedad tiene un impacto significativo en la textura del producto final afectando a su comportamiento reológico, causando que dichos snacks sean más o menos crujientes, lo cual es un factor que determina la aceptabilidad del consumidor.

2.2.7.1. Crujencia

Es uno de los parámetros mediante los cuales el consumidor se fija en la aceptación del producto, es el estado crujiente o crocante, donde el estado crujiente es una de las características propias que presentan la mayoría de los alimentos frescos y secos. Los atributos crujientes y crocantes son breves definiciones de las sensaciones de productos elaborados en horno o a base de fritura. Estos forman parte de un complejo de sensaciones que comprende flavour (olor, sabor y en particular la textura y el sonido). (Mostacilla y Ordoñez, 2019)

2.2.7.2. Qué es un análisis del perfil de textura

Es el conjunto de propiedades presentes en un alimento que pueden ser reológicas, de estructura geométrica y de superficie del producto a analizar. Esta técnica es un excelente proceso que sirve para calcular, medir y desarrollar parámetros nuevos que se relacionen con la textura. Esta evaluación se la emplea en la producción de alimentos nuevos, en la mejora de los productos que ya existen en el mercado, en la inspección del proceso de elaboración y en el control de calidad del alimento, puesto que las propiedades de textura que presentan los alimentos como dureza, firmeza, entre otros, tienen una relación directa con las propiedades mecánicas de los alimentos. (Rodríguez, Bermúdez, y Cohen, 2018)

2.2.7.3. Qué se necesita para tener un análisis de perfil de textura

Se necesita realizar una prueba de doble compresión en donde las muestras son sometidas a compresión de 80 a 90% de la altura inicial, lo que ocasiona ruptura en el alimento. Los principales parámetros que se obtienen en un análisis del perfil de textura son: fractura, dureza, cohesión, adhesividad, gomosidad y masticabilidad. (Granados, Acevedo, Cabeza, y Lozano, 2014)

2.2.7.4. ¿Cómo se mide el perfil de textura?

Para determinar la textura de un alimento se emplea una prueba de doble compresión la cual es denominada Análisis de perfil de textura, esta prueba se la realiza de manera instrumental. Hoy en día el equipo que se utiliza es un analizador de textura el cual es conocido como Texturómetro, este instrumento se basa principalmente en realizar una doble compresión al alimento para simular una mordida y el ejercicio de los molares. (Rodríguez, Bermúdez, y Cohen, 2018)

2.2.7.5. ¿Qué mide el perfil de textura?

El análisis de textura mide variables tales como:

Dureza: representa la fuerza requerida para estrujar el alimento en medio de los molares o entre la lengua y el paladar imitando el primer mordisco.

Cohesividad: es la fuerza de unión que existe entre las partículas del alimento, este parámetro determina el límite en el cual puede ser desintegrado el mismo antes de destruirse.

Adhesividad: se le considera como una fuerza negativa mediante el primer mordisco, continuando con el primer ciclo de compresión, en donde la aspa del instrumento sube y regresa a su postura original.

Elasticidad: tiene relación con la altura que el alimento recupera mediante un determinado tiempo, el cual inicia al terminar la primera compresión y termina con el inicio del segundo ciclo de compresión.

Masticabilidad: es la relación directa que existe entre la dureza, cohesividad y elasticidad, es decir representa el trabajo que se requiere para el alimento logre ser desintegrado a través de la dentadura hasta poder ser consumido. (Talens, 2017)

2.2.8. Evaluación sensorial de alimentos

La evaluación sensorial es una rama de la ciencia en la que se evalúan propiedades sensoriales mediante el uso de uno o más sentidos humanos. Gracias a esta evaluación se pueden clasificar ingredientes y productos terminados, saber qué piensan los consumidores de un alimento en particular, si lo aprueban o desaprueban y determinar la clasificación del alimento. Las aplicaciones de este parámetro que destacan un papel importante en la vida útil del producto son tan diversas que el análisis de los alimentos no es posible, si no va unido a la valoración de sus propiedades a través de sus pruebas sensoriales. (Manfugás, 2007)

2.2.8.1. Tipos de pruebas para evaluar sensorialmente a los alimentos.

En la práctica, existe una gran confusión por parte de quienes no tienen suficientes conocimientos de evaluación sensorial, en cuanto a la información requerida por el objetivo que se debe buscar al realizar un estudio sensorial, estas se clasifican en:

- Prueba analítica
- Prueba afectiva

Sea cual sea la prueba que se utilice, los examinadores deben comprender la necesidad de realizarla de la forma más objetiva posible, demostrar la capacidad para seguir instrucciones y ejecutarlas correctamente. (Manfugás, 2007)

- **Pruebas analíticas**

Se llevan a cabo con jueces o catadores previamente entrenados y en entornos controlados dentro de un laboratorio, las pruebas que se pueden emplear pueden ser pruebas discriminativas, escalares y descriptivas. Las pruebas discriminativas son sencillas y permiten comparar dos o más productos. Las pruebas escalares son de carácter cuantitativo, se mide mediante una escala alguna propiedad sensorial. Las pruebas descriptivas son más complejas, ya que la evaluación se hace de parámetros bien específicos y que solo un juez analítico podría detectar. (Manfugás, 2007)

- **Pruebas afectivas**

Este tipo de pruebas se desarrollan con personas no seleccionadas ni entrenadas, en la mayoría de los casos se escoge como juez al consumidor y el lugar donde se realizan estas pruebas es en el lugar donde será consumido el producto puede ser en una escuela, cine, supermercado, etc. Los resultados que se obtengan de estas pruebas siempre serán afectivos, es decir, se evaluará si el producto es aceptado o no por los consumidores. (Manfugás, 2007)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque que tiene el trabajo de investigación es mixto (cuantitativo y cualitativo), en el análisis cuantitativo se recopilará información que puede ser medida a través de datos numéricos como: características fisicoquímicas, características nutricionales y microbiológicas. Y a través del análisis sensorial se obtendrá información cualitativa la cual sería la aceptabilidad de los chips elaborados de cada tratamiento.

3.1.2. Tipo de Investigación

Experimental

En esta investigación se aplicó un diseño simple completamente al azar, de esta manera se puede determinar el comportamiento de las variables de estudio, en este caso temperatura de fritura con aire forzado y tratamiento térmico. Aplicando este tipo de investigación se pueden obtener resultados que sean estadísticamente significativos entre los diferentes tratamientos.

3.2. HIPÓTESIS

- **Hipótesis nula** El escaldado como pretratamiento térmico de las hojuelas de zanahoria blanca y la temperatura de fritura con aire forzado si influyen en la evaluación sensorial, características fisicoquímicas, análisis de dureza y fracturabilidad.
- **Hipótesis alternativa** El escaldado como pretratamiento térmico de las hojuelas de zanahoria blanca y la temperatura de fritura con aire forzado si influyen en la evaluación sensorial, características fisicoquímicas, análisis de dureza y fracturabilidad.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

Variable independiente:

Tratamiento térmico y temperatura de fritura de los chips de zanahoria blanca

- Factor A: Tratamiento térmico (Escaldado); Estado natural (crudo)
- Factor B: Temperatura de proceso de fritura con aire forzado: 120, 140°C

Variable dependiente:

- Características sensoriales
- Características fisicoquímicas
- Análisis de dureza y fracturabilidad

3.3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operacionalización de variables

Variable Independiente	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Tratamiento Térmico	Materia prima	Escaldado (83°C – 4 min)	(Mora, 2021)	Tesis de grado “Elaboración de chips saludables como alimento funcional por medio de Air Fryer”
		Natural		
Temperatura de fritura con aire forzado	Temperatura de fritura de Chips fritos	120 °C 140 °C	(Narváez y Salazar, 2022)	Tesis de grado “Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano y yuca para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno”
Variable Dependiente				
Características Sensoriales	Calidad sensorial	Olor Color Sabor Textura	Escala hedónica	Ficha de cata
Características Fisicoquímicas	Calidad fisicoquímica	% Humedad % Grasas % Índice de Peróxidos Proteína Fibra	deseccación estufa Extracción Soxhlet oxido-reducción Kjeldahl Método Soxhlet	NTE INEN – 518 NTE INEN – 523 NTP – 209.226 NTE INEN – 519 INEN 522.
Análisis dureza y fracturabilidad	Textura	Dureza Fracturabilidad	Compresión	Brookfield

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Proceso de producción en chips de zanahoria blanca con aire forzado

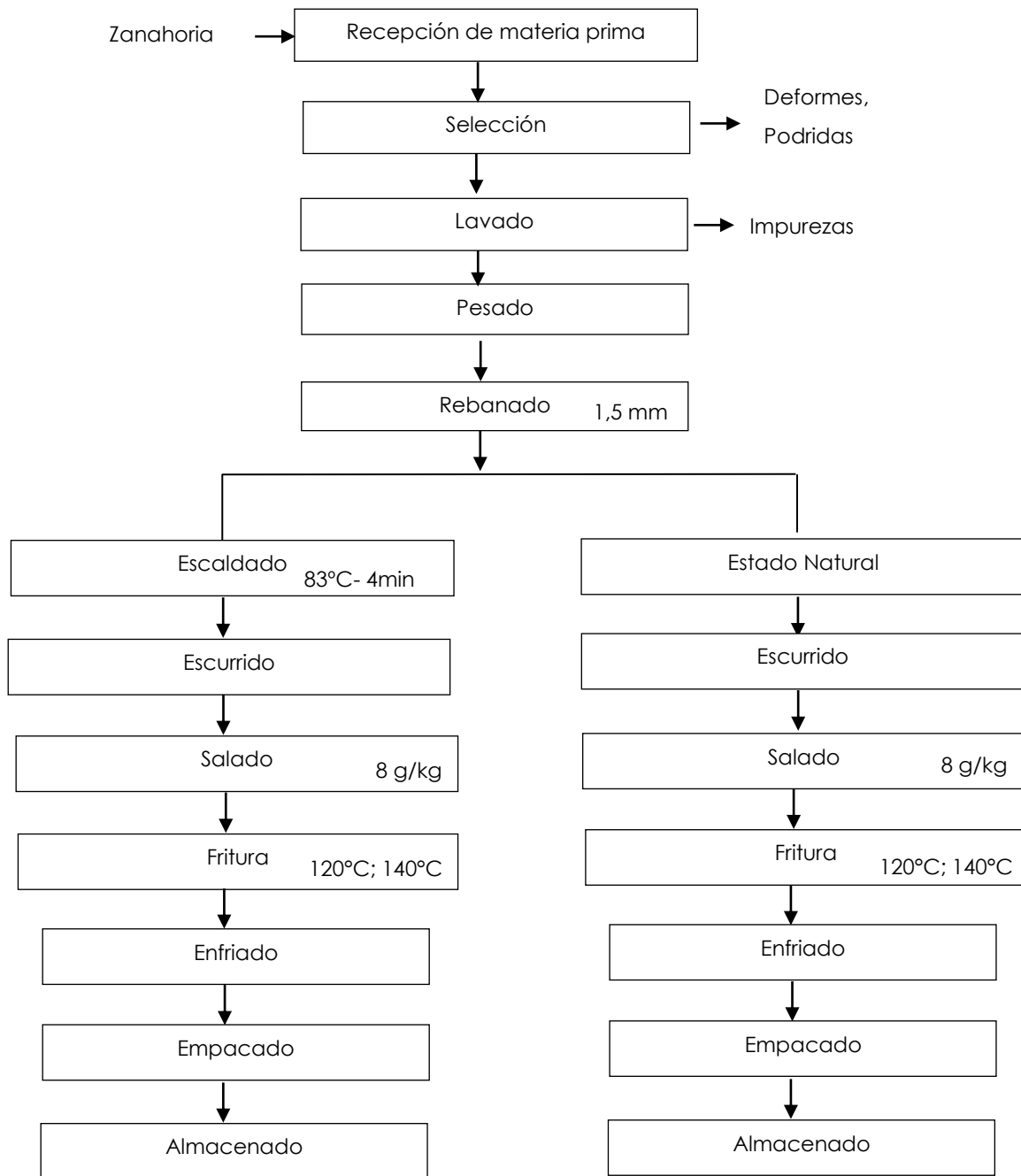


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de chips de zanahoria blanca con aire forzado.

En cuanto a la producción de los chips se ejecutó el siguiente proceso:

Ingreso de los tubérculos: se reciben las zanahorias en las instalaciones de los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Selección: se revisan que las zanahorias estén en buen estado, que no tengan deformidad o podredumbre y sean adecuadas para la fabricación del chip.

Lavado: las zanahorias se deben lavar con agua y una solución de cloro para eliminar impurezas o materiales extraños presentes en la materia prima a utilizar.

Rebanado: se empleó una rebanadora industrial de cuchillas rotatorias, la misma que facilita un corte liso para obtener hojuelas con un espesor de 1,5 mm.

Escaldado: Las hojuelas serán escaldadas en agua a una temperatura de 83 °C por 4 min para gelatinizar el almidón, evitando oxidación enzimática y conservando características similares a un chip con fritura convencional.

Ecurrido: Las hojuelas fueron colocadas en un colador para escurrir el agua durante 5 min.

Salado: se agrega 8 g de sal yodada por cada 500 g de hojuelas de zanahoria distribuyendo uniformemente.

Fritura en Air Fryer: Se regula en la freidora el tiempo y la temperatura a emplear, las hojuelas de zanahoria blanca a emplear fueron en dos estados unas escaldadas y otras en su estado natural se colocaron dentro de la cámara de fritura del Air Fryer a dos temperaturas de 120; 140°C.

Enfriado: se depositaron los chips ya fritos en una mesa de acero inoxidable para dejar que se enfríen a temperatura ambiente y así evitar el enranciamiento al ser empacados.

Empacado: los chips se empacaron en fundas de polietileno de 100g y seguido se sellaron con la finalidad de conservar las características propias de un chip y de igual manera extender el tiempo de vida útil.

Almacenamiento: el producto final se almacenó en un lugar fresco y seco a una temperatura considerada de 12 a 30°C.

3.4.2. Métodos para el análisis sensorial

Para realizar este proceso se requirió de 70 jueces que no han recibido un entrenamiento previo y de manera aleatoria. En la catación se evaluarán los parámetros de sabor, olor, color y textura, la muestra presentada ante los jueces fue de 20 g de chips. Cada muestra se la identificó con su codificación para facilitar la evaluación, los catadores enjuagaron su boca antes y después de degustar cada muestra, se empleó una ficha técnica donde se mide el grado de aceptabilidad de cada juez, utilizando una escala hedónica de 5 puntos.

La escala hedónica que se empleara para la catación se detalla en la tabla 6.

Tabla 6. Escala de preferencia para la prueba sensorial

Puntaje	Nivel de agrado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta, ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

3.4.3. Métodos utilizados en el análisis fisicoquímico

3.4.3.1. Análisis de Humedad

Como lo establece la INEN-ISO 712, la determinación de humedad se la debe realizar por triplicado, se establece el peso constante de las cápsulas calentándolas durante 30 minutos en horno a 103 °C.

Pesar 2 g de muestra para luego transferirla al pesafiltro y distribuir uniformemente en su fondo. Con el pesafiltro se debe ingresar de nuevo la muestra durante 1 hora a 130 °C y al final pesar.

Equipos

- Balanza analítica
- Pesafiltro de vidrio
- Plancha de calentamiento
- Desecador

Para calcular el contenido de humedad se debe aplicar la siguiente ecuación

$$P_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Donde:

P_c = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

m_1 = masa del pesafiltro vacío con tapa, en g.

m_2 = masa del pesafiltro y tapa, con la muestra sin secar, en g.

m_3 = masa del pesafiltro y tapa, con la muestra seca, en g.

3.4.3.2. Determinación % de grasa INEN 523

De acuerdo con la INEN 523, (2009) el análisis de grasas se debe realizarlo por triplicado, se extrae la grasa utilizando éter de petróleo como disolvente. Pesar de 0,1 mg a 2.35 g de muestra en el dedal de extracción, poner algodón en la área, seguidamente agregar éter de petróleo y después de 2 horas extraer. Se recupera el solvente por destilación en el mismo aparato y se elimina el solvente remanente usando baño maría. El proceso consiste en calentar el balón que contiene la grasa a 103 °C en la estufa durante 30 minutos, dejarlo enfriar a temperatura ambiente el desecador y luego pesarlo.

La siguiente ecuación se utiliza para calcular el contenido de grasa:

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{(m_2 - m_1)}{m(100 - H)} \times 100$$

En el que:

m = masa de la muestra, en g.

m_1 = masa del balón vacío, en g.

m_2 = masa del balón con grasa, en g.

H = Porcentaje de humedad en la muestra.

3.4.3.3. Índice de peróxidos

Según INEN 277, el fundamento de la mayoría de las técnicas es la liberación de yodo a partir de yoduro potásico en medio ácido. El rango de peróxidos es de 0 a 20 meq de oxígeno activo por kilogramo de grasa.

Equipos y Materiales

- Balanza analítica
- Bureta
- Matraces de Erlenmeyer de 250 ml
- Pipetas
- Plancha de calentamiento

Reactivos

- Cloroformo
- Ácido acético glacial
- Solución saturada de yoduro potásico
- Solución indicadora de almidón al 1%
- Solución de tiosulfato sódico 0.1 N
- Dicromato potásico
- Solución de yoduro potásico al 15%
- Hgl₂

Para determinar los resultados se deben transferir 5 g de la muestra a un matraz Erlenmeyer con una solución de ácido acético y cloroformo, luego se debe agitar la matriz y agregar con una pipeta de 0.5 cm³ la solución saturada de yoduro de potasio. Finalmente se debe titular con tiosulfato de sodio a razón constante hasta que desaparezca el color amarillo.

3.4.3.4. Análisis de proteína

Dicho análisis se basa en la INEN 519, este método se encarga de medir la cantidad de nitrógeno de una muestra. Se puede calcular suponiendo una relación entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que se está manejando.

Reactivos y Materiales

- Ácido Sulfúrico 95-98% y NaOH, solución 35%
- Indicador mixto, especial para titulaciones de amoniaco
- Catalizador Kjeldahl
- Ácido bórico, solución al 4%
- HCl 0.31 N
- Unidad digestora
- Colector/Extractor de humos
- Destilador
- Bureta para valoración

Se pesa 2,2 g de muestra y se transfiere al matraz Kjeldahl, se agrega 15 g de mezcla catalizadora sulfato de cobre, sulfato de potasio anhídridos y 25 cm³ de ácido sulfúrico concentrado, agitarlo suavemente y ponerlo en la hornilla del aparato Kjeldahl, se debe calentar suavemente hasta que el contenido del matraz se presente cristalino o incoloro. Calentar por un tiempo de 2 horas y posteriormente dejar reposar. Agregar 200 cm³ de agua destilada y enfriar hasta 25 °C, se agrega parafina para evitar proyecciones durante la ebullición. La demás metodología se plasma en la norma INEN 519.

3.4.3.5. Fibra cruda

Para la determinación de la fibra cruda se necesita 3 g donde se empleará una estufa, desecador, un aparato de extracción tipo Soxhlet y otros instrumentos descritos en la norma INEN 522. El método determina la cantidad de fibra en la muestra después de haber sido digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y el sobrante ha sido sometido a calcinación. La cantidad de fibra en los alimentos es responsable de la diferencia de peso después de la calcinación.

Reactivos

- Solución de ácido sulfúrico 0.255N.
- Solución de hidróxido de sodio 0.313N.
- Antiespumante (silicona).
- Alcohol etílico al 95% (V/V).
- Éter de anhidro.

- Solución de ácido clorhídrico al 1% (V/V).

Equipos y Materiales

- Matraz de bola fondo plano, 600 ml.
- Unidad de condensación para el matraz.
- Matraz Kitasato de un litro.
- Embudo Buchner.
- Crisol de filtración.
- Papel filtro
- Pisseta de 500 ml.
- Desecador.
- Mufla.

3.4.4. Métodos utilizados para el análisis microbiológico

3.4.4.1. Conteo de mohos y levaduras

Para la determinación de mohos se cultiva a una temperatura de 22 °C y 25 °C, se debe aplicar el método de conteo en placa.

Equipos

- Autoclave
- Stomacher
- Incubadora
- Balanza
- Contador de colonias

Materiales

- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Compact-dry
- Micropipetas
- Micropuntas
- Mechero de bunsen

3.4.4.2. Conteo para aerobios mesófilos NTE INEN 1529-5:2006

Para la determinación de aerobios mesófilos se hacen diluciones decimales de la suspensión inicial de la muestra y se inocula el medio nutritivo. Luego se debe

incubar el inóculo a 30 °C por 72 horas y contabilizar el número de colonias formadas.

Equipos

- Autoclave
- Stomacher
- Incubadora
- Balanza
- Contador de colonias

Materiales

- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Compact-dry
- Agua peptonada
- Micropipetas
- Micropuntas
- Mechero de bunsen

3.4.5. Metodología para el parámetro de textura

Los análisis se realizarán mediante una máquina universal de ensayos TA-XT2 Texture Analyzer de Stable Micro Systems. Dicho equipo contiene una columna vertical como soporte de un brazo móvil donde se acoplan las distintas sondas que se emplean para los diferentes tipos de ensayos y una plataforma sobre la que colocar el producto. Durante el funcionamiento, el brazo, y por tanto la sonda, se desplazan hacia abajo a una velocidad y con una longitud de desplazamiento determinadas, volviendo a continuación a su posición inicial. El funcionamiento del equipo se controla por ordenador mediante el programa informático Texture_Exponent, permitiendo el posterior análisis de los datos registrados por el aparato durante los ensayos.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En este trabajo de investigación "Evaluación de un tipo de fritura con aire forzado para la obtención de un chip nutricional a base de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)" se hicieron las siguientes consideraciones relacionadas con el estudio:

Factor A: Tratamiento térmico (Escaldado, estado natural)

Factor B: Temperatura de fritura

Tabla 7. Diseño experimental de fritura con aire forzado de los chips de zanahoria blanca

	Factor A	Factor B
Niveles	A1: Escaldado	B1: 120°C
	A2: Estado Natural	B2: 140°C

Tabla 8. Combinación de las variables

Combinaciones	Tratamientos	Descripción
A1B1	T1	Escaldado+120°C
A1B2	T2	Escaldado+140°C
A2B1	T3	Estado Natural +120°C
A2B2	T4	Estado Natural +140°C

3.5.1. Tipo de diseño

El diseño experimental que se utilizó para llevar a cabo este estudio es un diseño simple completamente al azar con un arreglo factorial A X B donde: A: Tratamiento térmico, B: Temperatura de fritura.

3.5.2. Características del experimento

- Numero de tratamientos: 4
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 12

3.5.3. Unidad Experimental

Por cada unidad experimental se utilizarán 50 g dando un total aproximadamente de 3 kilogramos de zanahoria blanca para el desarrollo de este proyecto, la misma que será seleccionada, lavada y cortada en hojuelas de 1,5 mm y 2 mm de espesor

respectivamente. En la tabla 9 se detalla la materia prima a utilizar en los diferentes tratamientos.

Tabla 9. Cantidad de materia prima a utilizar en cada unidad experimental

Descripción	Cantidad (g)
1 tratamiento	300
4 tratamientos	1.200
3 repeticiones	3.600

Insumos:

Sal yodada, Aceite vegetal

Equipos:

- Balanza gramera,
- Freidora con aire forzado: Diseño compacto con tecnología de aire caliente. Presenta una temperatura ajustable entre 80°C y 200°C, cuenta con cesta de fácil limpieza, la capacidad es de 9 litros.
- Rebanadora de acero inoxidable regulable: en nuestro caso es de 1,5 milímetros para obtener hojuelas iguales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Resultados del análisis microbiológico de chips de zanahoria blanca

Para llevar a cabo el análisis sensorial en primer lugar se realizó un análisis microbiológico de las muestras de chips de zanahoria blanca cuyos resultados se presentan en la tabla 10, con el objetivo de garantizar la seguridad del producto adquirido y la salud de los consumidores.

Tabla 10. Análisis microbiológico de los chips de zanahoria blanca con aire forzado

Tratamientos	Descripción	Mohos y levaduras	Aerobios mesófilos
		UFC/g	UFC/g
1	Escaldado+120°C	1	0
2	Escaldado+140°C	0	0
3	Estado Natural +120°C	0	0
4	Estado Natural +140°C	0	0

Dicha evaluación se llevó a cabo por triplicado, mediante el uso de placas compact-dry, en las cuales se sembró cada una de las muestras. Según INEN 2561, los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos para bocaditos de origen vegetal, donde se obtuvo valores <10 en los análisis realizados.

Para evitar cualquier contaminación no deseada del producto terminado, los chips de zanahoria blanca se produjeron siguiendo precauciones de higiene. No obstante, es necesario aplicar una manipulación adecuada de los productos a elaborar para de esta manera evitar la contaminación cruzada por utensilios, operarios, maquinaria, entre otros.

4.1.2. Análisis sensorial

La evaluación sensorial se la realizó considerando los atributos de color, olor, sabor y textura de los chips de zanahoria blanca con aire forzado en cuatro tratamientos, dicha evaluación fue realizada a 70 catadores no entrenados.

Se tomó como referencia el Análisis de Varianza (ANOVA), la misma que ayudó a identificar las diferencias significativas entre los tratamientos y la Prueba de Tukey con el 95% de confianza como una prueba posterior para identificar si existe diferencia entre pares de muestras. Se realizó una codificación de cada uno de los tratamientos los cuales se detallan en la tabla 11.

Tabla 11. Codificación de los tratamientos

Tratamiento	Codificación
T1 (Escaldado+120°C)	455
T2 (Escaldado+140°C)	757
T3 (Estado natural+120°C)	834
T4 (Estado natural+140°C)	196

a) Color

En la tabla 12 se observa que el p valor obtenido de la prueba de ANOVA es de 0,0306 el cual es menor a 0.05, lo cual indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 12. Análisis ANOVA del parámetro de color

Fuente	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	8,61	3	2,87	3,01	0,0306
Error	263,26	276	0,95		
Total	271,87	279			

T1 difiere de T2 y T4 es igual a T3, así mismo T3 difiere de T2 y T4. Con el valor de las medias se observa que los tratamientos mejores evaluados en el atributo del color fueron los tratamientos T1 Escaldado a 120 °C y T3 natural a 120°C.

Lo cual significa que cuyos valores son próximos a 4 que en la escala hedónica de 5 puntos tiene una calificación de "me gusta". Estos resultados se detallan en la tabla 13.

Tabla 13. Valor de las medias obtenidas en cuanto al color

Tratamientos	Media	n	Agrupación
(T1) 455	3,91	70	A
(T3) 834	3,60	70	A B
(T2) 757	3,49	70	B
(T4) 196	3,49	70	B

b) Olor

En cuanto al Olor, en la tabla 14 se observa que el p valor obtenido de la prueba de ANOVA fue de 0,0090 dicho valor es inferior a 0,05 indicando que si existe diferencia entre tratamientos.

Tabla 14. Análisis ANOVA del parámetro de olor

Fuente	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamientos	7,81	3	2,60	3,93	0,0090
Error	182,97	276	0,66		
Total	190,79	279			

Se observa dos grupos A y B, en el grupo A se encuentran el T2, T4 y T1, en cambio en el grupo B se encuentra el T1 y T3, los del grupo A difieren a los tratamientos del grupo B. Con el valor de las medias se observa que los tratamientos mejores evaluados en el atributo de Olor fueron el T2 (Escaldado+140°C) y T4 (Estado natural+140°C), los valores se relacionan con un 4 en la escala hedónica, que significa "me gusta" mientras que el tratamiento que recibe menor aprobación es (T3) que significa "no me gusta ni me disgusta" como lo indica la tabla 15.

Tabla 15. Análisis de las medias del parámetro olor

Tratamientos	Media	n	Agrupación
(T2) 757	3,79	70	A
(T4) 196	3,73	70	A
(T1) 455	3,56	70	A B
(T3) 834	3,36	70	B

c) Sabor

El p valor que se muestra en la tabla16 obtenido de la prueba de ANOVA es de 0,0007 el cual es menor a 0,05 lo que indica que existe significancia entre tratamientos.

Tabla 16. Análisis ANOVA del parámetro de sabor

Fuente	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	18,37	3	6,12	5,89	0,0007
Error	287,00	276	1,04		
Total	305,37	279			

En la tabla 17 se detalla dos grupos el A y B, el T2 es igual T4, y T1 mientras que el T3 difiere del T2 y T4 y es igual al T1, Con el valor de las medias los tratamientos mejores evaluados en el atributo sabor fueron el T2 (Escaldado+140°C) con una media de 4,03 y T4 (Estado natural+140°C) con una media de 3,91, estos valores son próximos a 4 que en la escala hedónica de 5 puntos indica "me gusta", Los tratamientos T1 (Escaldado 120°C) y el T3 (Estado natural 120°C) tuvieron menor aceptación lo cual representa "no me gusta ni me disgusta".

Tabla 17. Análisis de las medias del parámetro sabor

Tratamientos	Media	n	Agrupación
(T2) 757	4,03	70	A
(T4) 196	3,91	70	A
(T1) 455	3,59	70	A B
(T3) 834	3,39	70	B

c) Textura

En la tabla 18 podemos observar que en el parámetro de textura el p valor obtenido de la prueba de ANOVA es de 0,0006 el cual es menor a 0.05, lo cual indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 18. Análisis ANOVA del parámetro de textura

Fuente	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	17,67	3	5,89	6,01	0,0006
Error	270,60	276	0,98		
Total	288,27	279			

En la tabla 19 existen tres grupos A B y C, en el grupo A están el T4 y T2, en el grupo B tenemos al T2 y T1, en el grupo C tenemos T1 y T3. Por lo tanto, el T1 es = que el T2, el T1 = T3, el T1 es ≠ que el T4, el T2 es ≠ al T3, el T2 es = al T4 y el T3 es ≠ al T4. Con el valor de las medias observamos que los tratamientos mejores evaluados en el atributo de textura fueron el T4 (Estado natural+140°C) con una media de 4,09 y T2 (Escaldado+140°C) con una media de 3,96, lo cual significa que cuyos valores son próximos a 4 que en la escala hedónica de 5 puntos tiene una calificación de "me gusta".

Tabla 19. Análisis de las medias del parámetro textura

Tratamientos	Media	n	Agrupación
(T4) 196	4,09	70	A
(T2) 757	3,96	70	A B
(T1) 455	3,60	70	B C
(T3) 834	3,47	70	C

En la tabla 20 se indica los tratamientos que tuvieron más aceptación en la evaluación de cada atributo de las muestras en estudio.

Tabla 20. Resumen de las medias de los parámetros evaluados en el análisis sensorial

TRATAMIENTO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
T1	3,91	3,56	3,59	3,6
T2	3,49	3,79	4,03	3,96
T3	3,6	3,36	3,39	3,47
T4	3,49	3,73	3,91	4,09

Por lo tanto, estadísticamente los dos tratamientos mejores evaluados son el T2 y T4, sin embargo, entre estos dos en el parámetro color, olor, sabor y textura no existe diferencia significativa, por lo cual se decide tomar el tercer tratamiento mejor evaluado que es el T1 (Escaldado+120°C) para obtener datos más reales al realizar los siguientes análisis. Los tratamientos seleccionados para el análisis fisicoquímico fueron el T1 (Escaldado 120 °C) Y T2 (Escaldado 140°C)

4.1.3. Análisis fisicoquímicos

4.1.3.1. Análisis de humedad en chips de zanahoria blanca con aire forzado

Tabla 21. Valores de las medias del análisis de humedad de los mejores tratamientos

Fritura	Tratamiento	Media % ± DS	Rangos
Air Fryer	Tratamiento 1	3,08 ± 1,00	A
Fritura con aire forzado	Tratamiento 2	2,22 ± 0,51	A

Los resultados obtenidos no presentan diferencia significativa, la media del Tratamiento 1 es de $3,08 \pm 1,35$ y para el tratamiento 2 la media es de $2,22 \pm 0,51$, de

acuerdo con las medias los dos tratamientos cumplen lo que establece la Norma INEN 2561 para humedad.

4.1.3.2. Análisis de grasa en chips de zanahoria blanca con aire forzado

Tabla 22. Valores de las medias del análisis de grasa de los mejores tratamientos

Tratamiento	Fritura	Media % \pm DS	Rangos
Tratamiento 2	Air Fryer	2,59 \pm 1,00	A
Tratamiento 1	Fritura con aire forzado	2,39 \pm 0,34	A

No se evidencia diferencia significativa entre los dos tratamientos, el tratamiento 1 presenta una media de 2,39 \pm 0,34, en cambio el 2 presenta una media de 2,59 \pm 1,05. De acuerdo con el análisis realizado a los 2 tratamientos de fritura, el tratamiento 2 presenta mayor contenido de grasa.

4.1.3.3. Análisis de proteína de chips de zanahoria blanca con aire forzado

Tabla 23. Valores de las medias del análisis de proteína de los mejores tratamientos

Tratamiento	Fritura	Media % \pm DS	Rangos
Tratamiento 1	Air Fryer	2,66 \pm 0,05	A
Tratamiento 2	Fritura con aire forzado	2,58 \pm 0,13	A

Se puede evidenciar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo que indica que las temperaturas de fritura aplicadas en los dos tratamientos no afectan de manera significativa en el porcentaje de proteínas. El tratamiento con la mayor media es el tratamiento 1 con 2,66 \pm 0,05.

4.1.3.4. Análisis del índice de peróxidos de los chips de zanahoria blanca con aire forzado

Tabla 24. Valores de las medias del análisis de índice de peróxidos de los mejores tratamientos

Tratamiento	Fritura	Media % \pm DS	Rangos
Tratamiento 2	Air Fryer	0,73 \pm 0,055	A
Tratamiento 1	Fritura con aire forzado	0,61 \pm 0,052	A

De acuerdo con los resultados obtenidos se demuestra que no hay diferencia significativa entre tratamientos, por esta razón, el T2 (Escaldado+140°C) presenta una media superior de 0,73 \pm 0,055 mientras que el T1 (Escaldado+120°C) presenta una media inferior de 0,61 \pm 0,052.

4.1.3.5. Análisis de fibra de los chips de zanahoria blanca con aire forzado

Tabla 25. Valores de las medias del análisis de fibra de los mejores tratamientos

Tratamiento	Fritura	Media % \pm DS	Rangos
Tratamiento 1	Air Fryer	3,96 \pm 0,09	A
Tratamiento 2	Fritura con aire forzado	3,92 \pm 0,14	A

En cuanto a los resultados se evidencia que los dos tratamientos no presentan diferencia significativa. El tratamiento que presenta la media más alta es el Tratamiento 1 con un valor de 3,96 \pm 0,09 y el tratamiento con la menor media es el tratamiento 2 con un valor de 3,92 \pm 0,14.

4.1.4. Análisis de textura de los chips de zanahoria blanca con aire forzado

4.1.4.1. Análisis de dureza de los chips de zanahoria blanca con aire forzado

Tabla 26. Valores de las medias del análisis de dureza de los mejores tratamientos

Tratamiento	Fritura	Media % \pm DS	Rangos
Tratamiento 2	Air Fryer	8,23 \pm 0,75	A
Tratamiento 1	Fritura con aire forzado	6,09 \pm 0,27	A

La tabla 26 indica que no existe significancia entre los dos tratamientos. La media más alta fue la del tratamiento 2 que correspondió llevar a fritura las hojuelas en estado escaldado a una temperatura de 140°C de la cual se obtuvo un resultado de 8,23 a diferencia del T1 que presentó un valor de 6,09 en el parámetro de dureza, por lo tanto, el T1 presenta menos dureza ya que la temperatura de fritura fue menor.

4.1.4.2. Análisis de Fracturabilidad de zanahoria blanca con aire forzado

Tabla 27. Valores de las medias del análisis de dureza de los mejores tratamientos

Tratamiento	Fritura	Media % \pm DS	Rangos
Tratamiento 2	Air Fryer	8,2 \pm 0,75	A
Tratamiento 1	Fritura con aire forzado	6,1 \pm 0,27	A

En este análisis se determinó que no hay diferencia en los tratamientos, como resultado la media más alta es la del tratamiento 2 con un valor de 8,2 \pm 0,75, mientras que el tratamiento 1 presenta una media de 6,1 \pm 0,27. Por lo tanto se observa que entre los dos tratamientos no existe diferencia significativa.

4.2. DISCUSIÓN

En la evaluación sensorial realizada los chips elaborados con el tratamiento térmico de escaldado (T1, T2) fueron los mejores aceptados, estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Mora (2021) quien en su investigación realizó un

proceso de escaldado antes de la fritura a una temperatura de 83°C mediante 4 minutos, con la finalidad de neutralizar el almidón que se encuentra en su superficie, inactivar enzimas y descartar los mucílagos presentes en el producto. También están de acuerdo con los resultados de Chong, Mazzitelli, y Quintero, (2018) en el que manifiesta que los chips fritos de manera convencional presentan mayor crujencia, mientras que los chips con aire forzado no fueron muy aceptados por los panelistas ya que estos presentaron mayor dureza al ser sometidos a cocción en su estado natural es decir no fueron sometidos a ningún proceso térmico antes de su fritura.

Con respecto a la humedad que presentaron el tratamiento 1 (Escaldado + 120°C) y tratamiento 2 (Escaldado + 140°) de chips de zanahoria blanca fritos con aire forzado, se obtuvo un porcentaje de 3,08 y 2,22% respectivamente siendo estos valores similares a los obtenidos en el artículo científico publicado por Chong, Mazzitelli, y Quintero (2018) quienes obtuvieron un porcentaje de humedad de 2.78 ± 0.12 en chips de taro a una temperatura de fritura de 180°C a 5 min por cada lado, cabe recalcar que a una temperatura mayor de fritura o proceso térmico la humedad del producto tiende a reducir. En otro estudio publicado por Crosa et al, 2014 obtuvo un porcentaje de humedad de 1,9% en chips de papa mediante fritura al vacío a una temperatura de 130°C por 5 min. Por lo tanto, se considera que los valores obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango de la NTE INEN 2561 (2010): Bocaditos de productos vegetales donde establece un rango máximo de humedad del 5%.

Con relación al análisis de grasa, los resultados obtenidos en los chips de zanahoria blanca fritos con aire forzado, fue de 2,59% y 2,39% . Dichos valores son similares a los obtenidos por Teruel et al. (2015) quien elaboro patatas fritas por dos tipos de fritura convencional y con aire forzado, los valores obtenidos en cuanto a la fritura con aire forzado fueron entre 2,47 y 2,27 g/100 g de materia seca desengrasada, antes de su fritura la materia prima se mezcló con una pequeña cantidad de aceite (0,003 g de aceite por gramo de patatas) a una temperatura de 180°C por 10min, esto hace referencia a que al aumentar el tiempo de fritura se incrementa la evaporación del agua favoreciendo la porosidad y formación de espacio vacío que puede ser reemplazado por el aceite. Además, afirma que los productos que son fritos en aceite aumentan su contenido total de grasa a un 80%, en cambio los alimentos fritos con aire forzado presentan un contenido de grasa significativamente

menor, que va del 1% al 5%. Esto implica que es una opción saludable y un reemplazo para los alimentos fritos convencionalmente. No obstante, se conoce que el porcentaje de grasa presente en el producto es un factor primordial en el consumidor, puesto que en el mercado existen alimentos funcionales que logran ser "una base de nutrientes de alto grado de calidad" y que presentan un bajo contenido de grasa. (CSIC, 2015)

En cuanto al análisis de proteína que se realizó en esta investigación el T1 (Escaldado +120°C) presentó un valor de 2,66% y el T2 (Escaldado + 140°C) un valor de 2,58%. Estos valores son superiores a los obtenidos por Murillo (2010) quien obtuvo un valor que reduce de 4,35 a 1,04% de proteína en chips de oca mediante fritura con aire a una temperatura de 180°C por 5 min. Por esta razón afirma que la proteína sufrió una disminución por efecto de diferentes tratamientos y las temperaturas demasiado altas que se utilizó en este proceso, esto se debe a que las proteínas se desnaturalizan generando un pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard) producido por una reacción entre azúcares y proteínas facilitando la formación de pigmentos de color oscuro que modifican el olor y el sabor de los chips, lo cual provoca una pérdida en el valor nutricional.

En cuanto al análisis de peróxidos los resultados obtenidos en el siguiente trabajo fueron de 0,73 meq.O₂/kg para el segundo tratamiento y 0,61 meq.O₂/kg para el primer tratamiento. De acuerdo con Aman, Basuny, y Hazam (2016) en su artículo evaluaron el índice de peróxidos en patatas fritas mediante aire forzado, donde obtuvieron valores de 0,98 meq.O₂/kg a una temperatura de fritura de 180°C durante 6 min, estos resultados son cercanos aunque mayores a los valores obtenidos en este trabajo de investigación debido a que en los dos estudios se utilizó el mismo proceso de fritura empleando aceite de girasol, el cual según la investigación de Laz, Tuárez, y Córdova (2021) el índice de peróxidos que contiene este aceite es de 0,18 meq.O₂/kg sin someter a fritura. Estos cambios se deben a que el oxígeno en el interior de la freidora con aire no es el mismo que al hacer un proceso de fritura convencional ya que al momento de cerrar el equipo el oxígeno que ingresa es mínimo reduciendo así la formación de sustancias tóxicas, en comparación a lo chips elaborados artesanalmente que incrementan rápidamente la oxidación de las grasas contenidas, deteriorando con el pasar de los días las características organolépticas del producto. Viera (2005) en su investigación afirma

que el índice de peróxidos es la medida del nivel de oxidación de un aceite o grasa. Por lo tanto, si el índice de peróxidos es bajo indica que el producto final es de calidad, en cambio si presenta un alto contenido de peróxidos el producto tendrá mayor oxidación y posible reducción en cuanto a su calidad. Por otro lado, la Norma Técnica Peruana 209.226, tiene establecido los requisitos para bocaditos fritos y extruidos, observando como máximo un índice de peróxido de 5 meq.O₂/Kg, este parámetro fisicoquímico demuestra el nivel de enranciamiento que se produce al incrementarse los niveles de peróxido.

El contenido de fibra que presenta un alimento se puede identificar en la textura a través de su crujencia. Mediante estudios realizados se manifiesta que el tiempo de cultivo tiene relevancia en la incrementación del contenido de fibra, es decir que se obtendrán chips demasiado duros si el contenido de fibra es muy alto (Chong, Mazzitelli, y Quintero, 2018). En la investigación realizada por Villena (2022) el contenido de fibra en chips de camote mediante fritura con aire fue de 5,91% debido a que la temperatura implementada fue de 110°C. Se evidencia que el tiempo y la temperatura son factores significativos en la fritura, ya que si se implementan temperaturas superiores a 120°C por un tiempo estimado de 20 minutos el contenido de fibra será menor. Teniendo en cuenta estas referencias los valores de este trabajo son menores debido a que las temperaturas implementadas fueron más elevadas obteniendo una cantidad de fibra menores de 3,96% en el tratamiento 1 (Escaldado 120°C * 20 min) y 3,92% en el tratamiento 2 (Escaldado 140°C* 15 min) en los chips de zanahoria blanca.

En cuanto al análisis de dureza y fracturabilidad los resultados obtenidos fueron de 6,09 N para el T1 y de 8,23 N para el T2. Según Sugumaran, Anwar, y Ghani (2019) en su artículo obtuvieron resultados de 8,95 N y 7,84 N en batatas mediante fritura con aire forzado a una temperatura de 160°C por 5 min, en donde se evidencia una textura resistente y muy particular a la de un chip por fritura convencional. Sin embargo, estos valores son similares a los obtenidos en esta investigación afirmando que el tipo de fritura y las temperaturas de 120 y 140°C que se implementaron en este trabajo son los factores que ayudan a incrementar la textura final de los chips. De acuerdo con las condiciones anteriores, esto se puede presentar porque el almidón se gelatiniza y se carameliza, lo cual ayuda a la formación de la costra o corteza provocando un producto final duro y una deshidratación total del

producto. De acuerdo con Chong, Mazzitelli, y Quintero (2019) afirman que la dureza de un chip sea mínima para que presente más crujencia. Por lo tanto, el término "dureza" se relaciona a cuánta fuerza se necesita para romper la muestra y la fracturabilidad es el pico inicial de fuerza mediante la primera compresión, se refiere a la dureza con la cual el alimento se desmorona, cruje o revienta.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Al emplear un pretratamiento de escaldado a las hojuelas de zanahoria blanca antes del proceso de fritura se evidencian cambios estructurales en el tejido de la zanahoria que afectan los fenómenos de transporte durante la fritura, como la gelatinización del almidón, ruptura y separación celular, que favorecen la salida de agua del tejido y modifican la textura. Además, ayudó a reducir la concentración de azúcares reductores, controlando la reacción de Maillard mejorando así el color, la textura y la calidad de los chips de zanahoria blanca.
- El pretratamiento de escaldado brindó una mayor crocancia y crujencia, a pesar de que los dos fueron escaldados el tratamiento 2 necesitó de menos tiempo de fritura debido a que la temperatura fue de 140 °C, por lo que se puede comprobar que la temperatura y el tiempo de fritura influyen en la apariencia del producto final.
- La fritura con aire forzado ayuda a disminuir el contenido de humedad debido a las temperaturas utilizadas que reducen el contenido de agua, el contenido de grasa fue bajo debido a que en este proceso de fritura el aceite utilizado no fue en grandes cantidades a diferencia de la fritura convencional, el índice de peróxidos se reduce debido a que el aceite utilizado presenta una mayor estabilidad en su estructura química al someterlos a altas temperaturas, el contenido de proteína disminuyó ya que existió una desnaturalización de los azúcares reductores, el contenido de fibra fue menor ya que las temperaturas utilizadas fueron superiores a 120°C lo cual indica que a mayor temperatura el contenido de fibra tiende a disminuir.
- Se concluye que la dureza y fracturabilidad que presentaron los chips de zanahoria blanca es buena ya que tienen una crocancia similar a los chips realizados mediante fritura convencional, esto se debe a que si se implementa mayor temperatura de fritura la textura de los chips tiende a aumentar. Además,

- los valores obtenidos se dan por la gelatinización del almidón los cuales ayudan a que se forme la costra generando así un producto final duro.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la materia prima obtenida sea de calidad, especialmente que las zanahorias tengan un largo y ancho uniforme, de esta manera se garantiza que las hojuelas obtenidas sean uniformes y el producto final sea el deseado.
- Evaluar el comportamiento del almidón luego del proceso de fritura, para saber si esto puede provocar dureza o suavidad en la textura del producto a lo largo de su vida útil.
- Sería importante evaluar el tiempo de vida útil que tengan los chips, para conocer si la fritura con aire forzado minimiza el enranciamiento y permite prolongar la vida útil de los mismos.
- Experimentar con otro tipo de tubérculos para de esta manera diversificar el mercado aplicando este proceso de fritura.
- Explorar con mayor énfasis las características organolépticas de los chips con jueces entrenados para tener una mayor visión de aceptabilidad en el mercado.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, Á., & Ochoa, L. (2010). TECNOLOGÍAS LOCALES DE PRODUCCIÓN DE ARRACACHA EN EL MUNICIPIO DE BOYACÁ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. *Scielo*, 3-6.
- Alvis, A., Villada, H., & Villada, D. (2008). Efecto del Tiempo y la Temperatura de Frito sobre el Sensorial Características del Ñame (*Dioscorea alata*). *Información Tecnológica*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2022
- Amany, Basuny, & Hazam. (2016). Effect of a novel technology (air and vacuum frying) on sensory evaluation and acrylamide generation in fried potato chips. *Banat's Journal of Biotechnology*.
- Arafat, S. (2014). Air frying a new technique for produce of healthy fried. *Science*.
- Benalcázar, B. (2006). *Determinación de las características físicas y químicas de la zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza Bancroft) proveniente de la zona de San Jose de Minas provincia de Pichincha*. Recuperado el 17 de febrero de 2022, de Repositorio UTN: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/419>
- Burgos, H., Chávez, C., Julca, J. L., & Amaya, J. (2006). *Arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*. Tujillo, Perú: Gerencia Regional de Recursos Naturales y Conservación del Medio Ambiente.
- Cabezas, C., Hernández, B., & Zárate, M. (2018). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Scielo*. Recuperado el 06 de Enero de 2023
- Cajamarca, J., & Inga, J. (2012). *Contenido de macronutrientes*. Obtenido de Universidad cuenca: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2467/1/tq1110.pdf>
- Calderón, T. (2019). Recuperado el 03 de Julio de 2023, de Estudio del efecto de la deshidratación osmótica sobre la absorción de grasa en hojuelas fritas de zanahoria blanca *Arracacia xanthorrhiza Bancroft*: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8960/1/03%20EIA%20474%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Calderón, T. (2019). *Estudio del efecto de la deshidratación osmótica sobre la absorción de grasa en hojuelas fritas de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*. Recuperado el 12 de Abril de 2023, de repositorio.utn: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8960/1/03%20EIA%20474%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

- Calderón, T. (2019). *Estudio del efecto de la deshidratación osmótica sobre la absorción de grasa en hojuelas fritas de zanahoria blanca Arracacia xanthorrhiza Bancroft*. Recuperado el 03 de Julio de 2023, de Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8960/1/03%20EIA%20474%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Castellanos, F., Pinedo, C., & Hernández, O. (2012). Comparación entre fritura atmosférica y al vacío en chips de plátano. *Redalyc*. Recuperado el 28 de Febrero de 2023
- Castellanos, F., Pinedo, C., & Oscar, H. (2012). Comparación entre fritura atmosférica y al vacío en chips de plátano. *Redalyc*. Recuperado el 28 de Febrero de 2023
- Chacón, G., Muñoz, A., & Quiñónez, G. (2017). Descripción del mercado de los snacks saludables en Villavicencia, Meta. *Revista Libre Empresa*, 14(2), 33-45. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18041/libemp.2017.v14n2.28202>
- Chong, M., Mazzitelli, G., & Quintero, R. (2018). Efecto de los métodos de cocción por fritura en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de chips de taro (*Colocasia esculenta*). *Revista de ID Tecnológico*.
- Chong, M., Mazzitelli, G., & Quintero, R. (2019). Efecto de los métodos de cocción por fritura en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de chips de taro (*Colocasia esculenta*). *Revista de ID tecnológico*. Recuperado el 7 de Febrero de 2023
- Chong, M., Mazzitelli, G., & Quintero, R. (2019). Effect of frying methods in the physicochemical and sensorial properties of taro chips (*Colocasia esculenta*). *Revista de ID Tecnológico*. Recuperado el 11 de Mayo de 2023
- Coello, J. (2021). *Evaluación nutricional y sensorial de una compota de zanahoria blanca (Acarracacia xanthorrhiza) y zapallo (Cucurbita maxima) con harina de lenteja (Lens culinaris)*. Obtenido de Universidad Agraria del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/COELLO%20VELOZ%20JULISSA%20ANNA%20BELL%201.pdf>
- Coronel, M. (22 de septiembre de 2014). Fritura al vacío: un enfoque nutricional. *Enfoque UTE*, 5(3).
- Crosa, M., Elichalt, M., Skerl, V., Cadenazzi, M., Olazábal, L., Silva, R., . . . Estellano, G. (2014). Chips de papa, la fritura en vacío y beneficios para la salud. *INNOTEC*, 70-74.
- CSIC. (29 de Abril de 2015). *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*. Obtenido de Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología: <https://www.dicyt.com/noticias/el-csic-desarrolla-snacks-saludables-a-partir-de-las-proteinas-del-huevo>
- Espinosa, P., Vaca, R., Abad, J., & Crissman, C. (1996). *Raíces y tubérculos andinos cultivados marginados en el Ecuador*. Quito : Ediciones ABYA-YALA.

- FAO. (2014). *Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles*. Obtenido de Seguridad alimentaria y nutrición: <https://www.fao.org/3/i3901s/i3901s.pdf>
- Flores, I. (2016). "El Índice de Peróxidos en Snack". Recuperado el 30 de Noviembre de 2022, de Universidad Alas Peruanas: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/5037/Tesis_%c3%84ndice_Per%c3%b3xidos_Snack.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fores, J. (2019). *Efecto de los parámetros de extrusión sobre la calidad nutricional y de textura en la mezcla de maíz (Zea mays), Chocho (Lupinus mutabilis) y Zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) en el snack*. Recuperado el 11 de Abril de 2023, de repositorio.utn: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9782/3/03%20EIA%20487%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- González, L., Arroyo, A., Tobar, A., Polanía, A., Ayala, A., & Díaz, A. (2022). *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Scielo.
- Granados, C., Acevedo, D., Cabeza, A., & Lozano, A. (2014). *Análisis de Perfil de Textura en Plátanos Pelipita, Hartón y Topocho*. Scielo.
- Hermosilla, R., Sánchez, S., & Burgos, R. (abril de 2020). Stated content of fats, sodium, sugars and sweeteners in nutritional labeling of sweets, salty snacks and in selected non-alcoholic sweet drinks. *PEDIATRIA*, 47(1), 30-38. Obtenido de <https://www.revistaspp.org/index.php/pediatrica/article/view/530/452>
- Higuera, M., & Prado, R. (12 de julio de 2013). *Determinación de los parámetros óptimos de proceso para la elaboración de snacks a partir de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*. Recuperado el 16 de febrero de 2022, de Repositorio digital UTN: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3452/1/03%20EIA%20337%20TESIS.pdf>
- Higuera; Prado. (2013). *Determinación de los parámetros óptimos de proceso para la elaboración de snacks a partir de zanahoria blanca*. Recuperado el 28 de Febrero de 2023, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3452/1/03%20EIA%20337%20TESIS.pdf>
- Laz, M., Tuárez, M., & Córdova, R. (2021). *Estabilidad oxidativa del aceite de girasol en diferentes condiciones de almacenamiento*. *La Técnica*.
- Macías, J. (2020). *Elaboración de un snack a partir de hortalizas no tradicionales como zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza), papa nabo (Brasstca rapa subsp.rapa) y oca (Oxalis tuberosa)*. Recuperado el 28 de Febrero de 2023, de Universidad Agraria del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MACIAS%20GIL%20JAZMIN%20YOMIRA.pdf>
- Manfugás, J. E. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. La Habana: Editorial Universitaria.

- Mazón, N., Castillo, R., Hermann, M., & Espinosa, P. (mayo de 1996). *La zanahoria blanca o arracacha (Arracacia xanthorrhiza bancroft) en Ecuador*. Recuperado el 7 de enero de 2022, de INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2696/1/iniapscpm67.pdf>
- Milton, H., & Ramiro, P. (2013). *Determinación de los parámetros óptimos de proceso para la elaboración de snacks a partir de zanahoria blanca*. Recuperado el 28 de Febrero de 2023, de Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3452/1/03%20EIA%20337%20TESIS.pdf>
- Mora, S. (2021). *Elaboración de chips saludables como alimento funcional por medio de Air Fryer, a partir de los tubérculos de Tropaeolum tuberosum, Ullucus tuberosus y Oxalis tuberosa*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2022, de Uniandes: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/55125/25465.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mostacilla, S., & Ordoñez, A. (2019). *Evaluación de los parámetros de textura en un snack a partir de una mezcla de cereales desarrollado en la empresa SEGALCO S.A.S*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2022, de Universidad del Cauca: <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1466/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LOS%20PAR%C3%81METROS%20DE%20TEXTURA%20EN%20UN%20SNACK%20A%20PARTIR%20DE%20UNA%20MEZCLA%20DE%20CEREALES%20DESARROLLADO%20EN%20LA%20EMPRESA%20SEGALCO%20S.A>
- Murillo, M. J. (2010). *Aplicación de la tecnología de fritura para la obtención de chips de oca (Oxalis tuberosa, Mol) a diferentes temperaturas y tiempos, utilizando dos empaques a dos condiciones de almacenamiento*. Recuperado el 22 de Enero de 2023, de Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/896>
- Narro, K. (2021). *DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DE FRITURA Y ESPESOR PARA OBTENER HOJUELAS DE ARRACACHA (Arracacia xanthorrhiza bancroft)*. Recuperado el 17 de febrero de 2022, de Repositorio UNC: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/4507/TESIS%20KAREN%20OLEYDIDIANA%20NARRO%20S%c3%81ENZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Narváez, M., & Salazar, K. (2022). *“Caracterización fisicoquímica y sensorial de chips de plátano (Musa paradisiaca) y yuca (Manihot esculenta) para la reactivación económica post-COVID del Cantón Arajuno”*. Recuperado el 16 de Enero de 2023, de UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI: <http://190.15.129.74/bitstream/123456789/1535/1/076-%20NARV%c3%81EZ%20MAR%c3%8dA%20%e2%80%93%20SALAZAR%20KAROL.pdf>
- NTE INEN 2 561:2010. (2010). *Bocaditos de productos vegetales*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2022, de Instituto Ecuatoriano de Normalización: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2561.pdf



- Ponce, K. (2015). *Procesamiento de la zanahoria blanca Arracacia xanthorrhiza bancroft como alimento de segunda gama*. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5649/2/03%20EIA%20387%20ARTICULO%20PERIODISTICO.pdf>
- Quilapanta, R., Dávila, M., Vásquez, C., & Frutos, V. (2018). Morfotipos de Arracacia xanthorrhiza Bancr. (Zanahoria blanca) de Ecuador, como fuente de variabilidad del germoplasma. *Scielo*, 3-6.
- Rodríguez, J., Bermudez, A., & Cohen, C. (2018). Profile Analysis of Texture of Squash (Cucurbita maximum) subjected to Atmospheric Frying by Immersion. *Scielo*. Recuperado el 09 de Marzo de 2023
- Sánchez, E. R. (2017). *Elaboración de una barra de suplemento nutricional a base de chocho y quinua*. Recuperado el 6 de enero de 2022, de Respoditorio UDLA: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6713/1/UDLA-EC-TLG-2017-12.pdf>
- Sugumaran, Anwar, & Ghani. (2019). Effect of different processing methods on the physicochemical properties and sensory evaluations of sweet potatoes chips. *Journal of Agrobiotechnology*, 51-63.
- Suquilanda, M. (2017). *Producción orgánica de cultivos andinos*. Obtenido de FAO: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_pr_oduccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- Talens, P. (2017). *Caracterización de las propiedades mecánicas de alimentos mediante análisis de perfil de textura*. Recuperado el 09 de Marzo de 2023, de Universidad Politécnica de Valencia: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83513/Talens%20-%20Caracterizaci%C3%B3n%20de%20las%20propiedades%20mec%C3%A1nicas%20de%20alimentos%20mediante%20an%C3%A1lisis%20de%20perfil%20de...pdf?sequence=1>
- Taniwaki, M., & Koyama, K. (2012). Evaluación mecánica y acústica de la textura crujiente de papas fritas utilizando un analizador de textura versátil. *ELSEVIER*, 268-273.
- Teruel, M., Gordon, M., Garrido, A., & Niranjana, K. (2015). A comparative study of the characteristics of French fries produced by deep fat frying and air Frying. *Journal of Food Science* , 349-358. Obtenido de Journal of Food Science.
- Velasco, E. (Febrero de 2023). "Efecto de tipos de fritura en los compuestos nutricionales, funcionales y la acrilamida de un Snack a base de salak (Salacca zalacca)". Obtenido de Universidad Técnica de Cotopáxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9993/1/MUTC-001418.pdf>
- Viera, J. P. (22 de Junio de 2005). *Estabilidad del aceite de fritura de chifles*. Obtenido de Universidad de Piura: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1485/ING_436.pdf
- Villamizar, R., & Giraldo, G. (2012). Aplicación de vacío en la fritura de un pasabocas a base de mango TOMMY ATKINS (Manguifera indica L.). *Redalyc*.

Villena, A. (2022). *Evaluación de dos sistemas de fritura en la obtención de Chips de Camote (Ipomoea batatas L.) Variedad Toquecita*. Recuperado el 17 de febrero de 2022, de Repositorio UCE: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25382/1/FAG-CIA-VILLENA%20ANDREA.pdf>

Yarnga, R. (2019). *Efecto de la temperatura de escaldado y frito en el contenido de acrilamida de papa nativa, oca y mashua amarilla*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional del Centro del Perú: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5052/T010_76622535_T.pdf?isAllowed=y&sequence=1

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI			
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE ALIMENTOS ACTA DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR					
ESTUDIANTE:		Ruano Chalacán Marcelo Sebastián		CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401747860	
PERIODO ACADÉMICO:		2023B			
PRESIDENTE TRIBUNAL		MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO		DOCENTE TUTOR: MSC. LILIANA MARGOTH CHAMORRO HERNANDEZ	
DOCENTE:		MSC. ANA LUCÍA RODRÍGUEZ MACHADO			
TEMA DEL TIC: Evaluación de un proceso de fritura con aire forzado en la obtención de chips a base de zanahoria blanca (Atracta a xanthorrhiza)					
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES		
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,00	Incluir el escaldado en el objetivo específico, revisar las hipótesis		
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00			
3	METODOLOGÍA	7,33	Revisar normas de acuerdo a la prueba de penóxico		
4	RESULTADOS	7,00			
5	DISCUSIÓN	6,00	Comparar con una norma a fin al producto y al proceso		
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	6,33	Explique como concluye los análisis de los resultados		
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,33			
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,00			

Obteniendo una nota de: 7,00 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el

martes, 31 de octubre de 2023


 MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 MSC. LILIANA MARGOTH CHAMORRO HERNANDEZ
 DOCENTE TUTOR


 MSC. ANA LUCÍA RODRÍGUEZ MACHADO
 DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Marcelo Sebastián Ruano Chalacán				
DATE: 16 de noviembre de 2023				
TOPIC: "Evaluación de un proceso de fritura con aire forzado en la obtención de chips a base de zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)"				
MARKS AWARDED QUANTITATIVE AND QUALITATIVE				
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Marcelo Sebastián Ruano Chalacán

Fecha de recepción del abstract: 16 de noviembre de 2023

Fecha de entrega del informe: 16 de noviembre de 2023

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES
PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Hoja de catación para el análisis sensorial de chips



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES.
CARRERA DE ALIMENTOS
HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL



Fecha: _____ Edad: _____ Género: M

Tema: "Evaluación de un proceso de fritura con aire forzado en la obtención de chips a base de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza)"

Los datos que se van a obtener son para fines académicos.

Instrucciones

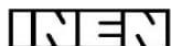
- Enjuague su paladar con agua antes y después de evaluar cada muestra.
- Califique el nivel de aceptación de cada atributo (Color, olor, sabor y textura) mediante una escala hedónica de 5 puntos.

Escala	Aceptabilidad
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Muestras	Atributo			
	Color	Olor	Sabor	Textura
455				
757				
834				
196				

Recomendaciones:

Gracias por su colaboración.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 561:2010

BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES. REQUISITOS.

Primera Edición

SNACKS. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, hortalizas y productos derivados, bocaditos, requisitos.

AL 02.02-406

CDU: 642.2

CIU: 3116

ICS: 67.080.20

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES. REQUISITOS.	NTE INEN 2 561:2010 2010-10
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, tubérculos o raíces tuberosas, semilla, frutas horneados o fritos listos para consumo.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los productos fritos u horneados que se comercializan envasados, tales como: hojuelas, productos extruídos, granos y cereales dilatados.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Bocadoito</i>. Son los productos alimenticios que permiten mitigar el hambre sin llegar a ser una comida completa, se los conoce como pasabocas, snacks, botanas.</p> <p>3.1.2 <i>Hojuelas</i>. Son las láminas de un tubérculo, raíz tuberosa, fruta, semillas que se forman por moldeado de una masa.</p> <p>3.1.3 <i>Hojuelas fritas</i>. Son los productos que se obtienen de un proceso de fritura de las hojuelas con aceites comestibles a altas temperaturas.</p> <p>3.1.4 <i>Extruídos</i>. Son los productos que se obtienen a partir de un proceso en el que el grano, harina o subproducto de éstos es forzado a fluir, bajo una o más variedades de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de una placa/boquilla diseñada para dar forma o expandir los ingredientes.</p> <p>3.1.5 <i>Cereales dilatados</i>. Son los productos que se expanden o incrementan su volumen por aplicación de calor.</p> <p style="text-align: center;">4. REQUISITOS</p> <p>4.1 Requisitos específicos</p> <p>4.1.1 La elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública y además, se deben adoptar las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).</p> <p>4.1.2 El producto debe presentar el color, olor, sabor y textura característicos</p> <p>4.1.3 Se permite la adición de los aditivos y colorantes establecidos en la NTE INEN 2 074</p> <p>4.1.4 Se permite la adición de especias y condimentos para conferir las características sensoriales deseadas</p> <p>4.1.5 No se permite la adición directa de antioxidantes y conservantes, su presencia se debe únicamente al efecto de transferencia.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, hortalizas y productos derivados, bocaditos, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

4.1.6 Si se utiliza como ingrediente harina de trigo, está debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 616, en lo referente a fortificación

4.1.7 Estos productos deben cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1 y 2.

TABLA 1. Requisitos bromatológicos

Requisito	Máximo	Método de ensayo
Humedad, %	5	NTE INEN 518
Grasa, %	40	NTE INEN 523
Índice de peróxidos meq O ₂ /kg (en la grasa extraída)	10	NTE INEN 277
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2 074	

TABLA 2. Requisitos Microbiológicos

Requisito	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 ³	10 ⁴	NTE INEN 1 529-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1 529-10
E coli ufc/g	5	0	< 10	-	NTE INEN 1 529-7

4.1.8 En los productos a base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina será de 20 µg/kg .

4.1.9 El límite máximo de plaguicidas es el que establece el Codex alimentarius CAC/LMR 1.

4.1.10 El límite máximo de contaminantes para estos productos será el que establece el documento Codex CXS 193, Contaminantes de los alimentos.

4.2 Requisitos complementarios

4.2.1 Estos productos se pueden comercializar solos o en mezcla de productos.

4.2.2 El producto se debe expender de acuerdo con la Ley del sistema Ecuatoriano de la Calidad.

5. INSPECCIÓN

5.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN ISO 2859-1.

5.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

6. ENVASADO Y EMBALADO

6.1 El material de envase debe ser de grado alimentario, que proteja al producto, y no altere sus características.

7. ROTULADO SE APRUEBA

7.1 El rotulado del producto debe cumplir con lo establecido en el RTE INEN 022.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 277	<i>Grasa y aceites. Determinación del índice de peróxido</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 518	<i>Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 523	<i>Harinas de origen vegetal. Determinación de la grasa</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616	<i>Harina de trigo. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos, REP</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra a profundidad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 2859-1	<i>Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1 Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
CXS 193-195 (Enm. 2009)	<i>Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos</i>
CAC/MRL 1	<i>Lista de Límites Máximos para Residuos de Plaguicidas, Programa conjunto FAO/OMS</i>
CAC/RCP 67 – 2009	<i>Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos.</i>
Ley 2007-76	<i>Sistema Ecuatoriano de la Calidad Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22</i>
Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura	<i>para alimentos procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

NTE INEN 187 *Grano y cereales. Maíz en grano. Requisitos.* Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, 1995.


Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile DTO. 977/96, Actualizado a abril del 2009.

Anexo 5. Resultados del análisis de Dureza y fracturabilidad de los chips de zanahoria blanca del tratamiento 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 23-113-C		01057 Pag. 1 de 2				
Solicitud N°: 23-113		Fecha de ejecución de ensayos: 20 al 21 de junio de 2023				
Fecha recepción: 14 de junio de 2023						
Información del cliente:						
Empresa:	C.L./RUC:	0401747860				
Representante: Marcelo Ruano	Tlf:	0993930547				
Dirección: Cotopaxi	E mail:	marcelo.ruano@vipec.edu.ec				
Ciudad: Cotopaxi						
Descripción de las muestras:						
Producto: Snack 1	Peso:	200g cada muestra				
Marca comercial: n/a	Tipo de envase:	funda plastica				
Lote: n/a	No de muestras:	UNA				
F. Elb.: n/a	F. Exp.:	n/a				
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab:	15 días				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	n/a				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Snack tratamiento 1	11323235	TRATAMIENTO 1	Textura, Compresión			
			Dureza Cíelo I	Brookfield	N	6,09
			Pico presión		dyn/cm ²	760874,00
			Adhesividad		mJ	0,10
			Resiliencia		adimensional	0,08
			Cantidad de fracturas		adimensional	0,00
			Fracturabilidad		N	6,09
Conds. Ambientales: 21,6°C; 46,1%aHR Se adjuntan 23 hojas de respaldo						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si Fecha de emisión del certificado: 22 de junio de 2023						
<small>Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente. *La información que se está emitiendo es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser utilizada. Si usted no es el destinatario de esta información recomenzamos disculparnos anticipadamente. La distribución o copia del mismo es prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente.*</small>						




Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. Los chasquis y Río Payamino
 Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
 (593) 32400927 ext. 5517, 5518 <http://lacoanal.uta.edu.ec> lacoanal@uta.edu.ec

Anexo 6. Resultados del análisis de Dureza y fracturabilidad de los chips de zanahoria blanca del tratamiento 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 23-113-D		R: 01058					
Solicitud N°: 23-113		Pág.: 1 de 1					
Fecha recepción:	14 de junio de 2023	Fecha de ejecución de ensayos:	20 al 21 de junio de 2023				
Información del cliente:							
Empresa:	Marcelo Ruano	C.I./RUC:	0401747860				
Representante:	Marcelo Ruano	TIF:	0993930547				
Dirección:	Cotopaxi	E mail:	marcelo.ruano@upec.edu.ec				
Ciudad:	Cotopaxi						
Descripción de las muestras:							
Producto:	Snack 2	Peso:	200g cada muestra				
Marcas comercial:	n/a	Tipo de envase:	funda plástica				
Lote:	n/a	No de muestras:	UNA				
F. Elb.:	n/a	F. Exp.:	n/a				
Conservación:	Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab:	15 días				
Cierres seguridad:	Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	n/a				
RESULTADOS OBTENIDOS							
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados	
Snack tratamiento 2	11323236	TRATAMIENTO 2	Textura, Compresión				
			Dureza Ciclo I	Brookfield	N	8,23	
			Pico presión		dyn/cm ²	1028105,00	
			Adhesividad		mJ	0,00	
			Resiliencia		adimensional	0,03	
			Cantidad de fracturas		adimensional	0,00	
			Fracturabilidad		N	8,23	
Conds. Ambientales: 21,6°C; 46,1%HR Se adjuntan 23 hojas de respaldo							
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad							
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si Fecha de emisión del certificado: 22 de junio de 2023							

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a lo fuente. La información que se está creando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser divulgada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente.

Anexo 7. Evidencias de los análisis realizados



Figura 3. Recepción y pesado de la materia prima.



Figura 4. Lavado de la materia prima.



Figura 5. Rebanado de zanahoria blanca



Figura 6. Proceso de escaldado en los chips



Figura 7. Fritura con aire forzado, hojuelas escaldadas.



Figura 8. Fritura con aire forzado, hojuelas en estado natural.



Figura 9. Obtención del producto final.



Figura 10. Control microbiológico de los chips.

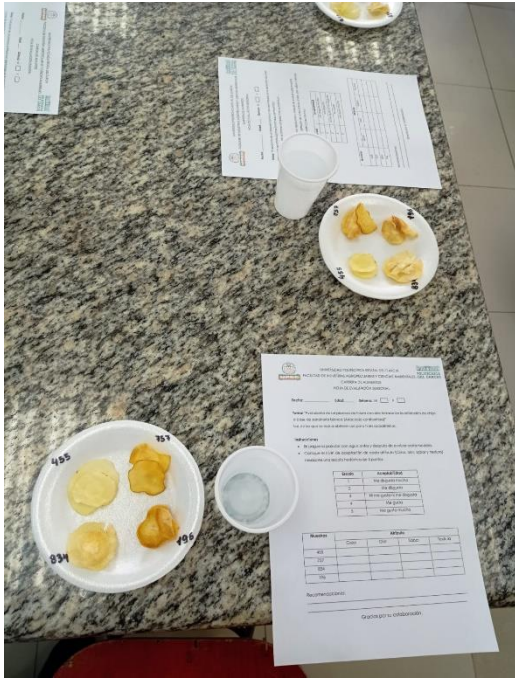


Figura 11. Análisis sensorial



Figura 12. Determinación de humedad en balanza infrarroja.



Figura 13. Determinación de grasa en el equipo Soxhlet.



Figura 14. Determinación de proteína en el equipo Kjeldahl.



Figura 15. Determinación de fibra.



Figura 16. Determinación de índice de peróxidos.