

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



**ELABORACIÓN DE GALLETAS DULCES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE
HARINA DE TRIGO CON HARINA DE FRIJOL HUALLAGUINO Y HUASCA
(*Phaseolus vulgaris*) CON DIFERENTE TAMAÑO DE PARTÍCULA**

Tesis

Para optar al título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

FLORES CHACA, Enmanuel Antonio

Tingo María - Perú

2022



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISTA**

I. Datos Generales de Pregrado

- Universidad** : Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Facultad** : Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias
- Título de tesis** : Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo con harina de frijol huallaguino y huasca (*phaseolus vulgaris*) con diferente tamaño de partícula
- Programa de investigación** : Ciencias y Tecnología de Alimentos
- Línea de investigación** : Ciencias y Tecnología de Alimentos
- Eje temático** : Nutrición y Alimentos Funcionales
- Autor** : Enmanuel Antonio Flores Chaca
- Asesor (es)** : Dra. Elizabeth S. Ordoñez Gómez
Ing. Msc. CONDORI RONDÁN, Víctor E.
- Duración del trabajo** : Inicio : Setiembre 2021
Término : Setiembre 2012
- Financiamiento** : Propio : ---

Tingo María, Perú, Setiembre 2022.

Enmanuel Antonio Flores Chaca

Tesista

Elizabeth S. Ordoñez Gómez

Asesor

Víctor E., Condori Rondán

Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385
Apartado Postal 156 Tingo María E mail: fia@unas.edu.pe

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 015-2022

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 9 de noviembre del 2022, a horas 5:00 p.m., en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentada por el Bach. ENMANUEL ANTONIO FLORES CHACA, titulada:

“ELABORACION DE GALLETAS DULCES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE FRIJOL HUALLAGUINO Y HUASCA (*Phaseolus vulgaris*) CON DIFERENTE TAMAÑO DE PARTÍCULA”.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de *Bueno*; en consecuencia, el sustentante, queda apto para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso “k” y 135 inciso “f” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 9 de noviembre del 2022


Blga. Margarita Alcedo Romero
Presidente


Ing. Gunter Daza Rengifo
Miembro


Ing. Edgardo Alejandro Cáceres Almenara
Miembro


Dra. Elizabeth Susana Ordoñez Gomez
Asesora

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la vida y salud necesaria y permitirme conocer esta hermosa ciudad donde he aprendido que la perseverancia y la determinación son armas muy poderosas que me ayudaron a lograr metas y objetivos durante mi formación profesional en el trayecto de mi vida.

A mi madre y mi padre:

Chaca Manzur, Patricia Elsa y Flores Guillen, Jhon Ulises por sus consejos de que por más que la vida te de golpes fuertes aguantes y superes cada uno de ellos con la mirada arriba. Mi eterna gratitud Madre.

A mi hermana y tía:

Flores Chaca, Macarena Patricia y Chaca Manzur, Carmen Pilar por sus motivaciones día por día y por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme vida, salud y fuerza para poder culminar este hermoso periodo de mi carrera profesional y a mi madre Patricia Elsa Chaca Manzur que me hubiera gustado que este a mi lado para este pequeño paso de mi vida, a mi padre Jhon Ulises Flores Guillen por su valentía y aliento que me ofreció durante estos años y a mi hermana Macarena Flores Chaca por su apoyo incondicional.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por permitirme aprender nuevos conocimientos para mi formación profesional y en especial a la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias docentes quienes compartieron sus conocimientos.

A mi asesora la Dra. Elizabeth Ordoñez Gómez, por su guía durante este camino de mi proyecto y por más recta que fue, aprendí que tiene un hermoso corazón y es una gran persona que sin su ayuda no podría lograr este objetivo, también al Ing. Msc. Víctor CONDORI RONDÁN, por su tiempo, desde el inicio hasta la culminación de mi trabajo de investigación.

A la Ing. Aurelia Isabel León Arévalo, Ing. Darlym Reátegui Díaz, técnicos Yacha Melgarejo Celedonio, Ariza Jean Carlos y a mi jurado Blga. Margarita Alcedo Romero, Ing. Eduardo Cáceres Almenara y Ing. Gunter Daza Rengifo por su apoyo, por su amistad y conocimiento que me brindaron durante mi proceso de ejecución.

A mis tías Carmen Chaca Manzur, Marco Chaca Manzur y Lucia Flores Guillen y mis primos, por su inmenso apoyo y tiempo que se tomaron durante mi proceso de investigación.

A mis amistades Franklin Estela Tapia y Joel Sanabria por su gran amistad y por apoyo moral y compañerismo durante mi etapa universitaria.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes.....	3
2.2. Generalidades del frijol.....	4
2.2.1. Definición de la legumbre.....	4
2.2.2. Definición de frijol.....	5
2.2.3. Origen.....	5
2.2.4. Taxonomía.....	5
2.2.5. Variedades de frijoles.....	6
2.2.6. Proceso de elaboración de harina de frijol.....	8
2.2.7. Composición químico proximal de la harina de frijol.....	9
2.2.8. Usos de la harina de frijol.....	9
2.3. Generalidades de la galleta.....	9
2.3.1. Definiciones.....	9
2.3.2. Ingredientes y su función en la elaboración.....	10
2.3.3. Elaboración de galletas.....	11
2.3.4. Control de calidad de galletas.....	12
2.3.5. Análisis químico proximal de galletas dulce.....	13
2.4. Evaluación sensorial.....	15
2.4.1. Criterios para realizar una evaluación sensorial.....	15
2.4.2. Prueba sensorial y atributos.....	16
2.5. Aspectos generales sobre evaluación de color.....	17
2.5.1. Sistema de medición de color.....	17
2.6. Capacidad antioxidante.....	18
2.6.1. Capacidad antioxidante en frijoles.....	19
2.6.2. Método de DPPH.....	19
2.7. Granulometría.....	19
2.7.1. Modelos matemáticos para el análisis granulométrico.....	19

III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1.	Lugar de ejecución.....	22
3.2.	Materia prima.....	22
3.3.	Materiales, equipos de laboratorio y reactivos.....	22
3.3.1.	Materiales de laboratorio.....	22
3.3.2.	Equipos de laboratorio.....	22
3.3.3.	Reactivos y solventes.....	22
3.4.	Métodos de análisis.....	23
3.5.	Metodología Experimental.....	23
3.5.1.	Preparación de la harina de frijol huallaguino y huasca.....	23
3.5.2.	Granulometría de las harinas (frijol huallaguino y huasca).....	23
3.5.3.	Elaboración de la galletas dulces y distribución de los tratamiento.....	24
3.5.4.	Prueba de aceptabilidad y color de las galletas dulces con sustitución de frijol huallaguino y huasca.....	27
3.5.5.	Evaluación de capacidad antioxidante.....	28
3.5.6.	Determinación químico proximal de las galletas dulces.....	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1.	Caracterización granulométrica de las harinas de frijol.....	32
4.2.	Determinar la aceptabilidad de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.....	35
4.3.	Evaluación de color de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.....	41
4.4.	Determinación de la capacidad antioxidante (DPPH) de las galletas dulces con harina de frijol huallaguino y huasca.....	44
4.5.	Determinación químico proximal de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.....	46
V.	CONCLUSIONES.....	50
VI.	RECOMENDACIONES.....	51
VII.	REFERENCIAS.....	52
	ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1.	Análisis proximal para harina cruda y precocida de frijol.....	9
2.	Análisis de químico proximal para galleta dulce de trigo	14
3.	Concentraciones de trabajo para las muestras de galletas dulces.....	29
4.	Modelos de las ecuaciones matemáticas de las harinas.....	32
5.	Prueba de aceptabilidad sensorial de las galletas dulces.....	36
6.	Prueba de aceptabilidad sensorial de las galletas dulces.....	40
7.	Parámetros del color (L, a*, b*) de las galletas dulces	43
8.	Resultados de IC50 del radical DPPH en galletas dulces con harina de frijol huallaguino y huasca.....	45
9.	Resultados del análisis del químico proximal de las galletas dulces con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.....	46
10.	Ingredientes y porcentajes de las galletas dulces.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Composición estructural del frijol (<i>Phaleolus vulgaris</i> L.).....	6
2.	Granos de frijol huallaguino seco	7
3.	Granos de frijol huasca seco	7
4.	Flujograma para la elaboración de galletas dulces con sustitución de harina de trigo con harina de frijol huallaguino y huasca.....	25
5.	Diseño experimental de la prueba de aceptabilidad sensorial y color para determinar los dos mejores tratamientos y un testigo.....	26
6.	Comportamiento de la abertura de malla (μm) versus el porcentaje de paso mediante el modelo GGS de la harina de frijol huallaguino, huasca y trigo.....	33
7.	Comportamiento de la abertura de malla (μm) versus el porcentaje de paso mediante el modelo RRB de la harina de frijol huallaguino, huasca y trigo	34
8.	Comportamiento de la abertura de malla (μm) versus el porcentaje de paso mediante el modelo Sigmoide de la harina de frijol huallaguino, huasca y trigo.	35
9.	Resultado de la aceptabilidad de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca de los 13 tratamientos	37
10.	Resultado de la aceptabilidad de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca de los 9 tratamientos.....	40
11.	Resultado de la evaluación de color de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.....	43
12.	Resultados de IC_{50} del radical DPPH en galletas dulces con harina de frijol huallaguino y huasca.....	45

RESUMEN

En el mundo el consumo percapital de galletas (harina de trigo) es 16 500 toneladas por año, pero el alto costo por las importaciones y conflicto de países se ha buscado la necesidad de sustituir la harina de trigo por harinas sucedáneas, bajo este marco se planteó como objetivo elaborar galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo con harina de frijol huallaguino y huasca (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferente tamaño de partícula. Las muestras de harina se caracterizaron por granulometría mediante los modelos matemáticos Gates Gaudin Schuhmann, Rosin Rammler Bennet y Sigmoide, las galletas tuvieron una sustitución entre 12 a 22,5% y N° (212 μ m – 180 μ m), la aceptabilidad fue medido sensorialmente, para el color se utilizó el sistema de medición CIE L*a*b y la capacidad antioxidante fue mediante espectrofotómetro UV/VIS. El modelo RRB tuvo mejor ajuste con un R2 0,96 y la mejor retención de malla 70 (212 μ m). Las galletas elaboradas con harina de frijol huallaguino con 22,5 % y frijol huasca con 12 % tuvieron mejor calificativo (color, olor, sabor y textura) comparado al testigo. La galleta testigo presento la mayor L *76,8 \pm 1,2 y croma b *20,5 \pm 0,7. La galleta elaborada con harina de frijol huallaguino con sustitución 22,5 % y malla 70, presento el mayor croma a* 11,5 \pm 0,1, la mayor capacidad antioxidante (DPPH) IC50 7,28 \pm 0,05 mg/mL, el mayor contenido de proteína 11,58 %, fibra 2,48 % y ceniza 2,0 %.

Palabras Clave: galletas, frijol, *Phaseolus vulgaris*.

The Elaboration of Cookies by Partially Substituting the Wheat Flour with Flour from the Huallaguino and Huasca Varieties of Green Beans (*Phaseolus vulgaris*) with Different Particle Sizes

ABSTRACT

Worldwide, the per capita consumption of cookies (made from wheat flour) is 16,500 tons per year, but the high cost of imports and the conflict among countries has caused a need to substitute the wheat flour with flour substitutes. Within this framework, the objective proposed was to elaborate cookies by partially substituting wheat flour with green bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.), from the Huallaguino and Huasca varieties, with different particle sizes. The flour samples were characterized by their granulometry through the use of Gates Gaudin Schuhmann, Rosin Rammler Bennet, and Sigmoide mathematical models. The cookies had substitutions between 12 and 22.5% and N° (212 μm – 180 μm); the sensory acceptability was measured, where for the color, the CIE L*a*b measurement system was used, and the antioxidant capacity was measured using the UV/VIS spectrophotometer. The RRB model had the best fit with an $R^2 = 0.96$ and the best screen retention at 70 (212 μm). The cookies elaborated with bean flour from the Huallaguino variety at 22.5% and the Huasca variety at 12% had the best classification (color, smell, flavor, and texture), when compared to the control. The control cookie presented the greatest L* at 76.8 ± 1.2 and b* chroma at 20.5 ± 0.7 . The cookie elaborated with the huallaguino variety of bean flour at 22.5% substitution and a screen of 70 presented the greatest a* chroma at 11.5 ± 0.1 , the greatest antioxidant capacity (DPPH) IC₅₀ at 7.28 ± 0.05 mg/mL, the greatest protein content at 11.58 %, fiber at 2.48 %, and ash at 2.0 %.

Keywords: cookies, bean, *Phaseolus vulgaris*

I. INTRODUCCIÓN

Las galletas elaboradas con harina de trigo son productos alimenticios que se consume en todo el mundo, debido a sus valores dietéticos importantes y muy populares entre los consumidores, incluido jóvenes entre 4 -18 años y mayores de 50 – 65 años. Su consumo per-capital es de 16 500 toneladas por año, además la popularidad de la galleta se debe en gran parte por la variedad de sabores, listas para comer y la vida útil relativamente larga; sin embargo, poseen un alto contenido de azúcar, grasa y gluten por ser uno de los principales alérgenos, también generan problemas gastrointestinales, daño en el intestino delgado, anemia y un desorden inmunológico hacia una población del 8 % (celiacos) que existen en el mundo.

Al respecto, la región de Huánuco tiene una productividad de 615 toneladas por año de frijol huallaguino y huasca que son granos de color rojo-marrón oscuro, contiene polifenoles que le atribuyen propiedades antioxidantes tanto en el cotiledón y la testa. El consumo de frijol se ve delimitado por el tiempo de cocción y su naturaleza, además hoy en día el mercado ofrece solo harinas de trigo existiendo poco interés en el uso de otras harinas sucedáneas, por el cual se ha estado investigado hacia las legumbres (frijoles, lentejas, garbanzos y habas) por contribuir a reducir los riesgos de las enfermedades coronarias, obesidad, insuficiencia renal, el cáncer y por su contenido en proteína, vitaminas, aminoácidos, minerales, fibra dietética y compuestos antioxidantes.

La harina de trigo ha sido la principal materia prima para la producción de galletas, pero el alto costo asociado por la importación de trigo y conflictos entre países se ha visto la necesidad de sustituir por harinas de leguminosas (frijol) debido a su bajo costo, disponibilidad en la región y por el valor nutricional en el contenido de proteínas, carbohidratos, fibras, grasas y cenizas, además lo hace ideal para la producción en galletas saludables. En el Perú frente a los problemas sobre el consumo de alimentos no saludables se promovió la ley alimentación saludable (Ley N° 30021) que indica que la alimentación debe ser variada, preferentemente en estado natural o con procesamiento mínimo, que aporta energía, fibra y los nutrientes esenciales que toda persona necesita para mantenerse sana, permitiéndole tener una mejor calidad de vida en todas las edades y cambiar el mal hábito alimentario está vinculado con las enfermedades crónicas. Bajo este contexto se propone los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Elaborar galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo, con harina de frijol huallaguino y huasca ("Phaseolus vulgaris") con diferente tamaño de partícula.

Objetivos específicos:

- Caracterización granulometría de la harina de trigo, harina de frijol huallaguino y huasca.
- Determinar la aceptabilidad sensorial de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.
- Evaluar los parámetros de color CIE L* (luminosidad) a* (verde - rojo) b* (azul -amarillo) de las galletas dulces con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.
- Determinar la capacidad antioxidante (DPPH) de las dos mejores galleta y el testigo con mayor aceptación.
- Evaluar las características para el químico proximal de las galletas dulces con mayor aceptabilidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Cappa et al. (2019) llevaron a cabo el rendimiento de horneado de 25 polvos de frijoles secos comestibles, observando la relación entre la calidad de las galletas y los índices de prueba rápida. Entre las características de las galletas y los índices de prueba rápida a dos tamaños de partículas de polvo de frijol ($\leq 0,5$ mm, $\leq 1,0$ mm), se evaluaron propiedades nutricionales y de textura; los frijoles en polvo duplicaron la cantidad de proteína de galleta y aumentaron el almidón siéndoles más resistente a las galletas, sin embargo durante el horneado varió los resultados del genotipo y el tamaño de partícula, en el cual se obtuvieron polvos gruesos en galletas más grandes (+ 26 %) y más delgadas (-19 %) caracterizadas por una textura de rotura más fácil, capacidades de retención de agua, retención de aceite y propiedades de pegado significativamente ($p < 0,05$) correlacionado con las características de las galletas, en conclusión, estos hallazgos ayudaron a mejorar tradicionalmente las galletas sin gluten.

Chávez et al. (2016) mencionan en su estudio de producción de tortillas de maíz y galletas a partir de harina nixtamalizada enriquecido con antocianinas, flavonoides y saponinas extraídas de semillas de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) que el extracto etanólico de la capa de frijoles negros, tiene como objetivo, estudiar el efecto sobre los parámetros de textura y el color después de agregar flavonoides, saponinas y antocianinas de la cubierta de semillas de frijol negro, utilizando para la producción de tortillas y galletas sin gluten, además en el proceso se agregaron extractos etanólicos de capas de semillas de frijol negro (3 g/kg o 7 g/kg) para elaborar tortillas de maíz y galletas sin gluten caracterizadas en términos de dimensiones, color y textura, la adición de 7 g/kg afectó el color de las galletas y en las tortillas las dimensiones fueron capaz de retener más del 80 % y 60 % de compuestos bioactivos.

Zucco et al. (2011) desarrollaron la evaluación física y nutritiva de galletas suplementadas con harina de trigo por harinas de legumbres sobre las características de calidad de las galletas, lo cual se hicieron mezclas que contienen 25, 50, 75 y 100 g/100 g de frijol blanco, frijol pinto, lenteja verde y comercial; se prepararon harinas de guisantes, se utilizaron lentejas verdes, harinas de frijol blanco a dos tamaño (fino y grueso), la incorporación de harinas de leguminosas afectó significativamente los parámetros físicos y químicos de las galletas de incorporación de harinas finas, aumentó notablemente la dureza de las galletas y disminuyó, mientras que las harinas gruesas redujeron marginalmente ambos parámetros, el mayor impacto en las características físicas. se observaron con la incorporación de harina de lentejas verdes, donde las galletas con harina gruesa eran de estructura inaceptable y eran

difíciles de manejar a comparación de las galletas con las harinas de leguminosas que fueron más altas en el nivel de proteína y mostraron una mayor actividad antioxidante en comparación.

Bassinello et al. (2011) informaron la caracterización de galletas formuladas con harinas extruidas de arroz y frijol negro que se usaron diferentes proporciones de harinas pregelatinizadas de arroz y frijol negro para preparar las galletas reemplazando parcialmente el almidón de maíz en la receta original, las muestras se caracterizaron por parámetros fisicoquímicos y sensoriales mostrando un aumento del contenido de vitamina b, sin embargo, no se detectó contenido de tanino en los productos finales y el nivel de fitato fue muy bajo, sin diferencias significativas entre las muestras, se observó una diferencia significativa entre las dos caracterizaciones en algunos parámetros de color, los análisis sensoriales mostraron que a los consumidores les "gustaron ligeramente" las galletas con 15 % y 30 % de PBF (harina pregelatinizada de arroz y alubia negra pelada) y 15 % de WBF (harina pregelatinizada de arroz y frijol negro integral); las galletas formuladas con WBF tuvieron una menor aceptación por parte de los consumidores en términos de apariencia y solo aquellas con 30 % de WBF tuvieron una calificación intermedia ("ni me gusta, ni me disgusta") para la aceptabilidad global, con respecto a la textura, cuando se aplicó una mayor cantidad de harina (PBF y WBF) se observó un aumento de la dureza de las galletas y los valores de quebrarse; en conclusión, es viable producir galletas utilizando una harina extruida de arroz y frijoles negros de estos subproductos.

2.2. Generalidades del frijol

2.2.1. Definición de la legumbre

Las legumbres son las semillas secas y limpias originarias de la familia fabaceae, cuyas características pertenecen a la subfamilia "papilionadeae". Esta familia es extraordinariamente rica en especies y enormemente difundida, siendo los suelos preferidos los calcáreos y secos para su desarrollo. Su consumo está distribuido a nivel mundial (Herrera, 2016). La importancia de las legumbres contiene propiedades nutritivas, retrasan o previenen el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles y algunos tipos de cáncer (Vera et al., 2019).

2.2.2. Definición de frijol

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una planta herbácea de tallo delgado y en espiral, hojas grandes, trifoliadas, flores blancas y frutos en legumbre, largos y aplastados, con varias semillas arriñonadas también se tiene una amplia diversidad, ya que se encuentran 50 especies de las 150 que existen a nivel mundial, con gran diversidad de tipos de plantas, tamaños de semillas, colores y requerimientos ecológicos. El conocimiento de sus características genéticas y fenotípicas representa uno de los dispositivos de mejor salvaguarda

para la protección de estos recursos genéticos. (Ramírez et al., 2019). Esta especie también es conocida como habichuela, poroto, alubia y caraota, se cultiva principalmente en regiones tropicales y subtropicales del mundo, por lo que es una de las cinco leguminosas más importantes para consumo humano. Es una especie tolerante a la sequía, presenta buena capacidad de fijación de nitrógeno y se adapta a diferentes sistemas de cultivo, además es rico en proteínas y carbohidratos (Morales et al., 2019). Dependiendo de la variedad puede variar del 14 al 33 % de proteínas siendo rico en aminoácidos como la lisina y la fenilalanina (Yánac, 2018).

2.2.3. Origen

El frijol es una leguminosa originaria de África (hace 8000 años) utilizado como símbolo de vida y formas de pago también ha mostrado que la expansión del frijol fue por guerras y se estima que alrededor de 11 millones de hectáreas están cultivadas en todo el mundo, sus hojas, vainas, granos y harina son parte de la dieta humana y animal (Caballero et al., 2019); también se ha distribuido desde el norte de México hasta el noroeste de Argentina, ha llevado a la formación de dos grandes genes con su gran diversidad de formas, colores y tamaños en estas regiones geográficas, el de Mesoamérica y el de los Andes (Carhua & Huancas, 2021).

2.2.4. Taxonomía

Villanueva (2010) y Wainaina et al. (2021), señalan la siguiente clasificación para el frijol común:

Reino : Plantae
Subreino: Embryobiontha
División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsidae
Subclase: Rosidae
Orden : Fabales
Familia : Fabaceae
Género : Phaseolus
Especie : (*Phaseolus vulgaris* L.)

Composición: Los frijoles comunes tienen dos partes principales; cubierta de la semilla y el cotiledón (Figura 1), están compuestos de carbohidratos complejos que incluyen almidón resistente y oligosacáridos como la rafinosa que se ha informado que tienen propiedades prebióticas (Wainaina et al., 2021).

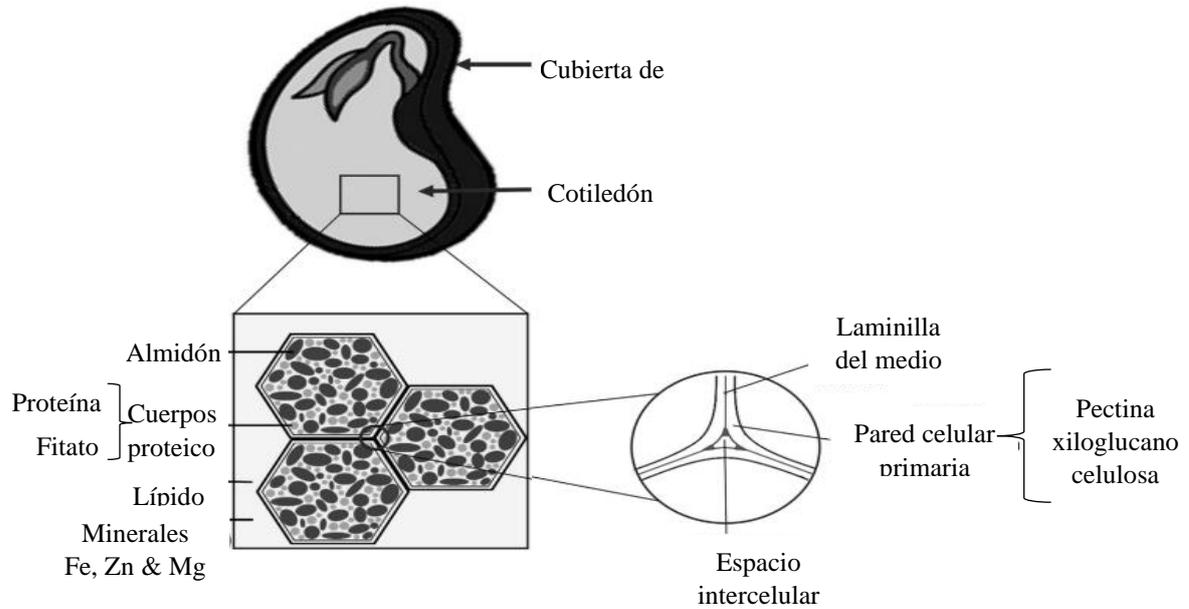


Figura 1. Composición estructural del frijol (*Phaleolus vulgaris* L.)

Además, la presencia de fibra dietética y almidón contribuye al bajo índice glucémico de los frijoles en comparación con otros alimentos ricos en carbohidratos (Los et al., 2018). También son ricos en proteínas con un perfil de aminoácidos complementario al de los cereales y la presencia de micronutrientes como minerales y vitaminas b contribuye a su alta calidad nutricional. Los frijoles comunes están ganando cada vez más atención como alimentos funcionales debido a la presencia de compuestos como los polifenoles en las propiedades antioxidantes y propiedades anticancerígenas (Wainaina et al., 2021).

2.2.5. Variedades de frijoles

2.2.5.1. Frijol huallaguino

Es la variedad más cultivada en nuestra selva amazónica, se caracteriza porque es una planta herbácea, la semilla presenta un color amarillo rojizo (Figura 2), de forma circular ovalada y pequeña cuyo tiempo vegetativo se prolonga por 120 días, se siembra a lo largo de los ríos Huallaga y Marañón (Ruíz, 2015). Por cada legumbre se desarrolla en promedio 200 vainas, cada uno conteniendo de 8 a 10 granos de frijol, la altura en promedio es de 2,00 metros (Salas et al., 2018).



Figura 2. Granos de frijol huallaguino seco.

2.2.5.2. Frijol huasca

Esta variedad se cultiva en la selva alta del Perú, las mayores áreas cultivadas se localizan en el margen de los grandes ríos, cuando desciende el nivel de las aguas; estos terrenos llamados bajiales, son suelos de formación sedimentarias, inundable durante dos meses del año, cubiertos de vegetación alta, de preferencia caña brava que sirve de soporte al frijol huasca (Piña, 2014). Es una planta herbácea, de días cortos, con diferentes hábitos de desarrollo, que varía su altura de 50 a 90 cm también es de color rojizo dorado (Figura 3), su periodo vegetativo es de 105 días (Voysest, 2000), el porte de la planta está determinado por la forma y la posición de los tallos (Goigochea, 2015).



Figura 3. Granos de frijol huasca seco.

2.2.6. Proceso de elaboración de harina de frijol

La harina de frijol se destaca como una leguminosa rica en proteína (18 - 25 %) (Parrales, 2021), así mismo la obtención se puede realizar mediante dos líneas; la primera es directa para la harina cruda, la cual es obtenida por el proceso de recolección, lavado, remojado, secado, molido, tamizado, envasado y para las segundas operaciones son: (Berna, 1995).

Recolección: Se realiza entre los 4 a 5 meses, cuando están maduras y cuando la planta tiene un color amarillento y las hojas están en un follaje al 90 %.

Selección: En esta operación se pasan a separar los granos buenos de los granos dañados por enfermedades, granos huecos, granos partidos, restos de la cosecha, insectos (gorgojo) y piedras.

Limpieza: Tienen como objetivo remover partículas sólidas adheridas al grano, eliminar las impurezas tales como residuos vegetales, cuerpos extraños y pajillas.

Lavado: Se elimina la suciedad y las materias no deseadas para obtener un grano limpio con menos carga microbiana del polvo resultante.

Remojo: Cumple como función eliminar el ácido fítico y taninos el cual no puede ser digerido por el hombre, reduce el ablandamiento de la película y elimina los antinutrientes, la relación de remojo (1:2 p/v de 4 a 10 horas) (Aráuz & Ortiz, 2005).

Cocción: Es el rompimiento de sus componentes (celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina) (Mederos, 2013), que tiene como objetivo reducir los inhibidores de tripsina el cual son responsables de una mala digestión cuando las proteínas no son desnaturalizadas por calor (80 – 95 °C) (Muñoz, 2011).

Secado: Es la operación que permite reducir el contenido de humedad, alargar la vida útil y reducir los agentes patógenos, el cual son colocados en bandejas y sometidos a estufa (60 a 75 °C durante 7 a 12 horas) (Gutiérrez et al., 2009).

Molienda: Tiene como finalidad reducir el volumen promedio del alimento sólido por la acción de fuerzas de choque, abrasión y presión, la cual forma partículas muy pequeñas (polvo), que pasan por una abertura de malla de 1mm (18 U.S STD Sieve).

Tamizado: La función es la homogenización y separación de las partículas gruesas de las finas, que tiene que seguir el reglamento por el Codex stan 152, (1985) el cual menciona que el 98 % de las harinas deben pasar por una malla de 70 (212 micras) para estas llamarse harinas.

Envasado y Almacenamiento: Tiene como propósito acondicionar, proteger, contener, conservar e identificar e informar el producto final, el cual es envasado en saco de yute (50 a 60 kg) y se almacena en un ambiente donde la humedad no supere al 70 %.

2.2.7. Composición químico proximal de la harina de frijol

Según Parrales (2021) en el análisis proximal de la harina cruda y precocida, la cocción influye de manera significativa sobre las harinas de frijol (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis proximal para harina cruda y precocida de frijol.

Parámetro	Harina cruda (%)	Harina precocida (%)
Proteína Cruda	23,28	26,34
Grasa (Extracto Etéreo)	1,88	1,32
Fibra Cruda	9,33	2,90
Carbohidratos Totales	60,04	63,78
Cenizas	5,47	5,66
Calcio (mg /100g)	31,81	15,80
Hierro (mg /100g)	10,42	8,77
Fósforo (mg /100g)	460,60	414,00

Fuente: Parrales (2021).

2.2.8. Usos de la harina de frijol

En el Perú se ha incorporado dentro de la industria alimentaria el uso de harina de frijol por su alto contenido en vitaminas del complejo B, hierro y fibra. Particularmente se les llama carbohidratos complejos debido a que aportan del 60 % a 70 % de la energía total (Machuca & Meyhuay, 2017). Su importante aporte en la industrialización y su uso ha sido tal como productos precocidos, pures de humedad intermedia, enlatados, productos de snacks, pastas, bollerías y gelatina de semillas de almidón, formando un grupo alimentario de mayor relevancia para la ingesta del hombre (Berna, 1995).

2.3. Generalidades de la galleta

2.3.1. Definiciones

Galletas: Son productos de pastas dulce o saladas que pasan por un proceso de amasado y posteriormente un proceso térmico, (Montes, 2014); como producto elaborado contiene harinas de trigo, harinas integrales, legumbres, avena, centeno, azúcares, grasa vegetal, agentes leudantes, sal y aditivos alimenticios permitidos (Capurro & Huerta, 2016). La cantidad de proteína requeridas es de 5 %; una alternativa de ingredientes vegetales

para sustituir la harina de trigo es la harina de legumbres debido a su contenido proteico relativamente alto (Ratnawati et al., 2019).

Galletas dulces: Se le denomina debido a que sus formulaciones son altas en azúcar y manteca vegetal, pero un contenido relativamente bajo de agua, lo que les da la textura perfecta para realizar un laminado a la masa. Hay otros tipos de galletas dulces hechas con rellenos cuando la masa se ha empapado con edulcorantes, productos químicos y colorantes (Arroyo & Barrientos, 2014).

2.3.2. Ingredientes y su función en la elaboración

Los insumos comúnmente utilizados para la producción de galletas son: Grasa, azúcares, harinas y otros (Manley, 1989); además de estos componentes, emulsionantes, agentes leudantes, conservantes, etc. Cumplen una función específica que otorga ciertas propiedades al producto final, según la proporción utilizada y el método de preparación de la galleta (Machuca & Meyhuay, 2017).

Harina: Es el componente principal de todos los productos horneados, la calidad de la harina es el factor más importante para elaborar galletas, porque para obtener galletas de alta calidad, necesita harina que tenga un gluten relativamente débil y fácil de estirar (para galletas dulces), mediante la adición de un agente reductor o enzima proteolítica es posible debilitar el gluten. La textura de la galleta se deriva de la harina de trigo, con cualidades que varían según el tipo de galleta que se produzca. Se recomienda utilizar harina extrafina para galletas dulces y harina dura para galletas finas (Kent, 1971). La harina de trigo es un complejo de proteínas insolubles en agua que contiene gluten, del cual se derivan dos principales proteínas glutenina y gliadina. La glutenina es la proteína que le da fuerza y tenacidad a la masa (30 - 40 %) de las proteínas totales del trigo (Silva et al., 2018). El Perú importa harina de trigo alrededor del 95 % y el trigo nacional se caracteriza por su textura blanda, son fuentes básicamente de carbohidratos y proteína deficiente en lisina (Bardales et al., 2018).

Grasa: Sus fuentes son diversas (animales y vegetales), en la actualidad se han desarrollado mezclas que cuentan con las propiedades necesarias de acuerdo con los requerimientos del usuario y cumplen como función para ablandar o abrirla. Las grasas hoy en día se utilizan en la elaboración de pasteles, tortas, dulces y rellenos, contribuyendo a la palatabilidad de los alimentos, mejoran su sabor, textura, apariencia y actúan como vehículos de elementos liposolubles que contribuyen al sabor de los alimentos; también en concentraciones de 3 % a 8 % de materia grasa por base del producto, se consigue suavidad en las masas, mejorando la plasticidad, la integración de los ingredientes y ayuda a retardar el endurecimiento (Cabezas et al., 2016).

Azúcar: Se compone principalmente de 90 – 95 % de sacarosa; comercialmente existen cuatro tipos de calidad, azúcar crema, café claro, oscura y muy oscura (Manley, 2000). El color dorado proviene de una fina capa de jugo que impregna cristales en la galleta. Sin embargo, el uso industrial de este azúcar es raro debido a la dureza que adquiere al secarse. Por eso, a los emprendedores les encanta usar melaza, el jugo concentrado que le da color, sabor dulce y poder antioxidante a las galletas (Vaclavik & Christian, 2008). El tipo y cantidad de edulcorante afecta directamente la forma en que se manipula la masa y la calidad del producto horneado, afectando el color, sabor, apariencia y textura de las galletas (Machuca & Meyhuay, 2017).

Agua: Constituye la tercera parte de la harina utilizada para hacer las galletas. El agua es un ingrediente esencial en la formación de la masa para disolver otros ingredientes con la finalidad de formar la masa. Toda el agua añadida a la masa se elimina durante el proceso de cocción, pero la calidad del agua (calidad microbiológica, concentración y naturaleza de los solutos, pH) puede afectar a la masa (Bueno, 2017). La calidad puede alterar seriamente en el horneado debido a que el tipo de minerales disueltos y la presencia de materia orgánica pueden afectar el sabor y las propiedades físicas del producto final.

Sal: Se utiliza para dar sabor, sus concentración son de 1 - 1,5 % del peso de la harina, pero niveles superiores al 2,5 %, la hacen desagradable en la masa haciendo endurecer el gluten (galletas crujientes), también inhibe la actividad de las enzimas proteolíticas del gluten.

Bicarbonato de sodio: También conocido como carbonato ácido de sodio (NaHCO_3), una de sus propiedades es que mejora la calidad de la masa, ayuda a reducir la pérdida de grasa que se produce durante el batido, así mismo cuando se calienta, el bicarbonato de sodio libera algo de dióxido de carbono permaneciendo en forma de carbonato de sodio, haciendo que la harina no tenga una reacción ácida, lo que puede ser conveniente para ajustar el pH, actúa como levadura química en las galletas dulces y evita el olor desagradable (jabón) (Ramos & Ali, 2017).

2.3.3. Elaboración de galletas

Según Flores (2016) el proceso de elaboración de la galleta comienza con las siguientes operaciones:

Recepción: En esta etapa, se debe verificar la calidad de la materia prima, que este libre de impurezas, libre de mohos, apariencia uniforme, libre de manchas negras, libre de insectos, cuerpos extraños, olores inusuales y con una humedad máximo de 11 %.

Pesado: Garantizar que las materias primas e insumos cumplan con los porcentajes de la formulación.

Mezclado: Es la homogenización de insumos secos y adición de agua que tiene como funcionalidad disolver los componentes de la mezcla (agentes químicos, saborizantes, colorantes).

Amasado: En esta operación los ingredientes sólidos se mezclan previamente en una amasadora durante 2 minutos y seguido se agregan los ingrediente líquidos a velocidad media durante 8 minutos, hasta que se forme una red de gluten y una mezcla homogénea de textura suave (masa consistente).

Laminado: Se basa en calibrar y compactar la masa para transformarla en una lámina de grosor uniforme (5 mm). La masa en esta fase se encoge y engruesa posteriormente pasa por el calibre de los rodillos (Ángel & Ruiz, 2010).

Moldeado: Usando un cortador galletero se da forma al molde de galletas, seguido se colocan sobre las bandejas engrasada de acero inoxidable para hacer horneado.

Horneado: La cocción de las galletas una vez colocadas en hornos discontinuos o continuos durante un tiempo de 3 a 16 minutos produce una disminución de la densidad desarrollando hinchamiento, desnaturalización de proteínas, gelificación del almidón y liberación de gases haciendo que el porcentaje de humedad se reduzca hasta 5%, el color cambia también debido al pardeamiento.

Enfriado: Es la operación que ayuda a la estructura de las galletas para que se vuelvan más rígidas (especialmente cuando son galletas dulces), el cual se deja a temperatura ambiente por un tiempo de 10 a 15 min (Toaquiza, 2012).

Envasado: Desempeña la función de proteger y alargar la vida útil de las galletas, evita su exposición al aire y microorganismos logrando disminuir la tasa de transmisión de humedad a través de la película del empaque.

2.3.4. Control de calidad de galletas

El control de calidad de galletas es una forma de estandarizar y verificar el producto durante su proceso de elaboración con la finalidad de reducir la probabilidad de insertar productos con mal proceso en el mercado, es por esto por lo que las características distintivas pueden ser la textura, el sabor, el grado de tostado, humedad, que influyen a gran medida en las percepciones de los consumidores sobre la calidad del producto (Paz, 2022). Así mismo, la NTP 206.011 menciona que todo producto terminado tiene que ser limpio, exentas de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación, de la mismas forma NTC 1241.2007 indica que se debe controlar el estado homogeneidad del producto terminado, no

debe exceder del límite de metales pesado 0,2 mg/kg, el porcentaje de proteína tiene que ser 3% como mínimo en fracción de masa en base seca, el pH de la solución acuosa mínimo 5,6 y el máximo 9,5. Minsa (2011), menciona que la humedad no debe superar del 12%, tiene que tener un máximo de 3% en cenizas totales y en índice de peróxido máximo de 5 mg/Kg para que sea apto al consumo. FAO (2016) recomienda que una buena formulación, un buen tiempo horneado y buen almacenamiento influye de manera positiva en los atributos de color, aroma, el sabor y la textura.

2.3.5. Análisis químico proximal de galletas dulce

El análisis químico proximal o también llamado análisis proximales de wende (Tabla 2), el cual es un método analítico para determinar la calidad de un alimento, con el objetivo de conocer aspectos como humedad, proteína (nitrógeno total), grasa, ceniza, fibra y carbohidratos. Estos análisis se realizan para controlar los requisitos (normativas vigentes) o especificaciones teniendo un criterio estadístico tanto en la materia prima utilizada y el producto (Okoye et al., 2008).

Humedad: El contenido de humedad en las galletas ayuda analizar su grado de susceptibilidad al crecimiento microbiano, además es una variable que tiene un efecto directo sobre la gelatinización del almidón, la dispersión de los componentes, la desnaturalización de las proteínas y la formación de líquidos viscosos (Almirudis, 2018). Isuiza et al. (2018) mencionan que el rango de humedad mínimo permitido es de un 5% y máximo al 12%, humedades superiores en el producto puede estar ligado a un mal almacenamiento, falta de crocantes, etc.; así mismo la humedad juega un papel importante en la calidad final del producto.

Proteína: Son moléculas de gran tamaño formadas por una larga cadena lineal de sus elementos constitutivos por los aminoácidos, estos se encuentran formados de un grupo amino (NH₂) y un grupo carboxilo (COOH), enlazados al mismo carbono de la molécula. (González et al., 2007). El Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) menciona una de las funciones es proteger al organismo, la formación de nuevas moléculas, brindar estructura y soporte a las células; como también la desnaturalización de las proteínas está ligado al tratamiento térmico, pH y disolventes orgánicos. La norma Venezolana COVENIN 1483 (2001) indica que el límite mínimo permitido de proteína en galleta es de 3 %, INDECOPI, 1981 - RMN° 1020 – 2010 / MINSA (2011) menciona que limite es de 7,6 %, valores superiores influyen de manera positiva al producto tal como reporta Okoye & Obi (2017) en galletas de trigo 9,87% de proteína (Tabla 2).

Grasa: Es la unión de tres moléculas de ácidos grasos que se unen a una molécula de glicerina formando monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos; existen dos tipos de grasas, las saturadas (mantecas, tocino y cacahuete) y las insaturadas (aceite de maíz, oliva, girasol); una de sus funciones representa como fuente de almacenamiento y energía (Zumbado, 2002); también Greenfield & Southgate (2003) reportan que las grasas dan funciones como sabor, textura y apariencia durante el horneado. La FDA menciona que una galleta debe tener como máximo 25 % de grasa.

Fibra: Son células de gran resistencia que se encuentra en los vegetales (polisacáridos y lignina) que son resistentes a la hidrólisis de las enzimas humanas, cuyas características en su aspecto son la flexibilidad, la textura y la resistencia, dentro de sus funciones es dar consistencia, volumen, reducir ácidos biliares y la glucosa (Olagnero et al., 2007). Qali Warma (2016) menciona que una galleta como mínimo debe tener 2,1 % de fibra, tal como reporta Okoye & Obi (2017) 3,84 % de fibra en galleta de trigo (Tabla 2); también el Reglamento Técnico centroamericano de alimentos (RTCA) (2009) considera una galleta con buena cantidad de fibra es cuando tiene 5 %.

Tabla 2. Análisis de químico proximal para galleta dulce de trigo.

Análisis proximal	%
Humedad	8,59
Proteína	9,87
Grasa	3,84
Fibra bruta	3,84
Ceniza	4,84
Carbohidrato	72,86

Fuente: Okoye & Obi. (2017)

Ceniza: Es el residuo inorgánico que queda después de la calcinación completa u oxidación de la materia orgánica, cuando se somete a temperaturas (550 a 600 °C), expulsando (dióxido de carbono y óxido de nitrógeno) (Nollet, 1996); también las cenizas cumplen como función detectar pureza en los alimentos, posibles contaminaciones de metales durante la producción y el almacenamiento (Quispe, 2019). Minsa (2010) menciona que las galletas no deben superar más del 3 % de ceniza porque es un indicador de posibles adulteraciones de elementos inorgánicos (fosforo, calcio, etc.), sin embargo, Okoye & Obi. (2017) reporta 4,84 % en ceniza (Tabla 2), mencionando que esto no reporta como fraude ya

que es frecuente añadir cantidades altas de minerales (harina para manipulación de masa) para que faciliten el manejo y fluidez en la producción.

Carbohidratos: Son compuestos que están unidos al carbono, oxígeno e hidrogeno también llamados hidratos de carbono el cual se dividen en tres grupos como polisacáridos (tubérculos, frijoles y granos), disacáridos (frutas, leche y azúcar) y monosacáridos (fructosa, glucosa); que tienen como función principal aportar energía al cuerpo humano, formación de tejidos, desarrollo de masa muscular a través de la formación de glucosa (Mollinedo & Benavides, 2014). Así mismo Qali Warma (2016) menciona que el rango de carbohidratos de una galleta es de 60 a 75 %, Okoye & Obi, (2017) obtuvo 72,86 % de carbohidratos (Tabla 2).

2.4. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina de la química analítica de los alimentos, que se ocupa de los procedimientos y métodos de medición de los sentidos humanos, que interpretar las reacciones de aquellas características de los alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído, también es una descripción y análisis de la aceptación o rechazo del alimento por parte del panelista o consumidor, de acuerdo a las sensaciones que experimenta desde el momento que lo observa hasta consumirlo. Cabe señalar que estas percepciones dependen principalmente del individuo, el lugar y el tiempo (Hernández, 2005). Además, hoy en día existen otros métodos instrumentales para la evaluación de los atributos sensoriales, como tintómetros, cromatógrafos de gases, texturometros y microcomputadoras dedicadas a la evaluación de los resultados analíticos (Torricella et al., 2020).

2.4.1. Criterios para realizar una evaluación sensorial

Preparación de muestra (Cuidados a tomar): Es efectuada por los encargados de la pruebas; los cuales tienen la función de ayudar a sus estímulos y que sus reacciones no afecten a las interferencias, como la temperatura la cual tiene que ser controlada para que no afecte el sabor, la consistencia, la aceptabilidad del alimento, el horario para las pruebas, el tipo de panelistas (género y edades) y las muestras (mínimo 6 muestras por panelista) para que los resultados sean significativos (Domínguez, 2007).

Codificación de muestra: Se basa en no proporcionar a los panelistas ninguna información sobre la identidad de las muestras o el tratamiento al que han sido sometido, además, el orden en que se presentan las muestra es muy importante porque puede cambiar drásticamente los valores de juicio (Sancho et al., 2002). Además, Cochran & Cox, (1995) mencionan que la aleatorización es basada para que tenga un equilibrio en los

evaluadores con un programa aleatorio donde el orden de presentación de las muestras se estudia estadísticamente.

2.4.2. Prueba sensorial y atributos

Mazón et al. (2018) mencionan que las pruebas descriptivas, son pruebas donde se propone a los panelistas expertos, inexpertos o consumidores, que definen las características sensoriales de un producto; además, se cuantifican las diferencias existentes entre varios productos indicando si le gusta, no le gusta o si prefiere otro, también se basa en describir sus atributos particulares (el color, olor, el sabor y textura), a través de un orden de aparición por cada atributo como grado de intensidad, sabor residual, crocantes y amplitud o impresión general.

Color: Es la propiedad de la interacción de luz hacia la retina por una longitud de onda reflejada, sus características son: matiz, pureza, saturación y la luminosidad. El color en alimentos contribuye gradualmente a nuestro juicio estético (oscuro, claro, y transparente) también de proporcionar una sensación de placer, se asocia con otras cualidades como tamaño, aspecto, forma y defectos (Salhuana et al., 2022), además se evalúa de forma visual o mecánicamente por escala verbal o descriptiva (me gusta, me gusta poco, me disgusta y no me gusta) (Anzaldúa, 2005).

Olor: Es la percepción originada por sustancias volátiles cuando se desprenden y son percibidas por el receptor, el cual es capaz de distinguir alrededor de 10 000 olores diferentes de un alimento o producto (Manfugás, 2020). También, Grández (2012) menciona que cuando se habla de aromas hacemos referencia al olor y cuando se quiere representar por un olor característico suele llamarse fragancia que son emitidas por el producto que se transportan por el aire, además durante una evaluación de este atributo se evalúa sensaciones como fragancias, quemantes, dulces, rancio, aceitoso o fermentado que puede emitir los alimentos en el olor.

Sabor: El sabor se cataloga como una cualidad física que se percibe mediante el sentido del gusto el cual posee la función de identificar diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos. El gusto se define como las sensaciones percibidas por los receptores de la boca concentrados en la lengua, así mismo nos permite identificar el grado de dulzor el cual está asociado al alto contenido de carbohidratos (Anzaldúa, 2005). El dulzor es uno de los atributos que está relacionado con el sabor, además durante la evaluación se encuentran particularidades de los tipos de sabores básicos como (ácido, dulce, salado, amargo) o como también sabores específicos (caramelo, frutal, floral, nueces, panela/malta,) y

sabores defectuosos (mohoso, ahumado y crudo) que permiten al cerebro reconocer el alimento o su defecto (Hernández, 2005).

Textura: Es el conjunto de propiedades físicas que dependen tanto de la composición microscópica y macroscópica que pueden ser percibidas por receptores táctiles (piel) como receptores gustativos (músculos bucales) que están relacionados con la deformación y desintegración por un esfuerzo de los receptores (Falla & Ramón, 2019). Además, durante una evaluación sensorial de textura se enfoca en medir la dureza, la cohesividad, la adherencia, granulosis y la humedad; estos son indicadores de algunas características durante el proceso que están ligados a los elementos estructurales del producto y que están relacionados con la deformación, desintegración y flujo del alimento cuando estos son sometidos a un esfuerzo (Hough, 2000).

2.5. Aspectos generales sobre evaluación de color

2.5.1. Sistema de medición de color

Los sistemas para la medición de color son:

Colorimetría: Es la ciencia que cuantifica y describe físicamente el color tal como lo percibe el ser humano, además reproduce matemáticamente la fisiología de la visión humana. Por otro lado, la química de los pigmentos naturales es responsable del color en relación directa con las características cromáticas finales del alimento (Heredia et al., 2016). De esta forma se emula la respuesta del ojo humano a la luz por el color. En algunas aplicaciones, esta herramienta representa resultados rápidos y costo accesible (Figura & Teixeira, 2007).

Sistema Munsell: Este sistema fue creado por el estado unidense Albert H. Munsell con la creación de la esfera o árbol de color, que describe el color de manera racional, además su sistema funciona por escalas de polo sur (grises, neutros, negro) a polo norte (blanco); también, este sistema se podría describir completamente cualquiera de los miles de colores que hay, además Munsell llamó a estos aspectos como, matiz (Tono), valor (Value) y croma (Chroma) (Mölleken, 2013).

Sistema Hunter: El sistema Hunter Lab se desarrolló en 1948, el cual es definido por tres coordenadas rectangulares: L (luminosidad); positivos (neutros) y negativos (colorímetros triestímulo), siendo este sistema que desarrollo mayor mercado frente a los espectrofotómetros convencionales, el cual se basó en la teoría de colores oponentes (Calvo & Durán, 1997).

Sistema CIE: Es uno de los más importantes utilizados actualmente para caracterizar y medir colores, los cuales se basan en la utilización de fuentes de iluminación y

monitores estándares. El sistemas CIE usan tres coordenadas para ubicar un color en un espacio. Estos espacios de color incluyen, CIE $L^*a^*b^*$, CIE XYZ, CIE $L^*C^*h^\circ$. Los valores de color X Y Z, son valores que representan, la reflectancia, el iluminante o transmisión del objeto y las funciones del patrón (Mathias et al., 2014). Los sistemas Munsell, hunter, CIE consideran como coordenadas la luminosidad y cromaticidad.

Luminosidad: Esta definido por el contenido de energía total que da a los colores claros y oscuros. Por otra parte, también se le reconoce luminosidad, claridad o coordenada L^* el cual puede tomar valores entre 0 a 100, donde la luminosidad es la magnitud que corresponde a la escala de grises que se encuentra entre 1 a 10 blanco- negro, 25 amarillo, 45 verde, 65 azul, 85 morado y los medios como el 15 rojo-amarillo; 35 amarillo-verde, 55 verde-azul, 75 azul-purpura y el 95 púrpura-rojo (Wu & Sun, 2013).

Cromaticidad a^* : Se define como la intensidad espectral o la pureza de un color en el rango que va desde los tonos grises, claros y opacos hasta los tonos más fuertes y vivos. Es el grado de color (brillo, palidez, incoloro). El punto acromático también reconocido a^* define la desviación correspondiente de la luminosidad hacia el rojo si a^* es positiva, y hacia el verde si a^* es negativa (Duque et al., 2007).

Cromaticidad b^* : Análogamente define croma b^* al conjunto del estímulo (coordenadas cartesianas o rectangulares); esto corresponde al término de cromaticidad que no indica explícitamente ni el tono ni la saturación, el cual también toma un enfoque a la desviación hacia el amarillo si b^* cuando es positivo, y hacia el azul cuando el croma b^* es negativa. (Osorio et al., 2017).

2.6. Capacidad antioxidante

Los antioxidantes son compuestos que influyen como inhibidores de las reacciones de oxidación, también se denomina a cualquier sustancia que inhibe o retarda la oxidación de un sustrato oxidable en baja concentración; a estos compuestos se les atribuye cualidades curativas y preventivas, a las posibles reacciones que ocasionan enfermedades como la aterosclerosis, catarata senil, cáncer, insuficiencia renal aguda (Ramos, 2011). Los antioxidantes pueden reaccionar con los radicales libres: Reparando de forma endógena el daño ocasionado, secuestrando (vitamina E, vitamina C, betacaroteno, flavonoides), previniendo su desarrollo de forma inhibitoria. Los antioxidantes más importantes son los flavonoides (quercetina, robinutina, luteolina y catequinas, etc), el ácido ascórbico, los tocoferoles, las antocianinas, ácidos fenólicos (ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido gálico, ácido clorogénico) y los carotenoides (Pérez & Ticona, 2022).

2.6.1. Capacidad antioxidante en frijoles

El frijol es un alimento nutracéutico o funcional, no solo por su particularidad nutricional sino también por el papel que algunos de sus componentes que mejoran el estado de la salud, además de poseer una alta actividad antioxidante, se aplican como colorantes naturales, en propiedades antifúngicas y antibacterianas (Salas et al., 2018). Las propiedades naturales, son generalmente el resultado que podrían ayudar a mejorar sus actividades vasodilatadoras, además como sus actividades antitrombóticas, antilipémicas, antiateroscleróticas, antiinflamatorias y antiapoptóticas (González et al., 2017).

2.6.2. Método de DPPH

El DPPH también llamado 1,1 – Difenil – 2 - picrilhidrazilo es uno de los métodos analíticos para medir la capacidad antioxidante que se han desarrollado, principalmente en extractos en alimentos y plantas. La prueba del DPPH mide la actividad antioxidante de los compuestos que son capaces de traspasar átomos de hidrógeno. El compuesto DPPH es un catión radical de color púrpura que muestra una absorbancia de 517 nm (García & García, 2022).

IC₅₀: Es la concentración del inhibidor que se requiere para inhibir un determinado ser biológico o función bioquímica a la mitad. En otras palabras, los valores grandes de IC₅₀ denotan inhibidores que interactúan de manera menos efectiva con un enzima que los inhibidores que tienen valores IC₅₀ pequeños (Caldwell et al., 2012). También se utilizan para evaluar la idoneidad y el rendimiento de los compuestos (Swinney, 2011).

2.7. Granulometría

Es el análisis del tamaño de las partículas que permite apreciar las diferencias de abertura que pasa por diferentes tamices, la cual sirve para detectar las diferencias entre harinas granuladas y finas. La granulometría o el tamaño de partículas de la harina dependen del grado de trituración, calibre de los tamices y la medida de la dureza relativa del grano; esta se desarrolla mediante cernido con la utilización de tamices apropiados o mediante un ensayo de sedimentación. El tamaño del granulo interviene en la absorción de agua y la homogeneidad de esta, lo que incide en el rendimiento de la harina (Dubois y Gaido, 2004).

2.7.1. Modelos matemáticos para el análisis granulométrico

Modelo Gates Gaudin Schuhmann (GGS): Fue desarrollada por los investigadores Gates, Gaudin y Schuhmann en el año 1915, siendo la más usada para presentar las distribuciones de tamaño obtenidos por el tamizaje, además una de sus ventajas es representar gráficamente la distribución completa de los tamaños de partícula que existen en el producto o harina; una de las desventajas que presenta este modelo es que no tiene una interpretación física

simple (Lastra, 2014). El cálculo de la distribución del modelo matemático se presenta en la ecuación 1.

$$Y = 100 * \left[\left(\frac{X}{k} \right)^m \right] \dots\dots\dots (Ec. 1)$$

Donde:

Y: Porcentaje pasante acumulado de la malla

X: Tamaño de partícula

k: Modulo de tamaño

m: Modulo de la dispersión de los tamaños de partícula.

Modelo Rosin Rammler Bennet (RRB): Este modelo relaciona o compara los valores obtenidos del porcentaje acumulado pasante con la abertura de malla usada (Y) o el tamaño de partícula, además tiene como función describir la distribución del tamaño de partícula de diferentes tipos de harina, el cual es útil para estudiar muestras obtenidas después de la molienda o trituración (Huaman & Norabuena, 2021). En la ecuación 2 se presenta el modelo matemático.

$$Y = 1 - \exp \left[- \left(\frac{X}{X_R} \right)^m \right] \dots\dots\dots (Ec. 2)$$

Donde

Y: Porcentaje en peso de malla pasante

X: Tamaño de partícula

X_R: Proporción de una medida del rango de los tamaños de partícula presentes

m: Medida de la dispersión de los tamaños de partícula.

Modelo Sigmoide: El termino sigmoide proviene del vocablo “sigmoides” o “sigmoideas” el cual permiten modelar el ciclo de crecimiento de poblaciones, propagación de enfermedades epidémicas y difusión en redes sociales, también esta función constituye un refinamiento de modelo exponencial para el crecimiento de una magnitud, además este modelo se sostiene en una regresión logística, que se utiliza para clasificar los datos en dos categorías de 1 a 0, donde si los valores de entrada dan negativos la función se mantiene constante en 0, mientras que si se tiene valores de entrada positivos la función se mantiene constante en 1 (Moscol et al., 2021). En la ecuación 3 se presenta el modelo matemático.

$$Y = \frac{1}{1 + \left(\frac{X'}{X} \right)^m} \dots\dots\dots (Ec. 3)$$

Donde

Y: Porcentaje en peso de malla pasante

X: Tamaño de partícula

X': Proporción de una medida del rango de los tamaños de partícula presentes

m: Medida de la dispersión de los tamaños de partícula

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se efectuó en los laboratorios de análisis de alimentos, nutrición animal y en el laboratorio central de investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), ubicado en la región Huánuco, provincia de Leoncio Prado y en el distrito de Rupa Rupa a una altitud de 660 m s.n.m., a 09° 17' 08" de latitud sur, a 75° 59' 52" de latitud oeste, con una humedad relativa de 85 % y temperatura de 25 °C.

3.2. Materia prima

Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad huasca y huallaguino procedentes del distrito Hermilio Valdizan, provincia de Leoncio Prado - región de Huánuco, se recolectó 5 kg de cada muestra del fundo de la Sra. Ana Bilva Carlos Jorge, coordenadas N: 8992469,72, E: 406947,32 y a una altitud 1250 m s. n. m. con una temperatura de 20 °C y humedad relativa 87%.

3.3. Materiales, equipos de laboratorio y reactivos

3.3.1. Materiales de laboratorio

Vasos de precipitación de 100, 250 y 1000 mL, balones de vidrio, probetas graduadas de 250 y 500 mL; mortero, termómetro 0 – 100 °C, frascos papel de filtro, pinzas, espátula, crisoles de porcelana, ollas de acero inox 5, 10 L, pinzas; espátulas, fiola 100 mL, tubo falcón 20 mL, embudo de vidrio, micropipetas 1 – 100 µL, 100 – 500 µL, 200 – 1000 µL, cubetas de poliestireno (1 x 1 x 4,5 cm).

3.3.2. Equipos de laboratorio

Balanza electrónica modelo USS - DBS002, EE. UU, estufa modelo MMM Medcenter Einrichtungen GmbH D - 82152, Alemania, licuadora modelo IMACO BL - 4125, Perú, tamizadora RO - TAP modelo ASTM E - 11, EE. UU, horno rotativo modelo NOVA MAX 1000, Perú molino Willy modelo CAT N° 3375 - E10, EE. UU, colorímetro modelo Chroma neters CR 400 - Konica minolta, Japon, centrifuga modelo MIKRO 22R (Hettich), EE. UU, espectrofotómetro modelo Genesis 150, EE. UU, mufla modelo FB1410M Furnace EE. UU, equipo digestor de proteína kjeldra modelo Buchi k – 450 CIMATEC EE. UU, equipo destilación de proteína kjeldra modelo Buchi k – 350 Cimatec EE. UU, equipo extractor Soxhlet EE. UU, equipo de determinación de fibra cruda modelo A200I Ankom²⁰⁰ EE. UU.

3.3.3. Reactivos y solventes

Se empleó el radical 2,2 – diphenyl – 1 - picrihydral (DPPH), agua destilada, metanol (CH₄O) 70 %, ácido clorhídrico (HCl) 0,1 N, éter de petróleo 65 %,

hidróxido de sodio (NaOH) 32 %, ácido bórico (H_3BO_3) 4 %, catalizador (K_2SO_4 , $CuSO_4$, SCO_2).

3.4. Métodos de análisis

- **Caracterización granulométrica:** Se analizó según lo indicado por Castro et al. (2019).
- **Prueba de aceptabilidad sensorial:** Se determinó por el método descrito por (Barreira et al., 2019).
- **Evaluación de color:** Fue evaluado por el método descrito por (Kaur et al., 2019).
- **Capacidad de inhibir el radical 1,1 – difenil – 2- picryl - hydrazyl (DPPH):** Se determinó por el método (Brand-Williams, Cuvelier y Berset, 1995), (Joung et al., 2017).
- **Análisis químico proximal:** Humedad: Se determinó por el método Poblete et al. (2020). Proteína bruta: Se determinó por el método Nwosu et al. (2014). Grasa: Se determinó por el método Dehghan et al. (2012). Ceniza: Se determinó por el método Czaja et al. (2020). Fibra bruta: Se determinó por el método Nisar et al. (2020). Carbohidrato: Se determinó por el método Stoffel et al. (2021)

3.5. Metodología Experimental

3.5.1. Preparación de la harina de frijol huallaguino y huasca

Se acopió 500 g de frijol huallaguino y huasca por separado, los cuales fueron lavados con agua tibia, se realizó un remojo con agua destilada considerando una proporción entre frijol/Agua (1:1 p/p) durante 2 horas a temperatura ambiente, fue drenado el agua sobrante y se procedió a la cocción considerando una proporción entre frijol/Agua (1:1 p/p) temperatura de ebullición por 2 horas y se dejaron enfriar por 1 hora, luego fue licuado en una licuadora domestica para ello se consideró una proporción frijol/Agua (1:1/2 p/p), la masa obtenida fue extendida en bandejas con un espesor de 2 cm y se dejó secar en una estufa a 75 °C por 48 horas (García et al., 2017), finalmente se molió y fue envasado en frasco de vidrio.

3.5.2. Granulometría de las harinas (frijol huallaguino y huasca)

El análisis granulométrico se desarrolló por método de Castro et al. (2019); se consideró harina de trigo, harina de frijol huallaguino y huasca, se pesó 200 g de cada muestra, se tamizo por un juego de tamices Tyler con número de malla 20 M (850 μm), 30 M (600 μm), 35 M (500 μm), 45 M (355 μm), 70 M (212 μm), 80 M (180 μm) y ciego (bandeja cerrada) por 3 min; la harina retenida de cada malla se pesó para realizar el análisis granulométrico mediante los modelos matemáticos Gates Gaudin Schuhmann (GGS), Rosin Rammler Bennet (RRB) y Sigmoide (S); se tomaron los dos mejores tamaños de partícula.

Los resultados del análisis granulométrico fueron procesados por una hoja de cálculo con las siguientes ecuaciones.

$$Y = 100 * \left[\left(\frac{X}{k} \right)^m \right] \text{ (GGS)} \dots\dots\dots \text{ (Ec. 4)}$$

$$Y = 1 - \exp \left[- \left(\frac{X}{X_R} \right)^m \right] \text{ (RRB)} \dots\dots\dots \text{ (Ec. 5)}$$

$$Y = \frac{1}{1 + \left(\frac{X}{X} \right)^m} \text{ (Sigmoide)} \dots\dots\dots \text{ (Ec. 6)}$$

3.5.3. Elaboración de la galletas dulces y distribución de los tratamientos

La formulación de las galletas dulces se obtuvo siguiendo el protocolo propuesto Zucco et al. (2011) (Anexo - I). Se realizó sustituciones en la harina de trigo con la harina de frijol huallaguino con tamaño de partícula de 0,210 mm y 0,180 mm, las cuales fueron de 12 %, 17,5 % y 22,5 %. De igual manera se trabajó con el tamaño de partícula y las sustituciones con la harina del frijol huasca; la elaboración se realizó según el flujograma de la Figura 4.

Se recibieron todos los insumos verificando las especificaciones requeridas, (harina de trigo, harina de frijol huallaguino, harina de frijol huasca, azúcar en polvo, bicarbonato de sodio, sal común, polvo de hornear y agua); todos los insumos fueron pesados, mezclados (harina de trigo, harina de frijol huallaguino, harina de frijol huasca, azúcar en polvo, bicarbonato de sodio, sal común, polvo de hornear), se realizó entre los insumos secos y la manteca vegetal hasta lograr el punto de arena, el cual consistió en envolver la harina en pequeñas partículas de materia grasa, luego se agregó agua para amasar hasta obtener una masa consistente y homogénea. La masa obtenida se laminó con un rodillo, hasta un espesor de 0,5 cm y se cortaron con un molde galletero de 3 x 3 cm.

Se colocaron en bandejas de aluminio para ser horneados a 120 °C por 13 min, se dejó enfriar por 15 min a temperatura ambiente y fueron envasados en táper de vidrio previamente codificados.

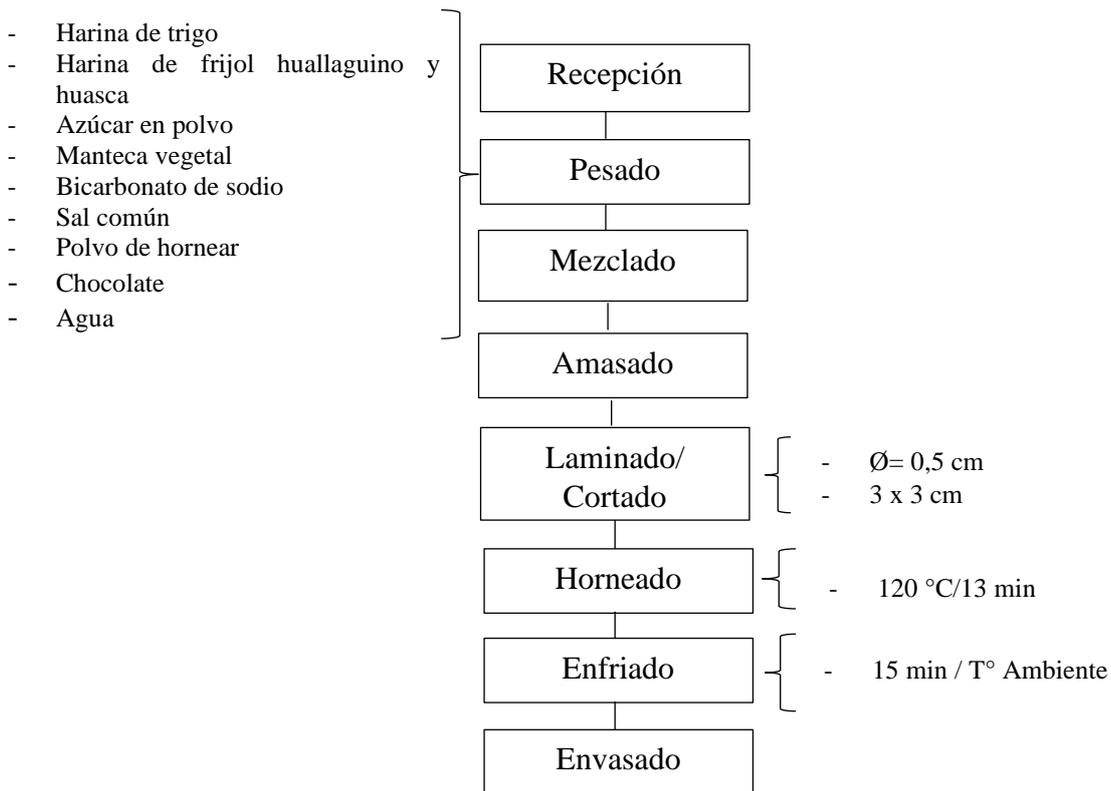
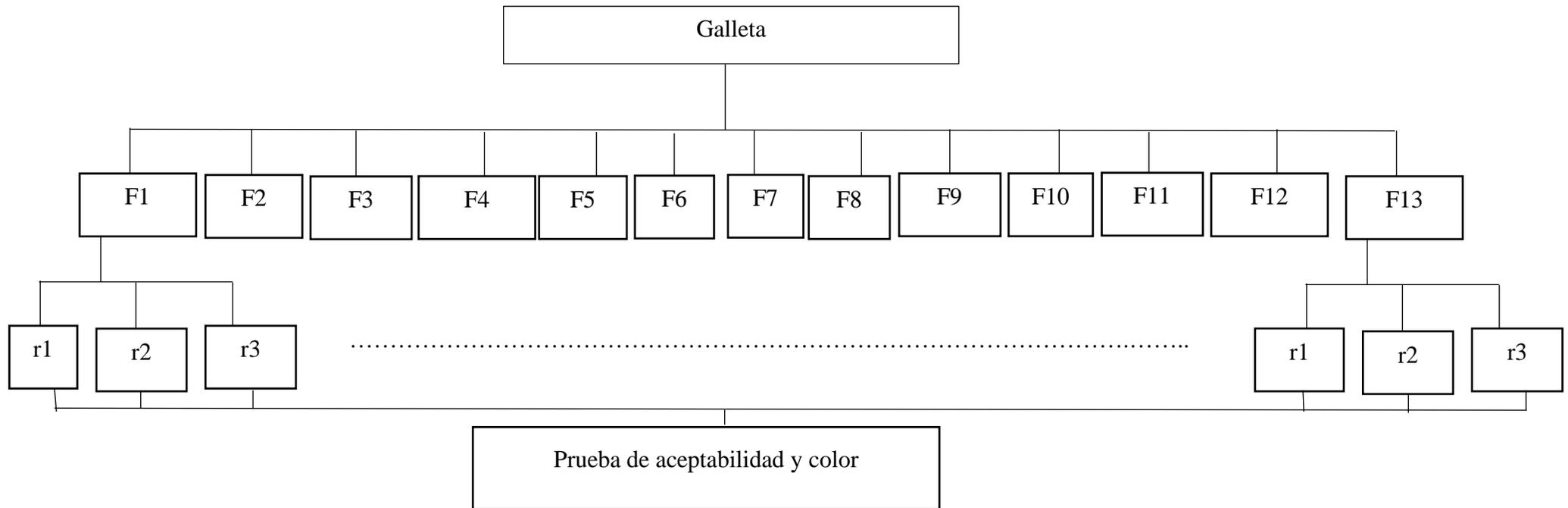


Figura 4. Flujograma de operaciones para la elaboración de galletas dulces con sustitución de harina de trigo con harina de frijol huallaguino y huasca.

La distribución de los tratamientos para el estudio estuvo conformada por trece muestras, las mismas que se detallan en la Figura 5.



Donde:

F1 = 100 % harina de trigo

F2 = 12,0 % de harina de frijol huallaguino con 0,180 mm de tamaño de partícula F8 = 12,0 % de harina de frijol huasca con 0,180 mm de tamaño de partícula

F3 = 17,5 % de harina de frijol huallaguino con 0,180 mm de tamaño de partícula F9 = 17,5 % de harina de frijol huasca con 0,180 mm de tamaño de partícula

F4 = 22,5 % de harina de frijol huallaguino con 0,180 mm de tamaño de partícula F10 = 22,5 % de harina de frijol huasca con 0,180 mm de tamaño de partícula

F5 = 12,0 % de harina de frijol huallaguino con 0,210 mm de tamaño de partícula F11 = 12,0 % de harina de frijol huasca con 0,210 mm de tamaño de partícula

F6 = 17,5 % de harina de frijol huallaguino con 0,210 mm de tamaño de partícula F12 = 17,5 % de harina de frijol huasca con 0,210 mm de tamaño de partícula

F7 = 22,5 % de harina de frijol huallaguino con 0,210 mm de tamaño de partícula F13 = 22,5 % de harina de frijol huasca con 0,210 mm de tamaño de partícula

Figura 5. Diseño experimental de la prueba de aceptabilidad y color para determinar los dos mejores tratamientos y un testigo.

3.5.4. Prueba de aceptabilidad y color de las galletas dulces con sustitución de frijol huallaguino y huasca

▪ Prueba de aceptabilidad sensorial

El trabajo se inició con 13 tratamientos, para la prueba de aceptabilidad sensorial se recurrió a una distribución de las muestras y fue mediante el bloque incompleto equilibrado según Cochran & Cox (1995) Tipo II, $t=13$, $k=3$, $r=6$, $b=26$, $\lambda =1$, $E=0,72$ (Anexo - II).

Los atributos evaluados fueron el color, olor, sabor y textura propuesto por Barreira et al. (2019), se preparó una ficha con escala hedónica (Anexo - III) con una puntuación de 1 a 5 puntos y con calificativo de me gusta (5), me gusta poco (4), ni me gusta ni me disgusta (3), me disgusta poco (2) y me disgusta (1), los atributos evaluados fueron color, olor, sabor y textura (Barreira et al., 2019), la ficha fue codificada considerando 3 dígitos aleatorios para cada tratamiento. La prueba de aceptabilidad sensorial de las galletas se realizó con un grupo de 26 panelistas semi entrenados de edades de 18 a 50 años incluyendo ambos sexos (masculino y femenino). El proceso de evaluación empezó a las 9:00 am hasta 11:30 am, a cada panelista se le ofreció 3 muestras de galleta cada una con diferente tratamiento en un plato de loza, un vaso de agua y la ficha de evaluación; el agua estuvo a temperatura ambiente y fue utilizado para enjuagarse la boca antes y después de analizar las muestras con la finalidad de eliminar los sabores adquiridos que pueden influir sobre el juicio de cada atributo (Watts et al., 1992).

Los resultados de la prueba de aceptabilidad fueron procesados en una hoja de cálculo del programa Excel, se aplicó una prueba no paramétrica utilizando un diseño incompleto equilibrado (Cochran y Cox, 1995). El análisis de varianza (ANVA), los tratamientos que tuvieron significancia estadística se aplicó la prueba de Tukey ($p < 0,05$), todo el análisis estadístico fue mediante el programa InfoStat versión libre 2011.

Se elaboró una segunda evaluación por que se tenía que seleccionar los dos mejores tratamientos y el testigo. Se tomaron nueve tratamientos de la primera evaluación que obtuvieron mayor puntaje, por lo cual se volvió a elaborar otra distribución de tratamientos mediante el bloque incompleto equilibrado por Cochran & Cox (1995) Tipo II, $t=9$, $k=4$, $r=8$, $b=18$, $\lambda =3$, $E=0,87$ (Anexo - IV). Se elaboro una ficha con una escala hedónica (Anexo - V) con una puntuación de 1 a 5 puntos y con calificativo de me gusta mucho (5), me gusta (4), me es indiferente (3), me disgusta (2) y me disgusta mucho (1); los atributos evaluados fueron color, olor, sabor y textura presentado por Handa et al. (2012) y la ficha fue codificada similar a la primera evaluación. La prueba de aceptabilidad sensorial de las galletas dulces se evaluó con 18 panelistas semi-entrenados de edades de 18 a 50 años incluyendo ambos sexos

(masculino y femenino); el proceso y el análisis estadístico fue semejante a la primera evaluación.

▪ **Evaluación de color**

Para la evaluación del color de las galletas dulces, se utilizó el sistema de medición CIE L*a*b, donde L* representa luminosidad 0 - 100, a* valores de croma negativos en verde – positivos en rojo y b* valores de croma negativos en azul – amarillos en positivo (Kaur et al., 2019), mediante un colorímetro Konica Minolta, modelo CR 400. Se procedió a calibrar el colorímetro con un gabinete de adquisición de imágenes patrones del equipo (blanco), se realizó las mediciones de las muestras considerando los nueve tratamientos para cada uno con tres repeticiones, estas muestras se colocaron en el depósito oscuro, con la ayuda de las manos se sujetó el equipo y se realizó la lectura a 1 cm de diferencia entre la galleta y espacio de haz de luz proyectada por el colorímetro.

Los resultados fueron evaluados por el diseño completamente al azar y a un análisis de varianza (ANVA), para los tratamientos que tuvieron significancia estadística se aplicó la prueba de Tukey ($p < 0,05$), el análisis fue realizado en el programa InfoStat versión libre 2011.

3.5.5. Evaluación de capacidad antioxidante

▪ **Capacidad de inhibir el radical 1,1 – difenil – 2- picryl - hydrazyl (DPPH)**

La actividad antioxidante fue realizado con los dos mejores tratamientos y el testigo, para lo cual se siguió el protocolo de Brand-Williams, Cuvelier y Berset, (1995), se preparó un extracto con las galletas dulces en un tubo falcón de 20 mL donde se colocó 1 g de muestra y con el disolvente (metanol 70 %, ácido clorhídrico 1 % y agua destilada) se enrazó hasta 20 mL obteniendo una concentración de 50 mg/mL, luego se homogenizó en un vortex por 10 s, se dejó en oscuridad por 24 h y se centrifugó por 1120 g a 10 min.

La actividad eliminadora del radical DPPH, fue evaluada siguiendo el método descrito por Joung et al. (2017), con algunas modificaciones. 300 uL de extracto fenólico (10; 7,5; 4 y 2 mg/mL) fue mezclado con 700 uL de reactivo DPPH (100 uM) recién preparado, se incubó durante 5 min sin exposición directa a la luz. La absorbancia se observó utilizando un espectrofotómetro (Thermoscientific, Genesys 150, USA) a una longitud de onda de 517 nm cada 30 s, durante 10 min a temperatura ambiente, la inhibición de radical DPPH se determinó por la degradación de color violeta y mediante la ecuación 7.

$$\% \text{Inhibición DPPH} = [(Absc - Absm(t)) / Absc] \times 100 \dots \dots \dots \text{(Ec. 7)}$$

Donde:

Absc: Absorbancia de los controles

Absm: Absorbancia de la muestra en función del tiempo
t: tiempo (30 s)

Tabla 3. Concentraciones de trabajo para las muestras de galletas dulces.

Muestra	Extracto (uL)	DPPH (uL)	Volumen total (uL)
Testigo	-	1000	1000
Harina de frijol huallaguino	300	700	1000
Harina de frijol huasca	300	700	1000

Con los resultados del porcentaje de inhibición y la concentración se determinó la ecuación lineal (Anexo - X) para la galleta testigo $y = 3,6934x + 0,4081$ ($R^2 = 0,9907$), la galleta de harina de frijol huallaguino $y = 7,0328x + 1,4245$ ($R^2 = 0,991$) y la galleta de harina de frijol huasca $y = 5,5009x + 1,007$ ($R^2 = 0,9957$), con las ecuaciones se calculó el coeficiente de inhibición (IC_{50}) que es la concentración del extracto que produce una inhibición del 50 % del radical DPPH, la cual se obtuvo reemplazando en la ecuación lineal (y) y la capacidad antioxidante se expresó en IC_{50} (mg/mL).

Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANVA) y se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0,05$) el cual fue realizado por el programa InfoStat versión libre 2011.

3.5.6. Determinación químico proximal de las galletas dulces

La evaluación de los alimentos o de materias primas, también es conocido como análisis químico proximal (AQP) que incluye la determinación del contenido de humedad, proteína, grasa, fibra, minerales totales (ceniza) y extracto libre de nitrógeno (Arango et al., 2004); para estos análisis se tomaron los dos mejores tratamientos y el testigo que pasaron de la prueba de aceptabilidad sensorial y color.

Humedad: Se determinó por el método Poblete et al. (2020), el cual consistió en moler la galleta en un mortero hasta obtener la muestra en harina; se pesó primero la capsula y se adiciona 5 g de la muestra (a) registrándose el peso de ambas (b), seguidamente se llevó a la estufa por 4 h a 105 °C, concluido el tiempo se retiró la muestra de la estufa y se colocó en un desecador por 10 min y finalmente se pesó las capsulas más la muestra seca (c). Para el cálculo de los resultados se utilizó la ecuación 8.

$$\text{Humedad (\%)} = [(b - c) / a]100 \dots \dots \dots \text{(Ec. 8)}$$

Nitrógeno: Para este análisis se utilizó el método Nwosu et al. (2014), el cual consistió en pesar un papel libre de celulosa, se agregó 0,3 g de la muestra de galleta molida (a) y 1,5 g de catalizador de oxidación (Sulfato de potasio, sulfato de cobre y dióxido de selenio) para acelerar la reacción, se juntó todo y se envolvió con el papel, seguido se introdujo en un tubo de digestión Kjeldahl, se agregó 3,5 mL de ácido sulfúrico, se llevó al módulo digestor que previamente fue conectado a la bomba de vacío y el colector de humos; se realizó la digestión a 100 °C por 3 h, para luego enfriar a temperatura ambiente y adicionar lentamente 20 mL de agua destilada por el tubo de muestra. Para la destilación de la muestra digerida se dosificó 30 mL de hidróxido de sodio al 32 % para neutralizar el pH y convertir el amonio en amoniaco, al mezclarse el amoniaco es arrastrado por una corriente de vapor de agua del contenido del tubo durante la destilación, seguido pasa hacia el condensador y el amoniaco es capturado con una solución de 10 mL de ácido bórico al 4 % dentro de un matraz erlenmeyer de 250 mL, culminado este proceso se llevó el matraz a titular con ácido clorhídrico al 0,1 N hasta que viro a un color violeta y se registró el gasto. El cálculo del porcentaje de nitrógeno fue mediante la ecuación 9.

$$\text{Nitrógeno total (\%)} = [(\text{Gasto mL HCl} * \text{Normalidad HCl} * \text{meq del N}_2) / a] 100 \dots (\text{Ec. 9})$$

Para obtener la cantidad de proteína total se multiplicó el porcentaje de nitrógeno por el factor 6,25 (Ecuación 10) (Mariotti et al., 2008).

$$\text{Proteína bruta (\%)} = \% \text{ Nitrógeno} * 6,25 \dots \dots \dots (\text{Ec. 10})$$

Grasa: Para determinar la grasa se utilizó el método Dehghan et al. (2012), se pesó 2,2 g de muestra de galleta molida (a) dentro de un filtro (XT4) y fue llevado a una estufa a 100 °C por 3 horas, concluido el tiempo se puso a un de desecador por 10 min y se volvió a registrar el peso (b), se procedió a colocar en el carrusel del equipo extractor y se programó un tiempo de 90 min, se adicionó a 350 mL éter de petróleo y se procedió a la extracción de grasa a 100 °C, terminado el ciclo de extracción de grasa, se extrajeron las muestras del equipo y se llevaron a una estufa a 60 °C por 30 min y se registró el peso de la muestra (c). La cantidad de grasa fue expresada en porcentaje y el cálculo de registro mediante la ecuación 11.

$$\text{Grasa (\%)} = [100(b - c) / a] \dots \dots \dots (\text{Ec. 11})$$

Fibra bruta: Para este análisis se siguió el protocolo propuesto por Nisar et al. (2020), consistió en pesar un filtro (a) adicionando 0,95 g de la muestra desgrasada de galleta molida (b), para luego ser sellado a 4 mm de la parte superior; se procedió a hacer el lavado con 200 mL de acetona por triplicado en un vaso precipitado de 600 mL, las muestras fueron secadas con papel absorbente y colocados en el soporte del equipo de fibra, se le agregó

1900 mL ácido sulfúrico 0,255 N, se activó el sistema de agitación por 40 min, cumplido el tiempo se drenó el ácido sulfúrico para luego enjuagar con agua a 90 °C por 5 min por 2 veces. Se agregó en el cilindro 1800 mL de una solución de hidróxido de sodio al 0,313 N a temperatura ambiente, se sometió a agitación por 40 min y se drenó gradualmente para enjuagar con 1800 mL de agua a 90 °C, se agitó por 5 min y se repitió durante 3 veces; se retiró las muestras del soporte para ser lavados con 200 mL de acetona en un vaso precipitado de 600 mL, la muestra fue llevado a una estufa a 60 °C por 2 horas, luego a un desecador por 20 min. Previamente se colocó un crisol en la estufa a 100 °C por 60 min y se registró el peso del crisol, sobre este se colocó la muestra extraída del equipo de fibra y se llevó a una mufla por 2 h a 600 °C, se retiró a un desecador para registro del crisol conteniendo la materia orgánica (c). Para el cálculo se utilizó el factor de corrección que fue denominado blanco, su procedimiento de análisis fue similar al de la muestra, pero el filtro no contenía muestra (peso final del filtro sin muestra / peso original del filtro) (a1). El porcentaje de fibra bruta fue calculado mediante la ecuación 12.

$$\text{Fibra bruta (\%)} = [100(c - (a - a1) / b)] \dots \dots \dots \text{(Ec. 12)}$$

Ceniza: Se utilizó el método propuesto por Czaja et al. (2020), el cual consistió en pesar un crisol (a) con 3 g de galleta molida (c), se llevó a carbonizar en una cocina eléctrica por 10 min, para evitar pérdidas por el arrastre de humo, la muestra fue llevada a una mufla por 7 h a 550 °C hasta obtener cenizas blancas, transcurrido el tiempo programado se colocaron en un desecador por 30 min y se volvió a pesar el crisol con la ceniza obtenidas (b). El porcentaje de ceniza fue calculado por la ecuación 13.

$$\text{Ceniza (\%)} = [(b - a) / c]100 \dots \dots \dots \text{(Ec. 13)}$$

Carbohidrato: Para este cálculo se siguió el método por Stoffel et al. (2021), el cual se determinó por diferencia de los porcentajes de humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza como (Ecuación 14).

$$\text{Carbohidrato (\%)} = 100 - (\text{humedad} + \text{proteína} + \text{grasa} + \text{fibra} + \text{ceniza}) \dots \dots \dots \text{(Ec. 14)}$$

Los resultados del análisis químico proximal fueron evaluados mediante el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey ($p < 0,05$) con el programa InfoStat versión libre 2011.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización granulométrica de las harinas de frijol

El análisis granulométrico permite diferenciar la granulación de partículas (gruesas y finas), de aquellos alimentos que han sido sometidos a una molienda (Lapčíková et al., 2019); para el cálculo granulométrico se puede recurrir a diversos modelos matemáticos como el Gates Gaudin Schuhmann (GGS) que permite calcular la finura y el grado de retención que queda en cada nivel de tamiz (Anexo – VIa), los cálculos de la ecuación y el coeficiente de correlación se muestran en la Tabla 4 y Figura 6, se puede apreciar que la harina de trigo tuvo mayor porcentaje de paso de harina en los tipos de abertura de malla 70 (212 μm) y 80 (180 μm) y un buen ajuste con la ecuación propuesta de los datos experimentales con una correlación 0,97; pero cuando se realizó con las harinas de frijol huallaguino y huasca el coeficiente de correlación disminuyó a 0,72 y 0,69 respectivamente. Los resultados encontrados fueron similares a lo citado por Huaman & Norabuena (2021) en harina de trigo comercial tuvo una correlación de 0,96 mediante el modelo GGS y Matté et al. (2017) en harina de avena utilizando los modelos GGS y RRB, el mejor fue GGS 0,96. Si una correlación desciende indica que existe una falta de ajuste al modelo como lo indica Dagnino (2014) que correlaciones menores a 0,90 indica que una variable está muy dispersa y a medida que aumenta la otra disminuye, además que los valores de dispersión no se ajustan bien a la curva.

Tabla 4. Modelos de las ecuaciones matemáticas de las harinas

M.P Harinas	Modelos Matemáticos					
	GGS		RRB		Sigmoide	
	Ecuación	R ²	Ecuación	R ²	Ecuación	R ²
Trigo	$X = \left(\frac{D}{1,65209 * 10^{-43}}\right)^{0,044}$	0,97	$X = 1 - \exp\left[-\left(\frac{D}{47,31}\right)^{0,617}\right]$	0,95	$X = \frac{1}{1 + \left(\frac{88,46}{D}\right)^{2,716}}$	0,89
Huallaguino	$X = \left(\frac{D}{3,94364 * 10^{-56}}\right)^{0,035}$	0,72	$X = 1 - \exp\left[-\left(\frac{D}{40,707}\right)^{0,712}\right]$	0,96	$X = \frac{1}{1 + \left(\frac{93,459}{D}\right)^{3,716}}$	0,97
Huasca	$X = \left(\frac{D}{3,60576 * 10^{-35}}\right)^{0,054}$	0,69	$X = 1 - \exp\left[-\left(\frac{D}{64,610}\right)^{0,894}\right]$	0,94	$X = \frac{1}{1 + \left(\frac{119,059}{D}\right)^{4,644}}$	0,98

GGs (Gates Gaudin Schuhmann), RRB (Rossin Rammler Benner) y el R² (Coeficiente de correlación)

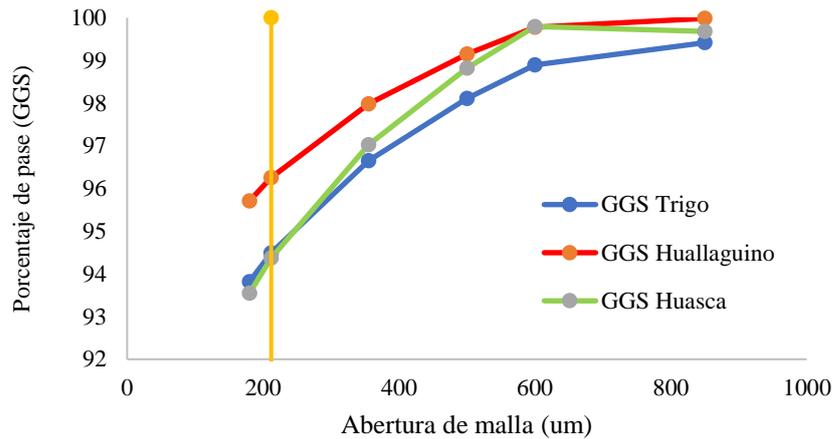


Figura 6. Comportamiento de la abertura de malla (μm) versus el porcentaje de paso mediante el modelo GGS de la harina de frijol huallaguino, huasca y trigo

Los resultados del cálculo granulométrico basados al modelo matemático Rossin Rammler Benner (RRB) son representados por el logaritmo natural del porcentaje de masa ($\text{Ln}(X)$) y logaritmo natural del diámetro de cada malla ($\text{Ln}(D)$) (Anexo - VIb); en la Figura 7 se observa que la harina de trigo en este modelo, su tamaño de partícula tiende a tener mejor finura a comparación de la harina de frijol huallaguino, además en los tres tipos de harina el mayor porcentaje de retención está en la malla 70 (212 μm). En la Tabla 4 se demuestra el mejor coeficiente correlación en la harina de trigo (0,94), harina de frijol huallaguino (0,95) y harina de huasca (0,96), esto indica que el modelo RRB describe de mejor manera las distribuciones del tamaño de partícula y la finura, tal como reportan Voicu et al. (2013) que el modelo RRB mostró mejor correlación sobre el tamaño de partícula en harina de sémola sin embargo, tuvo mayor retención en 180 μm ; esto es explicado por Tobón (2015) el cual estudio los modelos RRB y GGS y encontró que el primero mostró mejor ajuste en la distribución de partículas en el análisis granulométrico, ya que es influenciado por la materia prima y condiciones de trabajo (humedad), así mismo Castro & Barañano (2017) y Yan & Barbosa (1997) evaluaron la distribución granulométrica de cáscara de huevo mencionando que el modelo RRB fue más eficaz, para determinar la mejor finura de malla y el mejor tamaño de partícula que es característico de la harina.

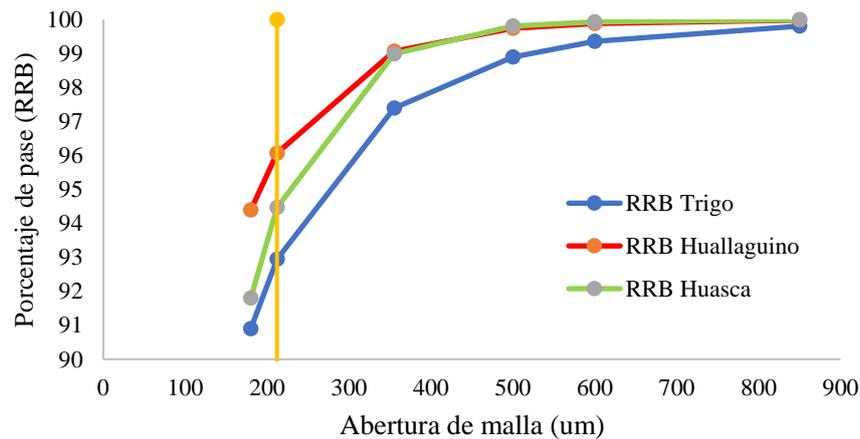


Figura 7. Comportamiento de la abertura de malla (μm) versus el porcentaje de paso mediante el modelo RRB de la harina de frijol huallaguino, huasca y trigo.

Las muestras también fueron sometidas al análisis granulométrico mediante el modelo sigmoide el cual considera las variables como el diámetro (μm), cantidad de masa que queda en cada malla (m), porcentaje de masa que se retiene por cada malla (x_i) y porcentaje de masa que pasa por la malla (X) (Anexo - VIc); con los resultados obtenidos se construyó la Figura 8, en ella se puede apreciar que el mayor porcentaje de retención está en la malla 70 (212 μm) y que a partir de la malla 80 (180 μm) hay poca retención en la harina (finura), además se demuestra que la harina de trigo y la harina de frijol huasca el tamaño de partícula es más fino a comparación de la harina de frijol huallaguino que es más gruesa; así mismo en la Tabla 4 se puede observar que las harinas de frijol huallaguino y huasca tuvieron un buen coeficiente de correlación de 0,97 a 0,98, sin embargo la harina de trigo no tuvo muy buena respuesta en el coeficiente de correlación (0,89), esto indica que la ecuación no se ajusta al modelo sigmoide, comportamiento similar fue reportado por Almeida et al. (2017) que encontraron un coeficiente de correlación de 0,50 en harina comercial mediante el modelo sigmoide, esto puede ser explicado por Miranda & Santos (2020) ellos mencionan que el tamaño de partícula (tamaño y la forma) de cada materia prima puede inferir sobre la distribución granulométrica cuando se aplica el modelo sigmoide; es importante resaltar que según la norma INEN 517 (2013) en las harinas comerciales el 75 % del tamaño de partícula debe quedar retenido en la malla 70 (212 μm).

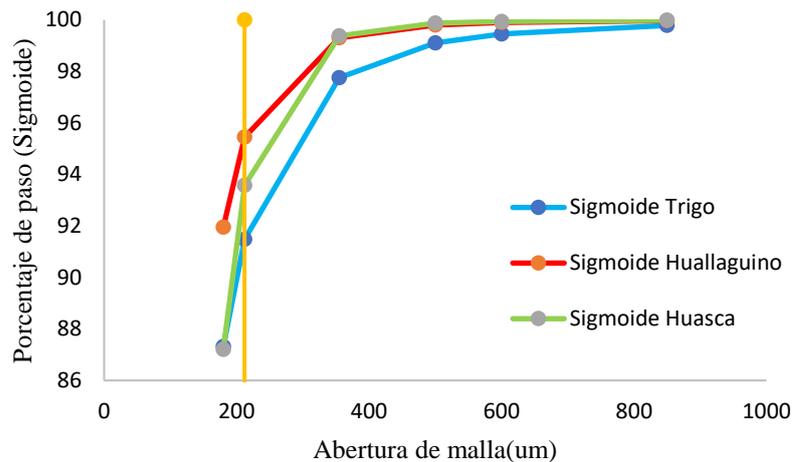


Figura 8. Comportamiento de la abertura de malla (μm) versus el porcentaje de paso mediante el modelo Sigmoide de la harina de frijol huallaguino, huasca y trigo.

Se aplicó tres modelos para determinar la granulometría de las harinas en estudio y la que dio mejor resultado fue RRB comparado al GGS y Sigmoide, además este modelo permitió reconocer el mejor tamaño de partícula (212 μm), la finura y la mejor abertura de malla (70), la aplicación de varios modelos se realizó con la finalidad de encontrar cuál de ellos tiene mejor ajuste en función a su correlación y la materia prima en estudio tal como lo explican Meloy & Clark (1987) quienes indican que el modelo GGS tiene mejor respuesta en cereales (Avena, centeno, arroz, cebada, maíz, sorgo, trigo), también consideran que se debe tener presente las condiciones de procesamiento (humedad) y la naturaleza de la materia prima.

4.2. Determinar la aceptabilidad de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca

▪ Primera evaluación

En la Tabla 5 y Figura 9 se muestran los resultados de la prueba de aceptabilidad sensorial de las galletas dulces elaboradas con harina de frijol huallaguino, harina de frijol huasca, con sustituciones de 12 %, 17,5 %, 22,5 % y dos aberturas de malla 80 (0,180 mm) y 70 (0,210 mm); con respecto al atributo color según el análisis estadístico se encontró diferencia significativa (Anexo - VIIa) y según el ordenamiento de los promedios mediante Tukey ($p \leq 0,05$), la galleta que presentó el mejor color correspondió al F6 (harina de frijol huallaguino con 17,5 % y abertura de malla 70) con un puntaje de $4,8 \pm 0,1$ “me gusta” y el tratamiento F3 (harina de frijol huallaguino con 17,5 % y abertura de malla 80) tuvo un puntaje $4,0 \pm 0,3$ “me gusta poco” ambos se diferencian solo en el tamaño de abertura, esto indica que la finura de la harina afectó el atributo color en el frijol huallaguino, tal como indica Barak et al. (2014) que el tamaño de partícula influye en la calidad de la finura, la porosidad y el

rendimiento. La galleta que tuvo el menor puntaje $2,8 \pm 0,3$ “me disgusta” fue F8 (harina de frijol huasca 12 % y abertura de malla 80), los niveles de sustitución pueden afectar el atributo color, al respecto Cheng & Bhat (2016) cuando elaboraron galletas con sustitución de 5 %, 10 %, 20 % y 100 % de harina jering (leguminosas) la mayor sustitución afecto el atributo color.

Tabla 5. Prueba de aceptabilidad sensorial de las galletas dulces

Galletas	Sustitución	N°	Trat	Color	Olor	Sabor	Textura
Malla							
Testigo	---		F1	$3,2 \pm 0,3$ ^{ab}	$3,5 \pm 0,2$ ^{ab}	$3,0 \pm 0,2$ ^a	$2,6 \pm 0,2$ ^{bc}
Frijol huallaguino	12 %	80	F2	$3,5 \pm 0,7$ ^{ab}	$3,3 \pm 0,2$ ^{ab}	$3,5 \pm 0,3$ ^a	$3,8 \pm 0,4$ ^{abc}
	17,5 %	80	F3	$4,0 \pm 0,3$ ^{ab}	$3,8 \pm 0,3$ ^{ab}	$4,3 \pm 0,3$ ^a	$3,7 \pm 0,6$ ^{abc}
	22,5 %	80	F4	$3,5 \pm 0,2$ ^{ab}	$3,6 \pm 0,3$ ^{ab}	$3,3 \pm 0,2$ ^a	$3,3 \pm 0,4$ ^{abc}
	12 %	70	F5	$4,0 \pm 0,3$ ^{ab}	$3,2 \pm 0,4$ ^{ab}	$4,3 \pm 0,2$ ^a	$3,8 \pm 0,6$ ^{abc}
	17,5 %	70	F6	$4,8 \pm 0,1$ ^a	$3,8 \pm 0,4$ ^{ab}	$4,2 \pm 0,4$ ^a	$3,8 \pm 0,4$ ^{abc}
	22,5 %	70	F7	$4,3 \pm 0,4$ ^{ab}	$3,6 \pm 0,4$ ^{ab}	$4,2 \pm 0,3$ ^a	$4,0 \pm 0,2$ ^{abc}
	Frijol huasca	12 %	80	F8	$2,8 \pm 0,3$ ^b	$2,7 \pm 0,2$ ^b	$3,3 \pm 0,3$ ^a
17,5 %		80	F9	$4,3 \pm 0,3$ ^{ab}	$3,8 \pm 0,2$ ^{ab}	$3,5 \pm 0,2$ ^a	$3,5 \pm 0,4$ ^{abc}
22,5 %		80	F10	$4,0 \pm 0,4$ ^{ab}	$3,3 \pm 0,2$ ^{ab}	$3,3 \pm 0,2$ ^a	$3,6 \pm 0,4$ ^{abc}
12 %		70	F11	$4,2 \pm 0,4$ ^{ab}	$3,8 \pm 0,3$ ^{ab}	$4,2 \pm 0,3$ ^a	$4,5 \pm 0,3$ ^{ab}
17,5 %		70	F12	$4,3 \pm 0,2$ ^{ab}	$4,4 \pm 0,2$ ^a	$4,5 \pm 0,3$ ^a	$4,8 \pm 0,2$ ^a
22,5 %		70	F13	$4,5 \pm 0,3$ ^{ab}	$3,7 \pm 0,2$ ^{ab}	$4,0 \pm 0,4$ ^a	$4,2 \pm 0,3$ ^{abc}

Los datos representan (promedio \pm error estándar) del experimento, valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$), N°malla:80(0,180 mm de abertura de malla) y 70(0,210 mm de abertura de malla)

Las galletas elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino con sustituciones entre 12 y 22,5 % tuvieron mayor aceptabilidad en el color con respecto al testigo (100% harina de trigo), un resultado similar fueron reportados por Lestari et al. (2017) en galleta con 30% de harina de frijol red kidney el cual tuvo más aceptación en el atributo de color; un comportamiento opuesto de lo que reportó Noah et al. (2020), quienes elaboraron galletas con harina frijol red kidney con sustituciones 10 %, 30 %, 40 %.

El olor es uno de los atributos que determina ciertos cuerpos volátiles que se percibe por el olfato, por lo que se puede decidir que los alimentos se denominen deliciosos (Mahendradatta et al., 2020); con respecto a este atributo se encontró diferencia estadística (Anexo - VIIIb) y según Tukey ($p \leq 0,05$) la galleta que presentó la mayor aceptabilidad en olor

correspondió al F12 (harina de frijol huasca 17,5 % y abertura de malla 70) $4,4 \pm 0,2$ “me gusta”, cabe aclarar que las galletas fueron elaboradas con harina de frijol huallaguino, huasca y se demostró la preferencia por los panelistas a las galletas que tuvieron harina de frijol huasca, este comportamiento puede ser explicado por Candriasih et al. (2021) cuando elaboraron galletas con frijol mungo y sustituciones de 50 %, 75 % y 100 %, la más aceptable en el atributo olor fue al 50 %. La menor aceptación en el olor correspondió al F8 (harina de frijol huasca 12 % y abertura de malla 80) $2,7 \pm 0,2$ “me disgusta”, en la elaboración de galletas con frijol huasca se tuvo la mayor como también la menor aceptación en este atributo, evidenciando la influencia de la abertura de malla y sustitución, al respecto Boz (2019) menciona que el tamaño de partícula en las formulaciones a partir de 180 μm en harinas afecta significativamente en la porosidad, mientras Thongram et al. (2016) reportó que la sustitución al 25 % de harina de caupí fue el menos aceptado en el atributo olor.

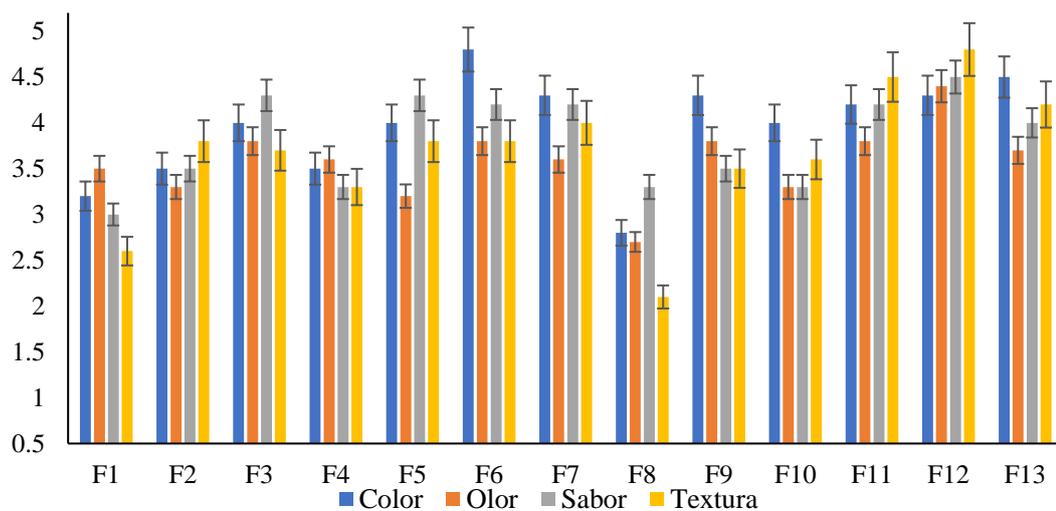


Figura 9. Resultado de la aceptabilidad de los 13 tratamientos de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.

Los resultados en el atributo sabor según el análisis no se encontró diferencia estadística (Anexo - VIIc) y la galleta con mayor valor numérico en el sabor correspondió al F12 (harina de frijol huasca 17,5 % y abertura de malla 70) $4,5 \pm 0,3$ “me gusta” y el F1 (Testigo) tuvo un puntaje $3,0 \pm 0,2$ “me disgusta”, al respecto Pamudi et al. (2021) reportaron que la mayor aceptabilidad en sabor fue para el tratamiento con 20 % harina de frijol alado comparado a las galletas con harina de trigo.

La textura es una propiedad sensorial muy importante que determina la calidad de las galletas y es detectada a través de los sentidos (Laguna et al., 2013). Los resultados en este atributo según el análisis estadístico presentaron diferencia estadística (Anexo - VIId) y según el ordenamiento de los promedios mediante Tukey ($p \leq 0,05$) la galleta que presentó mayor aceptabilidad fue F12 (harina de frijol huasca 17,5 % y abertura de malla 70) con $4,8 \pm 0,2$ “me gusta” y la menor aceptabilidad fue F8 (harina de frijol huasca 12 % y abertura de malla 80) con puntaje $2,1 \pm 0,4$ “me disgusta”, de los resultados de la textura. En general las galletas elaboradas no presentaron calificativos resaltantes esto puede explicarse según Maman & Yu (2019) cuando elaboraron galletas con sustitución de harina de leguminosas, se afectó significativamente la crocantes y haciendo que a los panelistas les disguste la aceptabilidad.

De esta fase de la evaluación se descartó los tratamientos F2, F4, F8 y F10 quedando 9 tratamientos para una segunda evaluación.

- **Segunda evaluación**

El color es considerado una propiedad física fundamental en los alimentos, que permite evaluar la calidad externa del mismo (Najjar et al., 2020). En la Tabla 6 y Figura 10 se muestran los resultados de la prueba de aceptabilidad sensorial de las galletas dulces de los 9 tratamientos, con respecto al color se encontró diferencia estadística (Anexo - VIIIa) y según Tukey ($p \leq 0,05$) la galleta con mayor aceptabilidad fue F3 (harina de frijol huallaguino con 12 % y abertura de malla 70) con $4,8 \pm 0,1$ “me gusta mucho” y la de menor aceptabilidad fue F1 (Testigo) con puntaje $2,9 \pm 0,4$ “me disgusta mucho”, de los resultados se aprecia la preferencia del evaluador a la galleta con harina de frijol huallaguino comparado al testigo (100 % harina de trigo), contrario a este resultado fue reportado por Nanyen et al. (2016) el cual elaboraron galletas con de frijol mungo con sustituciones 15 %, 20 %, 30 % y la mayor preferencia fue aquella que tuvo 100 % harina de trigo; mientras Rivera et al. (2013) mencionan en su estudio el cual trabajo con 161 variedades de frijol, que la aceptabilidad de los atributos sensoriales (color) está relacionado por el germoplasma, también indica que los frijoles más harinosos tenían el sabor más intenso y se coloreaban con cubiertas de semillas suaves, mientras los que eran cremosos y de sabor menos intenso eran blancos con semilla áspera.

El olor es un atributo sensorial conformado de cuatro aromas principales, fragante, agrio, rancio y carbonizado (Candriasih et al., 2021); los resultados de este atributo presentaron diferencia estadística significativa (Anexo - VIIIb) y según Tukey ($p \leq 0,05$) el mayor puntaje en las galletas correspondió a los tratamientos F3, F4, F5, que correspondieron a la variedad de huallaguino con sustitución desde 12 % hasta 22,5 %, abertura de malla (70) y F7, F8, de la variedad huasca con sustitución de 12 %, 17,5 %, abertura de malla (70) con los

puntajes entre 4,2 a 4,3 “me gusta mucho”, según los resultados el frijol huallaguino fue aceptado en su máxima sustitución 22,5 % y el huasca solo en 17,5 %, lo sucedido podría deberse a las características de preferencia sensorial de ambos frijoles, como afirma Arukwe et al. (2021) cuando elaboraron galletas con harina de frijol ñame africanos, sustitución de 15 %, 25 %, 35 %, fue aceptado solo el de la menor sustitución al 15 %, mientras que Agrifina & Lubis (2021) afirman que a medida que subía la sustitución en la elaboración de galletas con harina de frijol rojo, el aroma tenía más preferencia por los panelistas. Por otro lado, la galleta que tuvo la menor aceptación en el olor fue la elaborada con harina de frijol huasca con sustitución al 22,5 %, abertura de malla de 70 y puntaje $3,1 \pm 0,1$ “me disgusta mucho”, esto podría deberse a que el frijol huasca tiene como característica un olor más intenso; de igual manera se comportan muchas leguminosas tal como reportan Olaleye et al. (2020) cuando elaboraron galletas con harina de habas (leguminosa) con sustitución 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, tuvo como menor aceptación a la sustitución más alta (40 %) debido a la influencia de la sustitución.

El resultado en el atributo sabor según el análisis, se encontró diferencia estadística (Anexo - VIIIc) en los tratamientos y mediante el ordenamiento de los promedios por Tukey ($p \leq 0,05$) la mayor aceptabilidad fue para F3, F5, que correspondieron a harina de frijol huallaguino con sustitución desde 12 %, 22,5 %, abertura de malla (70) con puntaje de 4,6 a 4,5 “me gusta mucho” y los tratamientos F7, F8, de la harina de frijol huasca con sustitución de 12 %, 17,5 %, tamaño de abertura (70) con puntaje 4,2 y calificativo “me gusta poco”, de estos resultados se aprecia que la preferencia está dada por la variedad y a medida que aumentaba la sustitución, la galleta va perdiendo la aceptabilidad tal como reportan Bourré et al. (2019) que las masas elaboradas con harinas más finas y poca sustitución fueron más aceptables en comparación con las harinas más gruesas. Rahayu et al. (2020) reportaron una conducta opuesta en la sustitución cuando elaboro galletas con 25 %, 50 % y 75 % de harina de frijol bambara, en la que a medida que aumenta la sustitución fue más aceptable para los panelistas. La menor aceptabilidad del atributo sabor fue para F1 (Testigo) $2,8 \pm 0,4$ “me disgusta mucho”, este resultado fue contrario a lo citado por Barber y Obinn (2016) en galletas elaboradas con harina de nuez africana (leguminosas) y sustituciones entre 0 % hasta 40 %, la menor aceptabilidad fue para el tratamiento que tuvo mayor sustitución comparado al testigo. También, es importante resaltar que el sabor es un factor determinante en la decisión de los panelistas de aceptar o rechazar una muestra (Mahendradatta et al., 2020).

La textura es un factor importante que rige más del 30 % de la palatabilidad de los alimentos, se ha dividido en varios parámetros como dureza, cohesión, fragilidad y

masticabilidad (Wang et al., 2018); sobre este atributo se encontró diferencia estadística (Anexo - VIII d) y según Tukey ($p \leq 0,05$) el mayor puntaje en la textura fue 4,4 a 4,2 “me gusta mucho” para la galleta elaborada con harina de frijol huallaguino, con sustitución de 12 %, 17,5 %, 22,5 % y abertura de malla 70 y los puntajes de 4,3 a 4,1 “me gusta poco” para las galletas con frijol huasca con sustitución de 12 %, tamaño de abertura (80 – 70), la preferencia de parte de los panelistas es variable tal como lo mencionan Tangariya & Srivastava (2022) quienes elaboraron galletas de harina de lenteja con sustitución 5 %, 10 %, 20 % y el más aceptable fue 10 %, así mismo Portman et al. (2020) elaboraron galletas con harina de lentejas con sustitución 25, 50, 100 %, tuvo la mayor aceptación al 100% en el atributo textura.

Tabla 6. Prueba de aceptabilidad sensorial de las galletas dulces.

Galletas	Sustitución	N°	Trat	Color	Olor	Sabor	Textura
Malla							
Testigo	---		F1	2,9 ± 0,4 ^c	3,7 ± 0,2 ^{ab}	2,8 ± 0,4 ^b	2,9 ± 0,1 ^b
Frijol huallaguino	12 %	80	F2	4,4 ± 0,3 ^{ab}	4,1 ± 0,3 ^{ab}	3,6 ± 0,5 ^{ab}	4,0 ± 0,3 ^a
	12 %	70	F3	4,8 ± 0,1 ^a	4,3 ± 0,2 ^a	4,6 ± 0,3 ^a	4,4 ± 0,2 ^a
	17,5 %	70	F4	4,4 ± 0,3 ^{ab}	4,3 ± 0,3 ^a	4,1 ± 0,3 ^{ab}	4,2 ± 0,2 ^a
	22,5 %	70	F5	4,4 ± 0,2 ^{ab}	4,2 ± 0,3 ^a	4,5 ± 0,3 ^a	4,2 ± 0,3 ^a
Frijol huasca	12 %	80	F6	4,3 ± 0,2 ^{ab}	4,0 ± 0,2 ^{ab}	4,0 ± 0,4 ^{ab}	4,1 ± 0,2 ^a
	12 %	70	F7	4,4 ± 0,2 ^{ab}	4,4 ± 0,2 ^a	4,2 ± 0,2 ^a	4,3 ± 0,2 ^a
	17,5 %	70	F8	4,3 ± 0,3 ^{ab}	4,2 ± 0,2 ^a	4,2 ± 0,2 ^a	3,9 ± 0,2 ^{ab}
	22,5 %	70	F9	3,3 ± 0,2 ^{bc}	3,1 ± 0,1 ^b	3,6 ± 0,2 ^{ab}	3,5 ± 0,2 ^{ab}

Los datos representan (promedio ± error estándar) del experimento, valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$), N° malla: 80 (0,180 mm de abertura de malla) y 70 (0,210 mm de abertura de malla).

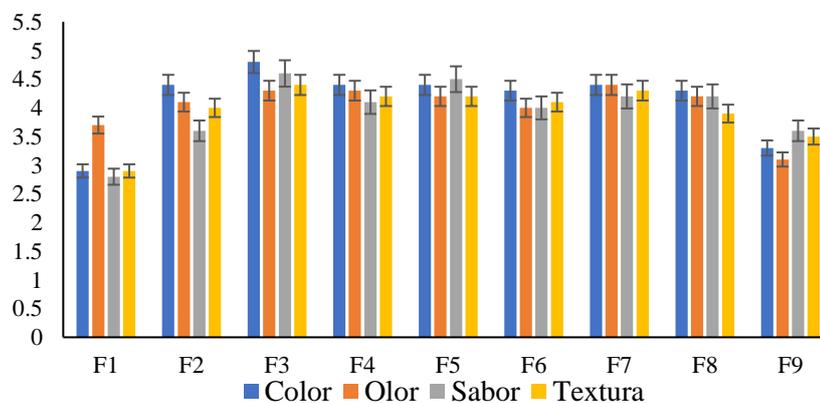


Figura 10. Resultado de la aceptabilidad de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca de los 9 tratamientos.

Las galletas elaboradas con harina de frijol huallaguino y huasca tuvieron mayor aceptabilidad en comparación al testigo (100 % harina de trigo) con puntaje $2,9 \pm 0,1$ “me disgusta mucho”, un resultado contrario al trabajo fue reportado por Martínez et al., (2017) con sustituciones 10 %, 30 %, 100 % donde encontraron mejor aceptabilidad a 30 % de sustitución y menor aceptación con sustitución de 10%.

4.3. Evaluación de color de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca

El color es la primera cualidad visual que valoran los consumidores y es fundamental para la aceptación del producto alimenticio. Por lo tanto, la evaluación del color de los alimentos se puede realizar de forma visual utilizando escalas de color o atlas que contienen patrones comparativos, así como los colorímetros que son instrumentos con gran sensibilidad y precisión. (Dang et al., 2021). En la Tabla 7 se muestran los resultados de la evaluación de color según la escala CIE L a*b*, con respecto a la luminosidad (L) de las galletas dulces elaboradas con harina de frijol huallaguino y frijol huasca se encontró diferencia estadística (Anexo - IXa) y mediante el ordenamiento de los promedios por Tukey ($p \leq 0,05$) el mayor puntaje lo presentó el tratamiento F1(Testigo) $76,8 \pm 1,2$, así mismo, todos los tratamientos mostraron una disminución de luminosidad conforme aumentaba la sustitución, el mismo comportamiento fue reportado por Sibian & Riar (2020) cuando elaboraron galletas con frijol red kidney y garbanzo con sustituciones de 15 %, 25 %, 35 %, la luminosidad fue más baja en comparación al testigo. Cahyana & Restiani (2017) afirman que con una sustitución del 50 % se disminuye significativamente la luminosidad alrededor de 70,0 en comparación con las galletas elaboradas al 100 % con harina de trigo cuya luminosidad fue de 93,98.

Las galletas elaboradas con harina de frijol huallaguino con sustitución de 12 %, a 17,5 % y abertura de malla 70 tuvieron mayor luminosidad en el rango de $60,2 \pm 0,5$ a $62,1 \pm 0,4$ comparadas a las galletas con harina de frijol huasca entre sustitución de 12 % a 17,5 % y abertura de malla 70 con valor de $57,0 \pm 0,3$ a $54,7 \pm 0,5$, esto puede deberse a que el color de la corteza y el cotiledón del frijol huasca tiene a una tonalidad marrón oscuro con guinda haciendo que la harina tienda a marrón guinda, al respecto Chung et al. (2014) mencionan que el color de las galletas dependen de la variedad de frijol, el porcentaje de sustitución, la caramelización y la reacción de Maillard durante el horneado; valores similares reportaron Ostermann et al. (2017) en luminosidad (L) $68,98 \pm 0,2$ en galletas de okara (leguminosa) con sustitución al 15 %, 30 % y 50 %, clasificándolos que a medida que bajaba la sustitución tenía más luminosidad.

La cromaticidad es el patrón de luz por su longitud de onda dominante en el atributo color de los productos, para valores de a^* se representa en un color verde o rojo; si el valor es negativo, el producto es más verde, y si el valor es positivo, el producto es más rojo (Vásquez, 2021), mientras Lopez (2018) menciona que los valores de cromaticidad (a^*), dependen de la naturaleza del alimento o por el proceso de elaboración como la temperatura de horneado; según los resultados el croma a^* (Tabla 7) mostró diferencia estadística (Anexo - IXb) entre los tratamientos y mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$), la galleta que tuvo el mayor croma fue la elaborada con frijol huallaguino con sustitución de 22,5 % y abertura de malla (70) $11,5 \pm 0,1$; este resultado concuerda con Chávez et al. (2016) quienes reportaron valores de a^* en un rango $14,96 \pm 0,30$ a $8,48 \pm 0,73$ en galletas de harina de frijol negro con sustituciones de 30 % , 70 %, también afirman que el aumento del croma rojizo oscuro se debe en parte a la sustitución y el pardeamiento no enzimático. Mota et al. (2020) reportaron en galletas elaboradas con lupino (leguminosa) que el testigo tuvo un color marrón dorado lo que puede explicarse por la reacción de Maillard, ya que las proteínas y los azúcares inician una compleja de reacciones durante el calentamiento (superior a 100 °C).

Las galletas con harina de frijol huallaguino y huasca con sustituciones de 12%, 17,5%, 22,5% fueron superiores al testigo $0,6 \pm 0,4$ con respecto al croma a^* , ya que estas galletas eran más oscuras y el color era más llamativo comparado con el testigo un color amarillo pálido (Figura 11). Al respecto Mota et al. (2021) reportaron una conducta diferente, donde se prefirió las galletas con harina de arroz frente a las galletas con harina de lupino; Bassinello et al. (2011) sostienen que el croma a^* depende del tipo de harina utilizada en las galletas.

En la Tabla 7 se presentan los resultados del croma b^* , se encontró diferencia estadística (Anexo - IXc) y según el ordenamiento de Tukey ($p \leq 0,05$) la galleta con mayor valor fue el testigo ($20,5 \pm 0,7$), indicando que el color dorado de la corteza obedece a la harina de trigo; este resultado fue contrario a lo mencionado por Giuberti et al. (2018) en galletas con harina de alfafa (leguminosa) con sustituciones de 15 %, 30 %, 45 %, así mismo indican que el croma b aumentaba el tono amarillo (b^*) a medida que subía la sustitución, sin embargo, el color de las galletas no solo está relacionado con el color de la harina utilizada, sino también con las reacciones que sucede durante el horneado, Pérez et al. (2013) mencionan que los bajos niveles de croma b^* son responsables del color marrón naranja que se forman después del horneado como producto de la reacción de Maillard en las galletas con harina de soya.

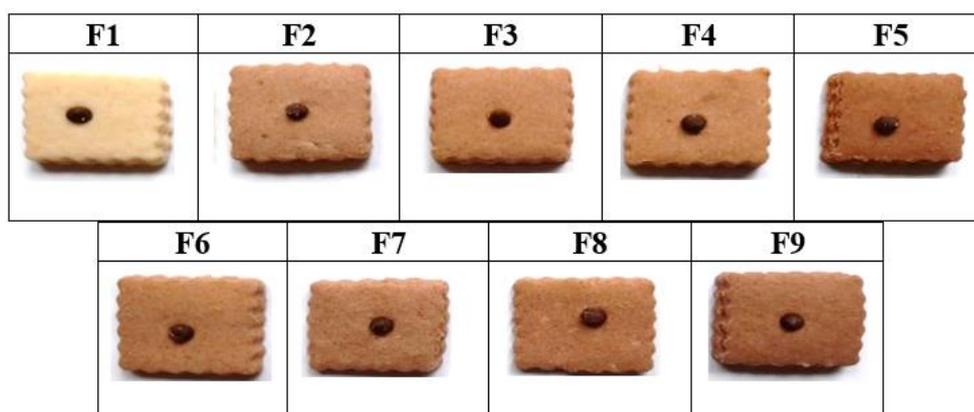


Figura 11. Resultado de la evaluación de color de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca

F1 (Testigo), F2 (Harina de frijol huallaguino, 12,0 % y N° malla:80), F3 (Harina de frijol huallaguino, 12,0 % y N° malla:70), F4 (Harina de frijol huallaguino, 17,5 % y N° malla:70), F5 (Harina de frijol huallaguino, 22,5 % y N° malla:70), F6 (Harina de frijol huasca, 12 % y N° malla:80), F7 (Harina de frijol huasca, 12 % y N° malla:70), F8 (Harina de frijol huasca, 17,5 % y N° malla:70), F9 (Harina de frijol huasca, 22,5 % y N° malla:70).

Tabla 7. Parámetros del color (L, a*, b*) de las galletas dulces

Galletas	Sustitución	N° Malla	Trat	L	a*	b*
Frijol huallaguino	---		F1	76,8 ± 1,2 ^a	0,6 ± 0,4 ^d	20,5 ± 0,7 ^a
	12 %	80	F2	60,6 ± 0,4 ^{bc}	10,7 ± 0,1 ^b	17,6 ± 0,1 ^b
	12 %	70	F3	60,2 ± 0,5 ^{bc}	10,4 ± 0,1 ^{bc}	16,7 ± 0,1 ^b
	17,5 %	70	F4	62,1 ± 0,4 ^b	9,6 ± 0,1 ^c	14,6 ± 0,1 ^{cd}
	22,5 %	70	F5	52,9 ± 0,3 ^f	11,5 ± 0,1 ^a	14,7 ± 0,1 ^c
Frijol huasca	12 %	80	F6	58,6 ± 1,0 ^{bcd}	10,1 ± 0,1 ^{bc}	14,6 ± 0,2 ^{cd}
	12 %	70	F7	57,0 ± 0,3 ^{cde}	9,7 ± 0,1 ^c	13,1 ± 0,1 ^{cde}
	17,5 %	70	F8	54,7 ± 0,5 ^{ef}	9,9 ± 0,1 ^{bc}	12,3 ± 0,2 ^e
	22,5 %	70	F9	55,6 ± 1,2 ^{def}	10,1 ± 0,1 ^{bc}	12,9 ± 0,5 ^{de}

Los valores representan (promedio ± SEM) repeticiones (n=3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p ≤ 0,05)

La galleta con menor valor de cromaticidad b* correspondió al tratamiento F8 harina frijol huasca con sustitución al 17,5 % y abertura de malla 70 (12,3 ± 0,2), esto indica que los tratamientos con concentraciones crecientes de harina de frijol redujeron significativamente los valores de croma y tonalidad por la ausencia de la tonalidad amarillo, tal como mencionan Tang & Liu (2017) que el aumento de b* se debe a la amarillez de las galletas

elaboradas con harina de soya fortificada; Guedes et al. (2022) mencionan que las galletas de soya con mayor sustitución tuvieron valores más bajos en el croma b* en relación con las muestras elaboradas solo con harina de trigo (muestra de control).

4.4. Determinación de la capacidad antioxidante (DPPH) de las galletas dulces con harina de frijol huallaguino y huasca

El antioxidante es un compuesto que puede inhibir la reacción de oxidación al eliminar los radicales libres, muchas legumbres tienen compuestos activos con esta propiedad, como los flavonoides y los compuestos fenólicos (Fidrianny et al., 2016); así mismo, el IC₅₀ es la concentración de antioxidantes necesario para reducir el DPPH en un 50 % (De Menezes et al., 2021). En la Tabla 8 y Figura 12 se muestran los resultados de la evaluación de la capacidad de inhibir al radical DPPH en las galletas dulces con harina de frijol huallaguino y huasca y según el análisis estadístico se encontró diferencia significativa (Anexo - XI) mediante Tukey ($p \leq 0,05$), la galleta que presentó mayor eficiencia para eliminar al radical DPPH fue aquella elaborada con harina de frijol huallaguino (22,5 % y abertura de malla 70) IC₅₀ $7,28 \pm 0,05$ mg/mL y la menor fue la galleta con 100 % harina de trigo (Testigo) con $13,5 \pm 0,20$ mg/mL, comportamiento parecido al de la investigación, fueron reportados por Shin et al. (2015) en su estudio de elaboración de galletas de frijol común con sustitución al 20 %, tuvo como resultado en IC₅₀ 56,36 mg/mL y en control con 100 % harina de trigo 82,39 mg/mL, indicando que el poder antioxidante tiene relación con el aumento en el nivel de sustitución mostrando una tendencia positiva en la capacidad de eliminación del radical DPPH y Espinosa et al. (2021) en su estudio de elaboración de galletas con frijol negro, señalaron mayor inhibición frente al radical DPPH (IC₅₀ 14,09 mg/mL) comparado al control (26,60 mg/mL), los autores aducen el efecto positivo a la sustitución de harina de trigo por frijol. Los frijoles de diferentes colores al blanco tienen buena capacidad antioxidante tal como lo indica Chávez (2014), que la biodisponibilidad en el grano de frijol que promueve una alta capacidad antioxidante esta dado por las antocianinas, polifenoles y flavonoides, que están presentes en las harinas y otros derivados. Durante el proceso de horneado se ha encontrado evidencias que mejora la capacidad antioxidante tal como lo indican Patrignani & Lupano (2016) en galletas horneadas entre 100 a 130° C, el contenido de antioxidantes aumenta significativamente debido a la reacción de Maillard la cual genera mayor melanoidinas.

Entre las galletas elaboradas con harina del frijol huallaguino (IC₅₀ $7,28 \pm 0,05$ mg/mL) y huasca (IC₅₀ $9,34 \pm 0,04$ mg/mL), fue mejor inhibiendo el radical DPPH el primero; este resultado puede ser explicado por Salas et al. (2018) reportan que entre las harinas de frijol huallaguino, huasca, sumak puka y panamito, tuvo mayor capacidad antioxidante el huallaguino

IC₅₀ 32,37 mg/mL comparado al huasca 57,43 mg/mL lo cual pudo estar relacionada a la testa del grano. Es importante resaltar que frijoles de color rojo, negro y morado tienen buen contenido de antocianinas comparado a los de color blanco y amarillo (Aknod et al., 2011) así mismo Salinas et al. (2005) & Oomah et al. (2005) mencionan que las antocianinas generalmente se localizan en la testa y los frijoles oscuros tienen mayor actividad antioxidante comparado a los de cascara blanca; finalmente Ombra et al. (2016) en su estudio de 12 variedades de frijoles entre color rojizos y amarillos, reportaron mayor contenido de flavonoides y antocianinas respectivamente, mostrando mejor poder antioxidante.

Tabla 8. Resultados de IC₅₀ del radical DPPH en galletas dulces con harina de frijol huallaguino y huasca

Galletas	Tratamiento	IC ₅₀ (mg/mL)
Testigo (100 % harina trigo)	F1	13,5 ± 0,20 ^a
Harina frijol huallaguino (22,5 %)	F2	7,28 ± 0,05 ^c
Harina frijol huasca (17,5 %)	F3	9,34 ± 0,04 ^b

Los valores representan (promedio ± SEM) datos provienen del experimento (n=3), Valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p ≤ 0,05)

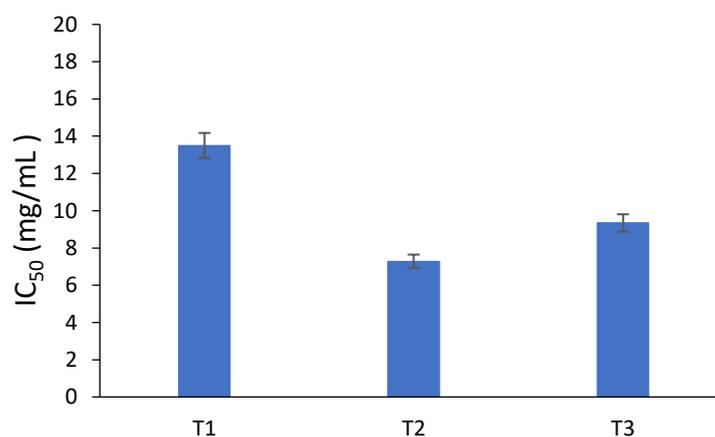


Figura 12. Comportamiento de DPPH IC₅₀ (mg/mL) en las galletas dulce con harina de frijol huallaguino, huasca y testigo.

Según los resultados de la prueba de aceptabilidad sensorial de las galletas con harina de frijol huallaguino y huasca, reportó mayor nivel de sustitución el huallaguino (22,5 %) y huasca (17,5 %). Se reportó también mayor capacidad en inhibir al radical DPPH, este efecto fue corroborado por Fasogbon et al. (2021) quienes indica que la sustitución está relacionado a capacidad de eliminación de radicales libres, por la presencia de compuesto

fenólicos y según Ontiveros et al. (2020) las leguminosas contienen compuestos polifenólicos con mayor capacidad antioxidante comparado a los cereales.

4.5. Determinación químico proximal de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.

▪ Humedad

En la Tabla 9 se presentan los resultados de la evaluación químico proximal de las galletas dulces elaboradas con harina de frijol huallaguino y huasca, con respecto a la humedad y según el análisis estadístico se encontró diferencia significativa (Anexo – XIIa) y mediante Tukey ($p \leq 0,05$), la galleta con mayor humedad fue F1 (100 % harina de trigo) 12,06 % y el menor correspondió al F3 (Harina de frijol huasca 17,5 %) 11,61 %; según la norma para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería RM N° 1020-2010/ MINSA menciona que el rango aceptable es de 12 %; así mismo, Eden & Rumambarsari, (2020) reportaron resultados similares en galletas elaboradas con frijol rojo (6,6 a 19,6%), pero Shahzad et al. (2020) reportaron un contenido de humedad en galletas de frijol de turkia estuvo entre 5,12 a 6,30 %, estas variaciones pueden ser justificadas por Ledesma & Milde (2010) lo cual mencionan que los productos elaborados con 100 % harina de trigo por ser un componente hidrófilo tiene mayor capacidad de unión de enlaces produciendo mayor interacción en el almidón y tendiendo a absorber mayor humedad. Es importante resaltar, si el contenido de humedad es mayor a 12 % en los producto horneados como pasteles, galletas y pan se promueven el crecimiento de bacterias y moho que pueden conducir a la descomposición del producto (Adebowale et al., 2012).

Tabla 9. Resultados del análisis del químico proximal de las galletas dulces con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.

Análisis	Galletas dulces		
	F1	F2	F3
Proteína bruta	8,87 ± 0,0 ^c	11,58 ± 0,0 ^a	11,03 ± 0,0 ^b
Grasa	21,60 ± 0,0 ^b	21,5 ± 0,0 ^b	23,6 ± 0,0 ^a
Fibra bruta	1,80 ± 0,0 ^b	2,48 ± 0,0 ^a	2,41 ± 0,0 ^a
Ceniza	1,40 ± 0,0 ^c	2,0 ± 0,0 ^a	1,61 ± 0,0 ^b
Carbohidrato	54,27 ± 0,0	50,52 ± 0,0	50,26 ± 0,0

Los valores representan (promedio ± SEM) repeticiones (n=3) valores de una misma fila con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$) F1(H. trigo 100 %), F2 (H. huallaguino, 22,5 %), F3(H. huasca, 17,5 %).

- **Proteína bruta**

En este análisis se encontró diferencia estadística (Anexo - XIIb) y según el ordenamiento de Tukey ($p \leq 0,05$) el mayor porcentaje en proteína bruta fue para la galleta con harina de frijol huallaguino al 22,5 %, con 11,58 % y el menor porcentaje fue para la galleta con 100 % harina de trigo 8,87 %. Según Silva & Alayo (2015) mencionan que se obtuvo un mayor porcentaje de proteína en galletas de pajuro con 24 % de sustitución (leguminosa) 15,75% y el testigo (100 % harina de trigo) obtuvo un menor de proteína 10,28 %, esto podría aducirse debido a que en la formulación hay un mayor porcentaje de harina de pajuro y en el estudio el huallaguino tuvo 22,5 %. El uso de harina de leguminosa precocidas es una buena alternativa para la elaboración de galletas tal como lo indica Aviles (2019) quien recomienda adicionar legumbres a productos de panadería para mejorar su calidad nutricional, porque aumenta la calidad y cantidad proteica; así mismo, Noreña et al. (2019) reportaron entre 9,3 a 4,9 % de proteína en galletas de frijol petaco con sustitución de 50 % a 25 %, también realizó una sustitución de frijol y yuca en 50 % a 25 % observando que a medida sustituía el frijol aumentaba el porcentaje de proteína. Cerón & Tamayo (2021) elaboraron galletas sin gluten utilizando frijol como fuente de proteína (21,22 % a 24,81 %) y demostraron que el producto contenía la cantidad razonable en la ingesta. Fernandes et al. (2010) afirmaron que los en los frijoles cocidos con agua de remojo o sin agua de remojo, tienen mayor contenido de proteína en comparación con frijoles crudos o frijoles remojados sin cocer.

- **Grasa**

Las grasas están muy presentes en productos horneados por la textura, volumen, suavidad y mantener la humedad adecuada (Patel et al., 2020); al respecto se encontró diferencia estadística significativa (Anexo - XIIc) y según Tukey ($p \leq 0,05$) la galleta que presentó el mayor porcentaje en grasa correspondió al F3 (Harina de frijol huasca, 17,5 %) 23,6 % y el menor fueron estadísticamente iguales la galleta F2 (Harina de frijol huallaguino, 22,5 %) 21,5 % y F1 (Harina de trigo 100 %) 21,6 %; de los resultados se puede aducir que el contenido graso entre el testigo y las galletas elaboradas con frijol no mostraron alta diferencia, además todas las galletas tuvieron en la formulación 13 % de grasa vegetal; comportamiento similar lo presentó Ibrahim (2017) cuando elaboró galletas con sustitución harina de sorgo, harina de frijol y harina de trigo (40:40:20) fue 20,11 % y el testigo tuvo 21,90; también, Rani & Punia, (2015) elaboraron galletas con harina de frijol con sustitución de 5 y 10 %, reportando valores de 25% y en testigo 23,5%; así mismo Celmeli et al. (2018) realizaron un estudio en frijol comparando variedades locales con modernas y encontró mayor contenido graso en las locales,

siendo consideradas como una fuente significativa de componentes nutricionales para la seguridad alimentaria y una vida sana.

- **Fibra**

La fibra es el principal polisacárido de las plantas y es resistente a la hidrólisis de las enzimas digestivas humanas (Slavin, 2003); En la Tabla 9 se muestran los resultados del análisis químico proximal y con respecto al porcentaje de fibra se encontró diferencia estadística (Anexo - XIId) y según Tukey ($p \leq 0,05$) las galletas con mayor porcentaje de fibra fueron F2 (Harina de frijol huallaguino, 22,5 %) 2,48 y F3 (Harina de frijol huasca, 17,5 %) 2,41 y el menor fue F1 (100 % harina de trigo) con 1,80. Según Sparvoli et al. (2016) quienes elaboraron galletas con harina de frijol cocido y sustituciones entre 26,7 a 64,3 % encontraron que el mayor porcentaje de fibra fue para el de mayor sustitución con 2,28 % y el control solo tuvo 1,80 %; un comportamiento diferente reportaron Talabi et al. (2019) en galletas con harina de frijol macrotyloma cocido, semilla de moringa y trigo bambara, al sustituir 30 % la fibra fue 1,84 % y el testigo tuvo 2,83 %. Es importante resaltar que los frijoles comunes se han caracterizado por ser un alimento casi perfecto debido a su alto contenido de fibra y composición de micronutrientes, demostrando que las galletas sin gluten tuvieron cantidades razonables de nutrientes (Camara et al., 2013).

- **Ceniza**

Las cenizas en los alimentos están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado (Márquez, 2014). Según los resultados en la Tabla 9 se encontró diferencia significativa (Anexo – XIIe) y según Tukey ($p \leq 0,05$) la galleta que presentó mayor porcentaje en ceniza fue F2 (Harina de frijol huallaguino, 22,5 %) 2,0 % y el menor F1 (100% harina de trigo) 1,40 %. Según Gajanayaka et al. (2021) en galletas con 20 % de harina frijol alado cocido reportaron 6,17 % superior al testigo 5,01 %; mientras que Cruz et al. (2015) obtuvieron valores en cenizas en galleta con frijol cocido 2,51 % y en el testigo 1,80 %; Chamorro & Alegre (2010) mencionan que al sustituir al 10 % con harina de frijol nuña precodido, reporto un aumento considerable de cenizas (2,1 %) en comparación con la harina de trigo.

- **Carbohidrato**

Los carbohidratos en los alimentos son importantes como fuente de energía y en el mundo representa más del 70 % del valor calórico de la dieta humana (Bemiller, 2010); la galleta que presentó el mayor porcentaje de carbohidrato fue F1 (Harina de trigo 100 %) 54,27 % y el menor porcentaje de carbohidrato fue para las galletas con harina de frijol huallaguino y

huasca cocidos con 50,52 - 50,26 %. Según Sakung et al. (2021) reportaron en su estudio de elaboración de galletas harina de chayote y frijol mungo cocido con sustitución 75:25, fue el mejor con 53,68 %. Roy et al. (2020) cuando elaboraron galletas de frijol de red kidney cocido al sustituir 30 % obtuvo 63,89 % y en el control 72,08 %; Ielaboye et al. (2020) indicaron que a medida que se aumenta la cantidad de sorgo, el contenido de carbohidratos disminuye, además permite valorar un recurso agrícola y abaratar los costos de producto de panadería.

V. CONCLUSIONES

- Las galletas dulces elaboradas con harina de frijol huallaguino con 22,5 % y frijol huasca con 12 % con un espesor de 0,5 cm, cortado (3 x 3 cm), horneado a 120 °C por 13 min y enfriados a 15 min a temperatura de ambiente tuvieron mejor calificativo en los atributos color, olor, sabor y textura comparado a la galleta testigo (100 % harina de trigo).
- El modelo matemático de Rossin Rammler Benner (RRB) para determinar la granulometría de las harinas de frijol huallaguino y huasca tuvo mejor ajuste en el coeficiente de correlación de 0,96 y la mejor respuesta en la retención de malla 70 (212 um).
- La galleta dulce elaborada con harina de frijol huallaguino con sustitución al 22,5 % y abertura de malla 70 obtuvo la mayor capacidad antioxidante (DPPH) $IC_{50} 7,28 \pm 0,05$ mg/mL.
- La galleta dulce testigo presento la mayor luminosidad ($L^* 76,8 \pm 1,2$) y croma $b^* (20,5 \pm 0,7)$, el mayor croma $a^* (11,5 \pm 0,1)$ fue para la galleta elaborada con harina de frijol huallaguino, sustitución 22,5 % y N° de malla:70.
- La galleta dulce con sustitución 22,5 % de harina de frijol huallaguino cocido presento el mayor contenido de proteína 11,58 %, grasa 21,5 %, fibra 2,48 %, ceniza 2,0 % y menor carbohidrato 50,52% comparado al testigo.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de la harina de frijol huallaguino y huasca en estado crudo en la elaboración de galletas para establecer su comportamiento durante el almacenamiento y su vida útil.
- Realizar aplicaciones con los modelos Rossin Rammler Benner, Gates Gaudin Schuhmann y sigmoide en la distribución granulométrica en harina de leguminosas y su comportamiento farinográfico en la masa.
- Estudiar los compuestos bioactivos (polifenoles, antocianinas y vitaminas), micronutriente (minerales) y atributos sensoriales en panes con sustituciones mayores de 22,5 % con harina de frijol huallaguino y huasca.
- Estudiar el contenido de fibra dietética y la influencia en las propiedades sensoriales y texturales (fractabilidad, crocantes, adhesividad, elasticidad y resistencia) en galletas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.
- Estudiar las propiedades tecnológicas funcionales (claridad, estabilidad a la congelación – descongelación, solubilidad en agua fría y capacidad de retención de agua) y morfológicas en el almidón de frijol huallaguino y huasca.

VII. REFERENCIAS

- Adebowale, A. A., Adegoke, M. T., Sanni, S. A., Adegunwa, M. O., & Fetuga, G. O. (2012). Functional properties and biscuit making potentials of sorghum-wheat flour composite. *American Journal of food technology*, 7(6), 372-379. doi.org/10.3923/ajft.2012.372.379
- Agrifina, M., & Lubis, Z. (2021). Acceptability of cookies substituted with mocaf flour and varied with red bean flour and herbal chicken gizzard. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 912, No. 1, p. 012100). IOP Publishing. doi.org/10.1088/1755-1315/912/1/012100
- Almirudis Echeverria, S. J. (2018). Efecto de la humedad de alimentación y la temperatura de extrusión sobre la capacidad antioxidante y calidad nutricional in-vivo en Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) (Master's thesis, ALMIRUDIS ECHEVERRIA, SOCRATES JOEL). [Tesis Maestro en Ciencias, Universidad de Sonora] Repositório <http://repositorioinstitucional.unison.mx/bitstream/20.500.12984/4243/1/almirudisecheverriasocratesjoelm.pdf>
- Aknod, A. S. M. G. M., Khandaker, L., Berthold, J., Gates, L., Peters, K., Delong, H., & Hossain, K. (2011). Anthocyanin, total polyphenols and antioxidant activity of common bean (No. RESEARCH). doi.org/10.3923/ajft.2011.385.394
- Ángel, G & Ruiz, M. (2010). *Tratado de nutrición: composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Madrid, España, Editorial Médica Panamericana. v. 2, 120 p.
- Arukwe, D. C., Ezeocha, V. C., & Ubbor, S. C. (2021). Production and Evaluation of Cookies from Composites of Sprouted Wheat, Sorghum and African Yam Bean Seed Flours. *Nigeria Agricultural Journal*, 52(2), 277-283.
- Almeida, R., Hilleshein Jr, J., Silva, A., & Silva, P. (2017). Estudo Da Absorção De Óleo Em Revestimentos De Produtos Empanados. doi.org/10.5151/chemeng-cobeqic2017-038
- Arroyo Saez, M. I., & Barrientos Cruz, A. N. (2014). Elaboración y evaluación de las características organolépticas de galletas dulces integrales enriquecida a base de trigo (*Triticum vulgare*) y salvado de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) variedad blanca Junín. [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Centro del Perú] Repositorio <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3061/Arroyo%20Saez-Barrientos%20Cruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arango Gutiérrez, G. P., Vergara Ruiz, R. A., & Mejía Vélez, H. (2004). Analisis composicional, microbiológico y digestibilidad de la proteína de la harina de larvas de

- Hermetia illuscens* L (Diptera: stratiomyiidae) en Angelópolis-Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 57(2), 2491-2500. [Tesis Ingeniero Agronomo, Universidad Nacional de Colombia]
- Aráuz Escobar, A. N., & Ortiz Guevara, R. C. (2005). Elaboración de harina de fríjol instantánea (*Phaseolus Vulgaris*) (Doctoral dissertation). [Tesis Ingeniero en alimentos, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua] Repositorio <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/657/1/199093.pdf>
- Aviles Deza, J. R. (2019). Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con harina de quinua negra (*Chenopodium petiolare kunth*) germinada. [Tesis de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional Del Altiplano] Repositorio http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11664/Aviles_Deza_Jose_Rosendo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Anzaldúa, A. (2005). La evaluación sensorial de los alimentos en la práctica y en la teoría. Zaragoza, España: Editorial Acribia. S. A.
- Bassinello, P. Z., de GC Freitas, D., Ascheri, J. L. R., Takeiti, C. Y., Carvalho, R. N., Koakuzu, S. N., & Carvalho, A. V. (2011). Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. *Procedia Food Science*, 1, 1645-1652. doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.243
- Barak, S., Mudgil, D., & Khatkar, B. S. (2014). Effect of flour particle size and damaged starch on the quality of cookies. *Journal of food science and technology*, 51(7), 1342-1348. doi.org/10.1007/s13197-012-0627-x
- Barreira, J. C., Nunes, M. A., Da Silva, B. V., Pimentel, F. B., Costa, A. S., Alvarez-Ortí, M., & Oliveira, M. B. P. (2019). Almond cold-pressed oil by-product as ingredient for cookies with potential health benefits: Chemical and sensory evaluation. *Food Science and Human Wellness*, 8(3), 292-298. doi.org/10.1016/j.fshw.2019.07.002
- Barber, L. I., & Obinna-Echem, P. C. (2016). Nutrient composition, physical and sensory properties of wheat-African walnut cookies. *Sky Journal of Food Science*, 5(4), 24-30.
- Bardales, Y. E., Ramírez, N. E. G., & Minaya, R. E. T. (2018). Sustitución de la harina de trigo por harina de quinua y puré de espinaca en la elaboración de una pasta enriquecida y fortificada. *Aporte Santiaguino*, ág-69. doi.org/10.32911/as.2018.v11.n1.457
- BeMiller, J. N. (2010). Carbohydrate analysis. In *Food analysis*. Springer, Boston, MA. doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_10
- Berna P. (1995). Obtención y caracterización de harinas a partir de germinados de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y lenteja (*Lens culinaris*). [Tesis Universidad Nacional

- Agraria La Molina] Repositorio
http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3538/Castillo_Zapana_Efrain_Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bourré, L., Frohlich, P., Young, G., Borsuk, Y., Sopiwnyk, E., Sarkar, A., & Malcolmson, L. (2019). Influence of particle size on flour and baking properties of yellow pea, navy bean, and red lentil flours. *Cereal Chemistry*, 96(4), 655-667. doi.org/10.1002/cche.10161
- Boz, H. (2019). Effect of flour and sugar particle size on the properties of cookie dough and cookie. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(2), 120-127. doi.org/10.17221/161/2017-cjfs
- Bueno Soto, M. E. (2017). Formulación y evaluación de galletas de avena (*Avena sativa*) y harina de linaza (*Linum usitatissimum*), con características de Alimento Funcional”. [Tesis Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos , Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa] Repositorio <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6127>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5
- Candriasih, Putu, Aslinda, Werry, Fitriyani, Rizqi, Adhyanti, & Bohari, Bohari. (2021). Sensory Evaluation of Nastar Cookies with Addition of Peanut (*Arachis Hypogaea* L.) and Mung Bean Flour Substitution (*Vigna Radiata* L.) as High Vegetable Protein Snack. doi.org/10.31838/ijpr/2021.13.01.332
- Cappa, C., Kelly, J. y NG, P. (2019). Baking performance of 25 edible dry bean powders: Correlation between cookie quality and rapid test indices. *Food Chemistry*. Milano. Italy. 302 (2020): 1-11. doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125338
- Carhua Ponce, A. R., & Huancas Oblitas, W. (2021). Estudio de Biología floral de frijol Bayo *Phaseolus vulgaris* L con fines de conservación de su biodiversidad, Morales, Perú. [Tesis, Universidad peruana unión] Repositorio <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/5130>.
- Caballero, García, M. A., Córdova-Téllez, L., & López-Herrera, A. D. J. (2019). Validación empírica de la teoría multicéntrica del origen y diversidad del maíz en México. *Revista fitotecnica mexicana*, 42(4), 357-366. <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.4.357-366>
- Cahyana, Y., & Restiani, R. (2017). Wheat Flour Substitution with Retrograded Banana Flour to Produce Cookies Possessing Good Physical Characteristics and Low Glycemic Index. *KnE Life Sciences*, 556-562. doi.org/10.18502/cls.v2i6.1075

- Calvo, C., Durán, L. (1997). Propiedades físicas II: Ópticas y color. Temas en Tecnología de Alimentos. Editado por J. M. Aguilera. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Castro, L. S., & Barañano, A. G. (2017). Aplicação dos modelos matemáticos na distribuição granulométrica da casca de ovo. Encontro de Física Aplicada, 8. doi.org/10.5151/phypro-viii-efa-24
- Castro, L. S, Celeri, E. P & Barañano, A. G. (2019). Aplicação dos modelos para distribuição granulométrica para resíduo de mármore branco. Bluncher 1- 4 p. doi.org/10.5151/ecfa2019-08
- Camara, C. R., Urrea, C. A., & Schlegel, V. (2013). Pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as a functional food: implications on human health. Agriculture, 3(1), 90-111. doi.org/10.3390/agriculture3010090
- Capurro Lévano, J. M., & Huerta Lauya, D. G. (2016). Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*), quinua (*cheropodium quinoa*) y maíz (*zea mays*). [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional Del Santa de Chimbote] Repositorio <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2629>
- Cabezas-Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., & Vargas-Zárate, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. Revista de la Facultad de Medicina, 64(4), 761-768. doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684
- Caldwell, G., Yan, Z., Lang, W., & A Masucci, J. (2012). The IC50 concept revisited. Current topics in medicinal chemistry, 12(11), 1282-1290. doi.org/10.2174/156802612800672844
- Cerón Solarte, C. S., & Tamayo López, K. Y. (2021). Desarrollo de un pan sin gluten, a base de una mezcla de harinas de haba (*Vicia faba*), frijol (*Phaseolus vulgaris* L) y maíz capio *Zeas mays*, aplicando goma xantan y carboximetilcelulosa (CMC) como mejoradores de las características físicas [Tesis de Especialidad Alimentación y Nutrición, Corporación Universitaria Lasallista] Repositorio <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/3266>
- Celmeli, T., Sari, H., Canci, H., Sari, D., Adak, A., Eker, T., & Toker, C. (2018). The nutritional content of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in comparison to modern varieties. Agronomy, 8(9), 166. doi.org/10.3390/agronomy8090166
- Cochran, W. G., & Cox, G. M. (1965). Diseños experimentales (No. 001.424 C647.). Trillas.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (2001). Galletas, Parámetros de calidad., Norma 1483, (2) 1-11.

- Cruz, R., Guzmán, S., Herrera, M., Cid, J., & Juárez, M. (2015). Galletas con harina de frijol de alta calidad nutricional y nutracéutica. *Campo Experimental Zacatecas*. (México). Folleto Técnico, (66), 28.
- Codex Standard 152. (1985). Norma del CODEX para la harina de trigo.
- Czaja, T., Sobota, A., & Szostak, R. (2020). Quantification of ash and moisture in wheat flour by Raman spectroscopy. *Foods*, 9(3), 280. doi.org/10.3390/foods9030280
- Chávez-Santoscoy, R. A., Gutiérrez-Urbe, J. A., Serna-Saldivar, S. O., & Perez-Carrillo, E. (2016). Production of maize tortillas and cookies from nixtamalized flour enriched with anthocyanins, flavonoids and saponins extracted from black bean (*Phaseolus vulgaris*) seed coats. *Food Chemistry*, 192, 90-97. doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.113
- Chávez-Servia, J. L. (2014). Variación agromorfológica y de componentes nutricionales y nutracéuticos en una colección de poblaciones nativas de frijol. Proyecto Multidisciplinario de Investigación (SIP-IPN). [Tesis Ingeniero Agronomo, Instituto Politécnico Nacional] Repositorio <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/19343>
- Chamorro, R. A. M., & Alegre, K. I. M. (2010). Elaboración de pan con sustitución parcial de harina pre cocida de ñuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis*). *Revista de investigacion en Ciencia y Tecnologia de Alimentos*, 1(1).
- Cheng, Y. F., & Bhat, R. (2016). Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour. *Food Bioscience*, 14, 54-61. doi.org/10.1016/j.fbio.2016.03.002
- Chung, H. J., Cho, A., & Lim, S. T. (2014). Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rices in sugar-snap cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 57(1), 260-266. doi.org/10.1016/j.lwt.2014.01.018
- Dang, D. S., Buhler, J. F., Stafford, C. D., Taylor, M. J., Shippen, J. E., Dai, X., & Matarneh, S. K. (2021). Nix Pro 2 and Color Muse as potential colorimeters for evaluating color in foods. *LWT*, 147, 111648. doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111648
- De Menezes, B. B., Frescura, L. M., Duarte, R., Villetti, M. A., & Da Rosa, M. B. (2021). A critical examination of the DPPH method: Mistakes and inconsistencies in stoichiometry and IC50 determination by UV-Vis spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 1157, 338398. doi.org/10.1016/j.aca.2021.338398
- Domínguez, M. R. (2007). Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Instituto de Investigación Nutricional-IIN Consultora-AgroSalud, 2-45.

- Dubois, M. E., & Gaido, Z. A. (2004). Calidad panadera en cuatro ciclos de selección recurrente de trigo pan. In VI Congreso Nacional de Trigo y IV Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. Bahía Blanca, Argentina p. 17-18. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668298X2006000200008&script=sci_arttext&tlng=pt
- Duque, A. L., Giraldo, G. A., & Mejía, C. M. (2007). Variación del color en mango, mora y uchuva en diferentes tratamientos de deshidratación osmótica. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, (17), 19-25.
- Dagnino, J. (2014). Coeficiente de correlacion lineal de pearson. *Chil Anest*, 43(1), 150-153.
- Dehghan Nasiri, F., Mohebbi, M., Tabatabaee Yazdi, F., & Haddad Khodaparast, M. H. (2012). Effects of soy and corn flour addition on batter rheology and quality of deep fat-fried shrimp nuggets. *Food and Bioprocess Technology*, 5(4), 1238-1245. doi.org/10.1007/s11947-010-0423-4
- Eden, W. T., & Rumambarsari, C. O. (2020). Proximate analysis of soybean and red beans cookies according to the Indonesian National Standard. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1567, No. 2, p. 022033). IOP Publishing. doi.org/10.1088/1742-6596/1567/2/022033
- Espinosa-Páez, E., Hernández-Luna, C. E., Longoria-García, S., Martínez-Silva, P. A., Ortiz-Rodríguez, I., Villarreal-Vera, M. T., & Cantú-Saldaña, C. M. (2021). *Pleurotus ostreatus*: A potential concurrent biotransformation agent/ingredient on development of functional foods (cookies). *Lwt*, 148, 111727. doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111727
- Fasogbon, B. M., Akinwande, F. F., Ademuyiwa, O. H., & Bamidele, O. P. (2021). The influence of cooked grated African walnut on the nutritional composition, antioxidant and sensorial properties of a cookie snack. *Journal of Culinary Science & Technology*, 1-14. doi.org/10.1080/15428052.2021.1955797
- Falla Dejo, F. T., & Ramón Lluén, M. Y. (2019). Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*). [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo] Repositorio <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3970>
- FAO (Food and Agricultural Organization). (2016). Fichas técnicas: procesados de cereales. Repositorio <http://www.fao.org/3/aau166s.pdf>.
- Fernandes, A. C., Nishida, W., & da Costa Proença, R. P. (2010). Influence of soaking on the nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cooked with or without the

- soaking water: a review. *International journal of food science & technology*, 45(11), 2209-2218. doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02395.x
- Fidrianny, I., Elviana, D., & Ruslan, K. (2016). In vitro antioxidant activities in various beans extracts of five legumes from West of Java-Indonesia using DPPH and ABTS methods. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(3), 470-476.
- Figura, L., & Teixeira, A. A. (2007). *Food physics: physical properties-measurement and applications*. Springer Science & Business Media.
- Flores Perca, Y. Y. (2016). Evaluación del efecto aislado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) variedad blanca juli, en las características sensoriales de galletas enriquecidas. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna] Repositorio. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1839>
- García, E. I. H., Rivera, W. A. B., Rivera, R. E., & Navarro, S. L. B. (2017). Producción de harina de frijoles (*phaseolus vulgaris*) y evaluación sensorial. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 7(1), 11-17. doi.org/10.5377/elhigo.v7i1.8616
- Grández Gil, G. (2012). Evaluación sensorial y físico-química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones.
- Garcia Cari, G. R., & Garcia Cari, J. C. (2022). Determinación del contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante de tres extractos de hojas de berberis vulgaris (agracejo), por efecto del ultrasonido, Arequipa-2021. [Tesis Químico Farmacéutico, Universidad Privada Autónoma Del Sur] Repositorio. <http://repositorio.upads.edu.pe/handle/UPADS/260>
- Gajanayaka, P. R., Jemziya, M. B. F., & Rifath, M. R. A. (2021). Production and Nutritional Evaluation of Protein Enriched Cookies Incorporated with Winged Beans (*Psophocarpus tetragonolobus*). *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 19(4), 542-547. doi.org/10.5455/jbau.119656
- Greenfield, H., & Southgate, D. A. (2003). *Food composition data: production, management, and use*. Food & Agriculture Org.
- Giuberti, G., Rocchetti, G., Sigolo, S., Fortunati, P., Lucini, L., & Gallo, A. (2018). Exploitation of alfalfa seed (*Medicago sativa* L.) flour into gluten-free rice cookies: Nutritional, antioxidant and quality characteristics. *Food chemistry*, 239, 679-687. doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.004
- Guedes, V. A., Venturini, A. C., Carvalho, R. A., & Vanin, F. M. (2022). Manufacture of a Low-Cost Cookie with High Levels of Soy Flour: Evaluation of Physical and Sensory

- Properties in Order to Develop a Healthy and Nutritious Product for Developing Countries. doi.org/10.2139/ssrn.4031705
- Gutiérrez-Soto, M. V., Chaves-Barrantes, N., Hernández-Fonseca, J. C., Araya-Villalobos, R., & Ureña-Solís, D. (2009). Ambientes protegidos para el almacenamiento temporal y el secado del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el campo. *agronomía mesoamericana*, 20(2), 255-262. doi.org/10.15517/am.v20i2.4942
- González, I., Periago, M., & García, F. (2017). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población Española. *Revista Española de Nutrición Humana y dietética*. Vol.21(Núm.4), p.322. doi.org/10.14306/renhyd.21.4.357
- González-Torres, L., Téllez-Valencia, A., Sampedro, J. G., & Nájera, H. (2007). Las proteínas en la nutrición. *Revista salud pública y nutrición*, 8(2), 1-7.
- Goigochea Pinchi, D. (2015). “Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (ferti em) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*phaseolus vulgaris*) variedad huasca poroto en el distrito de Lamas. [Tesis Ingeniero Agronomo, Universidad Nacional de San Martín] Repositorio. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/551>
- Handa, C., Goomer, S., & Siddhu, A. (2012). Physicochemical properties and sensory evaluation of fructoligosaccharide enriched cookies. *Journal of food science and technology*, 49(2), 192-199. doi.org/10.1007/s13197-011-0277-4
- Hough, G. (2000). Textura sensorial de galletitas crocantes en función de su composición, humedad y temperatura de transición vítrea . [Tesis en Doctoral Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires] Repositorio https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3258_Hough.pdf
- Huaman Romero, D. A., & Norabuena Cruz, S. L. (2021). Distribución y simulación matemática del tamaño de partícula de harinas comerciales. [Tesis en Ingeniería en Alimentos, Universidad Nacional Del Callao] Repositorio http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/6002/TESIS_PREGRA DO_HUAMAN_NORABUENA_FIPA_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial. Bogotá, DC. Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje.
- Herrera, T. (2016). Influencia del proceso de germinación en el contenido y biodisponibilidad de melatonina en semillas de legumbres. [Tesis, Universidad autónoma de madrid] Repositorio <https://repositorio.uam.es/handle/10486/674804>.

- Heredia Mira, F. J., Vicario Romero, I., González-Miret Martín, M. L., Escudero Gilete, M. L., Meléndez Martínez, A. J., Gordillo Arrobas, B. & Bejines Mejías, E. (2016). Investigación en color y calidad de alimentos.
- Ibrahim, O. S. (2017). Utilization of sorghum, broken rice and white beans flours for producing high nutritional value and high quality gluten-free biscuits. *Current Science International*, (6), 670-683.
- Ilelaboye, N. O. A., & Jesusina, T. I. (2020). Proximate composition, functional properties and sensory evaluation of cracker biscuit from okara fortified plantain-sorghum flour blend. *Journal of Women in Technical Education and Employment (JOWITED)*, 1(1), 17-27. doi.org/10.9734/afsj/2018/44093
- Isuiza, G. G. P., Perez, J. F. L., Sánchez, I. C., Olano, J. C., Salas, W., & Delgado, L. F. V. (2018). Vida en anaquel de galletas saladas utilizando pruebas aceleradas. In *Anales Científicos* (Vol. 79, No. 1, pp. 218-225). Universidad Nacional Agraria La Molina. doi.org/10.21704/ac.v79i1.1166
- Joung, K. Y., Song, K. Y., Zhang, Y., Shin, S. Y., & Kim, Y. S. (2017). Quality characteristics and antioxidant activities of cookies containing teff (*Eragrostis tef*) flour. *The Korean Journal of Food And Nutrition*, 30(3), 501-509.
- Kent, N. L. (1971). Tecnología de los cereales. In *Tecnología de los cereales* (pp. viii-267).
- Kaur, P., Sharma, P., Kumar, V., Panghal, A., Kaur, J., & Gat, Y. (2019). Effect of addition of flaxseed flour on phytochemical, physicochemical, nutritional, and textural properties of cookies. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(4), 372-377. doi.org/10.1016/j.jssas.2017.12.004
- Laguna, L., Primo-Martín, C., Salvador, A., & Sanz, T. (2013). Inulin and erythritol as sucrose replacers in short-dough cookies: sensory, fracture, and acoustic properties. *Journal of food science*, 78(5), S777-S784. doi.org/10.1111/1750-3841.12119
- Lastra Moya, C. (2014). Efectos en el macizo rocoso y en la fragmentación inducidos por tronadura en túneles. [Título de Ingeniero Civil De Minas, Universidad De Chile] Repositório https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130315/cf-lastra_cm.pdf?sequence=1
- Lestari, L. A., Huriyati, E., & Marsono, Y. (2017). The development of low glycemic index cookie bars from foxtail millet (*Setaria italica*), arrowroot (*Maranta arundinacea*) flour, and kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of food science and technology*, 54(6), 1406-1413. doi.org/10.1007/s13197-017-2552-5

- Ledesma, E. S., & Milde, L. B. (2010). Composición química de panes de fécula de mandioca suplementados con diferentes aditivos. *Revista de Ciencia y Tecnología*, (14), 43-48. [Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Misiones] Repositorio http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185175872010000200008&lng=pt&tlng=en
- Lapčíková, B., Burešová, I., Lapčík, L., Dabash, V., & Valenta, T. (2019). Impact of particle size on wheat dough and bread characteristics. *Food chemistry*, 297, 124938. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.06.005>
- Lopez Paz, R. (2018). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum* L.) por cáscara de mango (*mangifera indica* L.) var. kent en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Privada Antenor Orrego] Repositorio <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4375>
- Los, F. G. B., Zielinski, A. A. F., Wojeicchowski, J. P., Nogueira, A., & Demiate, I. M. (2018). Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): whole seeds with complex chemical composition. *Current Opinion in Food Science*, 19, 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.010>
- Márquez Siguas, B. M. (2014). Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional De San Agustín] Repositorio <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4188>
- Mahendradatta, M., Tahir, M. M., Rahman, A. N. F., Abdullah, N., & Marina, N. (2020). Utilization of Cocoa Bean Husk Extract (*Theobroma cacao* L) on The Product Chocolate Cookies. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 42-48. doi.org/10.20956/canrea.v3i1.279
- Manfugás, J. E. (2020). Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Universitaria (Cuba).
- Manley, D. (2000). *Technology of biscuits, crackers and cookies*. Woodhead Publishing Ltd. doi.org/10.1533/9781855736597.3.229
- Matté, L. S., Silva, G S.& Sfredo, M. A. (2017). Estudo da aplicação de modelos matemáticos para a distribuição granulométrica de aveia em flocos finos. [Educação, Ciência e Tecnologia, Câmpus Erechim] Repositorio http://erechim.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2014101713118708poster_iii_jepex_estudo_da_aplicacao_de_modelos_matematicos.pdf.
- Manley, D. J., & Duncan, J. (1989). *Tecnología de la industria galletera. Galletas, crackers y otros horneados*. Zaragoza: Editorial Acribia.

- Martínez, N., Castillo Ruiz, O., Rodríguez Castillejos, G., Perales-Torres, A., & Gonzalez Perez, A. L. (2017). Nutritional, texture and sensory profile of cookies from wheat, sorghum and bean. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(3), 227-234.
- Mariotti, F., Tomé, D., & Mirand, P. P. (2008). Converting nitrogen into protein—beyond 6.25 and Jones' factors. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(2), 177-184. doi.org/10.1080/10408390701279749
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro sur*, 42(2), 57-66.
- Mazón, N. V. C., Yacelga, J. C. S., Machado, E. R. R., Murillo, P. L. G., & Mena, M. E. C. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de las Ciencias*, 4(3), 253-263. doi.org/10.23857/dc.v4i3.807
- Maman, R., & Yu, J. (2019). Chemical composition and particle size of grape seed flour and their effects on the characteristics of cookies. *Journal of Food Research*, 8(4), 111. doi.org/10.5539/jfr.v8n4p111
- Machuca Flores, M. L., & Meyhuay Soto, F. J. (2017). Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (*Oryza sativa*) y harina de lenteja (*Lens culinaris*). [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Centro del Perú] Repositorio <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4775>
- Mederos, Y. (2013). Indicadores De La Calidad En El Grano De Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 27(3), 55-62.
- Meloy T.P. & Clark N.N. (1987). Introduction to modern particle size and shape characterization. Powder and Bulk Solids Conference Exhibition, Rosemont.
- MINSA, (2011). Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. RM N°1020-2010/MINSSA. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>
- Miranda, S. A., & Santos, K. (2020). Produção de cebola desidratada em secador solar convectivo de bandeja. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. doi.org/10.18554/rbcti.v5i2.3345
- Montes Tornero, R. L. (2014). Determinación de las características nutricionales y organolépticas de galletas enriquecidas con harina trigo (*triticum aestivum* l.) y harina de haba (*vicia faba* l.). [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica] Repositorio <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/96>

- Moscol Albañil, I. D. P., Peltroche Saavedra, G., & Ruesta García, V. A. (2021). Predicción de parámetros de calidad de la harina de pescado utilizando Imágenes Hiperespectrales y Redes Neuronales Artificiales. [Ingeniería Mecánico, Universidad de Piura] Repositorio https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/514/T_IME_2109.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mota, J., Lima, A., B Ferreira, R., & Raymundo, A. (2020). Lupin seed protein extract can efficiently enrich the physical properties of cookies prepared with alternative flours. *Foods*, 9(8), 1064. doi.org/10.3390/foods9081064
- Mota, J., Lima, A., Ferreira, R. B., & Raymundo, A. (2021). Technological Potential of a Lupin Protein Concentrate as a Nutraceutical Delivery System in Baked Cookies. *Foods*, 10(8), 1929. doi.org/10.3390/foods10081929.
- Mölleken, R. E. (2013). Parámetros colorimétricos en madera: sistemas Munsell x CIE-L* a* b. [Tesis Arte y Diseño, Universidad Federal De Paraná] Repositorio <https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/45647/RICHARD%20EDUARD%20MOLLEKEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mollinedo Patzi, M. A., & Benavides Calderón, G. L. (2014). Carbohidratos. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, (41), 2133.
- Morales Morales, A. E., Andueza-Noh, R. H., Márquez-Quiroz, C., Benavides-Mendoza, A., Tun-Suarez, J. M., González-Moreno, A., & Alvarado-López, C. J. (2019). Caracterización morfológica de semillas de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) de la Península de Yucatán. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(18), 463-475. <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2171>
- Muñoz Alvarez, F. E. (2011). Aislamiento y purificación parcial de los inhibidores de tripsina presentes en semillas de leguminosas o gramíneas producidas en el Ecuador. [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional] Repositorio <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4065>
- Najjar, Z., Alkaabi, M., Alketbi, K., Stathopoulos, C., & Ranasinghe, M. (2022). Physical Chemical and Textural Characteristics and Sensory Evaluation of Cookies Formulated with Date Seed Powder. *Foods*, 11(3), 305. doi.org/10.3390/foods11030305
- Nanyen, D., Dooshima, I. B., Julius, A., & Benbella, I. (2016). Nutritional composition, physical and sensory properties of cookies from wheat, acha and mung bean composite flours. *Int. J. Nutr. Food Sci*, 5(6), 401-406. doi.org/10.11648/j.ijnfs.20160506.15

- Noah, A. A., & Adedeji, M. A. (2020). Quality assessment of cookies produced from wheat and red kidney bean flour. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*, 1-4. doi.org/10.4103/ijfns.ijfns_13_20
- Norma Técnica Ecuatoriana, INEN 517. (2013) Harina de origen vegetal. determinación del tamaño de partículas. Repositorio https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te_inen_517-1.pdf
- Nollet, L. (1996). *Manual de análisis de alimentos*. New York, USA: Marcel Dekker
- Noreña, A. F. G., Rendon, Á. L. P., Fernández, A. M. G., & Meile-Perez, L. P. (2019). Desarrollo de snacks a partir bienes agroalimentarios de la cuenca media del río otún. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 6(2), 38-54.
- Nwosu, J. N., Owuamanam, C. I., Omeire, G. C., & Eke, C. C. (2014). Quality parameters of bread produced from substitution of wheat flour with cassava flour using soybean as an improver. *American Journal of Research Communication*, 2(3), 99-118.
- NTC (Norma Técnica Colombiana) 1241. (2007). *Productos de molinería – Galletas*. – 6 edición INCOTEC. Bogotá (Colombia).
- NTP (Norma Técnica Peruana) 206.011. (2018) *Bizcochos, galletas y pastas y fideos*. 2 edición – INACAL. Lima (Perú).
- Nisar, N., Mustafa, F., Tahir, A., Qadri, R., Yang, Y., Khan, M. I., & Wang, F. (2020). Proximate composition, functional properties and quantitative analysis of benzoyl peroxide and benzoic acid in wheat flour samples: effect on wheat flour quality. *PeerJ*, 8, e8788. doi.org/10.7287/peerj.8788v0.1/reviews/2
- Ostermann-Porcel, M. V., Quiroga-Panelo, N., Rinaldoni, A. N., & Campderrós, M. E. (2017). Incorporation of okara into gluten-free cookies with high quality and nutritional value. *Journal of Food Quality*. doi.org/10.1155/2017/4071585
- Ombra, M. N., d’Acierno, A., Nazzaro, F., Riccardi, R., Spigno, P., Zaccardelli, M. & Fratianni, F. (2016). Phenolic composition and antioxidant and antiproliferative activities of the extracts of twelve common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) endemic ecotypes of Southern Italy before and after cooking. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2016. doi.org/10.1155/2016/1398298
- Olaleye, H. T., Oresanya, T. O., Oladimeji, O. S., & Okeke, E. C. (2020). Quality Assessment of Cookies from Composite Flours of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L) And Lima Beans (*Phaseolus lunatus*). *Int J Food Sci Nutr Diet*, 9(3), 455-461. doi.org/10.19070/2326-3350-2000081

- Osorio Tangarife, M. P., Rodríguez Arias, N., & Salamanca Grosso, G. (2017). Técnicas de análisis multivariado, modelamiento factorial múltiple y PLS-PATH para estudio y clasificación de tipos de mieles venezolanas de los estados de Lara y Yaracuy. *Ciencia en Desarrollo*, 8(1), 129-143. doi.org/10.19053/01217488.v8.n1.2017.4732
- Oomah, B. D., Cardador-Martínez, A., & Loarca-Piña, G. (2005). Phenolics and antioxidative activities in common beans (*Phaseolus vulgaris* L). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(6), 935-942. doi.org/10.1002/jsfa.2019
- Ontiveros, N., López-Teros, V., de Jesús Vergara-Jiménez, M., Islas-Rubio, A. R., Cárdenas-Torres, F. I., Cuevas-Rodríguez, E. O. & Cabrera-Chávez, F. (2020). Amaranth-hydrolyzate enriched cookies reduce the systolic blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *Journal of Functional Foods*, 64, 103613. doi.org/10.1016/j.jff.2019.103613
- Okoye, J. I., & Obi, C. D. (2017). Chemical composition and sensory properties of Wheat-African Yam bean composite flour cookies. *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences*, 5(2), 21-27.
- Okoye, J. I., Nkwocha, A. C., & Ogonnaya, A. E. (2008). Production, proximate composition and consumer acceptability of biscuits from wheat/soybean flour blends. *Continental Journal of Food Science and Technology*, (2), 6-13.
- Pamudi, R. G., Jemziya, F., & Rifath, M. R. (2021). Production and nutritional evaluation of protein enriched cookies incorporated with winged beans (*Psophocarpus tetragonolobus*). doi.org/10.5455/jbau.119656
- Olagnero, G., Abad, A., Bendersky, S., Genevois, C., Granzella, L., & Montonati, M. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Diaeta*, 25(121), 20-33.
- Parrales Vásquez, J. P. (2021). Parámetros productivos en pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de frijol de palo (*Cajanus cajan* [Tesis Ingeniero Agropecuario, Universidad Estatal del Sur de Manabí] Repositorio <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3372>
- Paz Soto, R. A. (2022). Modelo de calidad en una fábrica de alimentación “galletera” y la necesidad de un estudio de vida útil de galletas para poder ser comercializadas. [Tesis ingeniero Postgrado; Universidad De Jaén] Repositorio <https://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/16470>

- Patrignani, M., & Lupano, C. E. (2016). Incorporación de saborizantes naturales a galletitas: efecto sobre el poder antioxidante del producto final. [In VI Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (Córdoba, Argentina)]
- Patel, A. R., Nicholson, R. A., & Marangoni, A. G. (2020). Applications of fat mimetics for the replacement of saturated and hydrogenated fat in food products. *Current Opinion in Food Science*, (33), 61-68.
- Pérez, S., Matta, E., Osella, C., de la Torre, M., & Sánchez, H. D. (2013). Effect of soy flour and whey protein concentrate on cookie color. *LWT-Food Science and Technology*, 50(1), 120-125. doi.org/10.1016/j.lwt.2012.06.015
- Pérez Mogrovejo, K. D., & Ticona Banegas, Z. Y. (2022). Efecto de la temperatura y tiempo de secado sobre la capacidad antioxidante de la Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) [Tesis Químico farmacéutico, Universidad Privada Autónoma Del Sur] Repositorio. <http://repositorio.upads.edu.pe/handle/UPADS/254>
- Piña Alva, M. A. (2014). Influencia de cuatro dosis de gallinaza de postura en el rendimiento de grano seco frijol trepador (*phaseolus vulgaris*) variedad huasca poroto huallaguino empleando el sistema de espaldera en el distrito de Lamas. [Tesis Ingeniero Agronomo, Universidad Nacional de San Martín] Repositorio. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/556>
- Portman, D., Maharjan, P., McDonald, L., Laskovska, S., Walker, C., Irvin, H., ... & Panozzo, J. F. (2020). Nutritional and functional properties of cookies made using down-graded lentil—A candidate for novel food production and crop utilization. *Cereal Chemistry*, 97(1), 95-103. doi.org/10.1002/cche.10232
- Poblete, T., Rebolledo, K., Barrera, C., Ulloa, D., Valenzuela, M., Valenzuela, C. & González, C. (2020). Effect of germination and cooking on iron content, phytic acid and lectins of four varieties of chilean beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of the Chilean Chemical Society*, 65(4), 4937-4942. doi.org/10.4067/s0717-97072020000404937
- Qali Warma. (2016). Crónica de una reforma desconocida experiencia de implementación del programa nacional de alimentación escolar. Repositorio. <http://repositorio.iep.org.pe/bitstream/IEP/460/1/229>.
- Quispe Rondan, K. (2019). Estimación de la incertidumbre en la determinación de humedad, ceniza, grasa y proteína en mezcla de harinas (alimento de reconstitución instantánea). [Tesis de Biólogo, Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco] Repositorio <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4571>

- Ratnawati, L., Desnilasari, D., Surahman, D. N., & Kumalasari, R. (2019). Evaluation of physicochemical, functional and pasting properties of soybean, mung bean and red kidney bean flour as ingredient in biscuit. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 251, No. 1, p. 012026). IOP Publishing. doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012026
- Rahayu, W. E., Destiana, I. D., Fathurohman, F., & Waryudin, W. (2020). Utilization of Bambara Bean (*Vigna subterranea* L.) Flour As a Substitution of Wheat Flour in Making Cookies. *Green Agro-Industry*, 22 – 23.
- Ramírez, M. E., Estrada Gómez, J. A., Hernández Livera, A. D. R. I. Á. N., & Carballo Carballo, A. Q. U. I. L. E. S. (2019). Características distintivas para la descripción de variedades en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). [Tesis, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas] Repositorio <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/4202>
- RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano. Alimentos). (2009). Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. 18 p.
- Ramos, L., & Ali, C. (2017). Evaluación de la aceptabilidad de galletas nutricionales fortificadas a partir de harina de sangre bovina para escolares de nivel primario que padecen anemia ferropénica. [Tesis de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa] Repositorio <http://190.119.145.154/bitstream/handle/UNSA/3015/Ialarac.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos Crispin, R. A. (2011). Evaluación de la capacidad antioxidante de productos tradicionales de la Región Junín “Granadilla, Guinda, Habas, Quiwicha, Oca, Quinoa, Tuna, Tumbo y Yacon. [Tesis Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú] Repositorio <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1219>
- Rani, M., & Punia, D. (2015). Nutritional Evaluation of Matar Prepared Incorporating green Beans Powder. *Ann. Biol.* (31), 161-163.
- Rivera, A., Fenero, D., Almirall, A., Ferreira, J. J., Simó, J., Plans, M., & Casañas, F. (2013). Variability in sensory attributes in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): a first survey in the Iberian secondary diversity center. *Genetic resources and crop evolution*, 60(6), 1885-1898. doi.org/10.1007/s10722-013-9963-6
- Ruíz Panduro, E. T. (2015). producción comparativa de cuatro densidades de siembras en el cultivo de frijol (*phaseolus vulgaris*), variedad huasca poroto huallaguino, empleando el

- sistema espaldera en la provincia de Lamas. [Tesis de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de San Martín] Repositorio <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/626>
- Roy, M., Haque, S. M. N., Das, R., Sarker, M., Al Faik, M. A., & Sarkar, S. (2020). Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of wheat-red kidney bean biscuits. *World Journal of Engineering and Technology*, 8(04), 689. doi.org/10.4236/wjet.2020.84049
- Rodríguez Sandoval, E., Lascano, A., & Sandoval, G. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 199-207. doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.817
- Salhuana, J., Siche, R., Abanto, L., & Vásquez, V. (2022). Determinación del cambio de color en fritura de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando visión computacional. *Manglar*, 19(1), 45-52.
- Salas, R., Ordoñez, E., & Reátegui, D. (2018). Polifenoles totales y capacidad antioxidante (dpph y abts) en cuatro variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) crudo seco, remojado y cocido. *RevIA*, 5(1 y 2). [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria de la selva] Repositorio <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/59/46>
- Salinas Moreno Y., Rojas-Herrera L., Sosa-Montes E. & Pérez-Herrera P. (2005). Composición de antocianinas en variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivadas En México. *Agrociencia* 39: 385-394. [Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Autónoma Chapingo] Repositorio <https://www.redalyc.org/pdf/302/30239403.pdf>
- Sancho, J.; Bota, E.; Castro, J. (2002). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. México D.F, México: Editorial Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Sakung, J. M., Nuryanti, S., Afadil, A., Pulukadang, S. H. V., & Maryam, M. (2021). Evaluation of proximate and mineral composition of biscuit formulated using chayote (*Sechium edule*) and mung bean (*Vigna radiata*) flours. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(A), 373-377. doi.org/10.3889/oamjms.2021.6121
- Shahzad, S. A., Hussain, S., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., Qasem, A. A. A., Ibraheem, M. A., & El-Din, M. F. S. (2020). Gluten-free cookies from sorghum and Turkish beans; effect of some non-conventional and commercial hydrocolloids on their technological and sensory attributes. *Food Science and Technology*, 41, 15-24. doi.org/10.1590/fst.25419

- Silva Huilcapi, C. J., Alvarado-Alvarado, H. M., Cortez-Suarez, L. A., Mariscal-Santi, W. E., & Luna-Estrella, Z. B. (2018). Elaboración de pan con harina de trigo, enriquecido con harina de soya y fibra soluble para mejorar su valor nutritivo. *Polo del Conocimiento*, 3(5), 18-30. doi.org/10.23857/pc.v3i5.476
- Silva, E. A. A., & Alayo, E. M. C. (2015). Elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos. Chachapoyas, región Amazonas. *Industrial data*, 18(1), 84-90.
- Shin, S. K., Min, A. Y., Kim, H. J., Lee, S. J., Sim, E. K., Lee, K. J., & Kim, M. R. (2015). Quality characteristics and antioxidative activities of rice cookies with *Rehmannia glutinosa* preparata. *Korean journal of food and cookery science*, 31(2), 136-143. doi.org/10.9724/kfcs.2015.31.2.136
- Swinney, D. C. (2011). Molecular mechanism of action (MMoA) in drug discovery. In *Annual Reports in Medicinal Chemistry* (Vol. 46, pp. 301-317). Academic Press. doi.org/10.1016/B978-0-12-386009-5.00009-6
- Sibian, M. S., & Riar, C. S. (2020). Formulation and characterization of cookies prepared from the composite flour of germinated kidney bean, chickpea, and wheat. *Legume Science*, 2(3), e42. doi.org/10.1002/leg3.42
- Slavin, J. (2003). Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrient databases. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(3), 287-291. doi.org/10.1016/S0889-1575(03)00053-X
- Sparvoli, F., Laureati, M., Pilu, R., Pagliarini, E., Toschi, I., Giuberti, G., ... & Bollini, R. (2016). Exploitation of common bean flours with low antinutrient content for making nutritionally enhanced biscuits. *Frontiers in Plant Science*, 7, 928. doi.org/10.3389/fpls.2016.00928
- Stoffel, F., de Oliveira Santana, W., Fontana, R. C., & Camassola, M. (2021). Use of *Pleurotus albidus* mycoprotein flour to produce cookies: Evaluation of nutritional enrichment and biological activity. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 68, 102642. doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102642
- Tangariya, P., & Srivastava, S. (2022). Comparison of functional properties of tamarind kernel powder with whole wheat flour, lentil powder and evaluation of sensory and nutritional quality of tamarind kernel powder incorporated cookies. [University of Agriculture and Technology, Pantnagar]
- Talabi, J. Y., Origbemiso, B. A., Ifesan, B. O., & Enjuigha, V. N. (2019). Quality characterization of biscuits from blends of Bambara groundnut (*Vigna subterranea*),

- ground bean sseed (*Macrotyloma*) and moringa seed (*Moringa oleifera*) Flour. *Asian Food Science Journal*, 12(4), 1-12. doi.org/10.9734/afsj/2019/v12i430092
- Tang, X., & Liu, J. (2017). A comparative study of partial replacement of wheat flour with whey and soy protein on rheological properties of dough and cookie quality. *Journal of Food Quality*, 2017. doi.org/10.1155/2017/2618020
- Toaquiza Vilca, N. A. (2012). Elaboración de galletas con sustitución parcial de Harina de Amaranto INIAP-Alegría (*amaranthus caudatus*) y PANELA [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Tecnica de Ambato] Repositorio <https://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/S.AL485.pdf>
- Torricella-Morales, R. G., Pulido-Álvarez, H., & Zamora-Utset, E. (2020). Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria. Editorial Universitaria (Cuba).
- Tobón Arroyave, N. D. L. C. (2015). Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la pulpa de café (*Coffea arabica* L.) variedad Castillo. [Tesis Maestría en Innovación Alimentaria y Nutrición, Universidad Lasallista. Caldas-Antioquia] Repositorio http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1800/1/Extraccion_asistida_ultrasonido_compuestos_fenolicos_pulpa_c.pdf
- Thongram, S., Tanwar, B., Chauhan, A., & Kumar, V. (2016). Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flours. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1172389. doi.org/10.1080/23311932.2016.1172389
- Vásquez Vela, R. D. P. (2021). Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y residuos de naranja (*Citrus sinensis*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Privada Antenor Orrego] Repositorio <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7698>
- Vaclavik, V.A., y Christian, E.W (2008). *Essentials of food Science*. Seventh Edition. Springer Science y Business Media L.L.C. New York USA Páginas: 351-378, 274-309. doi.org/10.1007/978-0-387-69940-0
- Vera, V., Crovetto, M., Valladares, M., Oñate, G., Fernández, M., Espinoza, V. & Agüero, S. D. (2019). Consumo de frutas, verduras y legumbres en universitarios chilenos. *Revista chilena de nutrición*, 46(4), 436-442.
- Villanueva Elias, D. (2010). Evaluación de seis variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de cultivo tradicional en localidades de Chimaltenango y Sololá. [Tesis

- de Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala] Repositorio <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7138/>
- Voysest, O. (2000). Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); legado de variedades de América Latina 1030-1999. Publicación Centro Internacional de Agricultura. Cali Colombia. 220.
- Voicu, G., Constantin, G. A., Stefan, E. M., & Voicu, P. (2013). Particle size distribution of wheat grist fractions in plansifter compartments of a five breaks roller mill system. *Journal of Engineering Studies and Research*, 19(2), 102. doi.org/10.29081/jesr.v19i2.131
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elías, L. G. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. CIID, Ottawa, ON, CA. 184.
- Wang, X., Lin, L., Tang, Y., Xia, H., Zhang, X., Yue, M., ... & Wang, Z. (2018). Transcriptomic insights into citrus segment membrane's cell wall components relating to fruit sensory texture. *BMC genomics*, 19(1), 1-15. doi.org/10.1186/s12864-018-4669-y
- Wainaina, I., Wafula, E., Sila, D., Kyomugasho, C., Grauwet, T., Van Loey, A., & Hendrickx, M. (2021). Thermal treatment of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.): Factors determining cooking time and its consequences for sensory and nutritional quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 3690-3718. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12770>
- Wu, D., & Sun, D. W. (2013). Colour measurements by computer vision for food quality control—A Review. *Trends in Food Science & Technology* 29(1): 5-20. doi.org/10.1016/j.tifs.2012.08.004
- Yánac Méndez,. (2018). Análisis del crecimiento y rendimiento de tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes dosis nitrogenadas. [Tesis, Universidad Nacional Agraria de la molina] Repositorio <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3304>
- Yan, H., & Barbosa-Cánovas, G. V. (1997). Size characterization of selected food powders by five particle size distribution functions Caracterización del tamaño de partícula de alimentos en polvo mediante cinco funciones de distribuciones de tamaño. *Food science and technology international*, 3(5), 361-369. doi.org/10.1177/108201329700300507
- Zumbado, H. (2002). Análisis químico de los alimentos. Métodos clásicos. Habana, Cuba: [Universidad de la Habana]
- Zucco, f., borsuk, y., y arntfield, s. (2011). Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. *LWT - Food Science and*

Technology. Canada. Winnipeg, MB, 44(2011): 2070-2076.
doi.org/10.1016/j.lwt.2011.06.007

ANEXOS

Anexo - I Formulación de las galletas dulces.**Tabla 10.** Ingredientes y porcentajes de las galletas dulces.

Ingredientes	Formulas	
	%	Kg
Harina	45,85	4,100
Azúcar en polvo	26,59	2,400
Manteca vegetal	13,05	1,200
Bicarbonato de sodio	0,49	0,050
Sal	0,42	0,040
Leche en polvo	8,17	0,700
Polvo de hornear	0,01	0,009
Chocolate	0,08	0,073
Agua	5,34	0,490
TOTAL	100,00	9,000

Anexo - III Ficha de la prueba de aceptabilidad evaluación sensorial de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.

FICHA DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL

NOMBRE:

FECHA:

INSTRUCCIONES: Frente a usted se presenta una muestra de galleta, por favor, observe y pruebe la muestra e indique su nivel de agrado marcando con una "x" en la escala que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos,

Escala	Calificación para cada atributo			
	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta				
Me gusta poco				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta				

Observaciones.....

.....

.....Gracias.

Anexo - IV Distribución de los tratamientos para la evaluación sensorial según el bloque incompleto equilibrado.

La distribución de las muestras se realizó mediante el diseño bloque incompleto equilibrado dicho ordenamiento se presenta en el siguiente cuadro.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	X			X		X	X		
2		X				X		X	X
3	X		X					X	X
4	X	X	X	X					
5	X				X		X	X	
6				X	X	X			X
7		X	X			X	X		
8		X		X	X			X	
9			X		X		X		X
10	X	X			X		X		
11		X	X		X	X			
12			X	X			X		X
13	X	X		X					X
14	X				X	X			X
15	X		X			X		X	
16				X		X	X	X	
17			X	X	X			X	
18		X					X	X	X

Anexo - V Ficha de la prueba de aceptabilidad sensorial de las galletas dulces elaboradas con sustitución de harina de frijol huallaguino y huasca.

FICHA DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL

NOMBRE:.....

FECHA y HORA:..... MUESTRA.....,

Evaluar marcando con X, según la escala que crea conveniente,

Escala	Calificación para cada atributo			
	Color	Olor	Sabor	Textura
Me gusta mucho				
Me gusta				
Me es indiferente				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				

Observaciones.....

.....

.....Gracias.

Anexo - VIa Análisis granulométrico por el modelo Gates Gaudin Shuhmann

Variable	Clase	D (um) X	m (g)	xi (%)	X (%)	GGs	Y=Ln(X)	X=Ln(D)
Harina de trigo	1	850	0,24	0,12	99,88	100,417	4,604	6,745
	2	600	1,02	0,51	99,37	98,896	4,599	6,397
	3	500	1,84	0,92	98,45	98,110	4,590	6,215
	4	355	3,80	1,90	96,55	96,649	4,570	5,872
	5	212	4,48	2,24	94,31	94,492	4,547	5,357
	6	180	23,90	11,95	82,36	93,817	4,411	5,193
	Fondo		164,73	82,36				
	Total		200,00	100,000				

Variable	Clase	D (um) X	m (g)	xi (%)	X (%)	GGs	Y=Ln(X)	X=Ln(D)
H. frijol huallaguino	1	850	0,043	0,02	99,98	100,984	4,605	6,745
	2	600	0,192	0,10	99,88	99,776	4,604	6,397
	3	500	0,354	0,18	99,71	99,149	4,602	6,215
	4	355	0,390	0,20	99,51	97,982	4,600	5,872
	5	212	8,842	4,42	95,09	96,251	4,555	5,357
	6	180	100,746	50,37	44,72	95,708	3,800	5,193
	Fondo		89,433	44,72				
	Total		200,000	100,000				

Variable	Clase	D (um) X	m (g)	xi (%)	X (%)	GGs	Y=Ln(X)	X=Ln(D)
H. frijol huasca	1	850	0,023	0,01	99,99	101,680	4,605	6,745
	2	600	0,054	0,03	99,96	99,795	4,605	6,397
	3	500	0,356	0,18	99,78	98,823	4,603	6,215
	4	355	0,468	0,23	99,55	97,022	4,601	5,872
	5	212	14,145	7,07	92,48	94,372	4,527	5,357
	6	180	108,232	54,12	38,36	93,546	3,647	5,193
	Fondo		76,722	38,36				
	Total		200,000	100,000				

Anexo-VIb Análisis granulométrico por el modelo Gates Rosin Rammler Bennet

Variable	C	D (um)	X	m (g)	xi (%)	X (%)	RRB	Y=Ln(Ln(1/(1-x)))	X=Ln(D)
Harina de trigo	1	850		0,24	0,12	99,88	99,807	1,906	6,745
	2	600		1,02	0,51	99,37	99,353	1,623	6,397
	3	500		1,84	0,92	98,45	98,894	1,427	6,215
	4	355		3,80	1,90	96,55	97,389	1,214	5,872
	5	212		4,48	2,24	94,31	92,946	1,053	5,357
	6	180		23,90	11,95	82,36	90,898	0,551	5,193
	Fondo			164,73	82,36				
	Total			200,000	100,00				

Variable	C	D (um)	X	m (g)	xi (%)	X (%)	RRB	Y=Ln(Ln(1/(1-x)))	X=Ln(D)
H. frijol huallaguino	1	850		0,043	0,02	99,98	99,983	2,134	6,745
	2	600		0,192	0,10	99,88	99,887	1,909	6,397
	3	500		0,354	0,18	99,71	99,742	1,763	6,215
	4	355		0,390	0,20	99,51	99,064	1,671	5,872
	5	212		8,842	4,42	95,09	96,071	1,103	5,357
	6	180		100,746	50,37	44,72	94,392		5,193
	Fondo			89,433	44,72				
	Total			200,000	100,000				

Variable	C	D (um)	X	m (g)	xi (%)	X (%)	RRB	Y=Ln(Ln(1/(1-x)))	X=Ln(D)
H. frijol huasca	1	850		0,023	0,01	99,99	99,996	2,205	6,745
	2	600		0,054	0,03	99,96	99,935	2,062	6,397
	3	500		0,356	0,18	99,78	99,805	1,814	6,215
	4	355		0,468	0,23	99,55	98,988	1,687	5,872
	5	212		14,145	7,07	92,48	94,473	0,951	5,357
	6	180		108,232	54,12	38,36	91,802		5,193
	Fondo			76,722	38,36				
	Total			200,00	100,00				

Anexo -VIc Análisis granulométrico por el modelo Sigmoide

Variable	C	D (um)	X	m (g)	xi (%)	X (%)	Sig	Y=Ln(1/(1-x))	X=Ln(D)
Harina de trigo	1	850		0,24	0,12	99,99	99,786	6,725	6,745
	2	600		1,02	0,51	99,96	99,451	5,069	6,397
	3	500		1,84	0,92	99,78	99,102	4,168	6,215
	4	355		3,80	1,90	99,55	97,755	3,367	5,872
	5	212		4,48	2,24	92,48	91,480	2,867	5,357
	6	180		23,90	11,95	38,36	87,317	1,735	5,193
	Fondo			164,73	82,36				
	Total			200,00	100,00				

Variable	C	D (um) X	m (g)	xi (%)	X (%)	Sig	Y=Ln(1/(1-x))	X=Ln(D)
	1	850	0,043	0,02	99,98	99,973	8,445	6,745
	2	600	0,192	0,10	99,88	99,900	6,745	6,397
H. frijol	3	500	0,354	0,18	99,71	99,804	5,828	6,215
huallaguino	4	355	0,390	0,20	99,51	99,303	5,320	5,872
	5	212	8,842	4,42	95,09	95,452	3,014	5,357
	6	180	100,746	50,37	44,72	91,951	0,593	5,193
		Fondo	89,433	44,72				
		Total	200,000	100,000				

Variable	C	D (um) X	m (g)	xi (%)	X (%)	Sig	Y=Ln(1/(1-x))	X=Ln(D)
	1	850	0,023	0,01	99,99	99,989	9,071	6,745
	2	600	0,054	0,03	99,96	99,945	7,862	6,397
H. frijol	3	500	0,356	0,18	99,78	99,873	6,135	6,215
huasca	4	355	0,468	0,23	99,55	99,378	5,402	5,872
	5	212	14,145	7,07	92,48	93,580	2,587	5,357
	6	180	108,232	54,12	38,36	87,209	0,484	5,193
		Fondo	76,722	38,36				
		Total	200,00	100,00				

Anexo - VIIa Análisis de varianza de la primera prueba de aceptabilidad sensorial - color.

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Grupos	2	8,53	1,920	2,24	**
Tratamientos no ajustados	12	23,05	0,858		
Bloque dentro grupo ajustados	14	6,43			
Error intrabloque	63	55,83			
Total	71	78,88			

Ftab. (63, 12, 1%) = 2,49

Ftab. (63, 12, 5%) = 1,91

Anexo - VIIb Análisis de varianza de la primera prueba de aceptabilidad - olor.

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Grupos	2	8,53	0,954	1,85	**
Tratamientos no ajustados	12	11,51	0,518		
Bloque dentro grupo ajustados	14	6,43			
Error intrabloque	65	33,67			
Total	77	45,18			

Ftab. (65, 12, 1%) = 2,48

Ftab. (65, 12, 5%) = 1,91

Anexo - VIIIc Análisis de varianza de la primera prueba de aceptabilidad - sabor.

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Grupos	2	8,53	1,485	2,56	**
Tratamientos no ajustados	12	17,82	0,579		
Bloque dentro grupo ajustados	14	6,43			
Error intrabloque	65	33,66			
Total	77	55,48			
Ftab. (65, 12, 1%) = 2,48		Ftab. (65, 12, 5%) = 1,91			

Anexo - VIII d Análisis de varianza de la primera prueba de aceptabilidad - textura.

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Grupos	2	8,53	2,940	2,67	**
Tratamientos no ajustados	12	35,28	1,097		
Bloque dentro grupo ajustados	14	6,43			
Error intrabloque	65	71,33			
Total	77	106,66			
Ftab. (65, 12, 1%) = 2,48		Ftab. (65, 12, 5%) = 1,91			

Anexo - VIII a Análisis de varianza de la segunda prueba de aceptabilidad - color.

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Grupos	7	-614,68	2,993	4,25	**
Tratamientos no ajustados	8	23,94	0,704		
Bloque dentro grupo ajustados	10	643,30			
Error intrabloque	63	44,37			
Total	71	68.31			
Ftab. (63, 8, 1%) = 2,80		Ftab. (63, 12, 5%) = 2,09			

Anexo - VIIIb Análisis de varianza de la segunda prueba de aceptabilidad - olor.

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Grupos	7	-614,68	0,763	0,95	**
Tratamientos no ajustados	8	6,11	0,807		
Bloque dentro grupo ajustados	10	643,30			
Error intrabloque	63	50,87			
Total	71	56,98			

Ftab. (63, 8, 1%) = 2,80 Ftab. (63, 12, 5%) = 2,09

Anexo - VIIIc Análisis de varianza de la segunda prueba de aceptabilidad - sabor.

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Grupos	7	-614,68	2,618	3,11	**
Tratamientos no ajustados	8	20,94	0,841		
Bloque dentro grupo ajustados	10	643,30			
Error intrabloque	63	53,00			
Total	71	73,94			

Ftab. (63, 8, 1%) = 2,80 Ftab. (63, 12, 5%) = 2,09

Anexo - VIIIId Análisis de varianza de la segunda prueba de aceptabilidad - textura.

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Grupos	7	-614,68	1,542	1,68	**
Tratamientos no ajustados	8	12,19	0,906		
Bloque dentro grupo ajustados	10	643,30			
Error intrabloque	63	57,12			
Total	71	69,31			

Ftab. (63, 8, 1%) = 2,80 Ftab. (63, 12, 5%) = 2,09

Anexo - IXa Análisis de varianza de la evaluación de color – L

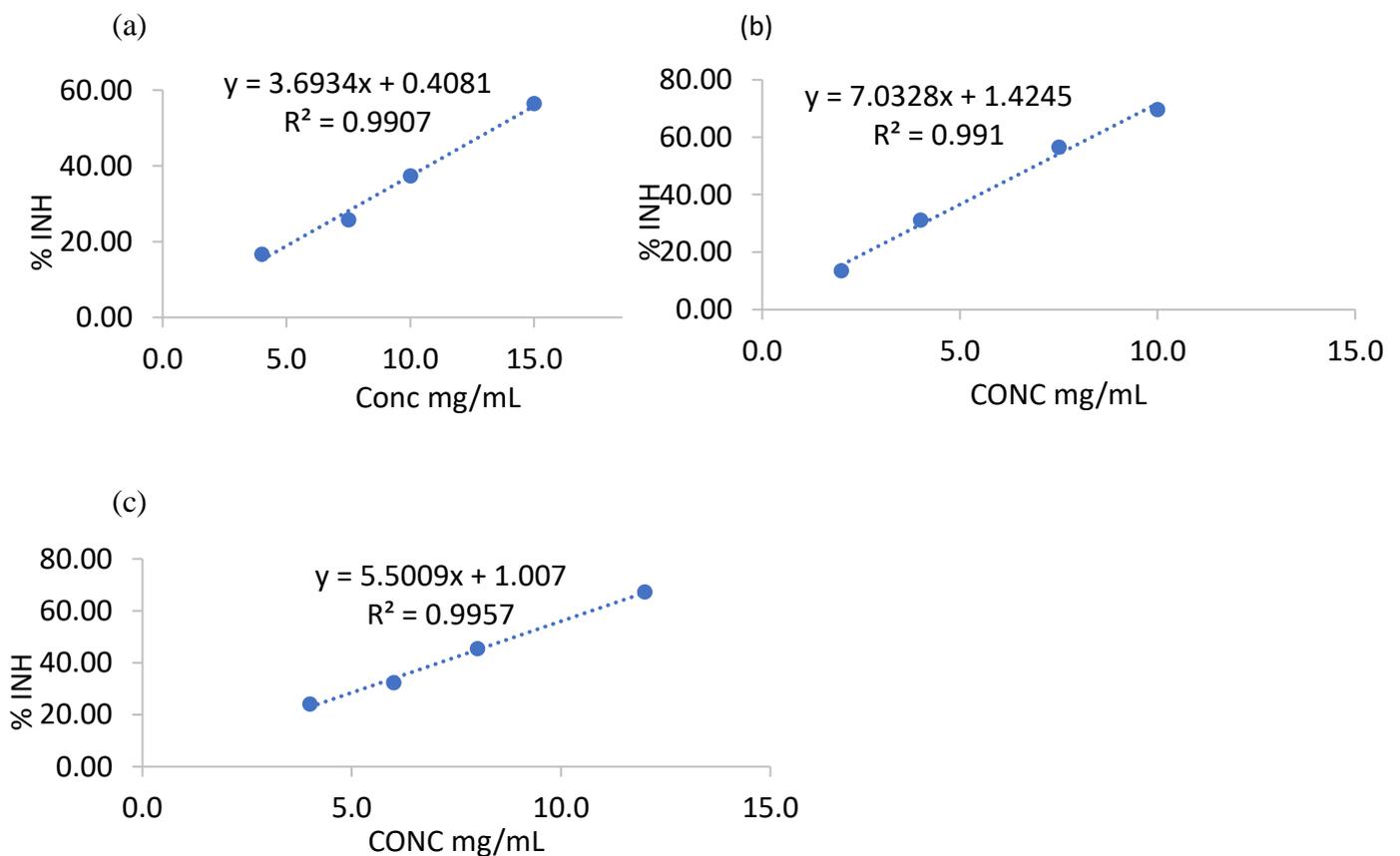
F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Tratamientos no ajustados	8	1183,45	147,93	86,45	**
Error intrabloque	18	30,80	1,71		
Total	26	1214,25			

Anexo - IXb Análisis de varianza de la evaluación de color – a*

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Tratamientos no ajustados	8	255,46	31,93	439,47	**
Error intrabloque	18	1,30	0,07		
Total	26	256,77			

Anexo - IXc Análisis de varianza de la evaluación de color – b*

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Tratamientos no ajustados	8	164,74	20,59	55,21	**
Error intrabloque	18	6,71	0,37		
Total	26	171,46			

Anexo - X Ecuación lineal del porcentaje de inhibición y concentración de IC50 de la galleta dulce control (a), huallaguino (b) y huasca (c).

Anexo – XI Análisis de varianza para capacidad antioxidante de las galletas dulces.

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Tratamientos no ajustados	2	60,23	30,118	624,87	**
Error intrabloque	6	0,28	0,0482		
Total	8	60,52			

A – XIIa Análisis de varianza para químico proximal de las galletas dulces - Humedad

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Tratamientos no ajustados	2	0,318	0,159	0,001	**
Error intrabloque	6	0,00	0,000		
Total	8	0,318			

Anexo – XIIb Análisis de varianza para químico proximal de las galletas dulces - Proteína

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Tratamientos no ajustados	2	12,31	6,15	0,001	**
Error intrabloque	6	0,00	0,000		
Total	8	12,31			

Anexo – XIIc Análisis de varianza para químico proximal de las galletas dulces - Grasa

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Tratamientos no ajustados	2	8,584	4,292	0,001	**
Error intrabloque	6	0,00	0,000		
Total	8	8,584			

Anexo – XIIId Análisis de varianza para químico proximal de las galletas dulces - Fibra

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Tratamientos no ajustados	2	0,832	0,41612	0,0003	**
Error intrabloque	6	0,06	0,010		
Total	8	0,893			

Anexo – XIII Análisis de varianza para químico proximal de las galletas dulces - Ceniza

F.V.	G. L.	S.C	C. M.	Fcal.	sig.
Tratamientos no ajustados	2	0,569	0,284	0,001	**
Error intrabloque	6	0,00	0,000		
Total	8	0,569			