



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental**  
**Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias**

**Formulación de una galleta nutritiva con sustitución parcial de harina de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias**

**Autores**

**Rony Daniel Machco Pineda**  
**Ingrid Milagros Gamarra Cadillo**

**Asesor**

**Dr. Félix Bustamante Bustamante**

**Huacho - Perú**

**2024**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales.

**Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERIA AGRARIA, IND. ALIMENTARIAS Y

AMBIENTAL

INGENIERIA INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

### INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Rony Daniel Machco Pineda	70401952	19/07/2024
Ingrid Milagros Gamarra Cadillo	76361231	19/07/2024
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Felix Bustamante Bustamante	44229029	0000-0001-9061-1718
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Fredesvindo Fernandez Herrera	40588728	0000-0003-2973-7973
Sarela Carmela Alfaro Cruz	08488439	0000-0001-7383-8056
Percy Bernardo Sulca Martinez	44315525	0000-0003-1246-6441

# FORMULACIÓN DE UNA GALLETA NUTRITIVA CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE Erythrina edulis Y Arracacia xanthorrhiza, ENRIQUECIDO CON HIERRO HEMÍNICO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://webcache.googleusercontent.com">webcache.googleusercontent.com</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.panelamonitor.org">www.panelamonitor.org</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.utm.edu.ec:3000">repositorio.utm.edu.ec:3000</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

[laccei.org](http://laccei.org)

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

**FORMULACIÓN DE UNA GALLETA NUTRITIVA CON  
SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE *Erythrina edulis* Y  
*Arracacia xanthorrhiza*, ENRIQUECIDO CON HIERRO HEMÍNICO**

**Jurado evaluador:**

Dr. Fredesvindo Fernández Herrera

**Presidente**

Dra. Sarela Carmela Alfaro Cruz

**Secretario**

Mg. Percy Bernardo Sulca Martínez

**Vocal**

Mg. Bustamante Bustamante Felix

**Asesor**

## **DEDICATORIA**

A todos aquellos que han sido parte integral de mi recorrido académico y personal. Lo dedico a mis padres por su amor incondicional y fe en mí desde el primer día que, gracias a su sacrificio y apoyo constante, que ha sido clave para mi éxito. Dedico a mis profesores y mentores por su compromiso, pasión, enseñanza y por guiarme en mi camino.

Este logro lo dedico a mi querido padre, a pesar de que ya no está conmigo, sus enseñanzas aún me guían día a día. Este logro es un homenaje a ti porque gracias a tu amor y confianza aprendí a nunca rendirme. Mi corazón aún llora por tu ausencia, pero sé lo orgulloso que estás de mí persona. Te extraño mucho y este homenaje es mi pequeña forma de decir que nunca te olvidaré.

Gamarra Cadillo, Ingrid M.

Dedico este logro a mis queridos padres, quienes me enseñaron a nunca rendirme y buscar siempre lo mejor con su ejemplo de perseverancia y dedicación. A mis amigos, cuyo apoyo incondicional y palabras de aliento fueron el motor que impulsó mi camino. A mis docentes, por su sabiduría compartida y guía constante en mi búsqueda de conocimiento. A todos aquellos que creyeron en mí, incluso cuando yo dudaba de mis propias capacidades. Este trabajo es el resultado de nuestro esfuerzo colectivo, un testimonio de que juntos podemos alcanzar grandes alturas. ¡Que esta tesis sea un recordatorio de que los sueños se hacen realidad con determinación y apoyo mutuo!

Machco Pineda, Rony D.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero, quisiéramos expresar nuestro más profundo agradecimiento a Dios, cuya guía, fortaleza y gracia han sido fuente de inspiración y apoyo durante todo este proceso. Tu infinita sabiduría y bondad iluminan nuestro camino y nos ha dado la fuerza para superar los desafíos que enfrentamos en nuestra trayectoria académica.

También queremos agradecer profundamente a nuestro asesor MSc. Felix Bustamante Bustamante, por su orientación experta y dedicación en la presente investigación.

Le damos un profundo agradecimiento a nuestros padres y toda nuestra familia, quienes nos han bendecido con su amor incondicional, por su constante aliento y sacrificio. A la vez su fe y apoyo han sido nuestra roca en los momentos de duda y dificultad. A nuestros amigos, cuya amistad y compañerismo han sido un regalo divino, les agradecemos por su alegría, comprensión y ánimo incondicional.

Finalmente, nos gustaría agradecer a todos las personas que, de una manera u otra, contribuyeron en esta importante investigación, que con su ayuda y colaboración fueron un ente fundamental para alcanzar este logro. En este importante hito de nuestras vidas, reconocemos y agradecemos la gracia y la bondad de Dios, así como la generosidad y el apoyo de todos aquellos que han sido parte de este viaje. Que esta investigación sea un testimonio de nuestra gratitud y una expresión de nuestra fe en su infinita bondad.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	3
1.2 Formulación del problema.....	5
1.2.1 Problema general .....	5
1.2.2 Problemas específicos .....	5
1.3 Objetivos de la Investigación .....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos .....	6
1.4 Justificación de la investigación.....	6
1.5 Delimitación del estudio.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Antecedentes de la investigación .....	8
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	10
2.2 Bases teóricas .....	12
2.2.1 El pajuro (Erythrina edulis) .....	13
2.2.2. Arracacha (Arracacia xanthorrhiza).....	18

2.2.2.1. Generalidades de la Arracacha (Arracacia xanthorrhiza) .....	18
2.2.2.2. Clasificación botánica de la arracacha (Arracacia xanthorrhiza) .....	19
2.2.2.3 Variedades de arracacha .....	19
2.2.2.4. Composición química y nutricional de la arracacha (Arracacia xanthorrhiza) .....	20
2.2.2.5. Usos de la arracacha (Arracacia xanthorrhiza) .....	22
2.2.2.6. Harina de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) .....	23
2.2.3. Hierro hemínico.....	24
2.2.3.1. Importancia del contenido de hierro en la dieta.....	25
2.2.3.2. Requerimiento del hierro para el crecimiento de un niño.....	25
2.2.4. La carne y sangre de cuy .....	26
2.2.5. Galletas.....	27
2.2.5.1. Aspectos generales de las galletas .....	27
2.2.5.2. Proceso de elaboración de galletas .....	28
2.2.5.3. Beneficios nutricionales de las galletas .....	30
2.2.5.4. Uso de Ingredientes y su función en la elaboración de galletas .....	30
2.2.5.5. Ingredientes menores agregados en la elaboración de galletas .....	33
2.3 Definición de términos básicos .....	34
2.4 Hipótesis de investigación.....	35
2.4.1 Hipótesis general.....	35
2.4.2 Hipótesis específicas .....	36
2.5 Operacionalización de las variables .....	36
2.5.1 Variable Independiente .....	37

2.5.2 Variable Dependiente.....	38
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	39
3.6 Diseño metodológico.....	39
3.7 Población y muestra .....	40
3.7.1 Población .....	40
3.7.2 Muestra.....	41
3.8 Técnicas de recolección de datos .....	41
3.8.1 Técnicas para emplear en la investigación.....	41
3.8.2 Formulación de las mezclas para la elaboración de galletas nutritivas .....	47
3.8.3 Elaboración de las galletas nutritivas.....	48
3.8.3 Elaboración de las galletas nutritivas.....	51
3.9 Técnicas para el procesamiento de la información .....	57
CAPITULO IV. RESULTADOS .....	58
4.1 Análisis de resultados.....	58
4.1.1 Resultados del análisis de aceptabilidad sensorial.....	58
4.1.2 Resultados del análisis de las propiedades Fisicoquímicas de las Harinas.....	61
4.1.3 Resultados del análisis de las propiedades Fisicoquímicas de la óptima formulación de galleta nutritiva.....	64
4.1.4 Resultados del análisis Microbiológico de la galleta nutritiva .....	65
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN .....	67
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
6.1 Conclusiones .....	70

6.2 Recomendaciones.....	71
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS .....	73
ANEXO .....	78

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación botánica del pajuro ( <i>Erythrina edulis</i> ) .....	16
Tabla 2. Composición química del pajuro ( <i>Erythrina edulis</i> ) .....	16
Tabla 3. Contenido de aminoácidos en el pajuro ( <i>Erythrina edulis</i> ) .....	17
Tabla 4. Composición química de una harina de pajuro colombiano .....	17
Tabla 5. Clasificación botánica de la arracacha ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> ) .....	19
Tabla 6. Composición nutricional de la arracacha blanca y amarilla.....	20
Tabla 7. Vitaminas presentes en la arracacha ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> ) .....	21
Tabla 8. Compuestos químicos de la arracacha ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> ) .....	21
Tabla 9. Composición de aminoácidos esenciales de la arracacha.....	22
Tabla 10. Variable independiente de la investigación.....	37
Tabla 11. Variable dependiente de la investigación .....	38
Tabla 12. Formulaciones para utilizar en la elaboración de la galleta nutritiva.....	48
Tabla 13. Formulaciones de tres tratamientos para la elaboración de la galleta nutritiva... 58	58
Tabla 14. Valoración organoléptica.....	58
Tabla 15. Colorimetría de las Harinas usadas para la elaboración de la galleta Nutritiva . 63	63
Tabla 16. Contenido de hierro en la harina de sangre de cuy en estudio .....	63
Tabla 17. Análisis de la Mezcla de Harinas (100g).....	64
Tabla 18. Colorimetría de los tres tratamientos de las galletas nutritivas .....	64
Tabla 19. Análisis obtenidos de la galleta nutritiva (100g).....	65
Tabla 20. Resultados del análisis microbiológico de la galleta nutritiva .....	66
Tabla 21. Comparación del contenido de hierro de la harina de sangre de cuy en estudio. 68	68
Tabla 22. Contenido de hierro y nutrientes en productos elaborados según estudios.....	68

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Figura fotográfica de la <i>Erythrina edulis</i> : (A) árbol y (B) vaina y semilla .....	14
Figura 2. Diseño metodológico de la investigación .....	40
Figura 3. Diagrama del proceso de la galleta nutritiva.....	50
Figura 4. Resumen de la Prueba de Hipótesis .....	59
Figura 5. Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas .....	59
Figura 6. Datos del Análisis .....	60
Figura 7. Subconjuntos Homogéneos .....	60
Figura 8. Resultado de analisis microbiologico .....	66

## RESUMEN

Objetivo: Formular y evaluar una galleta nutritiva con sustitución parcial de la harina trigo (*Triticum aestivum*) por harina de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy). Metodología: Para la formulación de las galletas nutritivas se utilizaron diversas harinas, entre ellas harina de sangre de cuy, conocida por su alto contenido en hierro hemo y harinas de trigo, arracacha y pajuro. Dichas harinas se combinaron en diferentes proporciones para crear 15 muestras preliminares, de las cuales se seleccionaron como tratamientos finales T6, T14 y T15, con 2% y 3% de harina de cuy, respectivamente, junto con las demás harinas mencionadas. Se realizaron análisis microbiológicos y fisicoquímicos para evaluar la seguridad y calidad de las mezclas de harinas y la mejor formulación de galleta nutritiva. Resultados: El tratamiento T15, que consistió en una combinación de 3% harina de sangre de cuy, 29,383% harina de trigo, 6,596% harina de Pajuro y 19,787% harina de Arracacha, se caracterizó por tener mayor aceptabilidad respecto a las demás formulaciones evaluadas. Conclusión: Incluir las harinas de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza* en las galletas no solo aumenta su contenido de fibra, proteínas y otros nutrientes, sino que también puede representar una alternativa para personas con intolerancia al gluten o quienes quieran diversificar su dieta.

Palabras Clave: *Aceptabilidad, hemínico, pajuro, estándares y calidad*

## ABSTRACT

Objective: Formulate and evaluate a nutritious cookie with partial replacement of wheat flour (*Triticum aestivum*) with *Erythrina edulis* and *Arracacia xanthorrhiza* flour, enriched with heme iron (guinea pig blood meal). Methodology: To formulate the nutritious cookies, various flours were used, including guinea pig blood flour, known for its high content of heme iron, and wheat, arracacha and pajuro flours. These flours were combined in different proportions to create 15 preliminary samples, of which T6, T14 and T15 were selected as final treatments, with 2% and 3% guinea pig flour, respectively, along with the other flours mentioned. Microbiological and physicochemical analyzes were carried out to evaluate the safety and quality of the flour mixtures and the best nutritional cookie formulation. Results: Treatment T15, which consisted of a combination of 3% guinea pig blood meal, 29.383% wheat flour, 6.596% Pajuro flour and 19.787% Arracacha flour, was characterized by having greater acceptability compared to the other formulations evaluated. Conclusion: Including *Erythrina edulis* and *Arracacia xanthorrhiza* flours in cookies not only increases their fiber, protein and other nutrient content, but can also represent an alternative for people with gluten intolerance or those who want to diversify their diet.

Keywords: *Acceptability, hemínico, pajuro, standards and quality*

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de alimentos funcionales que combinen calidad organoléptica con beneficios para la salud se ha convertido en un área de interés creciente. Entre estos productos, las galletas representan una opción popular y conveniente para la ingesta diaria, ofreciendo una plataforma versátil para la incorporación de ingredientes nutritivos.

La presente investigación se centra a formular una galleta nutritiva mediante la sustitución parcial de harina de trigo convencional con harinas de *Erythrina edulis* (chachafruto o pajuro) y *Arracacia xanthorrhiza* (arracacha). Estas materias primas han sido seleccionadas por su perfil nutricional único, que incluye una notable concentración de nutrientes esenciales como proteínas, fibra dietética, vitaminas y minerales.

Dentro de los principales desafíos nutricionales a los que se enfrenta la población mundial es la deficiencia o falta de hierro en el organismo, especialmente en grupos demográficos vulnerables como los niños y las mujeres en etapa de embarazo. En este sentido, se propone enriquecer las galletas resultantes con hierro hemínico, una forma altamente biodisponible de hierro que puede mejorar significativamente el estado nutricional de los consumidores.

El objetivo de esta investigación es desarrollar una formulación óptima para estas galletas en términos de propiedades sensoriales, calidad nutricional y estabilidad física. El cual se llevó a cabo un proceso sistemático de diseño experimental para evaluar el efecto de diferentes niveles de sustitución de harina y concentraciones de hierro hemínico en las características organolépticas y nutricionales de las galletas formuladas.

Los resultados de esta investigación contribuirán al desarrollo de productos alimenticios innovadores que no solo puedan satisfacer las demandas sensoriales del consumidor, sino que también les proporcione beneficios tangibles para la su salud. Además, esta investigación realizada podría sentar los pilares para posibles futuras

investigaciones en el área de la formulación de alimentos funcionales, promoviendo así el bienestar nutricional de la población y la innovación en la industria alimentaria.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

Actualmente la sociedad se encuentra en una problemática de salud pública debido a una inadecuada alimentación, que en cada momento le es muy difícil elegir qué alimento consumir.

El problema de la salud de la sociedad se da mayormente por una mala o una inadecuada alimentación, provocando en si enfermedades muy graves como la anemia y la obesidad, las cuales son problemas de salud muy graves en las personas en muchos países del mundo (Palma, 2019). La anemia es una enfermedad que es causada principalmente por la deficiencia de hierro, y esta afecta principalmente a mujeres y niños, mientras que la obesidad se debe a un desequilibrio entre la ingesta y el gasto de energía, y puede llevar a enfermedades crónicas como la diabetes, enfermedades cardíacas y cáncer; además en la actualidad en los países de ingresos bajos y medios. Aproximadamente 290 millones de niños en edad preescolar padecen de anemia, el cual viene a ser un problema de salud pública que puede afectar el desarrollo y la calidad de vida de las sociedades. En Perú, la tasa de anemia es de 46.6% en niños de una edad de 6 a 35 meses (Palma, 2019). Se espera que este número aumente a 2300 millones para 2050.

El consumo de galletas es un ejemplo claro de una alimentación inadecuada por la sociedad que en la actualidad ha mostrado un mercado mundial de consumo en crecimiento, aunque dicho mercado mundial de las galletas ha experimentado unos altibajos durante la pandemia del COVID-19 (producida por el coronavirus), que hubo un disturbio, que provocó el cierre de varias fábricas de galletas a nivel mundial.

Antes de hablar de harina, no debemos olvidar que el consumo de galletas está determinado por ciertos factores psicológicos y sociales. Esto significa que las enfermedades hepáticas pueden agravarse dependiendo de las condiciones específicas del consumidor,

como el sobrepeso y la obesidad, que matan a 40 millones de personas cada año, representando el 70% de las muertes mundiales (Naranjo y Saravia, 2020). En este caso hay aspectos muy importantes a tener en cuenta como la educación, los ingresos, el medio ambiente e incluso la calidad de vida. Dado que dichos aspectos adquieren gran relevancia como el de quién va a comerlas y en qué condiciones va a hacerlo.

Por ende, en la actualidad, el mundo está desarrollando un nuevo estilo de vida para consumir alimentos saludables y nutricionalmente buenos; e incluso productos ecológicos con certificado que garantiza la ausencia de productos químicos durante la fase de cultivo. Este conjunto de consideraciones llevó a investigar las formulaciones y los ingredientes de las galletas y otros productos a base de cereales. Estos estudios reflejan los cambios que se están produciendo en la ciencia nutricional. Además, estas investigaciones proporcionan información para una nutrición adecuada a toda la sociedad, teniendo en cuenta las características específicas de los consumidores y su estado de salud, lo que hoy en día se denomina "nutrición precisa".

En cualquier caso, no es fácil predecir el impacto del valor nutricional de las galletas, ya que depende en gran medida de la estructura nutricional de las galletas, aspecto al que se ha prestado poca atención. Tampoco debemos olvidar que forman parte de una dieta variada en combinación con otros alimentos.

Para dar solución a las problemáticas ya mencionados anteriormente que padece en si la sociedad actual y para dar énfasis a los beneficios que nos brinda el *Erythrina edulis* y la *Arracacia xanthorrhiza* según estudios de referencia; se plantea formular de una galleta nutritiva con la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy). Y a la vez de esta manera hoy en día ir promoviendo en el mercado a través de desarrollo y las

innovaciones de productos nuevos que tengan detalles que los hacen únicos para llamar la atención del consumidor.

## **1.2 Formulación del problema**

### ***1.2.1 Problema general***

¿Cómo formular y evaluar una galleta nutritiva con sustitución parcial de la harina trigo (*Triticum aestivum*) por harina de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy)?

### ***1.2.2 Problemas específicos***

- ¿Cuál es la formulación óptima sustituyendo parcialmente la harina trigo (*Triticum aestivum*) por harina de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy), para elaborar una galleta nutritiva?
- ¿Cuál es el grado de aceptabilidad sensorial de la galleta nutritiva sustituyendo parcialmente la harina trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy)?
- ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la galleta nutritiva sustituyendo parcialmente la harina trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy)?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### ***1.3.1 Objetivo general***

Formular y evaluar una galleta nutritiva con sustitución parcial de la harina trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy).

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la formulación óptima sustituyendo parcialmente la harina trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy), para elaborar una galleta nutritiva.
- Evaluar el grado de aceptabilidad sensorial de la galleta nutritiva sustituyendo parcialmente la harina trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy).
- Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la galleta nutritiva sustituyendo parcialmente la harina trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy).

### 1.4 Justificación de la investigación

La harina de *Triticum aestivum*, *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza* se caracterizará por tener nutrientes de alta calidad y otras sustancias naturales que respaldan los sistemas inmunológico y digestivo. Esto significa que con su ayuda podemos controlar la absorción excesiva de azúcares y grasas y su utilización en el organismo.

De hecho, con el estudio realizado se podrá reemplazar azúcares libres, la harina de trigo en forma parcial y la grasa, mediante una formulación de galleta nutritiva obtenida a partir de harina de *Triticum aestivum*, *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy). En el futuro se proyectará que al consumir estas galletas especiales no solo cambiará la tendencia a aumentar de peso (no subirá de peso), sino que también aumentará su metabolismo (galleta rica en proteínas, cenizas, fibra, hierro, calcio, antioxidantes, bajo en grasa y bajo en azúcar). Todos estos

serán posibles resultados de cambios directos en el sistema inmunológico y no requieren una dieta estricta.

Además, el fruto del pajuro contiene 23% proteínas, más que otras plantas como los frijoles, los guisantes y la soja (López, 2022). Se dice que tiene un efecto positivo sobre la función renal, la presión arterial (hipotónica) y el consumo de este maravilloso fruto puede prevenir y combatir las enfermedades del cáncer y la osteoporosis. Por otro lado, Villalobos (2019), en su estudio hace mención que la arracacha tiene nueve veces más calcio que las papas y el doble de hierro, además contiene un alto contenido de betacaroteno, que es un precursor de la vitamina A que se encuentra en la carne.

Con todo lo expuesto anteriormente, las galletas obtenidas a partir de harina de *Triticum aestivum*, *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy); podría ser un alimento adecuado para determinadas dietas que cumplan su función en la sociedad y ayuden a prevenir desequilibrios nutricionales. Además, esta galleta obtenida sería una buena opción al momento de elegir un alimento adecuado para consumir.

### **1.5 Delimitación del estudio**

En la presente investigación en el cumplimiento de los objetivos planteados; se realizó de la UNJFSC (laboratorios de Química Analítica, Postcosecha, Tecnología de los Alimentos de la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias y laboratorios de Bromatología y nutrición) y a la vez también se hizo uso de los laboratorios de Calidad Total de la UNALM para los análisis fisicoquímicos.

Además, dicha investigación se llevó a cabo entre el mes de abril del 2023 hasta el mes de diciembre del 2023. En cuanto a la calidad de las galletas, está limitada por la aptitud del producto o la satisfacción de una necesidad concreta del consumidor, por lo que los elementos que no cubran esta necesidad no constituyen calidad.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Mejía (2020), en su estudio “Elaboración de una galleta a partir de harina de haba (*Vicia faba*), trigo (*Triticum*) y zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*). El propósito fue elaborar galletas con harina de haba (*Vicia faba*), trigo (*Triticum aestivum*) y zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*). Dicho autor realizó un estudio experimental con un DCA (diseño completamente al azar) basado en tres tratamientos, siendo el tratamiento 1 compuesto por 22% de harina de haba, 14% de harina de trigo y 22% de harina de zanahoria. El tratamiento 2 no utilizó harina de haba, 14 % de harina de trigo y 44 % de harina de zanahoria blanca, y el tratamiento 3 utilizó 44 % de harina de haba, 14 % de harina de trigo y 14 % de harina de zanahoria blanca. Realizó una evaluación sensorial en tres formulaciones y se encontró que el tratamiento 3, que consta de 44% de haba, 14% de harina de trigo y 0% de harina de zanahoria blanca, logró la mayor aceptabilidad. Este tratamiento fue sometido a análisis físicos, químicos y microbiológicos y se encontró que tiene un contenido de proteína de 13.57%, agua de 8.24% y un pH de 6,5. El análisis microbiano mostró perfiles de hongos y levaduras por debajo de 10 UFC/g. Se concluyó que la harina de haba y la harina de zanahoria blanca se pueden utilizar para producir productos nutricionales aceptables mediante un proceso técnico bien diseñado. Propiedades sensoriales inocuas para la salud humana. Esto nos lleva a recomendar tipos de harina alternativos, como harina de haba y harina zanahoria blanca, a la hora de preparar alimentos nutritivos.

Danills y Díaz (2020), en su estudio “Preferencia sensorial de galletas dulces a partir de una mezcla de harina de trigo y camote (*Ipomoea batatas*)” tuvo como propósito determinar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (HT) por

harina de camote (HB) sobre la preferencia sensorial por las galletas dulces. Manifiesta que primero obtuvo harina de camote Agrosavia Aurora y luego utilizó harina de trigo/harina de camote en una proporción de 100:0 (control), 70/30 (T30), 60/40 (T40) y 60/40 (T40). La composición fisicoquímica y la aceptabilidad sensorial de la harina de camote fueron evaluadas por 50 consumidores catadores mediante pruebas individualizadas o clasificadas. Los datos obtenidos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con tres repeticiones para cada fórmula, y los resultados se evaluaron mediante la media y desviación estándar y el método de Friedman ( $p \leq 0,05$ ). Por tanto, la harina de camote se caracterizó por un bajo contenido de extraíbles volátiles (0.42%) y humedad (8.65%) y un alto contenido de proteína bruta (5.27%), cenizas (4.84%), fibra bruta (3.57%) e hidratos de carbono (77.25%). En la prueba de elección de orden, la receta preferida del catador fue el T40 (60% de harina de trigo y 40% de harina de camote), que no fue significativamente diferente de la muestra de control ( $p \geq 0.05$ ), por lo que se sugirió que era probable una alternativa en la producción de galletas Sabor.

López (2019), en su estudio “Desarrollo y caracterización de galletas elaboradas a partir de harina de *Ipomoea batatas*, harina de *Curcubita maxima* y harina de *Oxalis tuberosa*” el fin de este estudio fue desarrollar y caracterizar galletas elaboradas con harina de *Ipomoea batatas*, harina de *Cucurbita maxima* y harina de *Oxalis tuberosa*. Se han desarrollado y caracterizado una variedad de galletas de harinas mixtas (oca, boniato y calabaza), utilizando edulcorantes de azúcar y stevia, de esta forma promover la recuperación de los cultivos andinos y crear nuevas alternativas libres de gluten y bajas en azúcar para los consumidores.

Los estándares fisicoquímicos analizados de las galletas, estuvieron dentro de los límites permitidos por el INEN 2085:2005, así como también se determinó la

humedad. La combinación presentó un comportamiento viscoelástico. La dureza y firmeza de las galletas elaboradas son directamente proporcionales al tiempo de almacenamiento.

En la parte nutricional la mejor formulación galletas (OCZAz) se caracterizó por su contenido de proteína en un 5.35%, que supera los límites legales, y es significativamente inferior en grasas (16.48%), fibra (3.5%), cenizas (4.44%) y carbohidratos (64.1%).

Su tiempo de vida se evalúa en función de la calidad microbiana, incluida la presencia y ausencia de bacterias aeróbicas mesófilas, *E. coli*, mohos, levaduras (INEN 2085:2005), las galletas se envasaron en envases metálicos a condiciones normales. Cubre lo que han sido 3-4 meses. 2 meses y 9 días en condiciones aceleradas. Por otro lado, en las evaluaciones sensoriales, las galletas elaboradas con sacarosa tuvieron puntajes de tolerancia más altos en comparación con la stevia, lo que indica que OCZAz es el mejor tratamiento.

### ***2.1.2 Antecedentes nacionales***

Caldas (2021), en su estudio “Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de frejol de palo (*Cajanus cajan L.*) crudo y precocido”; El propósito de este estudio fue investigar el efecto de la sustitución parcial la harina de trigo de harina de frejol cruda y cocido en galletas dulces. En su formulación utilizaron concentraciones del 10%, 20%, 30% y 40% y se evaluaron parámetros de crocancia, olor, sabor y color; a la fórmula más aceptable se analizaron las propiedades fisicoquímicas y farinográficas de la harina utilizada.

Se prepararon harina de frejol de palo crudo y cocido y se prepararon nueve tratamientos incluyendo controles. La fórmula más aceptable es el tratamiento con 30% de harina de frejol precocidas que contiene un 2.51% de humedad, 13.32% de proteína,

3.01% de grasa, 2.89% de fibra cruda, 79.26% de carbohidratos, 6.12 pH, 0.09% de ácido titulable, 11.238 gramos de peso, 1.283 centímetros de espesor, 25.59 cm<sup>3</sup> de volumen, 2.039 cm/g de volumen específico, 0.490 de densidad aparente y 0.018% de excentricidad. Además, las galletas elaboradas con harina de frejol precocido tienen excelente aroma, color, sabor y textura.

Cabos y Paredes (2021), en su estudio “Evaluación de la aceptabilidad de una galleta elaborada a base de harinas de *Solanlim Andigenum*, *Triticum aestivum* y *Chenopodium quinoa*, Chimbote-2021”. El propósito del estudio fue evaluar la aceptabilidad de galletas elaboradas con harina de *Solanlim Andigenum*, *Triticum aestivum* y *Chenopodium quinoa*. Como la investigación se realizó de manera sustantiva y experimental, y se utilizaron diferentes materias primas para producir el producto final, se utilizaron técnicas de Extreme Vertex Blend Design en el software Minitab para determinar la mejor composición de 'n' entradas a usar (insumos utilizados). Los resultados obtenidos incluyeron la caracterización de las materias primas, el desarrollo del proceso productivo, el refinamiento de nueve formulaciones de galletas obtenidas del software Minitab, y finalmente la evaluación de la aceptabilidad de la galleta por un panel semi-entrenado mediante un gráfico lineal en un cuestionario de escalamiento. De esto se puede concluir que la formulación óptima corresponde a la composición de 7.18% de trigo, 22.31% de quinua y 1.5% de tocosh. Un análisis nutricional de la mejor formulación de galletas arroja un total de 6.83% de proteínas, 18.42% de grasas, 8% de agua y 65.6% de carbohidratos.

Vergara (2018), en su estudio “Utilización del plasma y fracción celular de la sangre de *Cavia porcellus* en la formulación de galletas fortificadas”, el propósito del estudio es utilizar sangre de cuy para elaborar galletas, obteniendo plasma y componentes celulares sanguíneos. Se utilizaron treinta cuyes de raza peruana,

destetados permanentemente durante 21 días y mantenidos durante 6 semanas en ambiente acondicionado en la EP Ingeniería Agroindustrial de la UNMSM. La reducción de cuyes se realizó en EP (farmacia de alimentos), obteniéndose el 2.94% del peso vivo de cada cuy, seguido de centrifugación para obtener fracciones de plasma rojo y componentes celulares sanguíneos, que luego se decantaron. El análisis físico y químico del plasma mostró que la humedad era 90.80%, la proteína era 7.40%, los residuos era 1.23%, los residuos era 0.07% y el concentrado libre de nitrógeno era 0.50%, mientras que la humedad de los componentes celulares sanguíneos fue de 83.60%, proteínas 14.81%, cenizas 0.63%, grasas 0.06% y los lixiviados libres de nitrógeno 0.90%. La fórmula de galleta fortificada incluye: T0: 0% de plasma líquido y 0% de restos celulares en polvo, T1: 1% de plasma líquido y 0,2% de fragmentos de células en polvo, T2: 2% de plasma líquido y 0.5% en polvo fragmentos de células y T3: 4% de plasma líquido y 1% en polvo fragmentos de células. Con base en los análisis físicos y químicos la fórmula con mayor aceptabilidad fue la T2 (humedad 1.87%, proteína 10.26%, etéreo concentrado 33.86%, fibra cruda 0.40%, ceniza 0.49% extracto libre de nitrógeno 53.125 y energía total 558.26 kcal/100 g, su índice de niño fue de 3.50 (escala hedónica de 1 a 5).

Aliaga y Sánchez (2011), en su estudio “Influencia de la proporción de harina de *Arracacia xanthorrhiza* y de harina *Triticum aestivum* sobre las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de las galletas para consumo humano” Este estudio evaluó el potencial de *Arracacia xanthorrhiza* en la producción de galletas con harina de Arracacha. La materia prima era harinas de trigo y arracacha (2, 7, 11, y 50%). La metodología permitió determinar las propiedades físicas (pH), composición química aproximada (humedad, cenizas, grasas, fibra, proteínas y carbohidratos) y estabilidad comercial de las galletas luego de un mes de almacenamiento. Los resultados

mostraron que la harina compleja contribuyó a un ligero aumento en las fracciones de fibra y cenizas en las galletas. Al mismo tiempo, desde el punto de vista de las propiedades funcionales de la mezcla, existe suficiente interacción entre los ingredientes en proporciones de preparación del 2, 7 y 11% para la preparación de galletas, si la proporción es mayor, por ejemplo, el 15, 30 y 50%, debido a que la harina de arracacha tiene alta capacidad de absorción de agua y baja plasticidad, no se puede formar la masa, y esta característica se enfatiza aumentando la proporción, lo que indica que arracacha tiene mayor contenido de agua. Aunque tiene menos absorción de aceite, lo que proporciona un cambio en la textura de las galletas horneadas en comparación con las galletas de trigo. Las propiedades físicas y químicas de las galletas cumplen con las especificaciones de las normas N°. 1020-2010/MINSA/Ministerio de Salud, el cual está relacionado con bajo contenido de humedad y cenizas. En cuanto a su vida útil, se concluyó que deben almacenarse en bolsas de polietileno al vacío para evitar la absorción de humedad del ambiente, como fue el caso de las galletas de 2, 7 y 11% elaboradas con harina de arracacha.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 El pajuro (*Erythrina edulis*)**

#### **2.2.1.1 Historia del pajuro (*Erythrina edulis*) en Perú**

La planta leguminosa del pajuro es una de las 112 especies del género *Erythrina*, de las cuales *Erythrina edulis* produce semillas altamente nutritivas. Esta judía es una planta silvestre semi-cultivada que suele crecer en las regiones andinas de Colombia, Uruguay y Perú. (Pinto, 2018).

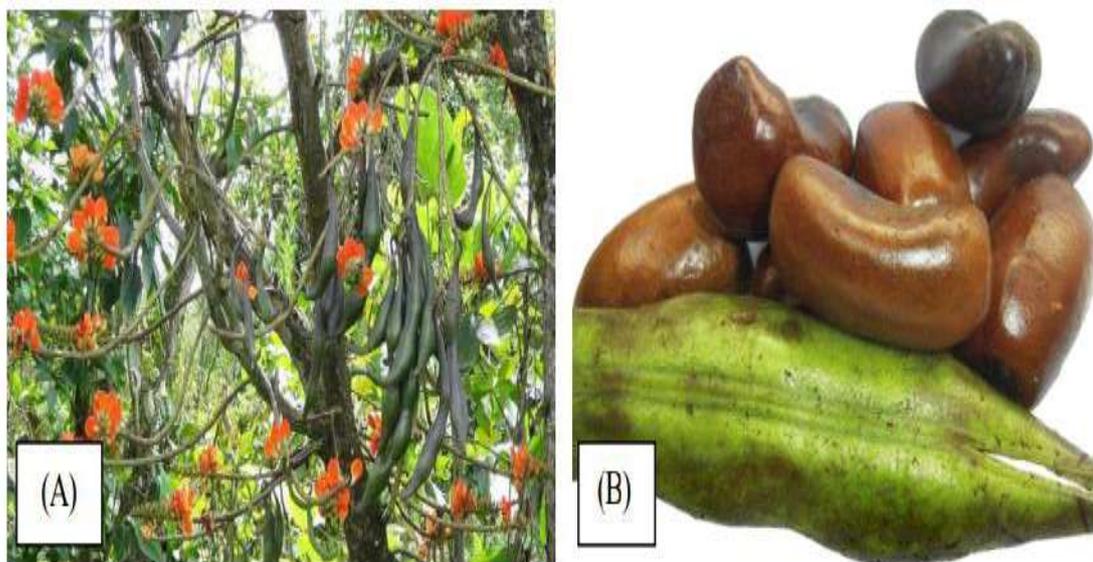
No se ha encontrado ningún registro fósil de este género, ya que el origen de *Erythrina* en el mundo no está del todo claro. La primera posible referencia artística al pajuro podría ser la del obispo Jaime Martínez Trujillo Baltasar de Compagnon. Nos regaló una

hermosa lámina pictórica marcando la clasificación de los pajuros. Durante sus visitas pastorales a la región de Huamachuco, en la provincia llamada José Faustino Sánchez Carrón en la actualidad, desde 1778. En Perú, también se sabe que la civilización inca plantó el pajuro antes de la llegada de los europeos. Lo llamaban el frijol inca porque les daba vida y longevidad. (Pinto, 2018).

El pajuro (*Erythrina edulis*) se encuentra en áreas tropicales y subtropicales desde América hasta el norte de Argentina. Se encuentra en Perú en los valles interandinos de 900 a 3200 m sobre el nivel del mar, por ejemplo, en regiones como Cajamarca, Amazonas, Loreto, Ancash, Huánuco, Pasco, Junín, Ayacucho, Cusco, Apurímac, Libertad y Madre de Dios. La única especie de leguminosa que produce semillas comestibles es *Erythrina*, que normalmente crece en las regiones andinas de Colombia, Uruguay y Perú. (Tingal, 2019, pág. 18).

Figura 1

Figura fotográfica de la *Erythrina edulis*: (A) árbol y (B) vaina y semilla



Fuente: Extraído de Díaz (2020)

Según Alarcón y Tarazona (2016), indica que los historiadores han confirmado que el Pajuro se originó en el Valle de Chuquicara, afluente del río Santa, donde se han encontrado varios documentos que datan del 2540 a.C. puede probarlo a la fecha más

temprana de origen. Durante las excavaciones en el valle de Supe, se descubrió la planta *Erythrina edulis*. Los brotes de esta leguminosa también se han observado en las llanuras altas de los Andes de Supe y Pativilca bajo el nombre de chimpi (Protoquechua). Según otros investigadores, se originó en la cultura de Recuay y en la región de Pachacamac, donde se encontraron santuarios arqueológicos con eritrina. Sin embargo, se han encontrado términos y topónimos en documentos colonos de Huamachuco y Cajamarca, lo que indica que la especie ha sido una fuente de comida durante mucho tiempo para los habitantes antiguos. La *Erythrina edulis* tiene muchos nombres, lo que indica que esta comida era conocida en la cocina antigua. Según algunos escritores, su amplia distribución podría haber sido causada por la ligereza de las semillas y la ayuda de los pájaros que buscan nutrientes. Es posible que migren por los ríos y contribuyan a su propagación.

#### **2.2.1.2 Nombres comunes del *Erythrina edulis***

El árbol *Erythrina edulis* (*pajuro*) es conocido por sus flores rojas y frutos comestibles. El pajuro es una planta leguminosa nativa del sur de América del Norte y tiene varios nombres según el país de origen. En Venezuela se puede encontrar chachafruto, mompas bean, nopas y bucaré. En Ecuador, se encuentran los términos Pashurro, Pashullo, Poroto, Porotón, Pisonay, Pajuro, Guato, Sachaporoto, Frijol Silvestre o del monte, Cañaro, Camporoto, Zapote de Cerro y los habitantes del grupo étnico Cañari lo denominan Kañaro. En Perú se pueden encontrar los siguientes productos: Pajuro, Basul, Antiporoto, Pashuro, Pisonay, Pashigua, Pasugua, Sachaporoto, Frejol Gigante y Sachafruto. Sachahabas en Bolivia y Colombia incluyen el chachafruto, balú, baluy, basul, chaporoto, frejol de árbol, frejol nopaz, nupo, habijuela, guimo, poroto y sachapuruto (Tingal, 2019).

### 2.2.1.3. Clasificación botánica del *Erythrina edulis*

Tabla 1.

#### *Clasificación botánica del Erythrina edulis*

Característica	Descripción
Genero	erythros
Especie	Edulis
Taxonomía	Leguminosea
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Nomenclatura botánica	Pajuro
Nombre científico	<i>Erythrina edulis</i>
Sinonimia	<i>E. sculeta</i> , <i>E. loveta</i> , <i>E. magistophylla</i>

Fuente. Aptado de Alarcón y Tarazona (2016)

### 2.2.1.4. Propiedades nutricionales del *Erythrina edulis*

Según las investigaciones, las semillas de pajuro contienen entre el 51-52% son de carbohidratos y el 21-25% son de proteínas por 100 g. La piel y los pómulos también se han encontrado ricos en minerales como calcio, magnesio, sodio, potasio, fósforo, azufre, hierro, molibdeno, cobre, magnesio y zinc. También tiene una alta cantidad de agua (80.5 g por 100 g), y también contiene isoflavonoides, fitoestrógenos y lectinas.

Tabla 2.

#### *Composición química del Erythrina edulis*

Composición	Frutos sin cáscara	Frutos con cáscara y hojas
Proteína	20 – 25%	23 – 40%
Grasa cruda	1 – 2%	1 – 6%
Ceniza	1.2 – 2%	2 – 3.5%
Fibra cruda	1 – 1.8%	3 – 23%
Carbohidratos	42 – 55%	20 – 40%

Fuente. Adaptado de Tingal (2019)

La Tabla 3 muestra que el pajuro tiene deficiencia de aminoácidos de metionina y triptófano, al igual que todos los cereales. Es recomendable utilizar granos como el trigo, arroz, aves y sésamo al preparar los platos para convertir esta leguminosa en una comida completa en aminoácidos.

Tabla 3.

*Contenido de aminoácidos en el Erythrina edulis*

<b>Aminoácido</b>	<b>Pajuros</b>	<b>Frijoles</b>	<b>Arvejas</b>	<b>Soyas</b>	<b>Habas</b>
Lys	6.91 mg	6.24 mg	6.96 mg	6.38 mg	6.46 mg
His	5.84 mg	2.50 mg	2.38 mg	2.53 mg	2.37 mg
Thr	5.84 mg	3.87 mg	3.58 mg	3.86 mg	3.36 mg
Val	5.57 mg	4.62 mg	4.08 mg	4.80 mg	4.40 mg
Met	1.31 mg	1.17 mg	0.88 mg	1.26 mg	0.74 mg
Ile	5.20 mg	3.73 mg	3.20 mg	4.54 mg	4.00 mg
Leu	8.24 mg	6.51 mg	6.37 mg	7.78 mg	7.09 mg
Phe	4.99 mg	4.72 mg	4.22 mg	4.94 mg	4.32 mg
Trp	0.66 mg	0.56 mg	0.74 mg	1.28 mg	N.D.
Tyr	5.50 mg	2.70 mg	3.34 mg	3.14 mg	3.20 mg
Arg	5.63 mg	5.87 mg	9.46 mg	7.23 mg	8.90 mg
Asp	19.47 mg	11.1 mg	11.00 mg	11.70 mg	11.20 mg
Ser	5.71 mg	5.57 mg	4.75 mg	5.12 mg	4.48 mg
Glu	17.42 mg	16.20 mg	18.40 mg	18.70 mg	15.00 mg
Pro	5.25 mg	3.97 mg	3.87 mg	5.45 mg	3.98 mg
Gly	5.44 mg	3.31 mg	4.14 mg	4.18 mg	4.13 mg
Ala	7.73 mg	3.74 mg	4.18 mg	4.26 mg	4.14 mg

Fuente. Alarcón y Tarazona (2016)

**2.2.1.5. Harina de *Erythrina edulis***

Un análisis detallado de la harina de pajuro proveniente de Colombia se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.

*Composición química de una harina de pajuro*

<b>Composición</b>	<b>Pajuro en harina</b>
Humedad	12.5%
Cenizas	1.5%
Proteínas	18.5%
Grasas	2.5%
Fibra	0.5%
Almidón	13.1%

Fuente. Alarcón y Tarazona (2016)

Según Tingal (2019), menciona que hay estudios realizados que han reportado que el pajuro es adecuado para la manipulación industrial en la elaboración de harina para hornear (muffins, postres, bizcochos, panetón y pasteles), alimentos fritos, encurtidos, guisos, concentrados, etc. Además, se ha demostrado su aplicación en medicina tradicional como regulador de la función renal, hipotensión y osteoporosis. El pajuro es una especie económicamente significativa porque sus frutos y semillas se utilizan en la preparación de alimentos. Y sus semillas, comúnmente conocidas como papas, sugieren que se pueden procesar en harina para usar en panaderías, agregando valor nutricional a la harina, destacando esta harina de pajuro como un sustituto para mejorar varios productos en la panificación.

## **2.2.2. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*)**

### **2.2.2.1. Generalidades de la *Arracacia xanthorrhiza***

La raíz de *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft se distingue por su gran variedad morfológica y, debido a su composición proximal, se puede considerar una fuente de energía fundamental. Además de ser una buena fuente de vitamina A y niacina, destaca en relación con otros nutrientes por la cantidad de hidratos de carbono (almidones y azúcares totales). También tiene niveles significativos de minerales como el calcio, el fósforo y el hierro. La arracacha es originaria de los Andes y ha sufrido una erosión genética agresiva con el paso del tiempo. Esto se suma a la falta de atención que recibió durante el proceso de cultivo de las plantas, siendo relegado por plantas similares que han recibido más atención. Se introdujo con cierto éxito en las montañas de América Central, y tiene cierta importancia económica y comercial en Brasil. Estuvo también en Europa, pero esta introducción fue un fracaso. Esta puede haber sido una de las razones por las que este cultivo no ha tenido mayor relevancia entre los cultivos alimentarios y ha recibido poca atención de los investigadores. Sin embargo, el estudio de esta especie tiene resultados prometedores. La arracacha se encuentra

por todo el territorio peruano y se cultiva en jardines de hogar. Sin embargo, se pueden distinguir dos centros de diversidad distintos: el norte y el oriente de la sierra del Perú. También se destacan las provincias de Cajamarca, especialmente Cutervo, Súcota y Huambos (Ventura, 2007).

### 2.2.2.2. Clasificación botánica de la *Arracacia xanthorrhiza*

La raíz de Arracacha pertenece a la familia Apiaceae (Apiaceae) y tiene la clasificación botánica siguiente:

Tabla 5.

#### *Clasificación botánica de la Arracacia xanthorrhiza*

Característica	Descripción
División	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Sub-clase	Archichalamydeae
Orden	Umbelliflorae
Familia	Umbelliferae (apiácea)
Sub-familia	Apiodae
Tribu	Smirniae
Genero	Arracacia
Especie	Esculenta (variedad blanca); <i>Xanthorrhiza bancroft</i> (variedad amarilla).

Fuente. Adatado de Díaz (2015)

Los nombres o denominaciones más comunes de la Arracacha son: Iaquchu, rakkacha, huiasampilla (quechua), Iakachu, Iecachu, español (aymara), Arrecate (América Latina), Zanahoria blanca (Ecuador), Arracacha, racacha, virraca (Perú), Arracacha, racacha, apio criollo (Venezuela).

### 2.2.2.3 Variedades de arracacha

Según Chuquiyauri y Tello (2020), en su estudio manifiesta la siguiente clasificación de la arracacha:

- **Arracacha de manchas moradas:** La planta tiene un tinte púrpura brillante o coloración morada al comienzo del tallo al lado del tronco. La raíz tiene forma de

huso, el color de la epidermis varía, la epidermis primaria es marrón, la epidermis secundaria es como un cepillo, la corteza es marrón claro, la médula es marrón y los haces vasculares son púrpuras.

- **Arracacha Amarilla:** La planta es completamente verde, pero cuando madura se torna ligeramente amarilla en la base del tallo y su sabor es particular, ligeramente amargo y un poco dulce, que puede ser una semejanza a la temprana y muy buena patata Phureja. Debido al alto rendimiento y los tallos bajos, las raíces comienzan a reventar después de 8 meses y deben desenterrarse durante el año, ya que están dañadas por la podredumbre de los arbustos. Raíz de forma fusiforme, claviforme, color de la piel crema oscuro, color de la corteza amarillo pálido, color de la médula anaranjado.
- **Arracacha blanca:** El aspecto de la planta es muy similar a la anterior, pero las raíces son marrones en lugar de amarillas. La forma del tallo es cilíndrica y fusiforme, la piel es de color marrón oscuro, la cáscara es de color marrón oscuro y el anillo vascular es de color crema.

#### ***2.2.2.4. Composición química y nutricional de la Arracacia xanthorrhiza***

Según Narro (2021), en la composición de la arracacha, los carbohidratos se destacan frente a otros nutrientes (almidón más azúcares totales) y minerales importantes como calcio, fósforo y hierro, además de ser una buena fuente de vitamina A y niacina.

Tabla 6.

#### ***Composición nutricional de la arracacha blanca y amarilla***

<b>Composición</b>	<b>Arracacha Blanca</b>	<b>Arracacha Amarilla</b>
Humedad	71.56%	68.80%
Proteína	1.13%	1.19%
Carbohidratos	25.13%	27.59%
Grasa	0.23%	0.18%
Cenizas	1.10%	1.28%
Fibra	0.85%	0.96%
Materia Seca	28.44%	30.79%

Az. Reductores (mg Glu/ml mta)	1.98	3.35%
Ácido ascórbico (mg)	25.10%	26.54%
Almidón	17.72%	18.01%

Fuente. Adaptado de Narro (2021)

El niacina y la vitamina A son dos de las vitaminas que componen la arracacha, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.

*Vitaminas en la Arracacia xanthorrhiza (mg/100 g)*

<b>Tipo de vitamina</b>	<b>Arracacha fresca</b>
Vitamina A	1.759 mg
Tiamina	0.08 mg
Riboflavina	0.04 mg
Niacina	4.5 mg
Piridoxina	0.03 mg

Fuente. Adaptado de Narro (2021)

La composición química de la *Arracacia xanthorrhiza*, se destaca por la cantidad de calorías y carbohidratos como se muestra en el siguiente tablero:

Tabla 8.

*Compuestos químicos de la Arracacia xanthorrhiza (mg/100 g)*

<b>Composición</b>	<b>Arracacha fresca</b>
Humedad	74.00 mg
Sólidos totales	26.00 mg
Carbohidratos	24.91 mg
Proteínas	0.96 mg
Lípidos	0.26 mg
Cenizas	1.30 mg
Fibras	0.85 mg
Almidón	23.51 mg
Azúcares totales	1.66 mg
Calorías	104 mg

Fuente. Adaptado de Narro (2021)

Además, la *Arracacia xanthorrhiza* cuenta con una composición de aminoácidos esenciales como se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 9.

*Composición de aminoácidos esenciales de la Arracacia xanthorrhiza*

AA	mg de AA/g de N	
	Arracacha	Cantidad de AA recomendada por la FAO/OMS 1973
Ile	83 mg	250 mg
Leu	237 mg	440 mg
Lys	203 mg	340 mg
Met + Lys	179 mg	220 mg
Phe	386 mg	380 mg
Tyr	186 mg	250 mg
Thr	144 mg	60 mg
Trp	191 mg	310 mg
Val	33.2 mg	100 mg
Valor (E/T%)	22.6 mg	36 mg

Fuente. Adaptado de Narro (2021), donde AA son los aminoácidos esenciales y N es el nitrógeno

#### **2.2.2.5. Usos de la *Arracacia xanthorrhiza***

Debido a su contenido de almidón, aceite y sales minerales, la *Arracacia xanthorrhiza* tiene un sabor muy agradable y se digiere fácilmente. La arracacha se considera una de las más deliciosas del mundo porque combina los sabores de las cebollas, el ajo, las patatas y los espárragos. La preparación de estas semillas es diversa: se cocinan con otras semillas, tubérculos y pulpa y se utilizan para preparar panecillos o fritos, sopas, purés y guisos utilizan arracacha. El uso de esta raíz en la dieta de los ancianos y los niños enfermos está relacionado con su alto contenido de minerales como calcio, fósforo y vitaminas (niacina). La harina liberada por las raíces de la arracacha es fácilmente digerible; por ejemplo, en Brasil hay papillas y sopas instantáneos. El aroma distintivo de las flores de su género, en su alto contenido de carotenos y las propiedades funcionales del almidón lo convierten en un ingrediente único en los productos de comida rápida. (Artieda, 2022)

### ***2.2.2.6. Harina de Arracacia xanthorrhiza***

Según Chuquiyaury y Tello (2020), la harina de arracacha se obtiene mediante una molienda y se puede clasificar según la medida del grano para garantizar una apariencia uniforme. La harina se puede clasificar pasándola por un tamiz principalmente de madera con una malla rígida de acero inoxidable o de plástico. El tamiz se mueve manualmente por dos personas o por un motor. Para obtener harina fina de menos de 0.25 mm de diámetro, se pasa por un tamiz del número 60. Un material muy grande y granular que no pasa por la rueda puede ser molido de nuevo o simplemente considerado harina Grasa (Grasa es un material muy pegajoso que se puede utilizar como alimento para animales). Es un producto obtenido de la molienda de la raíz de arracacha y tiene características aptas para el consumo humano.

#### ***2.2.2.6.1 Flujograma para el procesamiento de la harina de Arracacia xanthorrhiza***

Según Chuquiyaury y Tello (2020), describe el siguiente diagrama de flujo:

- **Selección:** Hecho mediante inspección visual para asegurarse de que las raíces de alta calidad estén libres de daños, daños por insectos o microorganismos durante la cosecha o el proceso de procesamiento.
- **Lavado:** Las raíces seleccionadas se lavan a fondo para eliminar la suciedad, la mugre, los microorganismos y otras impurezas adheridas a la materia prima. Esto se hace remojando a mano las raíces en agua fría y frotándolas con un cepillo.
- **Pelado:** Se realiza con un cuchillo de acero inoxidable y consiste únicamente en raspar debido a la finura de la corteza.
- **Corte:** El propósito es facilitar el proceso de secado de la arracacha al aumentar la superficie de secado y facilitar la acción de bisulfito de sodio o

el ácido cítrico. Las raíces se cortan en trozos de aproximadamente 3 mm de espesor con un cortador manual.

- **Sulfitado:** Evita que el producto se oscurezca durante y después del secado. Las secciones se sumergen en una solución de bisulfito de sodio con una concentración del 0.15% o una solución de ácido cítrico con una concentración del 0.15%.
- **Oreo:** reduce la cantidad de agua debido a la sulfatación realizada en malla de alambre durante unos 5 minutos.
- **Secado:** Las piezas de arracacha se secan en túnel de viento caliente a una velocidad de viento de 2 m/s sobre batea con una capacidad de 6.25 kg/m<sup>2</sup>, 4h de secado a 60 °C.
- **Molienda:** Después de secar las rodajas de arracacha, se muelen en un mortero durante unos 30 minutos.
- **Filtración:** Separación de partículas grandes de las pequeñas. Esto se hace en un tamiz vibratorio, seleccionando un producto en forma de harina que, dependiendo del equipo, se pasa por un tamiz de malla 100 (diámetro 0.125 mm).
- **Almacenamiento:** Conservar a temperatura de medio ambiente, humedad relativa y presión atmosférica. Envasado en bolsa de papel Kraft.

### 2.2.3. Hierro hemínico

El hierro animal (HEM) es la forma más absorbida de hierro y la mejor fuente de hierro para el cuerpo, por lo que no requiere de cofactores para su absorción. (Calderón, 2018).

### ***2.2.3.1. Importancia de la cantidad de hierro en la dieta***

Una importante variable de riesgo es la deficiencia de hierro en la dieta. Los alimentos tienen dos formas de hierro: hemo y no hemo. El hierro hemo es el que se encuentra en los productos animales, como todos los tipos de carne roja y blanca, así como en carnes de órganos y sangre. La capacidad de absorción de hierro en el cuerpo es superior al 20% y no está afectada por inhibidores de absorción. Las verduras y otros productos animales como la leche y los huevos incluyen hierro no hemo o inorgánico. La absorción promedio de hierro no hemo es significativamente menor que la de hierro hemo y variaría significativamente. De acuerdo con el nivel de inhibidores de absorción en la dieta, la absorción de hierro no hemo varía de 1 a 8 %. (Artieda, 2022)

### ***2.2.3.2. Crecimiento de un niño y el requerimiento del hierro***

Cuando un niño triplica su peso de nacimiento en su primer año de vida, alcanza su tamaño máximo. Sin embargo, es posible que no todos los compartimentos de hierro hayan aumentado proporcionalmente en este momento. En los primeros meses de vida, se produce una disminución fisiológica de la concentración de hemoglobina, y este hierro se transfiere a los compartimentos de hierro. Las reservas de hierro se agotan en los bebés alrededor del cuarto mes de vida y después de los dos o tres meses en los bebés prematuros. Durante este tiempo, el niño está expuesto a fuentes externas de hierro para mantener un estado nutricional adecuado. Los grupos de edad de 0 a 6 meses requieren una cantidad total de 0.49 mg diarios y 0.90 mg diarios para apoyar el crecimiento y la pérdida de hierro. mg diariamente, 1-2 años (0.75 mg diariamente), y 2-8 años (0.79 mg diariamente). Además, la anemia es una disminución de la masa de glóbulos rojos, una disminución de la hemoglobina inferior a una desviación estándar por debajo de la media para el sexo y la edad, o ambas. Para niñas y niños de 6 meses a 5 años, el límite de hemoglobina sanguínea y hematocrito es inferior al 33%. (Artieda, 2022)

#### **2.2.4. Carne y la sangre de cuy**

Según expertos de la UNALM, la sangre de cuy y su carne contienen una enzima llamada asparagina, que puede ayudar a prevenir y combatir enfermedades cancerosas como la leucemia. Mg. José Sarria señaló que la asparaginasa es una enzima que ataca a la asparagina, una proteína que la convierte en ácido aspártico no dañino. Asparagina, por ejemplo, se encuentra en la leucemia y es una de las proteínas más comunes en estos tumores que se desarrollan rápidamente. La sangre y la carne de los guineos ayudan a controlar la enfermedad y evitan que la asparagina se convierta en un tumor. Por su bajo contenido en grasa y por ser muy recomendable para aumentar la fertilidad de las parejas, la carne y la sangre de cobaya son ya un alimento aceptado por las personas con colesterol. (Vergaray, 2018)

Además, la sangre combate la anemia, provocada por la carencia de hierro, que es la malnutrición más común en el mundo y está causada por la pérdida prolongada de sangre, las pérdidas de orina, la mala absorción y/o la ingesta de alimentos, y el aumento del volumen sanguíneo. La falta de hierro ocurre cuando la cantidad total de hierro en el cuerpo disminuye. Se pueden distinguir tres etapas, que se reemplazan gradualmente por otras dependiendo de la gravedad de la deficiencia. La primera fase se caracteriza por una caída de la ferritina sérica. En la segunda fase disminuye la saturación de transferrina. La tercera etapa se caracteriza por una deficiencia de hemoglobina, microcitososis e hipocromía. Por otro lado, el hierro hemo, que se forma a partir de la hemoglobina y la mioglobina en la sangre y los músculos, tiene una tasa de absorción mucho más alta que el hierro no hemo y, por lo tanto, es muy buena fuente de hierro para la suplementación. (Astuhuaman y Teodoro, 2019)

## 2.2.5. Galletas

### 2.2.5.1. Aspectos generales de las galletas

La historia de las galletas está relacionada con la historia de los cereales. Al principio no sabían nada de ellos y eran consumidos empapados en agua y leche. Hace 10000 años, los antepasados indígenas descubrieron que cuando se habían calentado, los panecillos se estrechaban como el pan sin levadura, lo que facilitaba su transporte. Se han encontrado galletas empaquetadas en yacimientos suizos de más de 6000 años de antigüedad, lo que las convierte en uno de los alimentos horneados más antiguos que se conocen. Antiguamente, las galletas eran muy sencillas porque eran tortitas planas y duras que se horneaban dos veces. Hoy en día, las galletas son una comida popular en todo el mundo, y hay un mercado en aumento con nuevos diseños que se ajustan a las preferencias de los consumidores y las normas de salud. (Mero y Cruz, 2018)

Mero y Cruz (2018), mencionan que según los estándares INEN, cuyo objetivo es definir las exigencias que deben cumplir los distintos tipos de galletas. Estas se producen mediante la mezcla de derivados del trigo u otros ingredientes de pan con otros ingredientes adecuados para el consumo humano y hornearlos con los datos adecuados. Deben ser elaborados en condiciones adecuadas, de acuerdo con las BPM, y con materias primas inocuas. También pueden añadirse potenciadores del sabor, potenciadores del aroma, emulgentes, agentes leudantes, humectantes, auxiliares tecnológicos de la harina, antioxidantes y colorantes naturales en las cantidades permitidas por INEN 2074. El porcentaje máximo de humedad es de 10.8 (INEN, 2005). Según INEN (2005) nos brinda la siguiente clasificación de las galletas:

- **Galleta saborizada:** Estas tienen un contenido de sal.
- **Galleta dulce:** Estas son aquellas que contienen dulces.

- **Galleta waffle:** Estas están hechas de masa horneada con relleno adicional en un sandwich.
- **Galleta rellena:** Estas son a las que se les ha añadido relleno.
- **Galleta recubierta o glaseada:** Estas tienen una capa exterior o un baño que puede ser simple o rellena.

Para NTP (2018) del INACAL, indica que estas galletas son productos más o menos sólidos y crujientes que se obtienen de la masa de hornear con o sin harina de hornear, junto con otros ingredientes autorizados y debidamente aprobados, incluyendo, pero sin limitarse a, leche, trigo, sal, huevos, agua de bebida, azúcar, mantequilla, aditivos, colorantes y conservantes.

Según NTP (2018) del INACAL plantea la siguiente división:

- De acuerdo a su sabor se dividen en: Saladas, dulces y de diferentes sabores o de sabores especiales.
- De acuerdo a su presentación se dividen en: **Simple:** cuando estas galletas se presentan después de su elaboración sin ningún otro aditivo. **Relleno:** Cuando se adiciona un relleno adecuado en el centro de las galletas. **Revestido:** Si tienen un abrigo o baño adecuado en el exterior. Pueden ser lisos o estampados. debido a su enfoque de marketing. **Galleta envasada:** Se venden en envases sellados o paquetes cerrados en pequeños lotes. **Galleta a granel:** Son galletas que normalmente se venden en cartones, cajas o cajas de tecnopor.

#### ***2.2.5.2. Proceso de elaboración de galletas***

Las galletas son uno de los productos más consumidos por la población mundial, y es una comida tradicional que ha sido procesada de manera artesanal durante mucho tiempo.

Según Toaquiza (2012) en su investigación, nos hace mención de la siguiente metodología de elaboración de una galleta:

- **Recepción.** Para garantizar la inocuidad y calidad del producto final, es crucial obtener materias primas de alta calidad sin alteraciones ni contaminación.
- **Pesado.** Para determinar la producción, se tiene en cuenta el peso del material bruto y la cantidad correspondiente según la disponibilidad de la planta.
- **Cremado.** Esta etapa consiste en hacer una mezcla de grasa (margarina) y edulcorante (plato o azúcar) durante 10 minutos, luego se le agregan huevos y esencia al mismo tiempo y se homogeniza hasta obtener una crema.
- **Homogenizado o uniformidad.** En este proceso se mezclan a mano harina de trigo, otras harinas y polvo de hornear.
- **Mezclado.** La masa cremada y homogenizada se mezcla hasta que se forma una masa homogénea.
- **Descanso.** Reservar la masa en refrigeración durante 20 min.
- **Laminación.** Hacemos esto manualmente, estirando la masa con el rodillo, hasta obtener una lámina de 5 mm de espesor.
- **Moldeado.** Cortar en trozos de unos 10 gramos y colocar en una bandeja de horno para darle forma redonda.
- **Descanso.** Se realiza 5 min. Para que pueda funcionar el polvo de hornear.
- **Horneado.** Esta etapa consiste en llevar la bandeja con porciones de masa del tamaño adecuado en un horno precalentado a 165 °C y hornear durante 15 a 20 minutos.
- **Enfriamiento.** Después de hornear las galletas, retírelas del horno y déjelas enfriar a temperatura ambiente (17-19°C) durante 10 minutos.
- **Envasado.** Se realiza en bandejas termoformadas de 220 gramos.

- **Conservación.** El producto envasado se almacena en la estantería a una temperatura de habitación de 17 a 19 °C.

#### ***2.2.5.3. Los beneficios nutricionales de las galletas***

El contenido nutricional de las galletas depende de su composición, ya que pueden proporcionar una gran cantidad de energía y vitaminas cuando se utilizan para procesos dietéticos específicos, como en atletas, estudiantes o a nivel de salud. Existe una amplia gama de galletas en el mercado debido a la diversidad de sus ingredientes y formas de preparación, algunas de las cuales están destinadas a personas con enfermedades crónicas no transmisibles y a quienes padecen afecciones como anemia, intolerancia al gluten y celiaquía. De vez en cuando, las galletas se fabrican sin azúcar o con harina integral de trigo, lo que no afecta a su valor calórico ni nutricional. (Mejía, 2020)

#### ***2.2.5.4. Los ingredientes y sus funciones en la elaboración de galletas***

Según Jiménez (2017) manifiesta los siguientes ingredientes usados en la elaboración de galletas:

- **La harina de *Triticum aestivum*.**

Para hacer galletas, es necesario un pan suave. La cantidad de proteínas suele ser inferior al 10%. La masa obtenida es menos flexible y resistente a la extensión que la masa de harina gruesa con más del 10% de proteína. Las proteínas con gluten se pueden clasificar según su solubilidad. Las gliadinas, que representan aproximadamente una tercera parte del gluten, son los más solubles y ayudan a que la harina sea más suave y fluida. Los dos tercios restantes son gluteninas, que contribuyen a la extensibilidad, lo que resulta en un pan más fuerte y flexible.

Añadir agua a la harina hidrata la proteína del gluten para formar una masa. Los granos de cebada triturados mantienen parte del agua. Las proteínas del gluten se orientan, alinean y se abren parcialmente cuando se mezcla y amasa la harina hidratada. Mejora las

interacciones hidrofóbicas y crea enlaces cruzados de disulfuro mediante reacciones de intercambio de disulfuro. Cuando las partículas de gluten nativo se convierten en membranas delgadas que sostienen los granos de cebada y otros componentes de pan, se crea un nudo de proteínas viscoelástico de tres dimensiones. Varios tipos de vínculos, puentes de disulfuro, forman las conexiones entre las cadenas de glutenina, con las conexiones entre los átomos de hidrógeno de los grupos amida comunes de glutamina posiblemente las más importantes, pero también son importantes las conexiones iónicas y las interacciones hidrofóbicas. Si las galletas se hacen con una masa demasiado dura, quedarán más duras que crujientes, y encogerán de forma desigual después de moldearlas. Estos problemas requieren un control cuidadoso de las propiedades de la harina al hacer galletas. Una masa buena puede tener mucho gas porque las proteínas se liberan cuando se hornea las galletas. Para obtener la masa, se requiere trabajo mecánico (cortar), las moléculas gigantes de glutenina se unen en cadenas lineales durante la preparación de las galletas, estas cadenas se unen para crear una capa flexible alrededor de las burbujas de aire. Las tensiones mecánicas son suficientes para romper los enlaces de hidrógeno necesarios para mantener la unión entre las diferentes proteínas del gluten durante un breve periodo de tiempo. Durante la acción mecánica, las subunidades de glutenina permanecen en una posición más larga debido a las reacciones de intercambio entre grupos de sulfhídricos cercanos. La presencia de sustancias con grupos sulfhídricos de peso bajo es necesaria para estas reacciones de transmisión.

➤ **La grasa.**

La grasa, después de la harina y el azúcar, es el tercer ingrediente más importante en la industria de las galletas. Las grasas en la masa tienen un efecto no pegajoso, lo que contribuye a su elasticidad. Además, su adición suaviza la masa y actúa como lubricante. Debido a que las galletas son menos firmes que serían sin grasa, también juega un papel importante en la textura de las galletas. La grasa también aumenta la longitud y reduce la

espesura y el peso de las galletas, que se caracterizan por una estructura fracturada y se rompen fácilmente.

La fase acuosa y las grasas compiten por la superficie de la masa durante el amasado. Las proteínas de la harina se combinan con la solución de azúcar o agua para crear gluten, que crea un vínculo sólido y flexible. Los granos proteicos y de trigo están rodeados por el aceite, lo que interrumpe la continuidad de la estructura proteica y del almidón.

Cuando un poco de grasa rodea la masa, esta estructura cambia y, en términos de propiedades nutricionales después del procesamiento, la masa se vuelve menos grueso, más fácil de comer y más propenso a quemarse en la boca. La dificultad radica en que la grasa no se mezcla con el agua. Por lo tanto, agregar grasa a una masa es un problema porque la grasa debe distribuirse uniformemente por toda la masa.

#### ➤ **El azúcar**

La apariencia y la textura de las galletas son significativamente influenciadas por el azúcar cuando está en su estado cristalino. También controla la textura de las galletas con azúcar fortificante. La unión de agua con azúcares y polisacáridos contribuye significativamente a las características de las galletas. Añadir azúcar en la receta reduce la adherencia y el tiempo de preparación de la masa. La longitud de la galleta aumenta mientras que su espesor y peso disminuyen. La cohesión más fuerte y la textura más suave son características de las galletas con alto contenido de azúcar. El jarabe de glucosa (hecha de almidón) es muy resistente a la cristalización, lo que ayuda a mantener la humedad en las galletas.

Reducir los azúcares durante la cocción regula la intensidad de la reacción de Maillard, lo que da como resultado una tonalidad marrón en la superficie. Cuando se calientan en soluciones de reducción de azúcares en un ambiente seco con una tasa de agua de 0.6 a 0.9, la reacción de Maillard ocurre. En el primer paso de la reacción, se combinan

azúcares y aminoácidos para reconstituir los productos de Amadori. La segunda etapa produce una tonalidad amarillenta y un olor ligeramente desagradable.

➤ **La leche**

La leche es un ingrediente que mejora el color, la textura, la absorción de agua y la untabilidad de los productos horneados y confiere a las galletas un sabor delicado. Es mejor usarlo en polvo debido a su alta estabilidad, pero también se puede usar entero si desea mantener el sabor de la grasa de la leche, que tiene poco impacto que debilita o destruye ninguna estructura. Puede haber gluten. La grasa de leche tiene un impacto físico en las galletas al disminuir su estructura al detener la unión de coloidales hidrofílicos como el gluten y el azúcar. El mismo autor indica que la caseína de leche participa en la formación de las estructuras porosas y se considera un endurecedor; también participa en la reacción de Maillard.

➤ **El agua**

Una tercera parte de la cantidad de harina utilizada para hacer galletas se compone de agua. Aunque el agua es una parte importante de la fabricación de harina para ayudar a disolver otros ingredientes, hidratar proteínas e hidratos de carbono y formar una red de gluten, se considera un suplemento porque no es un nutriente. El agua desempeña una función compleja al determinar el estado de conformidad del biopolímero, influir en la naturaleza de las interacciones entre los diferentes componentes de la formulación y contribuir a su estructura.

Además, es crucial para el comportamiento reológico de la harina. De la misma manera que se elimina en el horneado.

#### ***2.2.5.5. Ingredientes menores agregados en la elaboración de galletas***

Según Jiménez (2017) manifiesta los siguientes ingredientes menores usados en la elaboración de galletas:

- Bisulfito sódico o metabisulfito
- Lecitina
- Bicarbonatos
- Sal común
- Salvados. No contiene la proteína del gluten y se elabora triturando las capas protectoras o recubrimientos de las semillas. El grano pierde su elasticidad y aumenta su absorción de agua.

### 2.3 Definición de los términos básicos

- **Hemoglobina.** Es un pigmento que se encuentra en el estroma de las células sanguíneas rojas y es responsable de transportar oxígeno a todos los tejidos del cuerpo. Tienen la capacidad de formar compuestos con oxígeno (oxihemoglobina) y anhídrido carbónico que son fácilmente solubles.
- **Galletas nutritivas.** Se trata de productos alimenticios elaborados principalmente a partir de una mezcla de harina, aceite, grasa y agua, a la que pueden añadirse o no azúcar y otros productos alimenticios (aditivos, aromas, especias, condimentos, etc.), y que se someten a un proceso de amasado y horneado (tratamiento térmico), dando como resultado un producto de presentación muy diversa, caracterizado por un bajo contenido en agua.
- **Óptimo.** Es excepcionalmente bueno o el mejor, particularmente dadas las condiciones o cualidades de algo para lo que es extremadamente difícil o imposible encontrar algo más adecuado.
- **Mezcla.** Es una unión de dos o más sustancias que todas mantienen sus propias propiedades. A veces, una mezcla es fácil de detectar porque se puede ver a simple vista, como cuando el agua se mezcla con otros materiales como el aceite o un alimento.

- **Formular.** Es una secuencia o cadena de símbolos que tienen conexiones con un lenguaje formal de tal manera que la expresión satisface ciertas reglas de corrección y permite una interpretación, además puede ser una lista detallada de todos los ingredientes, métodos y tiempos necesarios para preparar un algo de acuerdo con un procedimiento operativo específico.
- **Sustitución parcial.** Es un método utilizado por la mayoría de los fabricantes procesadores de materia prima para causar el menor daño posible al alimento y garantizar la elaboración sin descuidar el aspecto estético del producto.
- **Enriquecimiento.** El enriquecimiento puede incluir la adición de algo para aumentar una característica o compuesto en un producto como por ejemplo podría ser grasa o aceite para aumentar la energía o la densidad del alimento, aminoácidos de cereales para mejorar la calidad de las proteínas; o proteína, azúcar o aceite (con micronutrientes) a un alimento formulado (producto para el destete, o un suplemento).
- **Hierro hemínico.** También conocido como hemo (derivado de la mioglobina y la hemoglobina presentes en los tejidos animales) es una fuente importante de hierro dietético porque se absorbe mucho más eficientemente que el hierro no hemo y también promueve la absorción de hierro.

## 2.4 Hipótesis de investigación

### 2.4.1 Hipótesis general

F<sub>0</sub>: A través de una correcta formulación y evaluación se podrá obtener una galleta nutritiva con sustitución parcial de la harina trigo (*Triticum aestivum*) por harina de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy) y de esta forma poder ser aceptada por el consumidor.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

F<sub>1</sub>: Estableciendo la formulación óptima de la sustitución de la harina trigo (*Triticum aestivum*) por *harina de Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy). Nos permitirá obtener una galleta nutritiva.

F<sub>2</sub>: A través de una correcta evaluación del grado de aceptabilidad sensorial de la galleta nutritiva formulada sustituyendo parcialmente la harina trigo (*Triticum aestivum*) por *harina de Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy) Nos permitirá obtener una galleta nutritiva aceptable por el consumidor

F<sub>3</sub>: Evaluando las propiedades físico-químicas y microbiológicas de la galleta nutritiva sustituyendo parcialmente la harina trigo (*Triticum aestivum*) por *harina de Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy). Se obtendrá un producto saludable, beneficioso y apto para el consumidor.

### **2.5 Operacionalización de las variables**

V.I: Mezcla de harina de *Triticum aestivum*, *Erythrina edulis*, *Arracacia xanthorrhiza* y harina de sangre de cuy.

V.D: Características sensoriales, físico-químicas y microbiológicas de la galleta nutritiva formulada.

### 2.5.1 Variable Independiente

Tabla 10.

#### Variable independiente de la investigación

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumento de medición	Escala de medición
				Colorimetría	Método CIELAB	L*a*b*
				Granulometría	Tamiz N.º 100	N.º
				Humedad	Método AOAC	%
Mezcla de harina de <i>Triticum aestivum</i> , <i>Erythrina edulis</i> , <i>Arracacia xanthorrhiza</i> y harina de sangre de cuy.	Es una operación que consiste en mezclar una fracción de harina de <i>Triticum aestivum</i> , <i>Erythrina edulis</i> , <i>Arracacia xanthorrhiza</i> y harina de sangre de cuy.	La mezcla de harina de <i>Triticum aestivum</i> , <i>Erythrina edulis</i> , <i>Arracacia xanthorrhiza</i> y harina de sangre de cuy en una galleta nutritiva mantiene las características organolépticas aceptables para lo cual se determinará la formulación óptima.	Análisis físico-químico de la harina de trigo, pajuro, arracacha y harina de sangre de cuy	Proteínas	Método AOAC	g
				Cenizas	Método AOAC	g
				Fibra cruda	Método AOAC	g
				Carbohidratos	Método AOAC	%
				Grasa	Método AOAC	g
				Hierro	Espectrofotometría	mg

## 2.5.2 Variable Dependiente

Tabla 11.

### Variable dependiente de la investigación

Variables Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumento de medición	Escala de medición
Características sensoriales, físico-químicas y microbiológicas de la galleta nutritiva formulada.	Aprobación de los panelistas o dar por bueno una alternativa de consumo de la galleta nutritiva formulado con sustitución parcial de la harina <i>Triticum aestivum</i> por harina de <i>Erythrina edulis</i> y <i>Arracacia xanthorrhiza</i> , enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy)	El análisis y evaluación de las características sensoriales, físico-químicas y microbiológicas nos brindará la recopilación de datos reales de la galleta nutritiva formulada	aceptabilidad sensorial	Color		
				Olor	Prueba de aceptación	Escala hedónica
				Sabor	Degustación	Puntuación (1- 9)
				Textura		
				Calidad general		
			Acidez		L*a*b*	
			Colorimetría	Método CIELAB		
			Humedad	Método AOAC	%	
			Proteína	AOAC 935.39 (C) Cap.32, Pag.79, 21st Edition 2019	g	
			Grasa	AOAC 935.39 (C) Cap.32, Pag.79, 21st Edition 2019	g	
			Fibra cruda	NTP 205.003.1980 (Revisado al 2011)	g	
			Cenizas	AOAC 935.39 (B) Cap.32, Pag.79, 21st Edition 2019	g	
			Carbohidratos	Por Diferencia MS-INN Collazos 1993	%	
			Hierro	AOAC 975.03 (C) Cap.3, Pag.3-4, 21st Edition 2019	%	
			Energía	NTE INEN 1334-2	Kcal/g	
			Parámetros microbiológicos	Recuento de aerobios mesófilos totales	AOAC., (1995).	UFC/g
				Recuento de coliformes totales	AOAC., (1995).	UFC/g
Recuento total de hongos y levaduras	AOAC., (1995).	UFC/g				

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

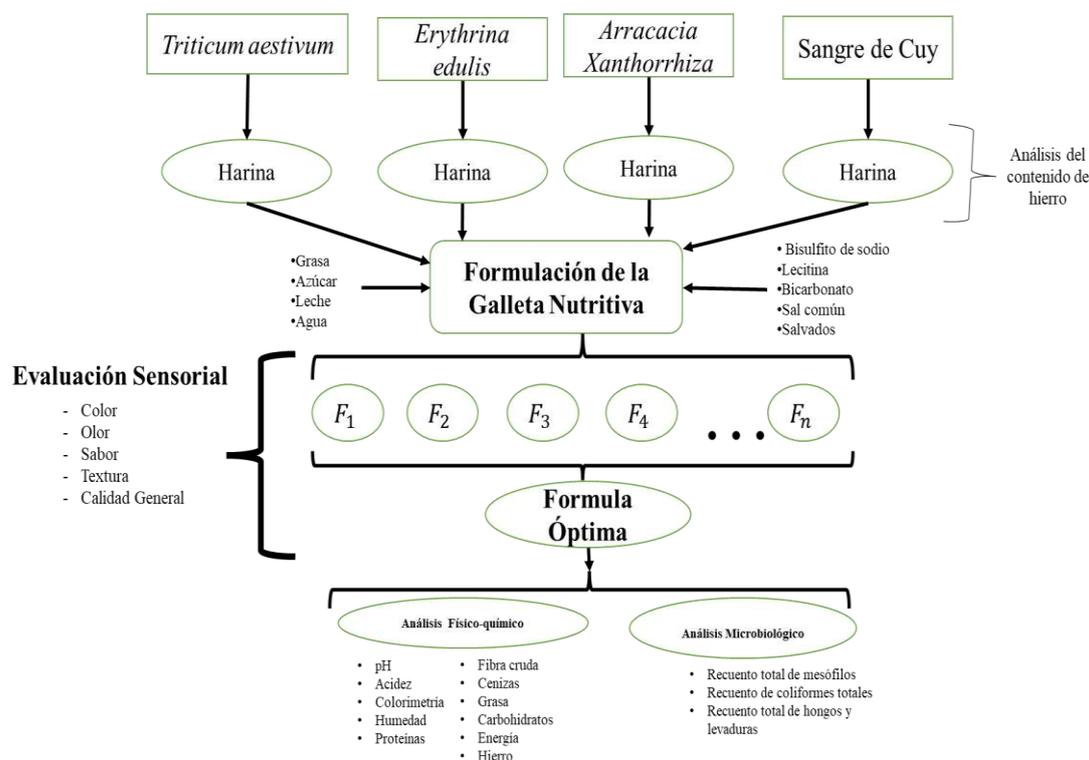
### 3.6 Diseño metodológico

Debido a la realidad de la presente investigación, se tomó en cuenta un enfoque cuantitativo ya que la información sobre los experimentos se recopiló en el laboratorio para luego ser analizada y a la vez nos pueda ayudar a poner a prueba las hipótesis con herramientas estadísticas. Así como lo manifiesta Hernández y Mendoza (2018), en su libro “El camino cuantitativo es apropiado cuando se desea estimar cantidades o la ocurrencia de fenómenos y probar las hipótesis”.

El estudio de investigación fue de carácter experimental, es decir, se desarrollaron experimentos participativos, enfocados a la solución de problemas que afecten la formulación de la galleta nutritiva realizando una sustitución de la harina *Triticum aestivum* por *harina de Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecido con hierro hemínico (harina de sangre de cuy) la cual limitó las actividades a realizar que impliquen adaptación o acondicionamiento de tecnologías que ya existen y han sido verificadas con éxito. Según Hernández et al. (2014), se trata de un estudio experimental en el que el investigador manipula las variables de esta forma para comprobar el efecto de esta modificación sobre otro fenómeno.

Para lograr los objetivos discutidos en el presente estudio, se diseñó el siguiente procedimiento metodológico, el cual se dio en tres etapas como se da a conocer en la Figura 2:

Figura 2.

*Diseño metodológico de la investigación***3.7 Población y muestra****3.7.1 Población**

Según Hernández y Mendoza (2018), la población en si es “el conjunto de todas las situaciones que corresponden a determinadas características”. En la presente investigación la población estuvo compuesta por los principales ingredientes como se describen continuación: harina de Trigo (los granos de trigo fueron adquiridos en el mercado la Parada de Huacho; para luego ser secados y al final ser molidos), harina de Pajuro (los frejoles de pajuro fueron adquiridos en el departamento de Cajamarca; provincia de Chota, estos fueron secados y luego ser molidos), harina de Arracacha (las raíces de arracacha fueron adquiridos en el departamento de Cajamarca; provincia de Chota, de igual manera fueron secados para luego ser molidos) y harina de sangre de cuy (los cuyes domésticos fueron adquiridos en el mercado la Parada de Huacho, luego fueron sacrificados de esta forma obtener la sangre, estará fue centrifugada para de esta forma poder separar los sólidos y líquidos y luego ser

secada). Para la formulación y elaboración de la galleta nutritiva se llevaron a cabo en las instalaciones de laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. La ubicación o región geográfica donde se llevó a cabo la investigación actual.

### **3.7.2 Muestra**

Según Hernández y Mendoza (2018), la muestra probabilística es un subconjunto de la población en el que la selección de ítems depende del azar. Para el presente estudio las muestras estuvieron compuestas por 10 kg de harina de trigo, 10 kg de harina de Pajuro, 10 kg de harina de Arracacha y 5 kg de harina de sangre de Cuy, de las cuales fueron sometidas a los tratamientos a evaluar.

## **3.8 Técnicas de recolección de datos**

### **3.8.1 Técnicas para emplear en la investigación**

#### **3.8.1.1 Obtención de la harina de *Triticum aestivum***

El trigo se considera el rey de los cereales entre todos los cereales. De allí se obtiene la harina, que es el ingrediente principal en la elaboración de galletas. De acuerdo con el tipo de galleta a hacer, esta harina era completa o semifina. Es una fuente de fibra, proteína y carbohidratos que proporcionan energía, promueven el crecimiento y ayudan en la digestión. La harina de trigo es el ingrediente principal en la preparación de todos los tipos de productos horneados. Desde tiempos antiguos, la harina de trigo ha sido parte de la dieta humana. Hay pruebas confiables en los textos hebraicos y pruebas inequívocas en las excavaciones arqueológicas realizadas. (Montes, 2014)

En la investigación se usó el método de obtención de harina de Trigo descrita por Becerra y Tuñoque (2018), donde manifiesta que la molienda se llevó a cabo en molinos de

rodillos con cuatro a seis juegos de rodillos de molienda; Son espirales y ranurados para romper el grano.

- **Recepción de los granos de Trigo.** El trigo fue recogido y comprado en zona detallada anteriormente, se transportó a granel a silos donde fue almacenada (humedad del grano es de 11-12%) y se realizó un control de calidad del trigo para determinar las características correspondientes a la variedad comprada. En esta etapa, es muy importante controlar la humedad, ya que, durante el transporte, por diversas razones, puede perder o ganar humedad, lo que repercutiría negativamente en la materia prima.
- **Limpieza de los granos de trigo.** Antes que se realizó el molido, fue necesario eliminar todas las impurezas y materias extrañas del grano, la paja o las semillas de otros granos. En esta etapa se pudo realizar de forma manual o se expuso a un sistema de vibración con un sistema de cribado que separó el grano de partículas extrañas e impurezas.
- **Acondicionamiento de los granos de trigo.** A este paso se agregó agua para beber, lo que endureció la capa exterior del grano, lo que lo hizo flexible para destruir el endospermo y facilitar la molienda. Dado que el gluten puede desnaturalizarse a temperaturas más altas, alcanzando un contenido de humedad del 15,5 % para el trigo blando y del 16,5 % para el trigo duro a una temperatura inferior a 45 °C. Este paso toma 48 horas.
- **Molienda y Cribado de los granos de trigo.** Este paso se llevó a cabo para separar la epidermis del grano harinoso. Permite que el grano sea triturado por la acción de rodillos metálicos (rayados), cada uno de los cuales tiene un grado de trituración diferente, que giran en sentido contrario y rompen los granos que los atraviesan para su posterior trituración. Se separó los subproductos de la

harina hasta que el 98% o más de la harina pase por un tamiz de 212 micrones (n° 100).

- **Tamizado de la harina de trigo.** Después de la molienda, toda la harina que se obtuvo pasó por dos planchisters, con varias bandejas superpuestas cubiertas con redes para diferentes granulometrías. Debido a los rápidos movimientos del Planchister, se pasó la harina y se separó el salvado.
- **Incorporación de Aditivos a la harina de trigo.** Después de tamizar la harina, se le añadió aditivos aptos por la norma, vitamina C y una mezcla de enzimas, de esta forma mejorar su comportamiento y calidad o condición panadera y nutricional.
- **Embolsado de la harina de trigo.** La harina fue empacada en bolsos de papel para protegerla de la retención de agua y el ataque de insectos y microorganismos durante la conservación o almacenamiento.
- **Almacenamiento de la harina de trigo.** Este paso se realizó para que la harina descansa o envejezca, de esta forma tenga mejores propiedades de procesamiento, tenga mayor tolerancia al amasado y produzca piezas más grandes. Se realizó en un ambiente donde la temperatura estaba entre 20 y 27°C. La humedad no excedió el 75%, las bolsas se colocaron sobre tarimas de madera, protegidas de la humedad, insectos y roedores.

### 3.8.1.2 Obtención de la harina de *Erythrina edulis*

Vargas (2016) estableció que la harina de pajuro previamente cocida es el resultado de la cocción, el secado, la molienda y la siembra del pajuro.

- **Recepción:** Aquí se realizó un pesado y selección de los granos de Pajuro obtenido.
- **Limpieza:** Esta etapa se realizó para eliminar impurezas como pequeñas piedras, tallos y tierra.

- **Lavado:** Esta etapa se realizó a 35°C con agua durante 3 veces para eliminar la cáscara.
- **Precocción:** Esta etapa se realizó a 90°C por un tiempo de media hora en una olla.
- **Pelado:** Esta etapa se realizó de forma manual, separando la cáscara a cada fruto.
- **Secado:** Esta etapa se realizó a 60°C en un secador en bandejas donde los granos secos tuvieron una humedad de 10-15%.
- **Molienda:** Esta etapa se realizó en un molino eléctrico por un espacio de una hora.
- **Tamizado:** Esta etapa los granos molidos fueron tamizados en un tamiz n° 100.
- **Almacenamiento:** Se realizó en un lugar seco a temperatura ambiente y se almacenó en una bolsa de papel.

### 3.8.1.3 Obtención de la harina de Arracacia xanthorrhiza

Se tomó como referencia el método establecido por Mejía (2020), que menciona lo siguiente:

- **Recepción de las raíces de Arracacha.** Las raíces de Arracacha después de haber sido recolectadas (compradas en el mercado destino y transportadas al laboratorio), fue comprobado que no contenían materiales extraños como madera, metales o ramas, y que no habían sufrido golpes o cortes durante el transporte.
- **Limpieza de las raíces de Arracacha.** En esta etapa se buscó quitar o remover con la inmersión en agua, cualquier sustancia extraña que se haya adherido a las raíces.
- **Selección y clasificación de las raíces de Arracacha.** En esta etapa, las raíces tuvieron una textura firme, sin manchas ni daños por el transporte, solo los

insectos y a la vez las raíces fueron consistentes en tamaño e índice de madurez, siguiendo un patrón de referencia.

- **Lavado de las raíces de Arracacha.** En esta etapa se llevó a cabo con agua más cloro en una concentración de 0.5 ppm.
- **Pelado de las raíces de Arracacha.** Esta etapa se realizó con el objetivo de retirar la cáscara de las raíces de forma manual y de esta forma obtener la pulpa.
- **Cortado de las raíces de Arracacha.** En este punto, se cortaron rodajas con un grosor de aproximadamente 0.3 cm, para que de esta forma el deshidratado sea más eficiente.
- **Deshidratado de las raíces de Arracacha.** Se colocaron las rodajas de las raíces de Arracacha en un horno deshidratador.
- **Enfriado de las raíces de Arracacha.** Esta etapa se realizó dejando enfriar las rodajas deshidratadas a 30°C y de esta forma nos pudo ayudar en la molienda.
- **Molido de las raíces de Arracacha.** Las rodajas de Arracacha ya deshidratadas se colocaron en un molino eléctrico.
- **Refinado de la harina de Arracacha.** Las rodajas de Arracacha deshidratada y molida fueron convertidas en harina (polvo) en un grosor de 3 micras.
- **Empacado de la harina de Arracacha.** Se envasó en bolsas de papel para proteger la harina de la humedad y los ataques de microorganismos e insectos durante el almacenamiento.
- **Almacenado de la harina de Arracacha.** Fue almacenada a una temperatura ambiente y de esta forma se conservó su tiempo de vida.

#### **3.8.1.4 Obtención de la harina de Sangre de Cuy (Hierro Hemínico)**

Se tomó como referencia a lo establecido por Vergaray (2018), que mencionó lo siguiente:

- **Beneficio de cuy.** Los cuyes fueron seleccionados y ayunados (12 horas aproximadamente) con un peso de 850-900 g, tuvieron un tratamiento, preacondicionado y desinfectado. Se desnucó el cuello. Se limpió con un afeitador el área del cuello para evitar la contaminación de la sangre. Se realizó el corte del cuello y a la vez el sangrado fue durante aproximadamente 1-3 minutos para evitar el deterioro y la coagulación de la sangre.
- **Recolección de la sangre.** Se recogió en tubos de vacío y luego fue homogeneizado suavemente, evitando cualquier contaminación. El almacenamiento adicional tuvo lugar en recipientes herméticos claramente definidos.
- **Centrifugación.** Después de extraer la sangre, se centrifugó y se agregó a los tubos en una centrífuga a 1200 rpm durante alrededor de 7 minutos.
- **Extracción de plasma.** Se ha realizado con la máxima precaución para garantizar que el plasma sea lo más libre posible de procesos de degradación de glóbulos rojos.
- **Elaboración de la fracción celular en polvo.** El secado se llevó a cabo en la estufa durante cinco horas a 60°C y una humedad final del 5 al 10%.

#### ***3.8.1.4.1 Análisis de la cantidad de hierro en la harina de sangre de Cuy***

El análisis de hierro en la harina de sangre de Cuy se realizó en los laboratorios de la UNALM siguiendo el procedimiento que a continuación se da a conocer:

- a. Se pesó con precisión de 2 a 10 g de muestra (dependió de la concentración de hierro que se quiso obtener) en un crisol limpio.
- b. Se colocó sobre la estufa o debajo de la lámpara de infrarrojos (opcional). Se calcinó la muestra colocándola en un horno de mufla a 550 °C durante toda la noche.

Se retiró el crisol del horno de mufla y se dejó enfriar a temperatura ambiente. (A partir de este punto se comenzó a preparar la solución en blanco como lo hizo con la muestra).

- c. Se añadió con cuidado 5 ml de HCl concentrado, se enjuago el crisol en porciones y se evaporo hasta sequedad al baño maría.
- d. Se disolvió el residuo en 2 ml de HCl concentrado y se pesó con precisión; se tapó con un vidrio de reloj y se llevó a baño maría durante 5 minutos.
- e. Se enjuagó con agua destilada el vidrio de reloj, se filtró en un matraz aforado de 100 ml, se diluyó a volumen y se agito fuertemente.
- f. Una alícuota de 10 ml se transfiero a un matraz aforado de 25 ml con una pipeta y se agregó 1 ml de solución de clorhidrato de hidroxilamina. Me agito con fuerza.
- g. Después de cinco minutos, se agregó un mililitro de ortofenantrolina y cinco mililitros de solución buffer y se ajustó el volumen hasta la marca. Me agito con fuerza.
- h. Se espero 30 minutos y luego se llevó al espectrofotómetro para medir la absorbancia de la muestra establecida, la solución estándar y el blanco a 510 nm. Se evito en contacto con la luz solar directa.

$$\text{Contenido Fe (mg/100g)} = \frac{C \times DF \times 10}{W}$$

### ***3.8.2 Formulación de las mezclas para la elaboración de galletas nutritivas***

En el análisis de optimización se realizó en un diseño de mezclas de vértices extremos de 3 componentes para lograr una galleta nutritiva de harina de trigo parcialmente sustituido con harinas de Pajuro y Arracacha enriquecida con harina de Cuy (hierro hemínico), con una formulación y análisis de óptimas cantidades, con buena aceptación. Para la investigación se acondicionó a lo expuesto por Mejía (2020) en el uso de harinas y para el uso de la sangre

de cuy fue de acuerdo a lo expuesto por Vergaray (2018), cómo se manifiesta en la siguiente tabla:

*Tabla 12.*

*Formulaciones para utilizar en la elaboración de la galleta nutritiva*

Ingredientes		Harina de Trigo	Harina de Pajuro	Harina de Arracacha	Harina de sangre de Cuy	Mantequilla	Polvo de hornear	Azúcar	Huevo	Agua	Ácido Cítrico	TOTAL
T1	g	236.850	0.000	228.790	8.060	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	0.000	28.382	1.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T2	g	236.850	228.790	0.000	8.060	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	28.382	0.000	1.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T3	g	236.850	114.395	114.395	8.060	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	14.191	14.191	1.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T4	g	236.850	171.593	57.197	8.060	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	21.287	7.096	1.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T5	g	236.850	57.197	171.593	8.060	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	7.096	21.287	1.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T6	g	236.850	0.000	220.730	16.120	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	0.000	27.382	2.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T7	g	236.850	220.730	0.000	16.120	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	27.382	0.000	2.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T8	g	236.850	110.365	110.365	16.120	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	13.691	13.691	2.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T9	g	236.850	165.548	55.182	16.120	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	20.537	6.846	2.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T10	g	236.850	55.182	165.548	16.120	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	6.846	20.537	2.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T11	g	236.850	0.000	212.670	24.180	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	0.000	26.383	3.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T12	g	236.850	212.670	0.000	24.180	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	26.383	0.000	3.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T13	g	236.850	106.335	106.335	24.180	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	13.191	13.191	3.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T14	g	236.850	159.503	53.167	24.180	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	19.787	6.596	3.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
T15	g	236.850	53.167	159.503	24.180	80.000	4.000	40.000	48.000	160.000	0.400	<b>806.100</b>
	%	29.382	6.596	19.787	3.000	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>

Fuente. Acondicionado de Mejía (2020) y Vergaray (2018).

### **3.8.3 Elaboración de las galletas nutritivas**

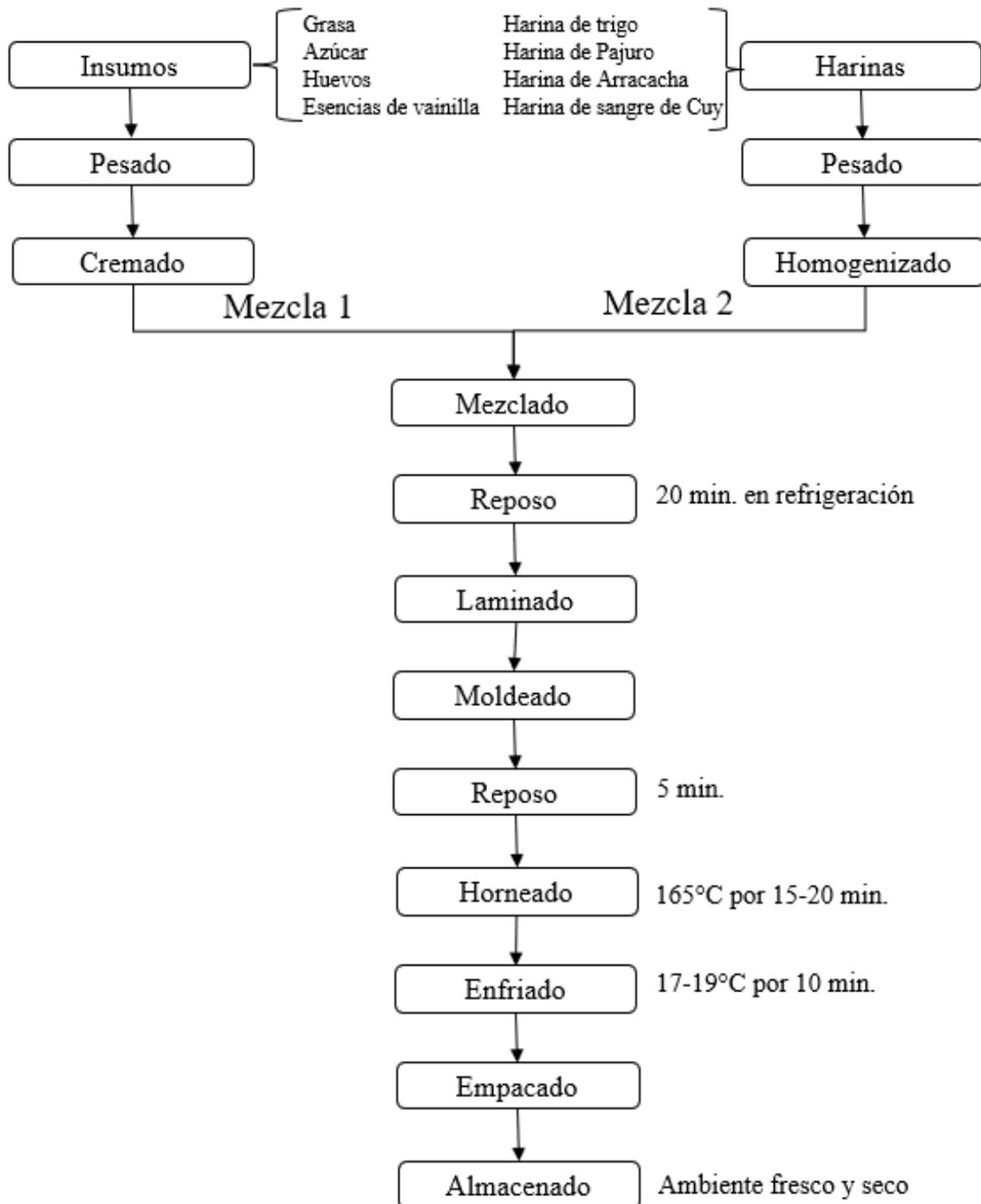
Se hizo uso de las diferentes etapas en el proceso de la elaboración de galletas nutritivas, como se describe a continuación.

- **Recepción de la materia prima.** Esta se encontró en un estado óptima de calidad, no presentando deterioro ni contaminación. Este punto es muy importante porque garantiza la seguridad y la calidad del producto final.
- **Pesado.** Para calcular los rendimientos, se tomó en cuenta el peso inicial de la materia prima y la cantidad ideal de capacidad de los equipos.
- **Cremado.** Durante diez minutos, se hizo una emulsión de grasa (margarina) y edulcorante. Luego se mezcló el huevo y la esencia al mismo tiempo y se convirtió en una crema.
- **Homogenizado.** En esta etapa se realizó un mezclado de las harinas de Trigo, Pajuro, Arracacha y de sangre de cuy.
- **Mezclado.** Se mezcló hasta obtener una masa homogénea, entre el cremado y el homogeneizado.
- **Reposo.** Se dejó descansar o reposar la masa por tiempo de 20 minutos en refrigeración.
- **Laminado.** Se estiró la masa en esta etapa con un bolillo en la mano hasta obtener una capa de 5 mm de espesor.
- **Moldeado.** En esta etapa se cortó en trozos redondos de aproximadamente 10 g y se colocó en una bandeja para hornear.
- **Reposo.** Se dejó en reposo durante 5 minutos. Para que pueda funcionar el polvo de hornear.
- **Horneado.** La masa moldeada en las bandejas se colocó en un horno precalentado a 165°C y se hornearon durante 15 a 20 minutos.
- **Enfriado.** Una vez horneadas, las galletas se sacaron del horno y se dejaron enfriar por 10 minutos a una temperatura ambiente de 17 a 19 °C.

- **Empacado.** Las galletas nutritivas se envasaron en envases termoformados de aproximadamente 220 g.
- **Almacenado.** Se almacenó las galletas nutritivas envasadas a temperaturas ambiente.

Figura 3.

Diagrama del proceso de la galleta nutritiva.



### **3.8.3.1 Evaluación sensorial de la galleta nutritiva formulada**

Para esta investigación, todas las formulaciones de galletas nutritivas fueron evaluadas sensorialmente en el aula taller de análisis sensorial, según un ordenamiento de acuerdo con el método como lo indica Wittig (2001). Las formulaciones de galletas nutritivas fueron calificadas por 50 panelistas semientrenados de ambos sexos y edades para determinar la aceptabilidad de las "galletas nutritivas". Los atributos evaluados en todas las formulaciones propuestas de galletas nutritivas fueron color, olor, sabor, textura y la calidad general. Además, dichas formulaciones fueron codificadas con números de tres dígitos.

### **3.8.3 Elaboración de las galletas nutritivas**

#### **3.8.3.1. Análisis fisicoquímico de las harinas de Trigo, Pajuro, Arracacha y plasma de Cuy.**

- A. Colorimetría.** Para este análisis en la investigación se hizo uso de los Apps de Android para celular (Color Grab, Color Suite y Color Analysis), donde podemos evaluar espacio de color  $L^*a^*b^*$  y el XYZ de método CIELAB.
- B. Granulometría.** Según Dussán, Hurtado & Camacho (2019), nos indicó el método a utilizar para determinar el tamaño de partícula de las harinas.
- C. Humedad.** Para este análisis en la investigación se realizó a las harinas de Trigo, Pajuro, Arracacha y sangre de Cuy y la metodología fue el método expuesto por Torpoco (2014), el cual se determinó calentando las muestras hasta peso constante en un horno a 105°C durante 6 horas (Association of Official Analytical Chemist, 1995; Codex Standard 199-1995).
- D. Proteínas.** La técnica de proteínas Kjeldhal y el método AOAC Ed 20 se utilizaron para el análisis de proteínas en condiciones ambientales de 18 a 25 °C y un 48.8 % de humedad relativa (AOAC, 2016). (López, 2019)

**E. Cenizas.** Previamente se pesó el crisol marcado, luego se agregó aproximadamente 2 g de harinas y se anotó el peso en ambos casos. Luego, los crisoles con las muestras se vaporizaron a 500-700°C durante 3 horas. Transcurrido el tiempo, se cerró la mufla y se pasó al desecador hasta que se enfrié y se esperó a que bajaran la temperatura. Finalmente se pesó el crisol con las cenizas. Los resultados obtenidos se determinaron mediante la fórmula siguiente:

Cenizas=peso inicial de las muestras – (crisol con muestra – crisol con cenizas)

$$\%Cenizas = \frac{Cenizas (g)}{muestra\ inicial} * 100$$

**F. Fibra cruda.** Según López (2019), menciona que el método AOAC 962.09 (AOAC, 1990) se utiliza para realizar esta determinación. Se pesó aproximadamente 1 gramo de harina por separado en crisoles de filtración Gooch que habían sido previamente tarados. Se colocaron crisoles en el aparato, se calentaron 150 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 1.25% y se hirvieron durante 30 minutos. Al final del período, se filtró y lavó el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tres veces con 30 mililitros de agua desionizada caliente. Luego se agregaron 150 mililitros de KOH al 1.25% previamente calentado y se dejó reposar durante otros 30 minutos, lavando con acetona grado reactivo. Los crisoles se hornearon durante tres horas. Se registró el peso constante de los crisoles, que es el contenido de fibra bruta más ceniza. Finalmente, los crisoles se colocaron en una mufla durante tres horas a una temperatura de 550°C. Durante este tiempo, se produjeron cenizas y se dejaron enfriar hasta que alcanzaron un peso constante con un contenido de fibra cruda. La siguiente ecuación se utilizó para calcular la cantidad de fibra cruda o bruta:

$$\%Fibra\ cruda = \frac{F_1 - F_2}{F_0} * 100$$

Donde:

- $F_0$ : Peso de la muestra (g)
- $F_1$ : Fibra cruda + cenizas (g)
- $F_2$ : Fibra cruda (g)

**G. Carbohidratos.** Los carbohidratos se determinaron de acuerdo a la metodología expuesta por Rodríguez (2021), lo cual indica que se realizó por diferencia de porcentaje, como se muestra en la ecuación siguiente:

$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - (\% \text{humedad} + \% \text{proteína} + \% \text{grasa} + \% \text{ceniza})$$

**H. Grasa.** Según López (2019), utilizando el procedimiento AOAC 920.39 (AOAC, 1990). donde se pesó 1 g de cada una de las harinas por separado, después de haberlas deshidratado en cartuchos, cartuchos y frascos de celulosa. Luego se colocaron en un aparato VELP Science Solvent Extractor (Soxhlet) con 50 ml de hexano a 130°C en la fase de inmersión por cuatro horas, luego se lavó la fase de recuperación de disolvente durante dos horas y la fase de recuperación de disolvente durante treinta minutos. Las ollas se colocaron en el horno para que el solvente fuera completamente eliminado. Las latas se dejaron enfriar hasta el mismo peso constante, que se registró en un desecador, antes de que se desecharan. Para el cálculo se utilizó la ecuación a continuación:

$$\% \text{Grasa} = \frac{W_2 - W_0}{W_1} * 100$$

Donde:

- $W_0$ : Peso del vaso con grasa (g)
- $W_1$ : Peso de la muestra (g)
- $W_2$ : Peso del vaso vacío (g)

### 3.8.3.2. Análisis fisicoquímico de la óptima formulación de galleta nutritiva

- A. Colorimetría.** Para este análisis en la investigación se hizo uso de los Apps de Android para celular (Color Grab, Color Suite y Color Analysis), donde podemos evaluar espacio de color  $L^*a^*b^*$  y el XYZ de método CIELAB.
- B. Humedad.** Se determinó siguiendo el método de AOAC 925.10 (AOAC, 2012); Después de un tiempo, se mantuvo en el desecador (estufa a 130°C durante 1 hora) hasta que alcanzó un peso equilibrado. Los ensayos se realizaron por triplicado para la materia prima, varios procesos y un acabado ideal. La siguiente ecuación se utilizó para determinar el porcentaje de humedad.

$$\%H = \frac{M_1 - M_2}{P} * 100$$

Donde:

- $M_1$ : Peso de la cápsula + muestra sin secar (g)
  - $M_2$ : Peso de la cápsula + muestra seca (g)
  - $P$ : Peso de la muestra (g)
- C. Proteína.** Se llevó a cabo utilizando la técnica de proteínas Kjeldhal y el método AOAC Ed 20 (AOAC, 2016) en condiciones ambientales con una humedad relativa del 48.8% y una temperatura ambiente de 18 a 25 °C.
- D. Grasa.** Según López (2019), utilizó el método AOAC 920.39 (AOAC, 1990). Donde se pesó 1 g de cada una de las muestras de galleta nutritiva formulada previamente deshidratada en cartuchos, cartuchos y frascos de celulosa los cuales se colocaron en un aparato VELP Científica Solvent Extractor (Soxhlet) con 50 ml de hexano a 130°C en fase de inmersión por 4 horas seguido de un lavado la fase de recuperación de disolvente durante 2 horas y la fase de recuperación de disolvente durante 30 minutos. Las ollas se colocaron en el horno para eliminar completamente el solvente. Las latas se dejaron enfriar hasta

el mismo peso constante, donde registró en un desecador. Para cálculo se utilizó la ecuación siguiente:

$$\%Grasa = \frac{W_2 - W_0}{W_1} * 100$$

Donde:

- $W_0$ : Peso del vaso con grasa (g)
- $W_1$ : Peso de la muestra (g)
- $W_2$ : Peso del vaso vacío (g)

**E. Fibra cruda.** Según López (2019), se llevó a cabo mediante el procedimiento AOAC 962.09 (AOAC, 1990). Se pesó aproximadamente 1 g de harinas por separado en crisoles de filtración Gooch que habían sido previamente tarados. Se colocaron crisoles en el aparato, se añadieron 150 mililitros de  $H_2SO_4$  al 1.25% previamente calentado y se hirvió durante 30 minutos. Al final del período, se filtró y lavó el  $H_2SO_4$  tres veces con 30 mililitros de agua desionizada caliente. Luego se agregaron 150 ml de KOH al 1.25% previamente calentado y se dejó reposar durante otros 30 minutos, lavando con acetona grado reactivo. Los crisoles se hornearon durante tres horas. Se registró el peso constante de los crisoles, que es el contenido de fibra bruta más ceniza. Finalmente, los crisoles se colocaron en una mufla durante tres horas a una temperatura de  $550^\circ C$ . Durante este tiempo, se produjeron cenizas y los crisoles se enfriaron hasta que alcanzaron un peso constante con un contenido de fibra cruda. La siguiente ecuación se utilizó para calcular la fibra bruta:

$$\%Fibra\ cruda = \frac{F_1 - F_2}{F_0} * 100$$

Donde:

- $F_0$ : Peso de la muestra (g)

- F<sub>1</sub>: Fibra cruda + cenizas (g)
- F<sub>2</sub>: Fibra cruda (g)

**F. Cenizas.** Se utilizó la técnica NTE INEN 520 (INEN, 1981). Los crisoles sin relleno se mantuvieron durante una hora en una mufla a una temperatura de 550°C, luego se dejaron en el desecador hasta un peso constante. Se registró el valor, se agregaron 5 gramos de galleta a cada bandeja y se pesó. Los crisoles se devolvieron al matraz durante 8 horas a 550°C. Se registró su peso después de que se dejó enfriar. La siguiente ecuación se utilizó para calcular la fracción de ceniza.:

$$\%Ceniza = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1} * 100$$

Donde:

- C1: Peso del crisol vacío (g)
- C2: Peso del crisol + muestra (g)
- C3: Peso del crisol + cenizas (g)

**I. Carbohidratos.** Se determinaron de acuerdo a la metodología expuesta por Rodríguez (2021), lo cual indica que se realiza por diferencia de porcentaje, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\%Carbohidratos = 100 - (\%humedad + \%proteína + \%grasa + \%fibra\ cruda + \%ceniza)$$

**G. Energía.** Se realizó el cálculo teniendo en cuenta los coeficientes de hidratos de carbono 4 kcal/g, proteínas 4 kcal/g y lípidos 9 kcal/g. de acuerdo a la norma NTE INEN 1334-2 (INEN, 2011).

$$Energía = (carbohidratos*4) + (proteína*4) + (grasa*9)$$

**H. Hierro.** El contenido de hierro de la galleta nutritiva se determinó a la óptima formulación. Se utilizó utilizando el siguiente método: AOAC 999.11 Método de Espectrofotometría de Absorción Atómica.

#### **3.8.4.3. Análisis microbiológicos de la óptima formulación de galleta nutritiva**

Las pruebas microbiológicas se realizaron después de haber obtenido la óptima galleta nutritiva aceptada y se determinó la presencia de microorganismos, según Norma Técnica Peruana (NTP 206.011-2018), los cuales fueron los recuentos de aerobios mesófilos totales, recuentos de coliformes totales y recuentos totales de hongos y levaduras utilizando el método de AOAC., (1995). Que nos brindó una información vista en UFC/g.

### **3.9 Técnicas para el procesamiento de la información**

Una vez que los datos sean recopilados utilizando herramientas, estas se registraron, tabularon y codificaron. Se implementó un diseño de mezclas para organizar, presentar, analizar y representar estadísticamente la información recopilada. Para presentar los resultados de los datos obtenidos y la evaluación sensorial, se utilizó el software estadístico IBM SPSS Statistics 25, Jamovi 2.3.12 y Excel 2016 apoyado en tablas dinámicas, cuadros estadísticos, gráficos y otros.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Análisis de resultados

#### 4.1.1 Resultados del análisis de aceptabilidad sensorial

Tras realizar las 15 formulaciones, se realizó una evaluación sensorial para obtener 3 formulaciones finales. Se trabajo en cuanto a los porcentajes de acuerdo con la tabla 13, siendo el 3% (18 gramos) de harina de sangre de cuy el ideal en la formulación del tratamiento 15. Las formulaciones fueron las siguientes:

Tabla 13.

#### *Formulaciones de tres tratamientos para la elaboración de la galleta nutritiva*

Ingredientes		Harina de Trigo	Harina de Pajuro	Harina de Arracacha	Harina de sangre de Cuy	Mantequilla	Polvo de hornear	Azúcar	Huevo	Agua	Ácido Cítrico	TOTAL
<b>T6</b>	g	176.292	0.000	164.28	12	59.544	2.98	29.77	35.73	119.09	0.30	<b>600.00</b>
	%	29.382	0.000	27.382	2	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
<b>T14</b>	g	176.292	118.72	39.58	18	59.544	2.98	29.77	35.73	119.09	0.30	<b>600.00</b>
	%	29.382	19.787	6.596	3	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>
<b>T15</b>	g	176.292	39.58	118.72	18	59.544	2.98	29.77	35.73	119.09	0.30	<b>600.00</b>
	%	29.382	6.596	19.787	3	9.924	0.496	4.962	5.955	19.849	0.050	<b>100.000</b>

En la tabla 13, demuestra la formulación dada para la elaboración de los tres tratamientos de las galletas nutritivas, después de recolectar respuestas de los 50 panelistas, los datos fueron procesados utilizando el software IBM SPSS Statistics 25. Se aplicó la prueba de Friedman para analizar la información recopilada. Teniendo en cuenta lo siguiente:

Tabla 14.

#### Valoración organoléptica.

Valor	Cualidad
1	Me gusta muchísimo
2	Me gusta mucho
3	Me gusta
4	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
6	Me disgusta ligeramente
7	Me disgusta
8	Me disgusta mucho
9	Me disgusta muchísimo

Figura 4.

## Resumen de la Prueba de Hipótesis

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
Las distribuciones de panelistas, T15, T6 y T14 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	0.000	Rechazar la hipótesis nula

Se muestran significancias asintóticas. El nivel de significancia es de 0.05

- En la Figura 4, Se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que hay diferencias significativas entre las galletas nutritivas hechas con sustitución parcial de harina de *Erythrina edulis* y *Arracacha xanthorrhiza* enriquecidas con hierro hemínico. Cabe destacar que cada uno de los tratamientos presentaba distintos porcentajes de harina de sangre de cuy, así como diferentes cantidades de harina, lo cual influyó en los resultados obtenidos.

Figura 5.

Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas

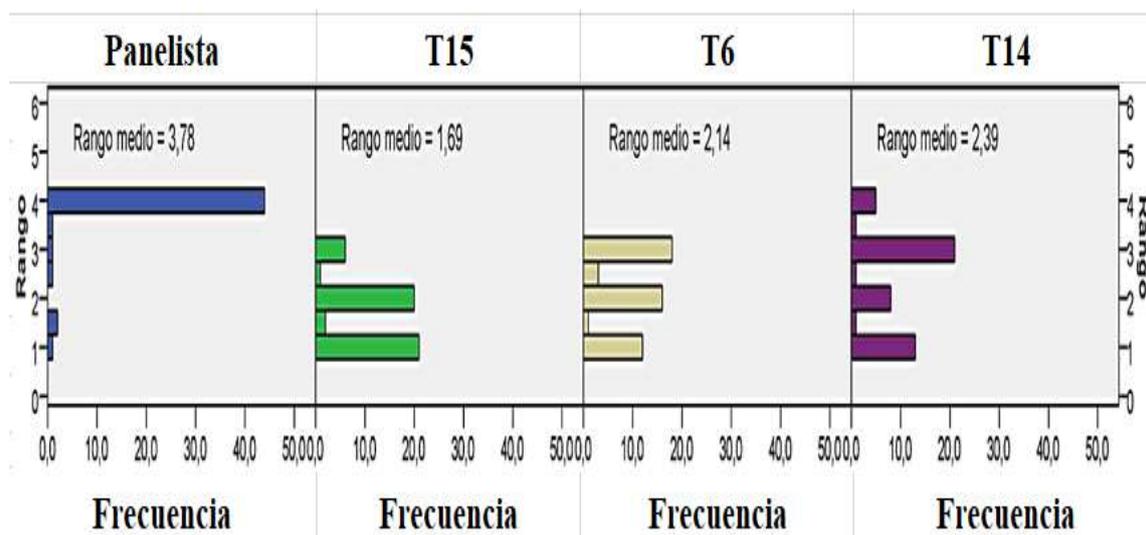


Figura 7.

## Datos del Análisis

<b>N total</b>	50
<b>Estadístico de contraste</b>	74,124
<b>Grados de libertad</b>	3
<b>Sig. asintótica (prueba bilateral)</b>	,000

Figura 6.

## Subconjuntos Homogéneos

		Subconjunto		
		1	2	3
Muestra <sup>1</sup>	T15	1.690		
	T6		2.140	
	T14		2.390	
	Catadores			3.780
Estadística de contraste		. <sup>2</sup>	2.420	. <sup>2</sup>
Sig. (prueba 2lateral)		.	0.120	.
Sig. Ajustada (prueba 2lateral)		.	0.225	.

Los subconjuntos homogéneos se basan en significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0.05.

<sup>1</sup>Cada casilla muestra el rango promedio de las muestras.

<sup>2</sup>No se puede calcular porque el subconjunto solo contiene una muestra.

- En la Figura 7, se destaca que la galleta identificada con el código S5R demostró la mayor aceptabilidad en comparación con las otras variantes. Es importante resaltar que esta galleta se elaboró utilizando un 3% de harina de sangre de cuy en su formulación. Según estos resultados, la inclusión de este porcentaje específico de harina de sangre de cuy puede mejorar significativamente la aceptación de los consumidores del producto final.

#### 4.1.2 Resultados del análisis de las propiedades físico-químicas de las harinas

##### 4.1.2.1 En las harinas

##### 4.1.2.1.1 Cantidad de humedad de las harinas

$$\%Humedad = \frac{W_m - (W_{ctms} - W_c)}{W_m} * 100$$

Donde:

- $W_m$  = Peso de la muestra
- $W_{ctms}$  = Peso de la muestra seca
- $W_c$  = Peso de capsula

##### A. %humedad de harina de trigo

$$W_m = 8 \text{ g}$$

$$W_{ctms} = 89.6039 \text{ g}$$

$$W_c = 82.6320 \text{ g}$$

$$\%Humedad = \frac{W_m - (W_{ctms} - W_c)}{W_m} * 100$$

$$\%Humedad = \frac{8 - (89.6039 - 82.6320)}{8} * 100$$

$$\%Humedad = 12.85125$$

##### B. %humedad de harina de pajuro

$$W_m = 8 \text{ g}$$

$$W_{ctms} = 85.4293 \text{ g}$$

$$W_c = 78.4062 \text{ g}$$

$$\%Humedad = \frac{W_m - (W_{ctms} - W_c)}{W_m} * 100$$

$$\%Humedad = \frac{8 - (85.4293 - 78.4062)}{8} * 100$$

$$\%Humedad = 12.2112$$

### C. %humedad de harina de arracacha

$$W_m = 8 \text{ g}$$

$$W_{ctms} = 85.4125 \text{ g}$$

$$W_c = 78.8430 \text{ g}$$

$$\%Humedad = \frac{W_m - (W_{ctms} - W_c)}{W_m} * 100$$

$$\%Humedad = \frac{8 - (85.4125 - 78.8430)}{8} * 100$$

$$\%Humedad = 14.13125$$

#### 4.1.2.1.2 Cantidad de ceniza en las harinas

##### A. %ceniza de harina de pajuro

$$\%Ceniza = \frac{Ceniza (g)}{Muestra\ inicial} * 100$$

Cenizas = peso inicial de las muestras – (crisol con muestra – crisol con cenizas)

$$\%Ceniza = \frac{0.055}{2.004} * 100$$

$$\%Ceniza = 2.7445$$

##### B. %Ceniza de harina de arracacha

$$\%Ceniza = \frac{Ceniza (g)}{Muestra\ inicial} * 100$$

$$\%Ceniza = \frac{0.126}{2.008} * 100$$

$$\%Ceniza = 6.2749$$

##### C. %ceniza de harina de trigo

$$\%Ceniza = \frac{Ceniza (g)}{Muestra\ inicial} * 100$$

$$\%Ceniza = \frac{0.087}{2} * 100$$

$$\%Ceniza = 4.35$$

Tabla 15.

*Colorimetría de las Harinas usadas para la elaboración de la galleta Nutritiva*

Harina		Parámetros		
		L*	a*	b*
H. Arracacha		60	-2	7
H. Trigo		63	-0.6	10

Fuente: Propia

**4.1.2.1.3. Contenido de hierro en la harina de sangre de cuy**

Se realizó en una estufa convencional con una temperatura de 64.3 a 66.7 °C, obteniendo un valor promedio de 131.86 mg/ 100 g de muestra de harina de sangre de cuy; dicho análisis se realizó en un laboratorio acreditado externo (laboratorio de Calidad Total la Molina), dicho análisis se realizó por triplicado, donde; dichos resultados del contenido de Hierro se muestran en mg/100 g en la tabla 16:

Tabla 16.

*Contenido de hierro en la harina de sangre de cuy en estudio*

Muestra	Hierro mg/100 g
P1	133.13
P2	129.70
P3	132.75
<b>Promedio</b>	<b>131.86</b>

**4.1.2.2 Mezcla de Harinas de Trigo, Pajuro, Arracacha y sangre de cuy**

Los métodos usados para la determinación de grasa, fibra, proteína en el laboratorio de la Molina fueron los siguientes:

- AOAC 922.26 Cap. 36, Pag 5, 21st Edition 2019
- NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)
- AOAC 920.152 Cap. 37, Pag. 10, 21st Edition 2019

Tabla 17.

*Análisis de la Mezcla de Harinas (100g de muestra)*

Descripción	Cantidad (%)
Grasa	0.8
Fibra cruda	1.2
Proteína	12

Fuente: Laboratorio de la UNALM

**4.1.2.2.1 Determinación de Carbohidratos de la Mezcla de Harinas**

$$\%Carbohidratos = 100 - (\%Humedad + \%Proteina + \%grasa + \%ceniza)$$

$$\%Carbohidratos = 100 - (12.85 + 12 + 0.8 + 4.35)$$

$$\%Carbohidratos = 70$$

**4.1.3 Resultados de los análisis de las propiedades físico-químicas de la óptima formulación de galleta nutritiva**

Tabla 18.

*Colorimetría de los tres tratamientos de las galletas nutritivas*

Tratamiento		Parámetros		
		L*	a*	b*
T6		88	-6	13
T14		75	-8	18
T15		38	-3	19

Fuente. Propia

#### 4.1.2.3 Galleta elaborada con mezcla de harinas de trigo, pajuro, arracacha y sangre de cuy

Los métodos usados para la determinación de grasa, fibra, proteína y hierro en el laboratorio de la Molina fueron los siguientes:

- AOAC 922.26 Cap. 36, Pag 5, 21st Edition 2019
- NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)
- AOAC 920.152 Cap. 37, Pag. 10, 21st Edition 2019
- AOAC 985.35 Cap. 50, Pag. 15-17, 21 st Edition 2019

Tabla 19.

*Análisis obtenidos de la galleta nutritiva (100g de muestra)*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Grasa	11.4
Fibra cruda	1.7
Proteína	12.7
Hierro (ppm)	153.1

Fuente: Laboratorio de la UNALM

**A. %humedad de la galleta nutritiva = 3.21%**

**B. %ceniza de la galleta nutritiva = 1.1%**

**C. Determinación de carbohidratos de la galleta nutritiva**

$$\%Carbohidratos = 100 - (\%Humedad + \%Proteina + \%fibra\ cruda + \%grasa + \%ceniza)$$

$$\%Carbohidratos = 100 - (3.21 + 12.7 + 1.7 + 11.4 + 1.1)$$

$$\%Carbohidratos = 69.89$$

**D. Determinación de energía de la galleta nutritiva**

$$Energia = (Carbohidrato * 4) + (proteina * 4) + (grasa * 9)$$

$$Energia = (69.89 * 4) + (12.7 * 4) + (11.4 * 9)$$

$$Energia = 432.96 \text{ kcal/100 g}$$

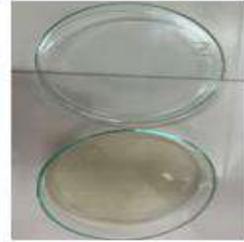
#### 1.1.4 Resultados del análisis microbiológico de la galleta nutritiva

**A. Mesófilos totales, hongos y levaduras**

Figura 8.

*Resultado de análisis microbiológico*

**T15**



### **B. Resultado microbiológico**

*Tabla 20.*

*Resultados del análisis microbiológico de la galleta nutritiva*

<b>Análisis</b>	<b>Resultado</b>
Mesófilos totales (UFC/g)	<10 ESt
Hongos (UFC/g)	<10 ESt
Levaduras (UFC/g)	<10 ESt

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

En este estudio se llevó a cabo la formulación y evaluación de una galleta nutritiva, utilizando una combinación de harina de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, enriquecida con hierro hemínico proveniente de la sangre de cuy, como sustituto parcial de la harina de trigo. El tratamiento 15, que presentó una combinación específica de estas harinas, demostró una alta aceptabilidad entre los evaluadores, sugiriendo que las proporciones utilizadas fueron efectivas en mejorar tanto el perfil nutricional como las características sensoriales del producto. Estos resultados coinciden con la literatura previa, como el estudio de Vergaray (2018), que respalda la idea de que la composición química de los nutrientes, incluido el hierro, puede ser beneficiosa para combatir la anemia. Aunque existen similitudes en el uso de componentes de la sangre de cuy con investigaciones anteriores, como el plasma de líquido y la fracción celular en polvo, este estudio presenta variaciones en las cantidades utilizadas, lo que puede influir en los resultados finales. Además, se observó que la galleta desarrollada en este estudio tenía un contenido proteico mayor en comparación con los hallazgos de Vergaray. En resumen, estos resultados sugieren que la formulación de galletas nutritivas utilizando harinas alternativas y enriquecidas con hierro hemínico puede ser una estrategia efectiva para mejorar la calidad nutricional de los productos alimenticios y abordar deficiencias específicas de nutrientes en la población.

El análisis del contenido de hierro en la harina de sangre de cuy revela un promedio de 131.86 mg/100 g de muestra, una cifra que se asemeja estrechamente a los resultados obtenidos en un estudio previo llevado a cabo por Astuhuaman y Teodoro (2019). Este hallazgo sugiere que factores como la genética del animal, su alimentación, así como su entorno y método de crianza, pueden influir significativamente en el perfil nutricional de la sangre de cuy. Cuando contrastamos estos resultados con los de la sangre de pollo, una de las opciones más comunes y comerciales, observamos una discrepancia en el contenido de

hierro. Según el estudio de Mendoza y Ramos (2021), la sangre de cuy presenta un nivel de hierro menor en comparación con la sangre de pollo. Este hallazgo resalta la singularidad de la harina de sangre de cuy en términos de su perfil nutricional, lo cual puede tener implicaciones relevantes en su uso en la industria alimentaria y en la promoción de dietas balanceadas y saludables. La comprensión de estas diferencias puede ser fundamental para aprovechar plenamente los beneficios nutricionales de la harina de sangre de cuy y optimizar su aplicación en diversas áreas, desde la alimentación animal hasta la nutrición humana.

Tabla 21.

Comparación del contenido de hierro de la harina de sangre de cuy en estudio

<b>Muestra</b>	<b>Hierro mg/100 g</b>	<b>Autor</b>
H. de sangre de pollo	227.86	Mendoza y Ramos (2021)
H. de sangre de cuy	135	Astuhuaman y Teodoro (2019)
H. de sangre de cuy	131.86	Gamarra y Machco (2023)

El análisis de estudios como el de Colchado (2020), resalta la importancia de los macronutrientes en los productos alimenticios. En estas investigaciones, se evidencia que el uso de sangre animal, particularmente de bovino, ha resultado en productos con mejores perfiles de nutrientes. Sin embargo, en el presente estudio, se ha explorado el uso de sangre de cuy como un potencial ingrediente alternativo.

Tabla 22.

Contenido de hierro y nutrientes en productos elaborados según estudios

<b>Investigación</b>	<b>Producto</b>	<b>Tipo de Sangre</b>	<b>Proteínas (%/100 g)</b>	<b>CHO (%/100 g)</b>	<b>Hierro (mg/100 g)</b>
Formulación y evaluación fisicoquímica y sensorial de galletas antianémicas enriquecidas con quinua ( <i>Chenopodium Quinoa</i> ) y sangre bovina.	Galletas	S. de Bovino	15.7	60.1	27.545
Evaluación de la aceptabilidad de galletas nutricionales fortificadas a partir de harina de sangre bovina para escolares de nivel primario que padecen anemia ferropénica.	Galletas	S. de Bovino	14.45	58.62	31.75
Elaboración de galleta nutritiva fortificada con hierro proveniente de hemoglobina bovina en polvo en el período comprendido entre marzo 2014-marzo 2015.	Galletas	S. de Bovino	13.2	78.1	11
Evaluación de yogurt batido fortificado con hierro a base de harina de sangre de cerdo.	Yogurt	S. de Cerdo	5.32	10.41	3.32
Elaboración de un bollo dulce relleno con sangre de pollo y su aceptabilidad en preescolares.	Bollo Dulce	S. de Pollo	13.86	49.58	7.61
Calidad nutritiva y aceptabilidad de la barra de cereales andinos enriquecida con harina de sangre de bovino en preescolares de una institución educativa-Arequipa 2017.	Barra de Cereales	S. de Bovino	13.61	65.06	22.44

Aceptabilidad y contenido de hierro en barras de chocochips de sangrecita con semillas de ajonjolí ( <i>sesamum indicum l.</i> ) y linaza ( <i>linum usitatissimum</i> ).	Barra de Chocochips	S. de Pollo	18.53	44.95	26.82
Elaboración y evaluación de un producto alimenticio fortificado con hierro a base de sangre de origen bovino deshidratada por el método de liofilización y secador de bandejas.	Cupcakes	S. de Bovina	12.05	65.64	3.11
Elaboración y aceptabilidad de una barra de cereal a base de avena, chocolate, frutos secos y enriquecida con hierro, en los estudiantes de la Universidad Privada Norbert Wiener.	Barra de Cereal	S. de Cerdo	15.1	45.2	23.4
Formulación de una galleta nutritiva con sustitución parcial de harina de <i>Erythrina edulis</i> y <i>Arracacia xanthorrhiza</i> , enriquecido con hierro hemínico	Galletas Nutritiva	S. de Cuy	12.7	69.89	15.31

Los resultados obtenidos muestran que, a pesar de utilizar sangre de un animal de menor tamaño en comparación con el ganado bovino, los productos elaborados aún demostraron contenidos adecuados de proteínas, grasas y fibras crudas. Esta revelación es significativa, ya que desafía la noción convencional de que solo las fuentes de sangre de animales más grandes pueden ofrecer perfiles nutricionales óptimos en los productos alimenticios. se centra en la viabilidad de utilizar la sangre de cuy como una alternativa nutricionalmente rica en la industria alimentaria. A pesar de ser un animal de menor tamaño, la sangre de cuy ha demostrado su potencial para enriquecer los productos finales con nutrientes esenciales. Este hallazgo sugiere la posibilidad de diversificar las fuentes de proteínas y otros macronutrientes en la producción de alimentos, lo que podría tener implicaciones tanto en la calidad nutricional de los productos como en la sostenibilidad de la cadena alimentaria.

Es importante destacar que este estudio abre la puerta a nuevas investigaciones sobre el aprovechamiento de recursos alimentarios menos convencionales. Además, invita a considerar aspectos como la aceptabilidad cultural y el impacto ambiental de utilizar animales de menor tamaño en la producción de alimentos. En última instancia, la inclusión de la sangre de cuy en la discusión nutricional y alimentaria puede contribuir a una mayor diversificación y optimización de los productos alimenticios disponibles en el mercado.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

➤ Se llevaron a cabo 15 tratamientos preliminares, cada uno con variaciones en la formulación de las galletas, incluyendo diferentes proporciones de ingredientes como harinas de *Erythrina edulis*, *Arracacia xanthorrhiza* y trigo, así como diferentes porcentajes de sangre de cuy como fuente de hierro hemínico. Tras la evaluación sensorial y análisis fisicoquímicos de estos tratamientos, se seleccionaron los tres tratamientos que mostraron el mayor nivel de aceptabilidad entre los consumidores.

➤ Se concluye que el tratamiento 15, que incluye un cierto porcentaje de sangre de cuy, así como las harinas de arracacha, pajuro y trigo, demostró tener un impacto positivo en la aceptabilidad sensorial y las características fisicoquímicas de las galletas. Esto sugiere que la combinación específica de ingredientes en este tratamiento, incluido el nivel de hierro hemínico proveniente de la sangre de cuy, contribuye significativamente a mejorar la calidad y la aceptación del producto final.

➤ El enriquecimiento de las galletas con hierro hemínico, especialmente proveniente de fuentes animales como la sangre de cuy, es crucial debido a su alta biodisponibilidad y facilidad de absorción por parte del cuerpo humano. Esta adición puede ayudar a abordar deficiencias de hierro, un problema nutricional común en muchas poblaciones, particularmente en grupos vulnerables como mujeres en edad fértil y niños.

➤ La inclusión de harinas de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza* en las galletas no solo aumenta su contenido de fibra, proteínas y otros nutrientes, sino que también puede ofrecer una alternativa para personas con intolerancia al gluten o aquellos que desean diversificar su dieta. Estas harinas pueden mejorar las características fisicoquímicas de las galletas, como la textura y el sabor, además de proporcionar beneficios adicionales para la salud.

➤ El método utilizado para determinar el contenido de hierro en la harina de sangre de cuy es crucial para asegurar la precisión y la fiabilidad de los resultados. En este caso, se empleó una estufa convencional con una temperatura controlada entre 64.3 y 66.7 °C. Esta metodología ofrece un enfoque estándar y bien establecido para la extracción y cuantificación del hierro en muestras de alimentos. Es notable que los análisis se llevaron a cabo en un laboratorio externo, específicamente el laboratorio de Calidad Total La Molina. La externalización de este tipo de análisis a laboratorios especializados es una práctica común para garantizar la imparcialidad y la calidad de los resultados, ya que estos laboratorios suelen cumplir con rigurosos estándares de calidad

En conclusión, la formulación de estas galletas nutritivas no solo busca ofrecer un producto sabroso y atractivo, sino que también tiene como objetivo mejorar la calidad nutricional de la dieta y abordar deficiencias específicas de nutrientes, como el hierro. Al proporcionar una fuente de hierro hemínico y otros nutrientes importantes, estas galletas pueden desempeñar un papel importante en la promoción de una alimentación saludable y equilibrada en la población.

## **6.2 Recomendaciones**

➤ Se recomienda realizar estudios adicionales para optimizar la formulación de la galleta, ajustando las proporciones de harina de *Erythrina edulis* y *Arracacia xanthorrhiza*, así como la concentración de hierro hemínico, con el fin de maximizar su valor nutricional y su aceptabilidad sensorial.

➤ Se sugiere llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la estabilidad del producto final durante el almacenamiento a largo plazo. Esto incluiría estudios de vida útil para determinar la durabilidad y conservación de las propiedades nutricionales y sensoriales de la galleta en diferentes condiciones de almacenamiento. Es importante investigar cómo factores como la humedad, la temperatura y el envasado pueden afectar la estabilidad del

producto y, en última instancia, su calidad. Estos estudios son esenciales para garantizar que la galleta mantenga su valor nutricional y su atractivo sensorial a lo largo del tiempo, lo que contribuirá a su aceptación por parte de los consumidores y a su éxito en el mercado.

➤ Se sugiere realizar estudios adicionales para evaluar la biodisponibilidad del hierro hemínico presente en la galleta enriquecida. Esto implica investigar cómo el hierro hemínico se absorbe y utiliza en el cuerpo humano después de consumir la galleta. Estos estudios pueden incluir ensayos de absorción de hierro en modelos animales o ensayos clínicos en humanos, que permitan determinar la eficacia del hierro hemínico en la prevención de la deficiencia de hierro. La biodisponibilidad del hierro es crucial, ya que determina en qué medida el hierro presente en la galleta puede ser utilizado por el organismo para funciones vitales como la producción de glóbulos rojos y el transporte de oxígeno. Entender la biodisponibilidad del hierro hemínico en la galleta enriquecida proporcionará información valiosa sobre su efectividad para abordar la deficiencia de hierro y mejorar la salud nutricional de los consumidores.

➤ Se aconseja aprovechar la diversidad de sangres animales por su valioso aporte de hierro. No obstante, es crucial tener en cuenta la inclusión específica de la sangre de cuy en la elaboración de productos, dada su relevancia nutricional y su potencial impacto en la calidad final de los alimentos.

## CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

- Alarcón, T., & Tarazona, P. (2016). *Aceptabilidad del pajuro (Erythrina edulis) en preparaciones culinarias para el consumo humano por profesionales de alimentos, Lima – Perú, 2015*. Lima-Perú: Universidad Peruna Unión.
- Aliaga, M., & Sánchez, G. (2011). *Influencia de la proporción de harina de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) y de harina de trigo (Triticum aestivum) sobre las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de las galletas para consumo humano*. Trujillo-Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Artieda, B. (2022). *Aporte nutricional y aceptabilidad de una bebida nutracéutica a base de tumbo (Passiflora mollísima) fortalecida con extracto de arracacha (Arracacia xanthorrhiza)*. Callao-Perú: Universidad Nacional del Callao.
- Astuhuaman, Y., & Teodoro, S. (2019). *Evaluación de secado por diferentes técnicas para la obtención de harina a partir de la sangre del cuy (Cavia porcellus)*. Huánuco – Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Becerra, E., & Tuñoque, J. (2018). *Influencia de la variedad de trigo (Triticum aestivum) sobre la calidad panadera de la harina producida en la empresa Alimenta Perú S.A.C*. Lambayeque-Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Cabos, W., & Paredes, J. (2021). *Evaluación de la aceptabilidad de una galleta elaborada a base de harinas de tocosh (Solanlim Andigenum), trigo (Triticum aestivum) y quinua (Chenopodium quinoa)*, Chimbote-2021. Chimbote-Perú: Universidad César Vallejo.
- Caldas, N. (2021). *Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de frejol de palo (Cajanus caján L) crudo y precocido*. Tingo María – Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.

- Calderón, C. (2018). *Hierro hemínico como coadyuvante al tratamiento de anemia en puérperas hospital Guillermo Kaelin de la Fuente 2017*. Lima-Perú: Universidad de San Martín de Porres.
- Chuquiyauri, L., & Tello, A. (2020). *Utilización de la harina de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) como sustituto total del maíz amarillo (Zea mays L. Var. Indurata) en el engorde de cuyes (Cavia porcellus) en el instituto de investigación Frutícola Olerícola – Unheval 2019*. Huánuco – Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Colchado G. (2020). *Análisis proximal y contenido de hierro en productos alimenticios elaborados con sangre animal: Revisión Sistemática*. Trujillo - Perú: Universidad César Vallejo.
- Danills, L., & Díaz, Y. (2020). *Preferencia sensorial de galletas dulces a partir de una mezcla de harina de trigo y batata (Ipomoea batatas)*. Berástegui-Colombia: Universidad de Córdoba.
- Díaz, H. (2015). *Harina de arra cacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft) y harina de bituca (Colocasia esculenta) en la dieta de cuyes en la fase de crecimiento-engorde*. Cutervo - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Díaz, S. (2020). *Estudio bibliográfico y experimental sobre la biodisponibilidad y bioactividad de péptidos de leguminosas*. Madrid-España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Dussán, S., Hurtado, D., & Camacho, J. (2019). Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinoa y Chontaduro. *SciELO*, 30(5), 3-10 (2019), 8.

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México-México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición ed.). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Jiménez, F. (2017). *Evaluación de la calidad de galletas enriquecidas con harina de arroz y lentejas elaboradas en la panadería municipal distrito de Miraflores, Lima, 2014*. Lima-Perú: Universidad Alas Peruanas.
- López, K. (2019). *Desarrollo y caracterización de galletas elaboradas a partir de harina de Camote (Ipomoea batatas), harina de Zapallo (Cucurbita maxima) y harina de Oca (Oxalis tuberosa)*. Ambato – Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- López, S. (2022). *Desarrollo de una bebida funcional a base de chachafruto (Erythrina edulis)*. Latacunga–Ecuador : Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Mejía, J. (2020). *Elaboración de una galleta a partir de harina de haba (Vicia faba), TRIGO (Triticum) y zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza)*. Guayaquil – Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Mendoza, C., & Ramos, G. (2021). *Aplicación de extracto de stevia (Stevia rebaudiana bertonii) y harina de sangre de pollo (Gallus domesticus) en la elaboración de cakes y chifones de chocolate*. Lima-Perú: Universidad Nacional del Callao.
- Mero, D., & Cruz, J. (2018). *Desarrollo de galletas artesanales a base de harina de habas (Vicia Faba)*. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Montes, R. (2014). *Determinación de las características nutricionales y organolépticas de galletas enriquecidas con harina trigo (Triticum aestivum L.) y harina de haba*

- (*Vicia faba L.*). Acobamsa-Huancavelica- Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Naranjo, P., & Saravia, L. (2020). *Análisis de la percepción y comportamiento de los consumidores de galletas dulces de 18 a 55 años de Tambo del Parque San José de Jesús María con respecto a la implementación de la etiqueta frontal nutricional (octógonos)*. Lima-Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Narro, K. (2021). *Determinación de la temperatura de fritura y espesor para obtener hojuelas de arracacha (Arracacia xanthorrhiza bancroft)*. Cajamarca – Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- NTP, 2.-2. (2018). Norma Técnica Peruana. *Dirección de Normalización - INACAL*, 11.
- Palma, E. (2019). *Prevalencia de la coexistencia de anemia y sobrepeso u obesidad en niños de 6 a 59 meses de edad y factores sociodemográficos asociados en el Perú*. Lima-Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Pinto, S. (2018). *Elaboración de barra nutritiva enriquecida con pajuro (Erythrina edulis) año 2018*. Lima – Perú: Universidad Norbert Wiener.
- Rodríguez, C. (2021). *Elaboración de fideos tipo tallarines fortificados con harina de hoja de moringa (Moringa oleifera Lam.), en Pucallpa*. Pucallpa-Perú: Universidad Nacional de Ucayali.
- Tingal, K. (2019). *Influencia de los diferentes valores de ph y la concentración de proteína en la determinación de las propiedades tecnofuncionales de la harina de pajuro (Erythrina edulis)*”. Cajamarca-Perú: Univeridad Nacional de Cajamarca.
- Toaquiza, N. (2012). *Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de amaranto Iniap-Alegría (Amaranthus caudatus) y panela*. Ambato – Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

- Torpoco, N. (2014). *Evaluación de la calidad panadera de 4 líneas promisorias de trigo de la estación experimental Santa Ana Inia-Huancayo*. Huancayo-Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1258/TORPOCO%20VIVAS.pdf?sequence=1>
- Vargas, E. (2016). *Caracterización fisicoquímica de pan molde blanco con sustitución parcial de harina de pajuro (*Erythrina edulis*)*. Lima-Perú: Universidad Peruana Unión.
- Ventura, J. (2007). *Utilización de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) en panificación*. Huancayo-Perú: Universidad Nacional del Centro deL Perú.
- Vergaray, R. (2018). *Utilización del plasma y fracción celular de la sangre de cuy (*Cavia porcellus*) en la formulación de galletas fortificadas*. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Villalobos, M. (2019). *Plan de negocios para la elaboración y comercialización de frituras de arracacha en la región Arequipa*. Arequipa – Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Wittig, E. (2001). *Evaluación Sensorial "Una metadalgía actual para tecnología de alimentos"*. Santiago-Chile: Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile.

**ANEXO**

## ANEXO 1

**FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE  
LAS GALLETAS NUTRITIVAS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE  
*Erythrina edulis* Y *Arracacia xanthorrhiza*, ENRIQUECIDO CON HIERRO  
HEMÍNICO**

Pruebe la muestra que se le presenta e indique, según la escala, cual representa su opinión.

Marque con un aspa el renglón que corresponda a la calificación para la muestra indicada.

**MUESTRA:** \_\_\_\_\_

Escala:

- |                            |       |
|----------------------------|-------|
| Me gusta muchísimo         | _____ |
| Me gusta mucho             | _____ |
| Me gusta                   | _____ |
| Me gusta ligeramente       | _____ |
| Ni me gusta ni me disgusta | _____ |
| Me disgusta ligeramente    | _____ |
| Me disgusta                | _____ |
| Me disgusta mucho          | _____ |
| Me disgusta muchísimo      | _____ |

Comentarios:

---

---

GRACIAS

## ANEXO 2

**RESULTADOS DE ACEPTABILIDAD DE LAS GALLETAS NUTRITIVAS CON  
SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE *Erythrina edulis* Y *Arracacia  
xanthorrhiza*, ENRIQUECIDO CON HIERRO HEMÍNICO**

Panelista	Tratamientos		
	T15	T6	T14
1	2	4	8
2	2	5	6
3	4	3	8
4	3	4	5
5	4	3	7
6	2	4	2
7	3	2	7
8	4	5	7
9	3	6	7
10	3	2	4
11	3	5	6
12	6	5	7
13	5	3	4
14	3	4	5
15	3	4	7
16	3	2	5
17	5	7	3
18	4	7	2
19	3	6	4
20	4	6	8
21	6	7	7
22	7	7	3
23	6	7	4
24	8	9	3
25	8	4	5
26	3	5	9
27	6	4	7
28	4	6	3
29	5	6	3
30	8	7	6
31	3	2	4
32	7	6	8
33	9	6	8
34	2	7	6
35	3	4	5
36	3	5	4
37	7	6	3
38	3	2	4
39	2	3	4
40	5	7	4

41	3	7	5
42	3	4	2
43	3	4	7
44	2	4	5
45	1	5	6
46	2	4	5
47	4	5	7
48	2	5	4
49	5	6	4
50	4	6	3
<b>Media</b>	4.06	4.94	5.2
<b>SD</b>	1.91033708	1.65874307	1.86262926

ANEXO 3

VISTAS FOTOGRAFICAS DE LA OBTENCION DE LAS HARINAS: ARRACACHA, TRIGO, PAJURO Y SANGRE DE CUY Y ELABORACION DE LA GALLETA NUTRITIVA







T6



T14



T15

ANEXO 4

**VISTAS FOTOGRAFICAS DELANALISIS SENSORIAL DE LAS GALLETAS  
NUTRITIVAS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE *Erythrina edulis* Y  
*Arracacia xanthorrhiza*, ENRIQUECIDO CON HIERRO HEMINICO**



ANEXO 5

**VISTAS FOTOGRAFICAS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS GALLETAS NUTRITIVAS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE *Erythrina edulis* Y *Arracacia xanthorrhiza*, ENRIQUECIDO CON HIERRO HEMÍNICO**



ANEXO 6



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

*Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos*



**INFORME DE ENSAYOS**

N° 000001 - 2024

**SOLICITANTE :** FELIX BUSTAMANTE BUSTAMANTE  
**DIRECCIÓN LEGAL :** AV. IRENE SALVADOR 130 SANTA MARÍA-HUAURA  
HUACHO  
RUC: 44229029 Teléfono: 954755846

**PRODUCTO :** MEZCLA DE HARINAS DE TRIGO, PAJURO, ARRACACHA Y SANGRE DE CUY

**NÚMERO DE MUESTRAS :** Uno  
**IDENTIFICACIÓN/MTRA. :** S.L.  
**CANTIDAD RECIBIDA :** 799,5 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.  
**MARCA(S) :** S.M.

**FORMA DE PRESENTACIÓN :** Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada  
**SOLICITUD DE SERVICIO :** S/S N°EN-003860 -2023  
**REFERENCIA :** ACEPTACION TELEFONICA

**FECHA DE RECEPCIÓN :** 13/12/2023

**ENSAYOS SOLICITADOS :** FÍSICO/QUÍMICO

**PERÍODO DE CUSTODIA :** 1 Mes, a partir de la fecha de recepción.

**RESULTADOS :**

**ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :**

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	0,8
2.- Fibra Cruda (g / 100 g de muestra original)	1,2
3.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	12,0

**MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :**

- 1.- AOAC 922.06 Cap. 32, Pág. 5, 21st Edition 2019
- 2.- NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)
- 3.- AOAC 920.152 Cap. 37, Pág. 10, 21st Edition 2019

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 14/12/2023 Al 03/01/2024.

**ADVERTENCIA :**

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 3 de Enero de 2024



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

*[Firma]*  
Biol. Lourdes Margarita Barbo Saldarña  
Directora Técnica (e)  
CEP - N° 01232

Pág 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú

Cel.: 998376789 - 998373909 - 926694322

E-mail: [lmcl.ventas.servicios@lamolina.edu.pe](mailto:lmcl.ventas.servicios@lamolina.edu.pe) - Página Web: [www.lamolina.edu.pe/calidadtotal](http://www.lamolina.edu.pe/calidadtotal)

la molina calidad total

## ANEXO 7


**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**
*Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos*

**INFORME DE ENSAYOS**
**N° 000002 - 2024**

**SOLICITANTE** : FELIX BUSTAMANTE BUSTAMANTE  
**DIRECCIÓN LEGAL** : AV. IRENE SALVADOR 130 SANTA MARIA-HUAURA  
 : HUACHO  
 RUC: 44229029 Teléfono: 954755846  
**PRODUCTO** : GALLETAS ELABORADAS CON MEZCLA DE HARINAS DE TRIGO, PAJURO,  
 ARRACACHA Y SANGRE DE CUY  
**NÚMERO DE MUESTRAS** : Uno  
**IDENTIFICACIÓN/MTRA.** : S.I.  
**CANTIDAD RECIBIDA** : 777 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.  
**MARCA(S)** : S.M.  
**FORMA DE PRESENTACIÓN** : Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada  
**SOLICITUD DE SERVICIO** : S/S N°EN-003861 -2023  
**REFERENCIA** : ACEPTACION TELEFONICA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 13/12/2023  
**ENSAYOS SOLICITADOS** : FÍSICO/QUÍMICO  
**PERÍODO DE CUSTODIA** : No aplica

**RESULTADOS :**
**ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :**

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	11,4
2.- Fibra Cruda (g / 100 g de muestra original)	1,7
3.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	12,7
4.- Hierro(Partes por millón)	153,1

**MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :**

- 1.- AOAC 922.06 Cap. 32, Pág. 5, 21st Edition 2019
- 2.- NTP 205.003:1990 (Revisada el 2011)
- 3.- AOAC 920.152 Cap. 37, Pág. 10, 21st Edition 2019
- 4.- AOAC 985.35 Cap. 50, Pág. 15-17, 21st Edition 2019

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 14/12/2023 Al 03/01/2024.

**ADVERTENCIA :**

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 3 de Enero de 2024



Universidad Nacional Agraria La Molina

 Dirección Técnica  
 Biol. Lourdes Heredia Barco Saldaña  
 Directora Técnica (c)  
 CEP - N° 01232

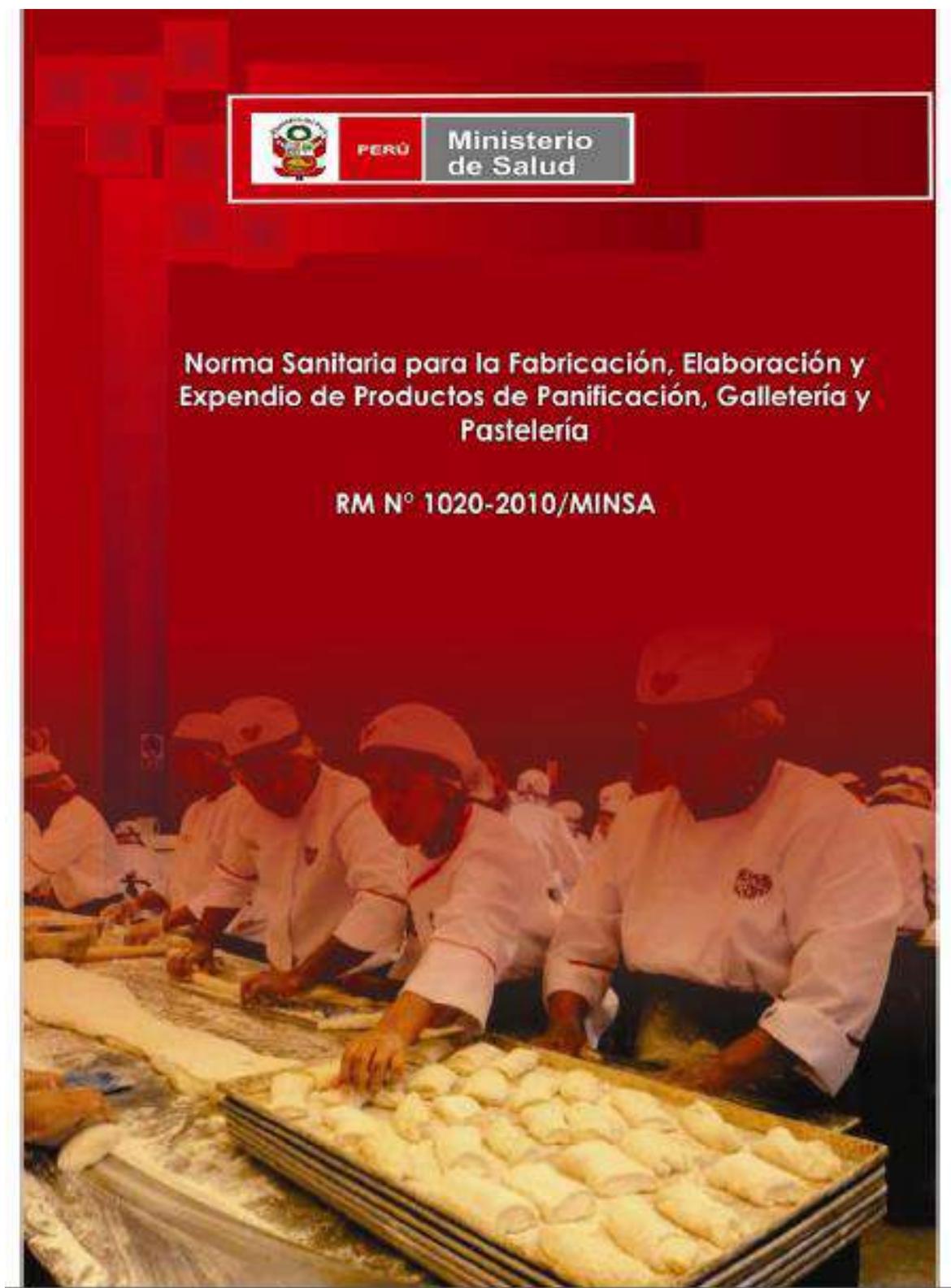
Pág 1/1

 Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
 Cel: 988378789 - 988373909 - 926694322

 E-mail: [invti.servicios@lamolina.edu.pe](mailto:invti.servicios@lamolina.edu.pe) - Página Web: [www.lamolina.edu.pe/calidadtotal](http://www.lamolina.edu.pe/calidadtotal)

la molina calidad total

**ANEXO 8. Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería.**



#### 6.1.1. Aditivos y coadyuvantes de elaboración

Sólo se autoriza el uso de aditivos y coadyuvantes de elaboración permitidos por el Codex Alimentarius y la legislación vigente, teniendo en cuenta que los niveles deben ser el mínimo utilizado como sea tecnológicamente posible.

Conforme a la legislación vigente está prohibido el uso de la sustancia química bromato de potasio para la elaboración de pan y otros productos de panadería, pastelería, galletería y similares.

#### 6.1.2. Criterios físico químicos

PRODUCTO	PARÁMETRO	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
Pan de molde (blanco, integral y sus productos tostados)	Humedad	40% - Pan de molde 6% - Pan tostado
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	0,5% (Base seca)
	Cenizas	4,0% (Base seca)
Pan común o de labranza (francés, baguette, y similares)	Humedad	28% (mín.) - 35% (máx.)
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	No más del 0,25% calculada sobre la base de 30% de agua
Galletas	Humedad	12%
	Cenizas totales	3%
	Índice de peróxido	5 mg/kg
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0,10%
Biscochos y similares con y sin relleno (panetón, chancay, panes de dulce, pan de pasas, pan de camote, pan de papa, tortas, tartas, pastelitos y otros similares)	Humedad	40%
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0,70%
	Cenizas	3%
Obleas	Humedad	4% (Obleas)
		5% (Obleas rellenas)
		9% (Obleas tipo barquillo)
	Acidez (exp. en ácido oleico)	0,20%
	Índice de peróxido	5 mg/kg

#### 6.1.3. Criterios microbiológicos

Los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir las harinas y similares, así como los productos de panificación, galletería y pastelería, son los siguientes, pudiendo la autoridad sanitaria exigir criterios adicionales debidamente sustentados para la protección de la salud de las personas, con fines epidemiológicos, de rastreabilidad, de prevención y ante emergencias o alertas sanitarias:

a) Harinas, sémolas, féculas y almidones

Harinas y sémolas.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Bacillus cereus</i> (*)	7	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 g	—

(\*) Sólo para harinas de arroz y/o maíz.

Féculas y almidones.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Bacillus cereus</i>	7	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 g	—

b) Productos de panificación, galletería y pastelería.

Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, blacochos, panetón, queques, obleas, pizzas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Escherichia coli</i> (*)	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Clostridium perfringens</i> (**)	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella</i> sp. (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	—
<i>Bacillus cereus</i> (***)	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>

(\*) Para productos con relleno.  
 (\*\*) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales.  
 (\*\*\*) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz.

Productos que requieren refrigeración con o sin relleno y/o cobertura (pasteles, tortas, tartaletas, empanadas, pizzas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	10	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 g	—
<i>Bacillus cereus</i> (**)	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>

(\*) Para aquellos productos con carne, embutidos y otros derivados cárnicos, y/o vegetales.  
 (\*\*) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz.