

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



“PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS PARA LA OBTENCIÓN DE SNACK DE
ÑUÑA (*Phaseolus vulgaris* L.), SOMETIDOS A DIFERENTES TIEMPOS Y
TIPOS DE ACEITE”

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por el Bachiller:

LEIDY JAMILETH RUIZ JARA

Asesores:

ING. MTR. MAX EDWIN SANGAY TERRONES

ING. MG. WILLIAM MINCHÁN QUISPE

CAJAMARCA – PERÚ

2023



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



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintidós días del mes de junio del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente 2H - 204 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 193-2023-FCA-UNC, de fecha 14 de marzo del 2023**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "**PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS PARA LA OBTENCIÓN DE SNACK DE ÑUÑA (*Phaseolus vulgaris* L.), SOMETIDOS A DIFERENTES TIEMPOS Y TIPOS DE ACEITE**", realizada por la Bachiller LEIDY JAMILETH RUIZ JARA para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

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

A las trece horas y cuarenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal
PRESIDENTE



Dr. José Gerardo Salhuana Granados
SECRETARIO



Ing. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacondori
VOCAL



Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
ASESOR



Ing. William Minchán Quispe
ASESOR

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres Segundo y Paulina quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a mis padres por estar siempre presentes.

A mi asesor Mtr. Ing. Max Edwin Sangay Terrones, por su paciencia, motivación para seguir investigando y apoyo en la elaboración de la investigación.

Al Ing. William Minchán Quispe por su apoyo incondicional para llevar a cabo esta investigación.

Gracias a todas las personas que contribuyeron en la culminación de mi tesis.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del Problema.....	1
1.2 Formulación del Problema (pregunta de investigación).....	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Hipótesis de la investigación	3
II. REVISIÒN BIBLIOGRÀFICA.....	4
2.1 Antecedentes	4
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	4
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	5
2.2 Marco Teórico.....	6
2.2.1 La ñuña (Phaseolus vulgaris L.).....	6
2.2.2 Taxonomía.....	7
2.2.3 Composición química y nutrición.....	8

2.2.4	Variedades.....	9
2.2.5	Formas de consumo.....	10
2.2.6	Snacks.....	10
2.2.7	Tostado de la Ñuña.....	11
2.2.8	Aceite Vegetal.....	11
2.2.9	Aceite Vegetal (compuesto).....	14
2.2.10	Manteca de Cerdo.....	14
2.3	Definición de Términos Básicos.....	16
2.3.1	Ñuña.....	16
2.3.2	Aceite.....	16
2.3.3	Índice de Acidez.....	16
2.3.4	Color de los Alimentos.....	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1	Ubicación.....	25
3.2	Materiales.....	25
3.2.1	Materia Prima.....	25
3.2.2	Insumos y Reactivos.....	25
3.2.3	Equipos e Instrumentos.....	25
3.3	Metodología.....	26
3.3.1	Variables Independientes.....	26
3.3.2	Variables Dependientes.....	26
3.3.3	Diagrama de Flujo.....	27

3.3.4	Descripción del Diagrama	29
3.3.5	Acondicionamiento de la Muestra	31
3.3.6	Determinación del índice de Acidez	32
3.3.7	Colorimetría.	34
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	38
4.1	Análisis del Índice de Acidez	38
4.1.1	Análisis de Acidez General para el Aceite vegetal y compuesto.....	38
4.1.2	Análisis de acidez para la manteca (cerdo).....	39
4.2	Evaluación Instrumental de Color.....	43
4.3	Determinación de la Colorimetría	46
4.3.1	Luminosidad.	46
4.3.2	Tonalidad.	48
4.3.3	Cromaticidad.....	51
V.	CONCLUSIONES	54
VI.	RECOMENDACIONES	55
VII.	REFERENCIAS	56

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de la ñuña.....	8
Tabla 2 Variedades de frijol ñuña en el Perú	9
Tabla 3 Composición promedio de la manteca de cerdo	15
Tabla 4 Atributos del color de medición de color	20
Tabla 5 Variables y niveles para el diseño experimental	27
Tabla 6 Valores de referencia del maní marca: kariño	37
Tabla 7 Características fisicoquímicas de los aceites usados en la investigación.....	38
Tabla 8 Porcentaje de acidez de ñuña triturada y de aceite vegetal.	39
Tabla 9 Porcentaje de acidez de ñuña triturada y de aceite vegetal (compuesto)	39
Tabla 10 Porcentaje de acidez de ñuña triturada y de aceite de la manteca de cerdo.	40
Tabla 11 Análisis de Varianza ANOVA para el Índice de Acidez de la ñuña.	41
Tabla 12 Resultados del Análisis Tukey para el factor tiempo de tostado	42
Tabla 13 Análisis de Varianza para Índice de Acidez del aceite residual.	43
Tabla 14 Magnitud de la diferencia de color de la ñuña.....	44
Tabla 15 Tolerancia delta (ΔE) entre la ñuña y el snack (kariño).....	45
Tabla 16 Luminosidad en los diferentes tiempos y tipos de aceite.	46
Tabla 17 Análisis de Varianza ANOVA para la Luminosidad	47
Tabla 18 Resultados del Análisis Tukey para el factor tiempo de tostado	47
Tabla 19 Tonalidad para los diferentes tiempos y tipos de aceite.....	49
Tabla 20 Análisis de Varianza ANOVA para la Tonalidad de la ñuña.	50
Tabla 21 Resultados del Análisis Tukey para el Factor Tiempo Tostado	50
Tabla 22 Cromaticidad para los diferentes tiempos y tipos de aceite.	52

Tabla 23 Análisis de Varianza ANOVA para la Cromaticidad de la ñuña.....	52
---	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Reacciones que tienen lugar durante la fritura en profundidad.....	12
Figura 2	Espacio de color CIELAB	22
Figura 3	Diagrama de flujo para el índice de acidez y colorimetría	28
Figura 4	Ñuña seleccionada para freír.....	29
Figura 5	Fritura de la ñuña.....	30
Figura 6	Escurredo de la ñuña frita.....	30
Figura 7	Enfriado de la ñuña.....	31
Figura 8	Trituración de la ñuña.....	31
Figura 9	Muestra de ñuña triturada	32
Figura 10	Muestras que fueron tituladas	33
Figura 11	Muestras tituladas con fenolftaleína. y NaOH 0.1N	33
Figura 12	Medición de la colorimetría a las muestras de ñuña	34
Figura 13	Marcas de tres manís comerciales	36
Figura 14	Referencia (estándar) de manì marca: kariño	37

RESUMEN

Dado que en la actualidad la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.), es una de las especies más importantes del Perú y del mundo para la alimentación humana. Tiene actualmente gran importancia en la dieta nutricional del poblador rural andino. Las técnicas de asado, tostado ligeramente aceitado y tostado en seco se utilizan para crear un bocadito de suave textura y agradable para el paladar.

La presente investigación se realizó en la ciudad de Cajamarca, tuvo como objetivo general Determinar los parámetros fisicoquímicos para la obtención de snack de ñuña (*phaseolus vulgaris* L), sometidos a diferentes tiempos y tipos de aceite. Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 3^2 , haciendo uso de la combinación correspondiente tipo de aceite y tiempo (A1= vegetal, A2= compuesto, A3= manteca) con tiempos (B1= 4min, B2= 6min, B3= 8min) obteniéndose así nueve tratamientos. La ñuña fue freída a una temperatura de 160°C. Se realizó una evaluación de índice de acidez para analizar cual presenta mayor y menor acidez aplicándose la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad para determinar la diferencia mínima significativa (DMS) entre las muestras, dando como resultado que el tratamiento con mayor índice de acidez fue el tiempo de 8 min y el de menor el de 4 minutos. Así mismo se realizó para la evaluación de la colorimetría donde el tiempo de 4 minutos presenta mayor luminosidad y 8 minutos menor.

Palabras claves: snack, tiempo, tipo de aceite.

ABSTRACT

Given that currently the ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most important species in Peru and the world for human consumption. It is currently of great importance in the nutritional diet of the Andean rural population. Roasting, lightly oiled roasting, and dry roasting techniques are used to create a smooth-textured, palate-pleasing snack.

The present investigation was carried out in the city of Cajamarca, its general objective was to determine the physicochemical parameters for obtaining ñuña snack (*phaseolus vulgaris* L), subjected to different times and types of oil. A completely randomized design was used with a factorial arrangement of 3^2 , making use of the corresponding combination of type of oil and time (A1= vegetable, A2= compound, A3= butter) with times (B1= 4min, B2= 6min , B3= 8min) thus obtaining nine treatments. The ñuña was fried at a temperature of 160°C. An evaluation of the acidity index was carried out to analyze which presents the highest and lowest acidity, applying the Tukey multiple range test at 5% probability to determine the minimum significant difference (MSD) between the samples, resulting in the treatment with the highest acidity index was the time of 8 min and that of less than 4 minutes. Likewise, it was carried out for the evaluation of colorimetry where the time of 4 minutes presents greater luminosity and 8 minutes less.

Key words: snack, time, type of oil.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, una de las tendencias mundiales en cuanto a la forma de alimentación, es comer algo agradable que no necesite de preparación inmediata y que se pueda consumir al instante, ya que los hábitos de consumo más comunes de las personas, es comer y deleitar snacks en cualquier ocasión, inclusive cuando están en la casa, frente al computador o mientras laboran.

Para el desarrollo de este proyecto contamos con materia prima suficiente obtenidos de la provincia de Cajabamba, distrito de Lluchubamba. Teniendo en cuenta ello, buscamos determinar los parámetros fisicoquímicos para la obtención de snack de ñuña (*phaseolus vulgaris* L), sometidos a diferentes tiempos y tipos de aceite de manera experimental con la cual vamos a determinar los parámetros para el adecuado procesamiento y obtención de producto.

1.1 Descripción del Problema

La provincia de Cajabamba región Cajamarca, presenta un microclima variado y la producción de diversas legumbres, entre las que destaca la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad negra que son consumidas de manera culinaria tradicional, pero es notable el desconocimiento de los mismos en cuanto a las propiedades nutritivas y la disponibilidad de estas legumbres a ser transformados en diversos productos como en ñuña tostada, salada y envasada (snacks) dándole algunas alternativas de procesamiento, consumo y mercadeo.

Si bien es cierto, el aprovechamiento integral de las legumbres de la zona es una alternativa no explotada, pero que se ha convertido en una prioridad y a la vez en una demanda que deben cumplir las regiones de nuestro país que desean implementar las denominadas tecnologías limpias o tecnologías sin residuos en la agroindustria.

Para la elaboración de la ñuña tostada, será necesario determinar y controlar los parámetros, con la finalidad de evaluar datos para el adecuado procesamiento y obtención de producto. El consumo de ñuña es una fuente considerable de calcio, hierro, fósforo, magnesio y zinc y de las vitaminas tiamina, niacina y ácido fólico. (Ulloa, 2011).

1.2 Formulación del Problema (pregunta de investigación)

¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos para la obtención de snack de ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.), sometidos a diferentes tiempos y tipos de aceite?

1.3 Justificación

El aporte de esta esta investigación contribuirá a generar mayor conocimiento a nivel tecnológico en razón, que se determinará el tiempo de fritura y aceite que serán los más adecuados para este proceso.

Desde el punto de vista técnico - práctico la investigación dará lugar para que los resultados generados puedan contribuir a una mejor obtención de snack de ñuña en tiempos óptimos y con aceites que den como resultado una menor oxidación a un producto comercial.

Esta investigación sembrará conocimientos en el campo de la investigación y de la industria alimentaria, hecho que redundara en el aporte que como profesional se dará las organizaciones que desarrolle su actividad laboral y por ende en los productos que serán materia de nuevas ideas o de innovación. Con esto la UNC aportara un profesional más a la sociedad en el campo específico de estudio.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Determinar los parámetros fisicoquímicos para la obtención de snack de ñuña (*phaseolus vulgaris* L), sometidos a diferentes tiempos y tipos de aceite.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros fisicoquímicos de un snack de ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) cocido en diferentes tipos de aceite.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos de un snack de ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) expuestos a diferentes tiempos de cocción.

1.5 Hipótesis de la investigación

Existe influencia en los parámetros fisicoquímicos para la obtención de snack de ñuña (*phaseolus vulgaris* L), sometidos a diferentes tiempos y tipos de aceite.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales.

Mingxing et al (2020) en su trabajo de investigación “Analysis of Hinge’s Hysteresis Based on Response Surface Method”, señala una vital importancia de la histéresis que puede llegar a afectar a la precisión de la elaboración para una mayor aceptabilidad frente al consumidor, e incluso se llega a utilizar el método de la superficie de respuesta que será utilizada para el trabajo. El diseño estadístico fue factorial hexagonal y se usó el método de las superficies de respuestas. La mejor combinación de tiempo y temperatura resultó ser la de 5 minutos a 160 °C. Con este tratamiento térmico se obtuvo una mejor calidad sensorial por color, dureza y grasa adecuada.

Pinto et al (2017) en la investigación “Efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre propiedades físicas de aros de cebolla”, menciona que en los últimos años las personas se han inclinado por optar productos listos para el consumo, lo cual la cebolla durante un proceso de fritura podría llegar a causar un impacto por los componentes nutricionales, sin embargo, se debería tener en cuenta atributos sensoriales por los consumidores, es decir textura y color. El aporte que brinda al trabajo es la determinación del efecto de la temperatura y tiempo para la elaboración del snack considerando factores externos que van a ser tomados en cuenta por los consumidores.

Alvis et al (2008), en su investigación “Efecto de la Temperatura y Tiempo de Fritura sobre las Características Sensoriales del Ñame (*Dioscorea alata*)” investigó el efecto del tiempo, temperatura de fritura en el sabor y la textura sobre las características sensoriales del ñame.

Además, evaluó el proceso de fritura para tres temperaturas (140, 160 y 180° C) y cinco tiempos de calentamiento (1, 3, 5, 7 y 9 min.). El análisis sensorial se realizó con 5 jueces entrenados en productos similares. Los atributos de color, dureza y grasosidad, fueron analizados mediante la aplicación de una escala lineal no estructurada de 10 cm de longitud marcada en los extremos con palabras generadas por el panel.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Vásquez (2020) en su investigación sobre el “Efecto de la temperatura y tiempo de fritura en la textura y color de un chip de oca (*Oxalis tuberosa*)”, realizó un estudio de prueba y error teniendo variables como la temperatura y tiempo de fritura sobre la oca teniendo en cuenta características fisicoquímicas tales como la humedad, proteínas, extracto etéreo, cenizas y pH. El aporte que brinda al trabajo de investigación, es determinar los niveles de cada factor ya sea dependientes de la temperatura, tiempo y textura manteniendo la calidad de nutrientes del snack de ñuña.

Vásquez (2016), en su investigación “Efecto de la temperatura y tiempo de fritura en el porcentaje de retención de aceite, determinación de color y aceptabilidad sensorial de rodajas fritas de plátano (*musa paradisiaca* L.) variedad cavendish” evaluó el efecto de la temperatura y tiempo de fritura.

La aceptación sensorial de los panelistas se situó en el tratamiento 4, es decir, se produjo a una temperatura de 203°C y una duración de 111 segundos, lo que indica que cuanto mayor es el tiempo y la temperatura de fritura, mayor es la aceptación general del consumidor frecuente; mientras que en la determinación de color sensorial el tratamiento 9 que mayor efectividad contiene, es el correspondiente a una temperatura de 185°C y un tiempo de fritura de 90 segundos en donde se puede decir que a menor tiempo y temperatura de fritura se obtuvo un color que mejor atrae a la vista del

consumidor. El aporte que brinda al trabajo de investigación, es determinar la temperatura, tiempo y color en un snack, para una mayor aceptabilidad frente al consumidor.

Salmón (2015) en su investigación “Influencia del tostado de la semilla de *plukenetia huayllabambana* en el perfil de ácidos grasos y compuestos bioactivos” estudió el efecto del tostado de la semilla de *Plukenetia huayllabambana* en el contenido de ácidos grasos y compuestos bioactivos.

Las semillas fueron sometidas a tostados a temperaturas de: 100, 120, 140, 160 y 180 °C por 10, 20 y 30 minutos, para cada temperatura. Las muestras después del tostado fueron evaluadas con respecto al grado de oxidación del aceite (índice de peróxido, ácidos grasos libres, índice de *p*-anisidina y dienos conjugados) y en contenido de ácidos grasos, tocoferoles, fitosteroles y capacidad antioxidante tanto hidrofílica como lipofílica de las almendras. El aporte que brinda al trabajo de investigación, es determinar el tiempo de tostado en un snack, para una mayor aceptabilidad frente al consumidor.

Los resultados mostraron que el tostado incrementó la oxidación del aceite de esta semilla. El contenido de los ácidos grasos, tocoferoles, fitosteroles y compuestos fenólicos se incrementó a las más bajas temperaturas evaluadas y menores tiempos de tostado.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 La ñuña (*Phaseolus vulgaris L.*).

Es un cultivo originario de la región central de los Andes y tiene mucha importancia en la dieta nutricional del poblador rural andino. También es utilizada en la industria de la panificación y la confitería. Además del alto contenido de proteínas (alrededor de 20%), contribuye al mejoramiento de los suelos, por su capacidad de fijar

nitrógeno. Morfológicamente es el mismo que el frijol común, con la diferencia de que éste tiene la capacidad de reventar y aumentar de volumen cuando es tostado solo o en aceite. Se distribuye desde Cajamarca-Perú (latitud 7° 30' S) hasta Chuquisaca-Bolivia (latitud 19° 30' S), entre 1.900 a 2.900 m de altitud. En el Perú la ñuña se cultiva en los departamentos de Cajamarca, Cuzco, Ancash, Huánuco, Apurímac, La Libertad y Ayacucho, (Tohme, *et. al.*, 1995).

El INIA a través de la Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología ha establecido la colección nacional de " ñuñas" (*Phaseolus vulgaris* L.) que consta de 158 accesiones, las que vienen siendo regeneradas, caracterizadas, evaluadas, conservadas y documentadas en los campos experimentales de la Estación Experimental Baños del Inca en Cajamarca (INIA, 2009)

2.2.2 Taxonomía.

La especie de frijol es el prototipo del género *Phaseolus*, según la clasificación hecha por Lineo en el año de 1753, le asigno el nombre científico *Phaseolus vulgaris* L.

Clasificación taxonómica para (Simpson, 2019)

Reino:	<i>Plantae</i>
Sub reino:	<i>Tracheobionta</i>
Súper división:	<i>Spermatophyta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Sub clase:	<i>Rosidae</i>
Orden:	<i>Fabales</i>
Familia:	<i>Leguminosae (Fabaceae)</i>
Sub familia:	<i>Faboideae (Papilionoideae)</i>

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris L.*

Nombre común: Ñuña, poroto, frijol reventón, numia, pushpu, puspo.

2.2.3 Composición química y nutrición.

Tabla 1

Composición química de la ñuña

Componentes	Cantidad (100g)
Proteínas (g)	21.8
Grasas (g)	2.52
Carbohidratos (g)	55.4
Tiamina (mg)	0.63
Riboflavina (mg)	0.17
Niacina (mg)	1.8
Calcio (mg)	183
Hierro (mg)	4.7
Energía (kcal)	322

Nota. Fuente: Tohme, et al., 1995)

Se ha determinado que el frijol no sólo suministra proteínas y carbohidratos, también tiene cantidades importantes de vitaminas y minerales. (Serrano & Goñi, 2004) descubrieron que con la ingesta diaria de 70.5g de frijol negro se puede obtener un 134% (0.447mg) de ácido fólico; 19.1% (4.82mg) de hierro; 35.5% (195.6mg) de magnesio y 15.9% (3.96mg) de zinc.

INIA (2009) comenta que, la ñuña por su alto valor proteínico (22%), ha sido incluida en innumerables pruebas de degustación con el objeto de fomentar su consumo a nivel rural y urbano. También posee un 11% de contenido de humedad.

Camarena (2009) reporta que, la calidad de una proteína está determinada por su composición de aminoácidos, excluyendo los otros factores que pueden influir. Del total de los aminoácidos, ocho son esenciales para el desarrollo de las proteínas del organismo humano y que no pueden ser sintetizados por él, por consiguiente, estos aminoácidos deben estar presentes en la dieta, ellos son: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina; en el caso de los bebés, estos requieren además la histidina en su dieta.

2.2.4 Variedades.

El frijón reventón presenta una amplia variabilidad genética, así como unos rangos de adaptación muy específicos debido a la alta interacción de las variedades con el medio ambiente. Dentro de esta variabilidad, se encuentran genotipos con buenos rendimientos y buena calidad de reventado, los cuales se consideran característicos de herencia compleja, (Juan y Otalora, 2006).

Tabla 2

Variedades de frijol ñuña en el Perú

Variedades de frijol ñuña				
Angel poroto	Blanca sarín	Flor de haba	Listada	Ploma
Amarrilla	Cenizo	Guinda	Mani	Vaquita
Aceituna	Coneja	Gentil	Mantecosa	Peña grande
Aroma	Callashia	Huevo de perdiz	Milagro	Parcoya
Arveja	Capulí	Huevo de huanchaco	Morada	Porota
Azul	Checche	Huevo de paloma	Negra	Pintada
Bocona	Chuña	Jabona	Nube	Pava

Nota. Fuente: (Voysest Voysest, 2000)

2.2.5 Formas de consumo.

El fríjol se prepara de varias formas frito, guisado o como palomitas de fríjol tostándolas por 5 - 10 min con aceite. El producto tostado se consume como snack o aperitivo, convirtiéndose en una muy buena alternativa no solo nutricional sino económica para muchos de los pequeños agricultores. (Melo & Ligarreto, 2010).

Reseñan diferentes ensayos de dietas realizados con las nuñas, probando estas como sustituto de la harina de trigo hasta en un 20% para la elaboración de galletas. Los resultados informan que las galletas elaboradas de esta manera presentan características similares a las que solamente contienen harina de trigo, pero en cuanto al valor nutricional con base en el contenido proteico, las galletas con harina de fríjol presentaron un mayor contenido (9,75%) que las obtenidas solamente con harina de trigo (6,38%). Igualmente se ha probado la harina de fríjol como sustituto en la elaboración de pastas en porcentajes de 15%, obteniendo resultados similares con las elaboradas con harina de trigo integral, (Juan y Otalora, 2006).

2.2.6 Snacks.

Los Snack provienen de un término inglés que significa alimento ligero, se consume entre comidas y es utilizado para satisfacer temporalmente el hambre proporcionando una mínima cantidad de energía en el cuerpo, ya sean snacks dulces o snacks salados, dependiendo del gusto de cada uno son servidos por lo general en reuniones o eventos. (“El origen de los snacks, 2015)

En el mercado de los snacks saludables, tanto los consumidores como los productores y los gobiernos intentan cada día encontrar mejores alimentos, más nutritivos y balanceados que se adapten al gusto de los consumidores (Torres, 2009).

2.2.7 *Tostado de la Ñuña.*

Oliverio *et. al.*, (2009) señala que el tostado es un método de tratamiento térmico que utiliza tratamiento con calor seco y provoca que los compuestos fenólicos se degraden y quedan ligados a estructuras poliméricas, dependiendo de las condiciones de tostado.

La capacidad de reventar es una cualidad importante en los frijoles tipo ñuña, la cual depende de la variabilidad genética presente en la población y de factores no genéticos.

Las ñuñas son tostadas en un tiempo de cinco a diez minutos cubriendo su superficie con aceite vegetal o animal, la testa se abre en dos o más partes entre los cotiledones, éstos revientan saliendo de la envoltura de la semilla y el producto resultante es suave y de sabor agradable. Es importante señalar que los factores que determinan la capacidad de reventar son desconocidos; sin embargo, se indica que la forma de la semilla, su cubierta inelástica, la cantidad y calidad del almidón almacenado pueden favorecer el reventado (Pesantes y Rodriguez, 2013).

2.2.8 *Aceite Vegetal.*

Los aceites vegetales son, de forma general, productos naturales líquidos a temperaturas moderadas, más viscosos que el agua, pero más ligeros, e insolubles en ella, que se extraen de las plantas (Hernandez, 2011).

Composición Porcentual del Aceite Vegetal. Los aceites están compuestos por triglicéridos, que representan entre el 95%-99%, con algunos ácidos grasos libres, mono- y di-glicéridos y una serie de compuestos menores que representan entre el 0.5%-1.5%, en su mayoría no-glicéridos, entre los que destacan fenoles, tocoferoles, clorofilas, alcoholes, esteroides, hidrocarburos y compuestos

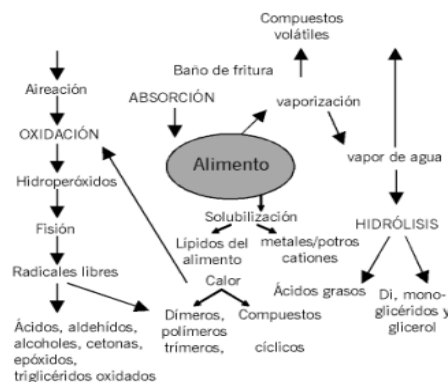
volátiles. Algunos de ellos van a ser determinante en la estabilidad oxidativa del aceite, actuando como pro oxidantes o antioxidantes (Tena, 2010).

Química del deterioro de aceites. Durante el proceso de fritura, las materias grasas sufren una serie compleja de reacciones tales como auto oxidación, polimerización térmica, oxidación térmica, isomerización, ciclación e hidrolisis.

Oxidación. Las reacciones de oxidación de los aceites se producen fundamentalmente en los ácidos grasos insaturados de los triglicéridos. El oxígeno atmosférico reacciona con el aceite en la superficie de contacto y ataca a los dobles enlaces y como consecuencia se pueden producir olores desagradables en los aceites. Es la única reacción química de deterioro que normalmente se desarrolla durante el periodo de almacenamiento. Algunos metales, tales como el cobre y el hierro, aceleran la oxidación de las grasas y deben ser evitados. A pesar de existir diferencias entre la alteración oxidativa que se produce a baja y a alta temperatura, la principal vía de obtención de compuestos de oxidación incluye la formación de los hidroperóxidos.

Figura 1

Reacciones que tienen lugar durante la fritura en profundidad.



En el proceso general de oxidación involucra tres fases, las cuales explican toda la gama de los nuevos compuestos formados 16:

- **Iniciación:** sustracción de un protón de un grupo metileno adyacente a un doble enlace, formando radicales libres.
- **Propagación:** los radicales libres originados en la fase anterior reaccionan con el oxígeno atmosférico dando lugar a la de peróxidos, los cuales reaccionan con otras moléculas insaturadas para dar hidroperóxidos.
- Los hidroperóxidos formados pueden sufrir tres tipos principales de degradación:
 - **Fisión:** donde se producen alcoholes, aldehídos, ácidos e hidrocarburos.
 - **Deshidratación:** que produce cetonas.
 - **Formación de radicales libres,** que originan monómeros oxidados, dímeros y polímeros oxidables, trímeros, epóxidos, alcoholes, hidrocarburos, dímeros no polares y polímeros.

Los productos finales estables incluyen compuestos carbonílicos de cadena corta, que son los responsables del sabor rancio y de las reacciones paralelas que conducen a un deterioro generalizado y a la formación de los polímeros. Durante los periodos de espera (*standby*) y de fritura, el aceite se encuentra a altas temperaturas en presencia de aire por lo que el proceso de oxidación se desarrolla con mayor velocidad. La mayor parte de estos nuevos productos son los responsables de las características del olor desagradable de los aceites usados y de los alimentos fritos.

Hidrólisis. Cuando se fríe un alimento en aceite caliente, el vapor de agua proveniente de éste reacciona con los triglicéridos produciendo su hidrólisis, liberando ácidos grasos libres, monoglicéridos, diglicéridos y glicerol. Los triglicéridos que poseen ácidos grasos de cadena corta son más sensibles a la hidrólisis que aquellos que tienen cadena larga. Algunos polvos leudantes

(productores de burbujas de anhídrido carbónico) presentes en los alimentos que se fríen y restos de álcalis usados para la limpieza de las freidoras, también pueden promover la hidrólisis. Los polímeros formados como resultado de las alteraciones térmicas y oxidativas, producen espuma la cual atrapa a las burbujas de vapor por más tiempo en el aceite y esto también acelera la hidrólisis. Pero el mayor efecto sobre la aceleración de este tipo de reacciones lo ejerce el agua presente en el alimento. (Juárez, 2017)

2.2.9 *Aceite Vegetal (compuesto).*

Su composición es una mezcla de aceites vegetales. De 70 marcas de tipos de aceites comerciales que se consumen en el Perú, 95% generan el gasto en la categoría de aceite de origen vegetal (ajonjolí, colza, maíz, oliva, soya, semilla de uva, germen de trigo, etc.) y 9 compuestos (Capri, Primor, Cocinero, Friol). (Ochoa, 2021)

2.2.10 *Manteca de Cerdo*

La manteca de cerdo es la porción grasa obtenida exclusivamente del tejido adiposo acumulado en las zonas del tórax y el abdomen del cerdo. Su composición varía con la especie, alimentación, estación del año en que se obtiene; inclusive se menciona que los animales alimentados al aire libre con pasturas adecuadas presentan cortes más magros y una mejor calidad de grasa. Sin embargo, se puede decir que es una mezcla de oleína, en mayor porcentaje, y estearina.

El principal inconveniente es su enranciamiento por exposición prolongada al aire, debido a que se oxida fácilmente ya que carece de antioxidantes naturales. La grasa de cerdo es comúnmente usada como grasa comestible de manera similar a la mantequilla, cuyas cualidades dependen de la parte del cerdo de donde procede y de la forma en que ha sido procesada. También se describe su utilización en la fabricación de jabones. (Bailey, 2020).

En la Tabla 3 se muestra la composición promedio de manteca de cerdo por gramo.

Tabla 3

Composición promedio de la manteca de cerdo

Compuestos	Contenido/gramo
Energía	9 Kcal
Proteínas	0 g
Hidratos de carbono	0 g
Fibra	0 g
Lípidos	1 g
Ácidos grasos saturados	0,392 g
Ácidos grasos monoinsaturados	0,451 g
Ácidos grasos poliinsaturados	0,112 g
Colesterol	0,7 mg
Ca	0,01 mg
Fe	0,001 mg
Zinc	0 g
Vitamina A	0 µg
Vitamina C	0 g
Ácido fólico	0 µg

Nota: Bailey, (2020). Aceites y grasas industriales

2.3 Definición de Términos Básicos

2.3.1 Ñuña.

Es una variedad genética de *Phaseolus vulgaris* L. y constituye una fuente de carbohidratos y proteínas, vitaminas, minerales, fibra alimenticia que es de uso para la alimentación nutricional en especial del humano. La “ñuña” desempeña un rol fundamental en la alimentación humana, es una menestra que, por su sabor, contenido de proteínas, vitaminas, minerales, fibra alimenticia y su diferente forma de consumo, contribuye a una dieta variada y rica, perfectamente balanceada que satisface sus necesidades nutricionales del hombre, (Ulloa *et. al.*, 2011).

2.3.2 Aceite

Se compone de glicéridos de ácidos grasos y son de origen vegetal, animal o marino. Podrán contener pequeñas cantidades de otros lípidos, tales como fosfátidos, de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en las grasas o aceites. Las grasas de origen animal deberán proceder de animales que estén en buenas condiciones de salud en el momento de su sacrificio y sean aptos para el consumo humano, (CODEX, 1999).

2.3.3 Índice de Acidez

Determinación del Índice de Acidez en Aceites y Grasas Comestibles. El índice de acidez se define como los miligramos de NaOH o KOH necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en 1 gramo de aceite o grasa, y constituye una medida del grado de hidrólisis de una grasa.

Todos los aceites y las grasas tienen ácidos grasos libres y algunos los tienen en grandes cantidades. La causa de la existencia de ácidos grasos libres es la actividad enzimática de las lipasas. Todas las semillas y los frutos oleaginosos tienen presentes algunas de estas enzimas lipolíticas que se encuentran tanto en el embrión como en el

mesocarpio del fruto. Por este motivo, el aceite de arroz y el de palma, por lo general, tienen una acidez muy alta. Los aceites que tienen ácidos grasos de cadena corta son muy sensibles a estas enzimas hidrolíticas. Los aceites extraídos de semillas descompuestas tienen acidez alta, al igual que los aceites almacenados durante mucho tiempo.

El comportamiento del Índice de Acidez (expresado como % de Ácido Oleico) durante el almacenamiento en los aceites y grasas comestibles evidencia un incremento en una primera etapa, como resultado de la actividad enzimática de las lipasas, hasta alcanzar un valor máximo, a partir del cual comienza a disminuir. Esta disminución pudiera ser explicada por el hecho de que los ácidos grasos libres hayan comenzado a oxidarse a compuestos oxigenados, como por ejemplo los hidroperóxidos, por la acción de agentes químicos (oxígeno, temperatura, luz, trazas metálicas) o agentes bioquímicos (microorganismos, enzimas lipoxidasas) o la combinación de ambos, en función de las condiciones de almacenamiento y de la composición del aceite almacenado.

Este comportamiento permite inferir que la determinación del Índice de Acidez no ofrece por sí sola información concluyente sobre el estado cualitativo de un aceite. Así, un valor bajo pudiera indicar: o bien que el producto está poco hidrolizado, o bien que el estado de deterioro es más avanzado y que parte de los ácidos grasos libres han comenzado a oxidarse.

De ahí la necesidad de realizar otros análisis (Índices de Peróxidos, Yodo y Saponificación, entre otros), si se desea obtener información fidedigna del estado de un aceite o grasa, (Zumbado, 2002).

Principio. El método se basa en la neutralización de los ácidos grasos libres presentes en el aceite o grasa con solución etanólica de hidróxido de potasio en presencia de fenolftaleína como indicador. El índice de acidez se expresa en mg

de Hidróxido de Potasio necesarios para neutralizar un gramo de grasa. También puede expresarse en porcentaje de Ácido Oleico, (Zumbado, 2002).

Cálculo. Calcular la acidez como grado de acidez expresado en porcentaje de ácido oleico o como índice de acidez expresado en miligramos de hidróxido de potasio por gramo de aceite o grasa. Normalmente se expresa en tanto por ciento de ácido oleico. Solo en casos particulares, en dependencia de la naturaleza de la grasa, se expresa referida al ácido palmítico, al ácido láurico o a otros, (Zumbado, 2002).

2.3.4 Color de los Alimentos

Los consumidores manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva y el color es el primer atributo que se juzga de los productos. Esto es decisivo ya que en innumerables pruebas se ha comprobado que cuando el color de un alimento cambia sin alterar su forma, aroma u otros atributos de textura, se obtienen una respuesta de rechazo por parte de los consumidores, o incluso de los catadores entrenados papel decisivo que tiene el color sobre la experiencia de la persona en saborear un alimento. (Badui D. S., 2016)

El color es una cualidad organoléptica de los alimentos y se aprecia por medio del sentido físico de la vista. También suele ser considerado un factor psicológico de apreciación y un criterio para elegir un producto alimenticio; incluso en los productos de origen vegetal se relaciona con la posibilidad de elegir la maduración y su idoneidad. Sin embargo, no siempre resulta válida la correlación entre color y calidad, por el uso o tal vez el abuso de aditivos, colorantes, que pueden enmascarar esta apreciación. (Bello, 2000)

De acuerdo a Figura y Telxelra, (2007) el color no es solamente un fenómeno psíquico o psicológico, sino es el resultado de la evaluación de la energía radiante (una

magnitud física) en términos de una correlación visual (psicológica) y está basada en las propiedades del ojo humano (fisiológicas).

Según Bello (2000) el color es la propiedad que se aprecia por el sentido de la vista, cuando le estimula la luz reflejada por el alimento que contiene sustancias con grupos cromóforos, capaces de absorber parte de las radiaciones luminosas dentro de una determinada longitud de onda.

Colorimetría. La colorimetría es la ciencia que estudia la medición del color desarrollando los métodos para su cuantificación, (Santos, 2009), estos métodos se basan específicamente en la geometría y distribuciones espectrales de tres elementos: la fuente de luz, la reflectividad de la muestra y la sensibilidad visual del observador, (Otles, 2008).

Esta ciencia transforma la percepción sensorial en números, logrando medir, comparar y reproducir los diferentes colores, (Santos, 2009).

A través del tiempo ha sido mejorado los elementos importantes de la colorimetría, inicialmente dichas condiciones fueron: la simulación de la percepción humana del color en un campo de 2 y colores primarios de ajuste (rojo, verde y azul), (Otles, 2008).

Para lograr la representación de los colores, la CIE definió diferentes modelos de color, los cuales son fórmulas matemáticas abstractas que logran describir esa representación. Los modelos de color más conocidos son el RGB y el CMYK, sin embargo, al ser modelos abstractos no sirven para describir un color específico sin haber definido inicialmente la escala o referencia.

La CIE como entidad principal de la determinación del color, definió varios sistemas de descripción de colores y ha desarrollado varios conceptos que determinan los procedimientos utilizados actualmente, (Otles, 2008).

Escalas de medición de color. Estas escalas se utilizan en instrumentos de medición del color, en el marco de una serie de condiciones normales de iluminantes, observadores y la metodología de espectros.

Tabla 4

Atributos del color de medición de color

Atributo	Descripción	Ejemplo
Matiz	Tono, tinte, color, “hue”. Es caracterizado por la longitud de onda de la radiación y hace diferente un color de otro. Representa un espacio en el diagrama de cromaticidad.	Rojo-amarillo o Verde-amarillo
Cromaticidad	Saturación, intensidad, pureza, “chroma”. Define la intensidad o pureza espectral del color que va desde los tonos grises, pálidos, apagados a los más fuertes y vivos. Es el grado de color (incoloro, brillo, palidez).	Brillante rojo-amarillo o Pálido-rojo amarillo
Luminosidad	Brillante, brillo “brightness”. Es dado por el contenido total de energía. Da lugar a los colores claros y oscuros. Es el grado entre la oscuridad y el brillo máximo.	Rojo brillante-amarillo o Rojo oscuro-amarillo

Nota: Mathias & Ah, (2014).

Sistemas CIE.

El espacio de color CIELAB, también referido como espacio CIEL*a*b*, es actualmente uno de los espacios de color más populares y uniformes usados para evaluar el color en el área de alimentos. Es un espacio de color ampliamente usado porque correlaciona los valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana. Investigadores y fabricantes lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias, y establecer tolerancias de color.

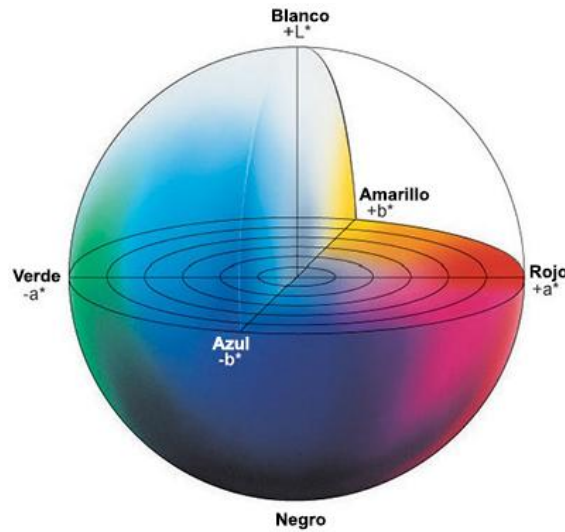
La tolerancia de color, podemos definirla como la máxima diferencia de color admitida de los productos de fabricación en relación a un estándar que el consumidor considera ideal. Usando las coordenadas $L^*a^*b^*$, los usuarios pueden correlacionar las diferencias de color numéricas a sus propias evaluaciones visuales.

Los valores de tolerancia deberían ser definidos internamente o entre el proveedor y el consumidor y usados en control de calidad para determinar si la muestra pasa o no el proceso de inspección. El espacio de color CIELAB (figura 2), es un sistema cartesiano formado por 3 ejes, un eje vertical (L^*) y dos ejes horizontales (a^* y b^*). El eje vertical L^* , representa la medida de luminosidad de un color variando desde cero para un negro hasta 100 para un blanco. El eje horizontal a^* , representa una medida del contenido de rojo o de verde de un color.

Si un color tiene rojo, a^* será positiva, mientras que, si un color tiene verde, a^* será negativa. El eje horizontal b^* , perpendicular al eje a^* , representa una medida del contenido de amarillo o de azul de un color. Valores positivos de b^* indican contenido de amarillo, mientras valores negativos de b^* indican contenido de azul.

Figura 2

Espacio de color CIELAB



Fundamentos para Describir el Color de un Alimento en el Espacio CIELAB.

El color de un alimento debe describirse en base a los 3 atributos de color: luminosidad, tonalidad y pureza de color. La luminosidad es el atributo de la sensación visual según la cual una superficie emite más o menos luz; el tono es el atributo de la sensación visual según la cual una superficie parece similar a uno, o a proporciones de dos, de los colores percibidos rojo, naranja, amarillo, verde, azul y púrpura; y la pureza es el atributo de la sensación visual según la cual una superficie parece mostrar más o menos tonalidad, o lo que es lo mismo, contenido de color de una superficie evaluado en proporción a su luminosidad.

En el espacio de color CIELAB, la luminosidad viene descrita por el eje vertical L^* , la tonalidad por el contorno de la esfera y la pureza por el radio desde el centro al exterior de la esfera. Estos atributos de color, pueden obtenerse a partir de los valores de $L^*a^*b^*$. (ecuaciones 1 a 3).

$$\text{Luminosidad} = L^* \quad (1)$$

$$\text{Tonalidad} = h^* = \arctg \frac{b^*}{a^*} \quad (2)$$

$$\text{Pureza} = C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (3)$$

Cómo debe Determinarse la Diferencia de Color, en el Espacio CIELAB, entre un Producto y un Estándar. Generalmente, y desde el punto de vista del consumidor, carece de importancia que la identificación de un producto coloreado tenga unos determinados valores de L^* , a^* , b^* .

Describir una diferencia de color numéricamente es bastante simple, todo lo necesario son unos valores tomados como referencia (el estándar) y los valores del objeto cuya diferencia de color se desea conocer (la muestra). A los valores de dicha muestra se le restan los valores de referencia del estándar, resultando entonces, las diferencias entre ambos objetos. Las diferencias se expresan con el símbolo delta (Δ).

Cuando estamos comparando el color de dos objetos, podemos mostrar la diferencia de color que hay en cada uno de los atributos, ΔL^* , Δh^* y ΔC^* (ecuaciones 4 a 6) o mostrar la diferencia global de color ΔE^* (ecuación 7). (Talens Oliag, 2017).

$$\Delta L^* = L^* \text{ muestra} - L^* \text{ referencia} \quad (4)$$

$$\Delta h^* = h^* \text{ muestra} - h^* \text{ referencia} \quad (5)$$

$$\Delta C^* = C^* \text{ muestra} - C^* \text{ referencia} \quad (6)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2} \quad (7)$$

Técnicas de Medición del Color Visión Digital. La visión digital es una nueva tecnología con la generación de imágenes por medio de cámaras digitales o escáneres seguido del procesamiento y análisis de dichas imágenes en computadoras, usando software especial, de modo que el sistema integrado interpreta la información de manera equivalente a lo que hace el ojo y el cerebro humano (Aguilera, 2014).

Colorímetros. Basados en la visión del ojo humano, los colorímetros son dispositivos triestimulares (tres filtros) para cada longitud de onda: filtros rojo, verde y azul. De esta forma se emula la respuesta del ojo humano al color y la luz. En algunas aplicaciones de control de calidad, estas herramientas representan la respuesta de menor costo. Existe una serie de equipos, tales como los colorímetros Hunter Lab, Gardner, Color Eye, Color Master, Momcolor, Dr. Lange y Minolta (Figura y Teixeira, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de frutas y hortalizas de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, ambiente (2H – 207) de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicados en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca. Este laboratorio se encuentra situado a 3 km de la ciudad de Cajamarca, cuyas características geográficas son las siguientes: altitud 2750 msnm, 7° 10' latitud sur, 78° 30' longitud este, temperatura promedio 14 °C y humedad relativa 65 %.

3.2 Materiales

3.2.1 *Materia Prima*

- Ñuña (variedad negra)
- Aceite vegetal
- Aceite vegetal (compuesto)
- Manteca
- Snacks de maní (Kariño, Rikosfood's, Bell's)

3.2.2 *Insumos y Reactivos*

- Alcohol etílico o propílico a 95 °C
- Solución indicadora de fenolftaleína al 1%
- Solución 0.1 N de NaOH
- Agua destilada.

3.2.3 *Equipos e Instrumentos*

- Freidora de alimentos

- Bureta de 25 o 50 ml graduado al 1/10
- Probeta de 10 o 50 ml
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Potenciómetro con pH estandarizado
- Balanza analítica
- Colorímetro de sólidos

3.3 Metodología

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial con 3 repeticiones. Se utilizará el método de Análisis de Varianza (ANOVA) y Tukey 5% para comparaciones múltiples, empleando el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurión (Aguilar, 2000). El estudio se desarrolló en base a dos factores, que corresponden a tiempo y tipo de aceite.

3.3.1 Variables Independientes

Tipo de aceite

- A1= Vegetal
- A2= Vegetal (compuesto)
- A3= Manteca de cerdo

Tiempo de tostado

- B1= 4min
- B2= 6min
- B3= 8min

3.3.2 Variables Dependientes

- Índice de acidez
- Colorimetría

En la Tabla 5 se muestran las variables y niveles para el diseño experimental, donde en el estudio de investigación se realizó 9 tratamientos con un análisis ANOVA y se utilizó el programa STATGRAPHICS Centurión.

Tabla 5

Variables y niveles para el diseño experimental

	B1	B2	B3
A1	A1 B1	A1 B2	A1 B3
A2	A2 B1	A2 B2	A2 B3
A3	A3 B1	A3 B2	A3 B3

A = Tipo de Aceite

A1 = Vegetal

A2 = Vegetal (compuesto)

A3 = Grasa

B = Tiempo (min)

B1 = 4 min

B2 = 6 min

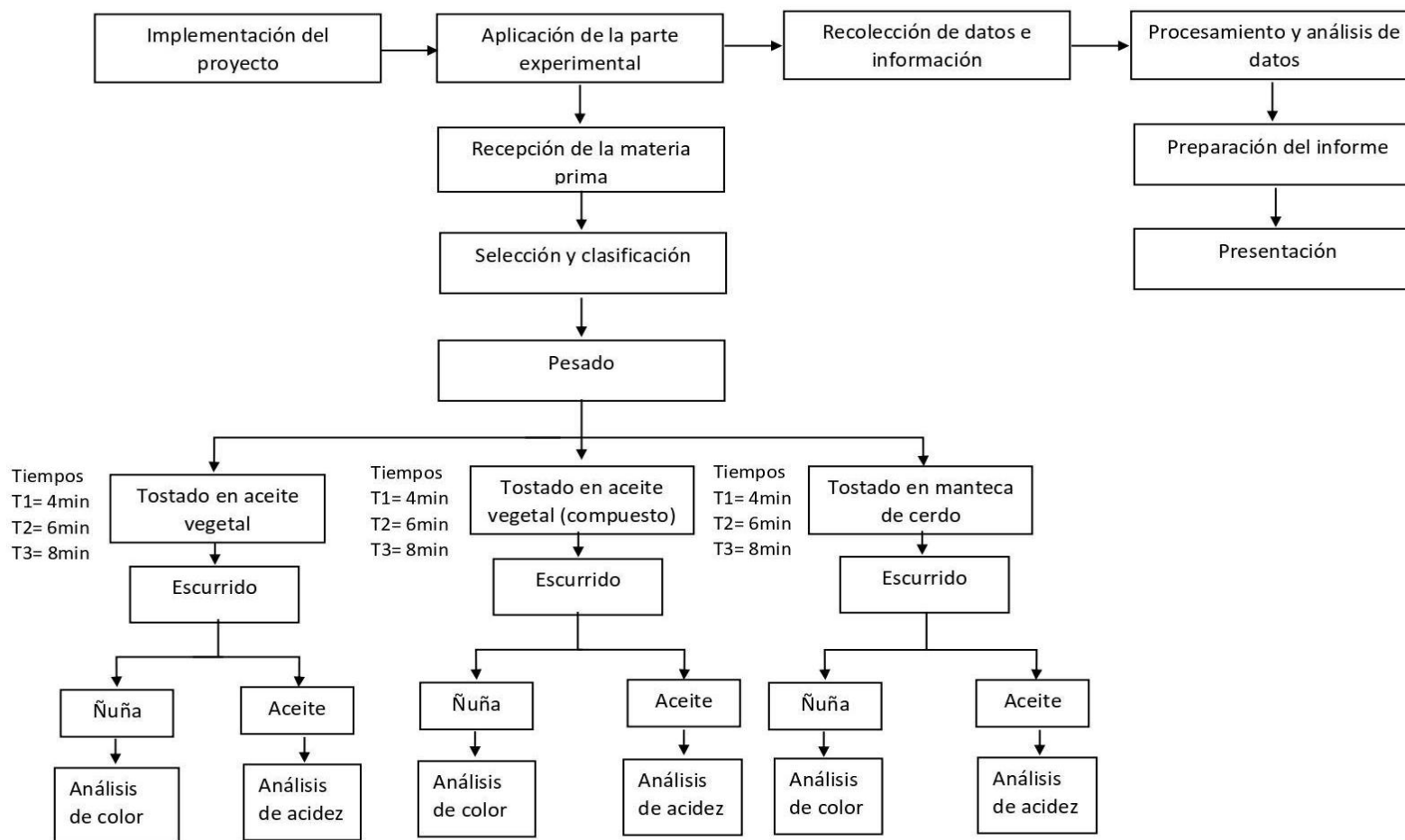
B3 = 8 min

3.3.3 Diagrama de Flujo

En el siguiente diagrama de flujo de detalla el proceso a realizar para el análisis de obtención de los parámetros fisicoquímicos.

Figura 3

Diagrama de flujo para el índice de acidez y colorimetría



3.3.4 Descripción del Diagrama

❖ **Recepción de la Materia Prima.** Se utilizó ñuña de la provincia de Cajabamba región Cajamarca, previamente seleccionando las de mejor calidad.

❖ **Selección y clasificación.** Se seleccionó la ñuña limpia y sana.

Eliminando

basuras, piedras y ñuñas en mal estado.

Figura 4

Ñuña seleccionada para freír



❖ **Pesado:** Este proceso se realizó para controlar y cuantificar las cantidades de materia prima a utilizarse.

❖ **Fritura:** Se realizó 3 tipos de tratamientos con aceite vegetal, vegetal (compuesto) y manteca de cerdo en una freidora a 160 °C por un tiempo de 4, 6 y 8 minutos.

Figura 5

Fritura de la ñuña



- ❖ **Escurreido:** Se realizó para remover el exceso de aceite que pueda contener.

Figura 6

Escurreido de la ñuña frita



- ❖ **Enfriado:** Se realizó a temperatura ambiente, para proceder al descascarado.

Figura 7

Enfriado de la ñuña



3.3.5 Acondicionamiento de la Muestra

El análisis se realizó con ñuñas fritas y sin cáscara, con la ayuda de un mortero se trituro la muestra homogénea de la actual se utilizaron 5g para cada análisis.

Figura 8

Trituración de la ñuña



3.3.6 Determinación del índice de Acidez

Se realizó adaptando el método, NTP 209.005 1968 (Revisada el 2016) “Determinación de la acidez libre”. Donde la valoración se realizó con una solución etanólica de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración 0.1N, utilizando fenolftaleína como indicador.

Procedimiento:

- Se trituro la muestra de snack con ayuda de un mortero, hasta obtener una muestra homogénea de 5g para cada análisis.

Figura 9

Muestra de ñuña triturada



- Se pesó la muestra de 5g triturada en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.

Figura 10

Muestras que fueron tituladas



- Se agregó 50 ml de alcohol neutralizado, caliente al 95% y se adicionó 2 gotas de solución de fenolftaleína.
- Se tituló con NaOH 0.1N, agitando hasta que vire a un color rosado.

Figura 11

Muestras tituladas con fenolftaleína. y NaOH 0.1N



➤ Se anotó el gasto y se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Índice de acidez (\%)} = \frac{N \times V \times P_{eq}}{P}$$

Donde:

N: Normalidad de la solución de NaOH

V: Volumen de NaOH (ml) gastado en la titulación de la muestra

P: Peso de la muestra (g)

Peq: Peso equivalente del ácido predominante en la muestra, se utiliza el ácido oleico en porcentaje donde:

$$AL\% = \frac{ml \text{ de alcali} \times N \times 28.2}{\text{Peso de la muestra}}$$

3.3.7 Colorimetría.

Se midió el color interno de la ñuña frita con un colorímetro triestímulo MINOLTA, modelo CR-400.

Figura 12

Medición de la colorimetría a las muestras de ñuña



Luminosidad. L^* es la medida de luminosidad que nos arroja directamente el colorímetro. Donde su valor varía de 0 para un negro a 100 para un blanco.

Cuanto más cercano será el valor a 100 más luminoso será el producto y cuanto más próximo a 0, más oscuro. Luminosidad = L^*

Tonalidad. h^* es el ángulo que mide la tonalidad, indicando la orientación relativa del color respecto al origen 0° . Si el círculo a^*b^* entero se divide en 360° grados, como toda circunferencia y se define el origen 0° en la posición a^* positiva y $b^*=0$, es decir, donde se situaría un color estrictamente rojo, podemos desplazarnos en sentido contrario a las agujas de un reloj de tal forma que un color estrictamente amarillo se encontraría en el ángulo 90° , un verde estricto en 180° y un azul estricto en 270° .

Se calculó con la siguiente formula:

$$\text{Tonalidad} = h^* = \arctg \frac{b^*}{a^*}$$

Pureza. C^* es la medida de la pureza, saturación, o croma, de un color evaluado en proporción a su luminosidad (Talens Oliag, 2017).

Se calculó con la siguiente formula:

$$\text{Pureza} = C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Color. Se realizó mostrando la diferencia de color numéricamente, utilizando los valores L^* , a^* , b^* . Tomando como referencia (el estándar) y los valores del objeto cuya diferencia de color se desea conocer (la muestra).

A los valores de dicha muestra se le restaron los valores de referencia del estándar, resultando entonces, las diferencias entre ambos objetos. Las diferencias se

expresaron con el símbolo delta (Δ). Para que la interpretación de los signos + y - sea correcta, los valores de la referencia fueron sustraídos a los de la muestra.

$$\Delta L^* = L^* \text{ muestra} - L^* \text{ referencia}$$

$$\Delta a^* = a^* \text{ muestra} - a^* \text{ referencia}$$

$$\Delta b^* = b^* \text{ muestra} - b^* \text{ referencia}$$

Se comparó el color entre la muestra y la referencia, para así poder mostrar la diferencia global de color ΔE^* (Talens Oliag, 2017).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2}$$

En este caso se utilizó como muestra de referencia el snack de maní de 3 marcas comerciales a las que se evaluó el color determinando la más semejante. Ya que según la norma ISO 12647-2:2016 aborda los umbrales de tolerancia para delta ΔE : calidad (1= excelente, 1-2= buena, 2-4= normal, 4-5= suficiente y >5= mala)

Figura 13

Marcas de tres manís comerciales



En la Tabla 6 se muestran los valores de referencia (estándar) que se utilizaron para la comparación con las muestras de ñuña que fueron sometidas a diferentes tiempos y tipos de aceite, debido a que no existe un snack de ñuña industrializado para que nos permita realizar dicha comparación.

Tabla 6

Valores de referencia del maní marca: kariño

MANÍ MARCA: KARIÑO
$L^* = 54.9$
$a^* = 4.23$
$b^* = 20.64$
$h^* = 78.42$
$c^* = 21.07$

Figura 14

Referencia (estándar) de maní marca: kariño



IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Análisis del Índice de Acidez

En la Tabla 7 se observa los análisis de los aceites y manteca que se usaron para los procesos de fritura, los mismos que coinciden con los establecidos por las Fichas Técnicas que los fabricantes, con la finalidad de establecer los blancos, al momento de realizar los análisis posteriores a las frituras establecidas. Hecho que nos permitir eliminar errores para los cálculos de acidez finales.

Tabla 7

Características fisicoquímicas de los aceites usados en la investigación.

Tipo de aceite	Procedencia	Porcentaje de acidez (ácido oleico)	Aspecto
Friol	Soya	0.1	Límpido, transparente, brillante, sin turbidez y sin materias extrañas.
Cocinero	Mezcla de soya, girasol y algodón	0.1	Límpido, transparente, brillante, sin turbidez y sin materias extrañas
Manteca	Cerdo	0.7	Textura tierna, color blanco, Olor y color típico.

Las muestras que se sometieron a fritura fueron de 1.5kg para cada tipo de aceite a diferentes tiempos y por triplicado. Luego del cual se tomaron las muestras para analizar su índice de acidez, donde mostramos los promedios para ambas tablas 8 y 9.

4.1.1 Análisis de Acidez General para el Aceite vegetal y compuesto.

En la Tabla 8 se observa que en el análisis del porcentaje del aceite residual vegetal tenemos unos datos que van desde el 0.14% al 0.22% lo que nos indica que de la misma manera el Índice de Acidez (IA) aumenta con la exposición a temperatura mayores.

Al respecto NTP 209.005 1968 (Revisada el 2016), nos indica que el índice de acidez máximo es de 1%, por lo tanto, debemos indicar que estamos dentro de la norma.

Tabla 8

Porcentaje de acidez de ñuña triturada y de aceite vegetal.

	Porcentaje de índice de acidez (ñuña triturada)	Porcentaje de índice de acidez (aceite)
A1 B1	0.81%	0.14%
A1 B2	0.90%	0.16%
A1 B3	0.94%	0.22%

En la Tabla 9 se utilizó el mismo aceite por un promedio de tres horas para el proceso de las tres muestras con el cual se obtuvo una acidez menor del 1%, hecho que concuerda con lo referido por Paucar-Menacho et al. (2015)

Tabla 9

Porcentaje de acidez de ñuña triturada y de aceite vegetal (compuesto)

	Porcentaje de índice de acidez (ñuña triturada)	Porcentaje de índice de acidez (aceite)
A2 B1	0.82%	0.14%
A2 B2	0.84%	0.16%
A2 B3	0.90%	0.35%

4.1.2 *Análisis de acidez para la manteca (cerdo).*

En la Tabla 10 observamos que en cuanto a la grasa residual los resultados van desde el 0.22% al 0.28% lo que nos indica que a una mayor exposición de tiempo aumenta el Índice de Acidez (IA). Donde las mantecas se caracterizan por tener entre

0.2 a 0.5% de acidez libre expresada como ácido oleico, por lo tanto, debemos indicar que estamos dentro de lo referido. (Eyzaguirre, 2008).

Entendiendo que se mide los ácidos grasos libres expuestos en la grasa residual los cuales contienen entre un 40 y 44% de ácido oleico y el palmítico con 24 a 27% como lo indica (Solà-Oriol, 2020)

Tabla 10

Porcentaje de acidez de ñuña triturada y de aceite de la manteca de cerdo.

	Porcentaje de índice de acidez (ñuña triturada)	Porcentaje de índice de acidez (aceite)
A3 B1	0.84%	0.22%
A3 B2	0.88%	0.25%
A3 B3	1.01%	0.28%

Análisis de Varianza ANOVA para el Índice de Acidez de la Ñuña.

Las variables analizadas en cuanto a tiempo de exposición de fritura y tipo de aceite en análisis de Varianza se aprecia en la Tabla 11, el índice de acidez de la ñuña muestra una alta significación estadística para el factor en estudio tiempo de tostado, puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que este factor produce efectos en la muestra, mientras que la interacción de los factores tipo de aceite y tiempo de tostado no influyen ya que el valor de $p > 0.05$ lo cual significa que estos factores no actúan conjuntamente.

De otro modo, estos resultados demuestran que hay que tener en cuenta dichos factores para determinar los parámetros fisicoquímicos para la obtención del producto, sometidos a otros tiempos y tipos de aceite. Para el proceso de fritura y mantenimiento de nutrientes es necesario buscar soluciones a la reducción de la absorción de aceites en la fritura de los snacks. Para ello se realizaron otras pruebas para medir la compatibilidad.

Tabla 11*Análisis de Varianza ANOVA para el Índice de Acidez de la ñuña.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tipo de aceite	0.00106667	1	0.00106667	0.72	0.4353
B: Tiempo	0.0240667	1	0.0240667	16.21	0.0101
AB	0.0004	1	0.0004	0.27	0.6258
Error total	0.00742222	5	0.00148444		
Total (corr.)	0.0329556	8			

Análisis Tukey para el Factor Tiempo de Tostado.

Los resultados obtenidos en la Tabla 12 con el análisis Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de índice de acidez, para determinar el mejor tiempo de tostado, se le agrupó en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado T1 y T2 y el grupo B está conformado por el T2 y por el T3. Como podemos ver el T2 comparte los dos grupos no existiendo diferencia significativa, pero se observa que el T1 y el T2 no comparten el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas.

Pruebas de HSD Tukey para el factor tiempo de tostado, confianza de 95%.

Tabla 12

Resultados del Análisis Tukey para el factor tiempo de tostado

Tiempo de tostado	Media	Agrupación	
T3: 8 min	0.950000	A	
T2: 6 min	0.873333	A	B
T1: 4 min	0.823333		B

Los resultados nos muestran que 8 minutos de tostado presenta mayor índice de acidez, siendo superior estadísticamente a los tratamientos, por otro lado 4 minutos de tostado muestra el menor índice de acidez, según la Tabla 12 existiendo diferencias estadísticas entre tratamientos.

Los resultados muestran un crecimiento continuo en el porcentaje de acidez titulable a medida que aumenta la temperatura y tiempo de fritura. Este comportamiento se debe a que el aceite tiene su propia acidez y al momento de la fritura el alimento entra en contacto con éste produciéndose una variación en su acidez final. También se presume se debe al contenido de humedad con que entran al proceso de fritura, pudiendo dar lugar a una hidrólisis del aceite, produciendo una ruptura de los enlaces éster de los triglicéridos y provocando la formación de ácidos grasos libres. (Yagüe, 2012)

Un incremento en la duración de la fritura produce una mayor alteración del aceite y del alimento que se fríe. Además, el tiempo de calentamiento disminuye la

estabilidad del aceite y produce la formación de diferentes compuestos de alteración.

(Montes et al., 2016)

Tabla 13

Análisis de Varianza para Índice de Acidez del aceite residual.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor-P
A: tipo de aceite	0.0140167	1	0.0140167	4.56	0.0858
B: tiempo	0.0140167	1	0.0140167	4.56	0.0858
AB	0.0016	1	0.0016	0.52	0.5029
Error total	0.0153667	5	0.00307333		
Total (corr.)	0.045	8			

Los resultados de la Tabla 13 ANOVA para la variable índice de acidez del aceite residual muestra que no hay significación estadística para los factores en estudio tipo de aceite y tiempo de tostado, puesto que $p > 0.05$, lo cual indica que estos factores no producen efectos en la muestra, por otro lado la interacción de los factores tipo de aceite y tiempo de tostado no influyen ya que el valor de $p > 0.05$ lo cual significa que estos factores no actúan conjuntamente, y se afirma que no estas correlacionados o asociados.

4.2 Evaluación Instrumental de Color

La importancia del color como una característica de valoración física y de calidad en los alimentos hace necesario disponer de métodos objetivos de medición que permitan la obtención de valores comparables y reproducibles (Ah-Hen, 2014)

Las mediciones de color se realizan generalmente usando colorímetros digitales, los cuales son fáciles de utilizar y calibrar, y poseen una fuente de iluminación estándar incorporada. Para el caso de alimentos y en general de materiales sólidos y semisólidos

de diversa naturaleza, se representa tradicionalmente usando el espacio de color CIELAB (o CIE 1976 L*a*b*), un estándar internacional para medición de color adoptado por la Commission Internationale d'Eclairage (CIE) en 1976. En donde el color, L* representa la luminosidad de una muestra, a* representa la variación de verde a rojo, y b* representa la variación de azul a amarillo. (Goñi, 2015).

Magnitud de diferencia de Color

La magnitud de diferencia de color se realizó, tomando en cuenta un parámetro comercial en tal sentido se recurrió a la del maní comercial kariño (Tabla 6), puesto que no hay un producto industrializado como el que hemos analizando en el mercado con el cual podamos compararlo directamente. Este hecho nos permite eliminar errores para los cálculos de tolerancia de color entre dos puntos medidos.

Tabla 14

Magnitud de la diferencia de color de la ñuña

	VEGETAL		COMPUESTO		MANTECA DE CERDO	
Tiempo	Ñuña entera	ΔE	Ñuña entera	ΔE	Ñuña entera	ΔE
4 min	L= 58.42 a= 3.06 b= 21.76	3.9	L= 56.04 a= 4.79 b= 22.56	1.9	L= 57.59 a= 4.24 b= 22.58	3.3
6min	L= 55.76 a=6.55 b= 24.68	4.7	L= 54.09 a= 5.74 b= 22.32	2.4	L= 50.54 a= 6.02 b= 19.29	4.9
8min	L= 37.80 a= 9.61 b= 17.84	18.1	L= 42.79 a= 11.03 b= 20.26	13.9	L= 39.01 a= 8.25 b= 10.18	16.1

Para saber la magnitud de diferencia de color, hemos calculado cada una de las muestras de ñuña sometidas a diferentes tiempos y tipos de aceite con respecto a los valores de la Tabla 14 y las de referencia tomadas de un snack de maní comercial: KARIÑO (Tabla 6).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2}$$

Tabla 15

Tolerancia delta (ΔE) entre la ñuña y el snack (kariño)

Diferencia de color de la ñuña (ΔE)			
Tiempo	Vegetal	Compuesto	Manteca de cerdo
4 min	3.9	1.9	3.3
6min	4.7	2.4	4.9
8min	18.1	13.9	16.1

Como se observa en la tabla 15 la diferencia de color está en los rangos de 1.9 a 18.1. Según el modelo CIELAB menciona que valores menores $\Delta E \leq 3$: pequeña y $\Delta E \geq 5$ perceptible.

Consideramos que 1.9 y 2.4 son ligeramente pequeñas en relación a la (estándar) y serán difícilmente perceptibles por el consumidor, en cambio 13.9, 16.1 y 18.1 son perceptibles en relación a la (estándar) y serán fácilmente detectadas por el consumidor.

4.3 Determinación de la Colorimetría

4.3.1 Luminosidad.

La luminosidad es el atributo de la sensación visual según la cual una superficie emite más o menos luz. Su valor varía de 0 para un negro a 100 para un blanco. Es posible encontrar valores L^* superiores a 100 cuando el cuerpo emite cierta fluorescencia, pero en el caso alimentario es difícil que esto ocurra.

Tabla 16

Luminosidad en los diferentes tiempos y tipos de aceite.

Tiempo	Luminosidad (L^*)		
	Vegetal	Compuesto	Manteca de cerdo
4 min	58.42	56.04	57.59
6min	55.76	54.09	50.54
8min	37.8	42.79	39.01

Si comparamos los diferentes tiempos y tipos de aceite, observamos que el tiempo de 4 minutos presenta mayor luminosidad. Lo que nos indica que cuanto más cercano será el valor a 100 más luminoso será el producto, y cuanto más próximo a 0, más oscuro será. (Talens Oliag, 2017).

Análisis de Varianza para la Luminosidad

Tabla 17

Análisis de Varianza ANOVA para la Luminosidad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: tipo de aceite	3.90427	1	3.90427	0.27	0.6268
B: tiempo	458.5	1	458.5	31.46	0.0025
AB	1.0404	1	1.0404	0.07	0.8000
Error total	72.8801	5	14.576		
Total (corr.)	536.325	8			

La Tabla 17 muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable luminosidad de la ñuña, se observa una alta significación estadística para el factor en estudio tiempo de tostado, puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que este factor produce efectos en la luminosidad de las muestras, los factores en estudio no actúan conjuntamente porque las interacciones de los mismos muestran el valor de $p > 0.05$, esto indica que no hay correlación o asociación entre los factores.

Pruebas de HSD Tukey para el Factor Tiempo de Tostado, Confianza de 95%.

Tabla 18

Resultados del Análisis Tukey para el factor tiempo de tostado

Tiempo de tostado	N	Media	Agrupación
T1: 4min	3	57.3500	A
T2: 6min	3	53.4633	A
T3: 8min	3	39.8667	B

La Tabla 18 muestra la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de luminosidad, para determinar el mejor tiempo de tostado, se le agrupó en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado T1 y T2 y el grupo B está conformado por el T3. Como podemos ver el T1 y T2 comparten el mismo grupo esto indica que no existen diferencia significativa entre estos tratamientos, pero se observa que el T3 no comparten el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas.

Los resultados nos muestran que 8 minutos de tostado presenta menor luminosidad, siendo diferente estadísticamente a los tratamientos, por otro lado 4 minutos de tostado muestra mayor luminosidad siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos.

El grado de oscurecimiento del alimento frito depende más del tiempo y la temperatura de freído en combinación con la composición química del producto, que de la composición del aceite utilizado en la fritura. (Valdiviezo, 2014)

El color se ve afectado por las condiciones de proceso, principalmente tiempo, temperatura y tipo de aceite, así como por las características del producto. (Vásquez y Eduardo, 2008)

A mayor tiempo de freído el color de la hojuela se vuelve más pardo y a mayor temperatura ocurre también lo mismo. (Alva et al., 2015)

Salehi (2019) que obtuvo que el valor de luminosidad (L) de la zanahoria frita disminuyó durante la fritura, obteniendo al final del proceso un color intenso pardeado.

4.3.2 Tonalidad.

La tonalidad es el atributo de la sensación visual según la cual una superficie parece similar a uno, o a proporciones de dos, de los colores percibidos rojo, naranja, amarillo, verde, azul y púrpura. Donde h^* es el ángulo que mide la tonalidad, indicando

la orientación relativa del color respecto al origen 0° . Si el círculo a^*b^* entero se divide en 360° grados, como toda circunferencia y se define el origen 0° en la posición a^* positiva y $b^*=0$, es decir, donde se situaría un color estrictamente rojo, podemos desplazarnos en sentido contrario a las agujas de un reloj de tal forma que un color estrictamente amarillo se encontraría en el ángulo 90° , un verde estricto en 180° y un azul estricto en 270° . (Talens Oliag, 2017).

Tabla 19

Tonalidad para los diferentes tiempos y tipos de aceite

Tiempo	Tonalidad (h^*)		
	Vegetal	Compuesto	Manteca de cerdo
4 min	82	78	79
6min	75	76	73
8min	62	61	51

En la Tabla 19 podemos observar los valores de tonalidad, donde la ñuña en el tiempo 4 minutos presenta mayor tonalidad. Por ende, si comparamos el h^* de la muestra (estándar) del maní marca kariño (Tabla 6) con la ñuña del tiempo 4 minutos, observamos que el valor más cercano a la (estándar) es 78 en el tiempo 4 minutos siendo similares ambas muestras. (Talens Oliag, 2018).

Análisis de Varianza para la Tonalidad en la ñuña.

Tabla 20

Análisis de Varianza ANOVA para la Tonalidad de la ñuña.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: tipo de aceite	41.1864	1	41.1864	2.23	0.1955
B: tiempo de tostado	710.029	1	710.029	38.47	0.0016
AB	16.3216	1	16.3216	0.88	0.3902
Error total	92.286	5	18.4572		
Total (corr.)	859.823	8			

Los resultados de la Tabla 20 ANOVA para la variable tonalidad de la ñuña muestra alta significación estadística para el factor tiempo de tostado, puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que este factor produce efectos en la tonalidad de las muestras, mientras que la interacción de los factores en estudio no influye ya que el valor de $p > 0.05$ lo cual significa que estos factores no actúan conjuntamente, y se afirma que estos factores no están asociados o correlacionados.

Pruebas de HSD Tukey para el Factor Tiempo de Tostado, Confianza de 95%.

Tabla 21

Resultados del Análisis Tukey para el Factor Tiempo Tostado

Tiempo de tostado	N	Media	Agrupación
T1: 4 min	3	79.7933	A
T2: 6 min	3	74.4933	A
T3: 8 min	3	58.0367	B

La Tabla 21 muestra la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de tonalidad, para determinar el mejor tiempo de tostado, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado por T1 y T2 y el grupo B está conformado por el T3, como se observa el T1 y T2 comparten el mismo grupo esto indica que no existen diferencia significativa entre estos tratamientos, pero se observa que el T3 no comparten el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas. Los resultados muestran que 8 minutos de tostado presenta menor tonalidad, siendo diferente estadísticamente a los tratamientos, por otro lado 4 minutos de tostado muestra mayor tonalidad (79.79) siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos.

El color dorado es característico y un atributo muy significativo de la calidad de un producto frito y determinante en la aceptación del mismo por parte de los consumidores. (Vásquez y Eduardo, 2008)

El factor b^* indica valor amarillo/azul, una medición de color en la dirección al eje $+b^*$ representa un cambio hacia el amarillo, por lo que un valor elevado de este indicaría un color más amarillo. (Alva et al., 2015)

4.3.3 Cromaticidad.

La cromaticidad es el atributo de la sensación visual según la cual una superficie parece mostrar más o menos tonalidad, o lo que es lo mismo, contenido de color de una superficie evaluado en proporción a su luminosidad.

Donde C^* es la medida de la pureza, saturación, o croma, de un color, siendo medida desde el punto central del espacio de color, es decir, el eje acromático donde $a^* = b^* = 0$, y a lo largo de una línea recta que se extiende hacia fuera de dicho punto. Un valor de cero para C^* indica un estímulo acromático, sin ninguna orientación hacia rojo,

verde, azul o amarillo. Un color con un valor alto de C* es un color altamente saturado.

(Talens Oliag, 2018).

Tabla 22

Cromaticidad para los diferentes tiempos y tipos de aceite.

Tiempo	Cromaticidad (c*)		
	Vegetal	Compuesto	Manteca de cerdo
4 min	22	23	23
6min	26	23	20
8min	20	23	13

En la Tabla 22 podemos observar los valores de cromaticidad, donde la ñuña en el tiempo 4 minutos presenta pureza cercana a la (estándar). Por ende, si comparamos el c* de la muestra (estándar) del maní marca kariño (Tabla 6) con la ñuña, observamos que el valor más cercano es de 22, donde pureza de la ñuña es ligeramente superior a la (estándar).

Análisis de Varianza para Cromaticidad en la ñuña.

Tabla 23

Análisis de Varianza ANOVA para la Cromaticidad de la ñuña.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: tipo de aceite	21.9651	1	21.9651	2.83	0.1531
B: tiempo de tostado	22.3108	1	22.3108	2.88	0.1505
AB	16.6464	1	16.6464	2.15	0.2027
Error total	38.7544	5	7.75088		
Total (corr.)	99.6767	8			

Los resultados de la Tabla 23 ANOVA para la variable cromaticidad de la nuña muestra que no existe significación estadística para los factores en estudio, puesto que $p > 0.05$, lo cual indica que estos factores no producen efectos en la cromaticidad de las muestras, de igual manera la interacción de los factores en estudio no influye ya que el valor de $p > 0.05$ lo cual significa que estos factores no actúan conjuntamente, y se afirma que estos factores no están asociados o correlacionados.

V. CONCLUSIONES

- ❖ Estadísticamente los aceites no tienen diferencias significativas, sin embargo, hay una variación en la medida que aumenta.
- ❖ En la evaluación del índice de acidez, 8 minutos de fritura presenta mayor índice de acidez y 4 minutos menor índice de acidez. Esto se debe a la hidrólisis que libera ácidos grasos libres.
- ❖ En la evaluación del color con respecto a la magnitud de diferencia entre la ñuña y el maní (kariño) del cual sus valores fueron tomados como muestra (estándar) se obtuvo que la ñuña sometida al proceso de fritura en aceite compuesto a 4 y 6 minutos, presentan una pequeña diferencia de color que serán difícilmente perceptibles por el consumidor ante la (estándar), abordando una tolerancia para la diferencial (ΔE) de buena con respecto a la calidad.
- ❖ En la colorimetría el tiempo de fritura sí influye en la luminosidad y tonalidad ya que nos muestra que en 4 minutos de fritura la ñuña presenta mayor luminosidad y tonalidad y en 8 minutos de fritura presenta menor luminosidad y tonalidad. Esto es producto de la reacción de Maillard.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Sacar un parámetro estándar para comparar la colorimetría.
- ❖ Analizar el Índice Peróxidos.
- ❖ Analizar el Índice yodo.
- ❖ Utilizar la optimización de la temperatura en función de tiempo para la evaluación de la calidad de tostado de la ñuña.

VII. REFERENCIAS

- Alva, C., Ramírez, C., & Jara, R. S. (2015). *Visión computacional en la evaluación del efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre el color de hojuelas de papa (Solanum tuberosum) nativa*. *Agroindustrial Science*, 5(2), 153-160.
- Alvis, A., Villada, H. S., & Villada, D. C. (2008). *Efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre las características sensoriales del ñame (Dioscorea alata)*. *Información tecnológica*, 19(5), 19-26.
- Bailey, A.E. (2020). *Aceites y grasas industriales*. Reverte.
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica*. Madrid. Ediciones Díaz de Santos. S. A.
- Buitrago, P., & Alzate, V. (2017). *Efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre propiedades físicas de aros de cebolla*.
- Camarena, F. (2009). *Innovación tecnológica para el incremento de la producción de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- CODEX. (1999). *Norma CODEX para grasas animales especificadas STAN 211*.
- De València Escuela Técnica Superior De Ingeniería Agronómica Y Del Medio Natural - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica I Del Medi Natural, U. P. (2021, 27 octubre). *Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB*. <http://hdl.handle.net/10251/83392>
- El origen de los snacks (2015, 21 de enero). [web log post]. Recuperado de <https://sappingblog.wordpress.com/2015/01/21/el-origen-de-los-snack/>
- Figura, O., & Telxelra, A. (2007). *Physical Properties, Measurement and Applications*. New York: Springer-Verlag.

- Goñi, S. M., & Salvadori, V. O. (2015). *Medición de color de alimentos en el espacio CIELAB a partir de imágenes*. In *III Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería*.
- Hernández, M. V. (2011). *Aceite de oliva virgen extra: su obtención y conservación*. Madrid.
- INIA (2009). Dirección de Investigación Agraria Ñuña. Estación Experimental Agraria Baños del Inca – Cajamarca: *Ñuña (Phaseolus vulgaris L.)*
<https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/244/1/HD-6-2009-%C3%91u%C3%B1a.pdf>
- Juan M. Otálora, G. A. (2006). Comportamiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) tipo reventón por características agronómicas y de calidad de grano. *SCIELO*, 7-16.
- Juárez Eyzaguirre, J. R. (2008). *Obtención y purificación de la manteca de cerdo: diseño y formulación de bases dermocosméticas para la incorporación de extractos vegetales*.
- Mario, M. L. (2014). *Análisis del tipo de aceite y tiempo de fritura en la vida útil del snack de Malanga (Xanthosoma sagittifolium) procedente del Tena*.
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/8424>
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). *El color en los alimentos un criterio de calidad medible*. *Agro sur*, 42(2), 57-66.
- Melo, P., & Ligarreto, M. (2010). *Contenido de taninos en el grano y características agronómicas en cultivares de frijol común "tipo reventón"*. *Agron. colomb.*, 147-154.

- Mingxing, G., Hongwei, G., Rongqiang, L., & Zongquan, D. (2020). *Analysis of Hinge's Hysteresis Based on Response Surface Method*. Harbin: National Natural Science Foundation of China.
- Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martínez, N., Fernández, D., Morales, G., & Valenzuela, R. (2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Revista chilena de nutrición*, 43(1), 87-91.
- Moreira, R.G., Castell-Perez, M.E. and Barrufet, M.A. (1999) Deep-Fat Frying: Fundamentals and Applications. Aspen Publishers Inc., MD.
- NTP-CODEX, S. T. A. N. (2015). 210: 2014. *Aceites vegetales especificados. Requisitos*.
- Ochoa, V. (2021). Unas 70 marcas compiten actualmente en el mercado de aceites. *Gestión*, pág. 1.
- Oliverio, T., Capuano, E., Cammerer, B., & Fogliano, V. (2009). *Influence of roasting on the antioxidant activity and HMF formation of a cocoa bean model systems*. *Agricultural and Food Chemistry*, 147-152.
- Oswaldo, V. V. (2000). *Mejoramiento genético del frijol (Phaseolus vulgaris L.): Legado de variedades de América Latina 1930-1999*.
<https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54161>
- Otles, S. (2008). *Handbook of food analysis instruments*. p.544.
- Paucar-Menacho, L. M., Salvador-Reyes, R., Guillén-Sánchez, J., Capa-Robles, J., & Moreno-Rojo, C. (2015). *Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis l.), aceite de oliva (Olea europaea) y aceite crudo de pescado*. *Scientia Agropecuaria*, 6(4), 279-290.
- Pesantes M.F. & Rodríguez J. (2013). *Caracterización y evaluación de la variabilidad de doce colectas de Phaseolus vulgaris tipo reventon procedente de la provincia de Santiago de Chuco (Perú)*. *REBIOL*, 33(2), 23-33.

- Salehi (2019). *Color changes kinetics during deep fat frying of kohlrabi (Brassica oleracea var. gongylodes) slice*. International Journal of Food Properties, 22, 511-519.
- Santos P. (2009). *Medición del color* (p. 4). Zaragoza.
- Serrano, J., & Goñi, I. (2004). *Papel del frijol negro Phaseolus vulgaris en el estado nutricional de la población guatemalteca*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Simpson, M. G. (2019). *Plant Systematics*. USA.
- Solà-Oriol, D. (s. f.). *Ficha técnica: Manteca de cerdo*.
https://www.3tres3.com/articulos/manteca-de-cerdo_44758/
- Talens Oliag P. (2017) *Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB*. <http://hdl.handle.net/10251/83392>.
- Talens Oliag, P. (2018). *Descripción del color en el espacio CieL* a* b*.
<http://hdl.handle.net/10251/102415>
- Tena, N. (2010). *Evolución de componentes mayoritarios y minoritarios de aceites de oliva termoxidados: Implementación de métodos espectroscópicos y cromatográficos*. España.
- Torres, E. (2009). *“En el mundo de los snacks”*. Obtenido de <http://www.industriaalimenticia>.
- Ulloa, J. A., Rosas Ulloa, P., Ramírez Ramírez, J. C., & Ulloa Rangel, B. E. (2011). *El frijol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos*. CONACYT.
- Vásquez M. (2016). *Efecto de la temperatura y tiempo de fritura en el porcentaje de retención de aceite, determinación de color y aceptabilidad sensorial de rodajas fritas de plátano (musa paradisiaca l.) variedad cavendish*. Trujillo.

Vasquez, B., & Eduardo, J. (2008). *Contribución al estudio de la fritura al vacío: deshidratación de rodajas de manzana*. <https://doi.org/10.4995/thesis/10251/3401>

Vásquez, J. (2020). *Efecto de la temperatura y tiempo de fritura en la textura y color de un chip de oca (oxalis tuberosa)*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.

Yagüe, M., & Rodríguez, J. (2012). El proceso de fritura en los alimentos. *Consumer, EROSKI*.

Zumbado, H. (2002). *Análisis químico de los alimentos: métodos clásicos*. Editorial Universitaria (Cuba). 244 - 257.

ANEXOS

Marcas de maní comerciales

MANÍ MARCA: KARIÑO

$$L^* = 54.9$$

$$a^* = 4.23$$

$$b^* = 20.64$$

$$h^* = 66.02$$

$$c^* = 17.75$$

MANÍ MARCA: RIKOS FOOD`S

$$L^* = 42.11$$

$$a^* = 6.69$$

$$b^* = 15.78$$

$$h^* = 67.03$$

$$c^* = 18.58$$

MANÍ MARCA: BELL`S

$$L^* = 50.9$$

$$a^* = 4.69$$

$$b^* = 12.09$$

$$h^* = 73.79$$

$$c^* = 16.21$$
