



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

GALLETA FUNCIONAL A BASE DE ALMIDÓN DE PAPA NATIVA (*Solanum
stenotomum*) FORTIFICADO CON HARINA DE SANGRE DE CUY (*Cavia
Porcellus*)

Línea de investigación:

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Huachihuaco Carpio, Alexander Pablo

Asesor:

Quispe Prado, Wilber

ORCID: 0000-0003-2452-3669

Jurado:

Geldres Benites, Zonia Gudelia

Meza Armas, Orlando Eleodoro

Enciso Lopez, Jossy Carlot

Lima - Perú

2025





FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

**GALLETA FUNCIONAL A BASE DE ALMIDÓN DE PAPA NATIVA (*Solanum
stenotomum*) FORTIFICADO CON HARINA DE SANGRE DE CUY (*Cavia Porcellus*)**

Línea de Investigación:

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Agroindustrial

Autor:

Huachihuaco Carpio, Alexander Pablo

Asesor:

Quispe Prado, Wilber

ORCID: 0000-0003-2452-3669

Jurado:

Geldres Benites, Zonia Gudelia

Meza Armas, Orlando Eleodoro

Enciso Lopez, Jossy Carlot

Lima – Perú

2025

Dedicatoria

Dedico este logro a mis queridos padres, María y Pablo, quienes desde la distancia han sido mi constante apoyo, inspiración y ejemplo de superación. A mis hermanas Eli, Keyla y Akemy, su aliento y apoyo han sido mi fuerza en cada paso de este camino. A mi novia Fiorella, por su apoyo incondicional han sido mi motivación para alcanzar este logro. Y en cada logro, agradezco a Dios por guiarme y darme la fuerza para perseverar en este viaje académico.

Agradecimiento

En primer lugar, deseo reconocer y agradecer a la Universidad Nacional Federico Villarreal por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en sus aulas.

Asimismo, quisiera expresar mi gratitud al Dr. Wilber Quispe Prado por su invaluable orientación, dedicación y apoyo a lo largo de este proceso, así como a todos los docentes y amigos que contribuyeron en mi formación académica. Sin su ayuda y respaldo, este logro no habría sido posible.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	9
1.1.	Descripción y formulación del problema.....	9
1.2.	Antecedentes	12
1.3.	Objetivos	21
1.4.	Justificación.....	21
1.5.	Hipótesis.....	22
II.	MARCO TEÓRICO	23
2.1.	Bases teóricas	23
III.	MÉTODO.....	35
3.1.	Tipo de investigación	35
3.2.	Ámbito temporal y espacial	35
3.3.	Variables	36
3.4.	Población y Muestra.....	37
3.5.	Instrumentos	37
3.6.	Procedimientos	45
3.7.	Análisis de datos	47
IV.	RESULTADOS.....	50
4.1.	Estadísticos descriptivos de las variables.....	50
4.2.	Prueba de hipótesis.....	66
V.	DISCUSION DE RESULTADOS	68
VI.	CONCLUSIONES.....	70
VII.	RECOMENDACIONES.....	71
VIII.	REFERENCIAS	72
IX.	ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cuy (<i>Cavia Porcellus</i>).....	26
Tabla 2. Importancia de la Harina de Sangre de Cuy como Alimento	28
Tabla 3. Beneficios Nutricionales de la Sangre de Cuy (<i>Cavia Porcellus</i>).....	29
Tabla 4. Importancia y Características de Papa Nativa (<i>Solanum stenotomum</i>).....	31
Tabla 5. Clasificación Taxonómica de Papa Nativa (<i>Solanum Stenotomum</i>).....	32
Tabla 6. Operacionalización de Variables	36
Tabla 7. Análisis fisicoquímico proximal.....	46
Tabla 8. Matriz experimental de las variables de la formulación	48
Tabla 9. Resultados de los experimentos del diseño D-optimal para la humedad.....	50
Tabla 10. ANOVA Para el Modelo Matemático Aplicado a la humedad	51
Tabla 11. Coeficientes de regresión del modelo lineal aplicado a la humedad	52
Tabla 12. Resultados estadísticos del Color Prueba de Friedman	56
Tabla 13. Resultados estadísticos del Sabor Prueba de Friedman	57
Tabla 14. Resultados estadísticos de la Textura Prueba de Friedman	58
Tabla 15. ANOVA Para el Modelo Matemático Aplicado a la Aceptabilidad.....	60
Tabla 16. Coeficientes de Regresión Aplicado a la Aceptabilidad.....	60
Tabla 17. Parámetros de Optimización.....	63
Tabla 18. Mezclas Optimizadas de los Componentes	63
Tabla 19. Análisis de la Calidad Nutricional de la Bebida Fermentada Funcional T2	64
Tabla 20. Resultados del Análisis Microbiológico de la Galleta Funcional.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Galleta Funcional a Base de Harina de Yacón	24
Figura 2. Imagen de Cuy (<i>Cavia Porcellus</i>) Raza mi Perú	25
Figura 3. Harina de Sangre de Cuy (<i>Cavia Porcellus</i>)	27
Figura 4. Papa Nativa Queccorani (<i>Solanum Stenotomum</i>)	33
Figura 5. Diagrama de flujo para obtención de harina de sangre de cuy	38
Figura 6. Diagrama de flujo para obtención de almidón de papa nativa	40
Figura 7. Diagrama de flujo de elaboración de galletas funcionales	42
Figura 8. Gráfico del diseño mezclas D-optimal en la formulación	48
Figura 9. Análisis de la Humedad de los 11 Tratamientos de la Galleta Fortificada ...	51
Figura 10. comportamiento de los componentes para contenido de humedad	53
Figura 11. Representación gráfica de contorno para %humedad	54
Figura 12. Representación gráfica de superficie de respuesta para % de humedad	54
Figura 13. Análisis sensorial del Color de las Galletas	55
Figura 14. Análisis sensorial del Sabor de las Galletas	56
Figura 15. Evaluación sensorial de la textura	58
Figura 16. Evaluación de Aceptabilidad Sensorial	59
Figura 17. Comportamiento de los Componentes Para Contenido de Aceptabilidad..	61
Figura 18. Representación gráfica de contorno para %Aceptabilidad.....	62
Figura 19. Gráfica de Superficie de Respuesta Para La Aceptabilidad	62
Figura 20. Zonas de Formulación Optima de la Variable Respuesta	64

RESUMEN

El objetivo fue desarrollar una galleta funcional a base de almidón de papa *nativa (Solanum stenotomum)* fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia Porcellus*) y su efecto en las propiedades nutricionales y aceptación sensorial. La metodología se realizó mediante un diseño experimental de mezclas utilizando 11 formulaciones de galletas las cuales se evaluaron las propiedades organolépticas (color, sabor, textura y aceptabilidad) mediante una escala hedónica de 1 a 9 puntos con los resultados obtenidos se optimizó la formulación mediante el análisis de superficie respuesta. Resultados la galleta funcional fortificado con harina de sangre de cuy de la formulación T2 presento la mayor aceptabilidad sensorial y presento proteína 17%, grasa 11%, Polifenoles 7,2 mg GAE/g, Capacidad antioxidante 214,87 µg Trolox Equivalente /g, Energía 9,3 kcal/100g, carbohidratos 63%, humedad 9,53%. Conclusiones. la mezcla optimizada de la galleta funcional fortificado con harina de sangre de cuy obtenida de la zona de mayor aceptación fue de 23,39% de harina de sangre de cuy, 31,59% de almidón de papa nativa y 45,00% de harina de trigo para incrementar a una aceptabilidad.

Palabras clave: Galleta funcional, papa nativa, harina de sangre de cuy, fortificación

ABSTRACT

The objective was to develop a functional cookie based on native potato starch (*Solanum stenotomum*) fortified with guinea pig blood meal (*Cavia Porcellus*) and its effect on nutritional properties and sensory acceptability. The methodology was carried out by means of an experimental design of mixtures using 11 cookie formulations in which the organoleptic properties (color, flavor, texture, and acceptability) were evaluated using a hedonic scale from 1 to 9 points, and the results obtained were used to optimize the formulation by means of response surface analysis. Results the functional cookie fortified with guinea pig blood meal of the T2 formulation presented the highest sensory acceptability and presented protein 17%, fat 11%, Polyphenols 7.2 mg GAE/g, Antioxidant capacity 214,87 µgTrolox Equivalent /g, Energy 9,3 kcal/100g, carbohydrates 63%, humidity 9,53%. Conclusions. the optimized mixture of the functional cookie fortified with guinea pig blood flour obtained from the zone of highest acceptability was 23,9% of guinea pig blood flour, 31,59% of native potato starch and 45,00% of wheat flour to increase to an acceptability of 23,39% of guinea pig blood flour, 31,59% of native potato starch and 45,00% of wheat flour to increase to an acceptability of 23,39% of guinea pig blood flour and 45,00% of wheat flour.

Key words: Functional cookie, native potato, guinea pig blood flour, fortification.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la alimentación y la nutrición, la búsqueda de alternativas saludables y sostenibles ha llevado a la exploración de ingredientes no convencionales con propiedades beneficiosas para la salud. (Silvera , 2018)

La presente investigación se centra en la formulación y evaluación de una galleta funcional innovadora, utilizando almidón de papa nativa (*Solanum stenotomum*) como ingrediente principal, enriquecido con harina de sangre de cuy (*Cavia Porcellus*)

La elección de estos ingredientes no solo responde a la necesidad de promover la diversificación de fuentes alimenticias, sino también a su potencial para aportar beneficios nutricionales únicos. El almidón de papa nativa, caracterizado por sus propiedades funcionales, ofrece una base versátil para productos horneados, mientras que la harina de sangre de cuy, rica en proteínas, vitaminas y minerales, añade un componente nutricional valioso.

El alcance de este estudio no es sólo fomentar un producto que cumpla los estándares organolépticos y de calidad, sino también investigar la posibilidad de incorporar ingredientes poco convencionales a los alimentos habituales. El énfasis en el almidón de papa nativa y la harina de sangre de cuy no sólo busca promover la sostenibilidad y la seguridad alimentaria, sino también de ofrecer una opción nutritiva que pueda contribuir al bienestar general de los consumidores.

A través de un minucioso proceso de formulación y evaluación, esta investigación pretende ofrecer un compromiso crítico con el campo de la alimentación utilitaria, destacando la importancia de fijar la ampliación a los trabajos sobre la naturaleza dietética de las variedades alimentarias.

1.1. Descripción y formulación del problema

1.1.1 Descripción del problema

El problema central que aborda esta investigación es la necesidad de explorar y

aprovechar los beneficios nutricionales y funcionales de estos ingredientes como el almidón de papa nativa y la harina de sangre de cuy poco convencionales en la elaboración de productos alimenticios como la galleta.

El objetivo principal de este estudio es elaborar una galleta funcional novedosa compuesta en su mayor parte por almidón de papa nativa (*Solanum stenotomum*) y fortificada con harina de sangre de cuy (*Cavia Porcellus*).

Asimismo, (Lucini et al., 2020) menciona que la utilización del almidón de papa busca no solo diversificar las fuentes de almidón utilizadas en la industria alimentaria, sino también aprovechar las propiedades específicas de esta variedad de papa nativa.

Estos ingredientes se seleccionaron en función del valor nutricional que ofrece cada uno y de su disponibilidad en la zona. El perfil nutricional del almidón de papa nativa se ha elegido por su capacidad para aportar a los alimentos cualidades útiles. Sin embargo, se ha demostrado que la harina de sangre de cobaya es una gran fuente de proteínas, vitaminas y minerales, lo que puede proporcionar a la galleta un apoyo nutricional adicional. (Rodríguez y Parra 2021)

A pesar de los avances en la industria alimentaria, existen impedimentos en el stock de artículos que mencionen sobre el uso de harina de sangre de cuy en la elaboración de galletas funcionales (Conde et al., 2021), por ejemplo, almidón de papa nativa, en mezcla con fuentes de proteínas, por ejemplo, harina de sangre de cuy. Esta necesidad se convierte en una ausencia de opciones para los compradores que buscan opciones dietéticas y utilitarias en sus alimentos, así como en una infrautilización de los activos funcionales de estos alimentos no convencionales.

A través del trabajo innovador de este tratamiento práctico, el objetivo es contribuir a la mejora de las opciones de alimentos, avanzar en la utilización de los alimentos poco utilizados en la industria alimentaria y ofrecer una opción que no sólo es ventajosa para el consumidor, sino también inofensivo para el ecosistema. (Alamo y Bernilla 2022)

Perú es una de las naciones que tiene una alta prevalencia de la dolencia conocida como anemia. La condición conocida como anemia se define por una falta de hierro en el cuerpo, lo que resulta en una reducción de la síntesis de hemoglobina y glóbulos rojos en la sangre. Esto, a su vez, conduce a una reducción de la capacidad de la sangre para transportar oxígeno a los tejidos del cuerpo. Es necesaria una galleta funcional a base de fécula de patata local y suplementada con sangre de cobaya, ya que las náuseas las sufren sobre todo los niños y las mujeres en edad reproductiva. Este hecho contribuye a la necesidad de promover la ingesta de una galleta de este tipo. Las obleas de utilidad suelen estar diseñadas para aportar ventajas medicinales adicionales, como proporcionar suplementos explícitos o promover las actividades físicas. Este es uno de los ejemplos de su finalidad. (Tyagi et al., 2020)

La parte nativa del almidón de papa nativa de la variedad particular de papa (*Solanum stenotomum*) en lugar de una papa más normal. Este detalle podría estar relacionado con las propiedades explícitas de la papa nativa utilizada, como su síntesis nutritiva o sus cualidades organolépticas, y la harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*) se ha utilizado como harina de fortificación. La utilización de harina de sangre de cobaya podría mejorar el tratamiento con proteínas, hierro u otros suplementos presentes en la sangre. (Herrera, 2015)

El problema de investigación se enfoca en la formulación y evaluación de una galleta funcional que combine almidón de papa nativa y harina de sangre de cuy, con el propósito de ofrecer un producto innovador, nutritivo y potencialmente beneficioso para la salud, contribuyendo así al desarrollo de opciones alimentarias más diversas y sostenibles.

1.1.2 Formulación del problema

Problema general

¿Cómo desarrollar una galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia Porcellus*) y su efecto en las propiedades nutricionales y aceptación sensorial?

Problemas específicos

¿Cuáles es la formulación óptima en el desarrollo de una galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum Stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia Porcellus*)?

¿Cuál es la calidad nutricional de la galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum Stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia Porcellus*)?

¿Cuál es la calidad microbiológica de la galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum Stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia Porcellus*)?

1.2. Antecedentes

Se han realizado investigaciones a escala internacional y nacional aplicables al tema del estudio:

1.2.1 A nivel internacional

Según Carrión (2015) realizó una investigación titulada “*Elaboración de galletas funcionales a base de harina de haba enriquecidas con extracto hidrofílico de camote*”. Con el objetivo de elaborar galletas en base a tres formulaciones con diferentes porcentajes de materia prima, F1: (80% HA +20% HT +30% EC), F2: (60% HA +40% HT +30% EC), F3: (30%HA +70%HT +30%EC), que fueron evaluados por 52 panelistas de 10 a 11 años mediante la escala hedónica: (30%HA +70%HT+30%EC), el mayor grado de aceptación fue F2 con una aceptación del 75%. La evaluación del análisis nutricional se realizó en comparación con una galleta de control de una marca comercial, y los resultados que se obtuvieron para F2 fueron los siguientes: Humedad 6,04%, Cenizas 3,29%, Fibra 5,03%, Proteínas 15,05%, Grasas 12,13%, Hierro 62 mg/kg, Calcio 80,10 mg/kg, Vitamina C 34,28 mg/kg y Antocianinas 0,483 mg/100g, demostrando así que el producto alimenticio cumple el objetivo de ser un producto nutritivo y funcional por su alto contenido en proteínas, fibra, vitamina C y minerales como el

hierro y el calcio. Todos los valores de referencia de la norma fueron respetados a lo largo del examen microbiológico, el cual se realizó de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2085; 2005. Debido al gran aporte de nutrientes como proteínas y minerales (hierro y calcio), las galletas funcionales a base de harina de fréjol y enriquecidas con extracto hidrofílico de camote son sugeridas para la dieta humana. Estas galletas también son buenas para la prevención de trastornos causados por la malnutrición. Además, gracias a la presencia de antioxidantes como las antocianinas y la vitamina C, son ventajosas para el tratamiento de trastornos degenerativos. Sobre la base de la evaluación de los análisis que se recogieron a lo largo del estudio a partir de los resultados de este, se ha construido esta conclusión.

Asimismo, Girón (2016) estudió las galletas elaboradas con cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) como componente principal se sometieron a un análisis bromatológico. A estas galletas se les añadió semillas de la planta *Cucurbita ficifolia*, endulzadas con stevia, para hacerlas más deliciosas. La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo fue el ambiente en el que se realizó la investigación. La muestra que arrojó los mejores resultados tanto en el examen sensorial como en el bromatológico fue utilizada para construir tres formulaciones distintas para esta investigación. Estas formulaciones se elaboraron a partir de la muestra. La formulación F2 fue la que se desarrolló, y estaba compuesta por un 25% de harina de trigo, un 50% de harina de cáscara de plátano verde y un 25% de harina de semillas de zambo. Se observaron diferencias en las proporciones de los componentes primarios encontrados en cada formulación. La formulación F2 presentó el mayor nivel de aceptabilidad, con una frecuencia del 52%, lo que la convierte en la opción más popular. También se realizó un análisis nutricional utilizando galletas de la marca María como control, y de la investigación realizada se obtuvieron los siguientes resultados: En comparación con la marca comercial, este producto contiene una mayor proporción de humedad (3,42%), cenizas (4,27%), fibra (5,13%), proteínas (12,89%), grasas (7,21%) y extracto libre no nitrogenado (67,44%). Algunos de estos

porcentajes son superiores a los de la marca comercial. Además, tiene un contenido de calcio de 30,42 mg/100g, de fósforo de 37,6 mg/100g y de vitamina C de 22,41 mg/100g. Dado que el producto bromatológico contiene fibra, proteínas, cenizas, hidratos de carbono, calcio, fósforo, vitamina C y oligoelementos, se puede concluir que tiene un alto nivel de calidad nutricional. Además, no presenta coliformes a nivel microbiológico, lo que indica que satisface los requisitos previstos en la norma NTE - INEN. Esto demuestra que tiene potencial para ser un alimento funcional con propiedades extremadamente ventajosas. Los resultados de la investigación realizada permitieron concluir que la formulación F2 es la que presenta las propiedades más favorables. Como consecuencia de ello, se recomienda conservar esta formulación para la elaboración de galletas e incluirlas en una dieta adecuada para personas con déficit de calcio, diabéticos y mujeres embarazadas.

Por tanto, Rodríguez y Parra (2021) los investigadores evaluaron la composición nutricional de la harina de semilla de aguacate, así como los elementos químicos útiles que contiene, en el curso de su investigación sobre la producción de galletas funcionales utilizando harina de semilla de aguacate. Comenzando con una sustitución del veinticinco por ciento de la harina de trigo por harina de semilla de aguacate, se presentaron cuatro formulaciones distintas de galletas basadas en harina de semilla de aguacate. Entre ellas había sustitutos consistentes en un cincuenta por ciento, un setenta y cinco por ciento y un cien por cien de harina de trigo. Además de una investigación sobre el color y la textura, se utilizó el análisis sensorial para evaluar el rendimiento de cuarenta y un jueces. Con un contenido de humedad del 45,16% (0,09%), un contenido de grasa del 27,73% (0,15%), un elevado contenido de fibra del 23,66% (0,05%), un contenido de proteínas del 1,57% (0,33%), una elevada capacidad antioxidante y un contenido fenólico de 185,45 (0,67) μg Trolox Equivalente / g de muestra, y 6,3 (0,29) mg de ácido gálico equivalente por g de harina, se comprobó que la harina de semilla de aguacate cumplía todas estas características. Se determinó que la galleta que tenía una

sustitución del 25% de harina de semilla de aguacate por harina de trigo era la que más gustaba a los jueces en cuanto a aspecto, color, textura y textura crujiente. Esto se descubrió durante la investigación sensorial y de textura. En conclusión, es justo extraer la conclusión de que la harina elaborada a partir de semillas de aguacate tiene un potencial sustancial para su uso como sustituto de la harina. Esta conclusión es consecuencia de los hallazgos obtenidos. Esto se debe a que, además de tener un alto valor nutritivo, también es ampliamente aceptada por los clientes. Esta es la razón por la que este producto es tan popular.

En este estudio, Ali et al. (2023) utilizaron el método de maceración en agua, la investigación se llevó a cabo con el propósito de extraer almidón de patata para mejorar sus cualidades y crear galletas sin gluten utilizando almidón modificado. La fécula se recuperó de patatas de baja calidad, concretamente de tres variedades de patata conocidas como Asterix, Kruda y Mosaic. La linnerización y la esterilización repetida en autoclave fueron los métodos modificados que se aplicaron al almidón local. Este producto contiene una cantidad significativa de amilosa, una sustancia que se ha relacionado con efectos positivos para la salud. Para definir sus características, se investigaron varios aspectos, como el contenido de amilosa, los atributos de color, la morfología granular, el índice de solubilidad en agua, el índice de absorción de agua, el análisis termogravimétrico (TGA) y el análisis con espectrómetro de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR). Estas cualidades se estudiaron para descubrir sus características. Las galletas que no contienen gluten fueron posibles gracias al uso de patatas. Al intentar describir las galletas, se utilizó la evaluación sensorial, el análisis proximal y el análisis textural durante todo el proceso. La cantidad de almidón que se extrajo de tres variedades distintas de patatas, a saber, Asterix, Kruda y Mosaic, fue del 11,53%, 11,32% y 11,24%, respectivamente. Tras la aplicación de la alteración NS, el contenido de amilosa de la fécula de patata mostró un aumento significativo ($p < 0,05$) en todas las clases, con un rango que oscilaba entre el 33,61 y el 37,74%. Se descubrió que este aumento oscilaba entre el 25,71

y el 26,6% en todos los tipos de patata. En comparación con los gránulos NS, que tenían superficies planas, se descubrió que los gránulos DM presentaban morfologías amorfas. La inclusión del ingrediente provocó una disminución significativa del nivel de dureza de las galletas en comparación con las fabricadas con NS ($p < 0,05$). En general, no se observaron diferencias notables en las propiedades sensoriales de las galletas, ya fueran de control, NS o DM. Por lo tanto, a diferencia de otras formas de fibras dietéticas, la DM puede utilizarse como componente funcional en productos alimenticios sin comprometer la textura del producto ni sus atributos sensoriales.

Por otro lado Falsafi et al., (2022) en su investigación titulado “*Aplicación de la toma de decisiones multicriterio para optimizar la formulación de galletas funcionales que contienen diferentes tipos de almidones resistentes: un estudio fisicoquímico, organoléptico, in vitro e in vivo*”

Utilizando la técnica TOPSIS, que es una parte importante de los enfoques MCDM, el motivo de este estudio era elaborar un detalle de golosina de alto beneficio dietético que contuviera varios almidones seguros. Según los resultados de los análisis fisicoquímicos, la fusión de ambos surtidos de SR dio lugar a una mezcla más rígida, densa y menos pegajosa. El horneado de estas masas produjo golosinas más quebradizas, con una menor proporción de untado, un bocado menos permeable y una superficie/pieza más blanca. Además, la convertibilidad in vitro de las golosinas demostró que el sistema de cocción puede reducir desfavorablemente la obstrucción del RS4 a las respuestas de enzimólisis. El significado de este hecho fue confirmado además por los exámenes in vivo, que mostraron que las golosinas mejoradas con RS4 tenían una menor capacidad para reducir los niveles postprandiales de glucosa en sangre. A la luz del objetivo efectivo del marco de elección de medidas múltiples 9 (opciones) \times 15 (calidades analizadas), TOPSIS ha sugerido que el tratamiento que contiene un 15% de RS es la mejor opción en todas las perspectivas. Esto se debe a que contiene créditos

fisicoquímicos/organolépticos adecuados, así como atributos in vivo/in vivo. - fibra que se consume in vitro.

Como también Kumar et al. (2023) realizaron una investigación titulada. ***“Perspectivas funcionales y nutricionales de galletas bajas en grasa fortificadas con pulpa de jamun, semilla de jamun, polvo de grano de mango”***. El objetivo fue generar galletas funcionales bajas en grasa y suplementadas con pulpa de jamún, semilla de jamún, semilla de mango y polvo de semilla de lino. Con proporciones variadas se generó un total de cinco formulaciones diferentes, incluido el control (C, T1, T2, T3 y T4). El control se incluyó en la ecuación. Las galletas T1 recibieron la puntuación más alta de aceptabilidad general, mientras que las galletas C recibieron la más baja. El mayor contenido total de flavonoides se encontró en la T4 ($668,3 \pm 4,8$ mg QE/100 g), mientras que el menor contenido total de flavonoides se encontró en la T1 ($483,6 \pm 5,6$ mg QE/100 g). Por otra parte, el mayor contenido fenólico total se encontró en T4 y T3 ($925,3 \pm 8,8$ mgGAE/100 g y $836,83 \pm 3,47$ mg GAE/100 g, respectivamente), mientras que las galletas de control tuvieron el menor contenido fenólico total. Hubo una diferencia significativa en el porcentaje de contenido proteico entre C y T1 ($17,5 \pm 0,06$ y $16,36 \pm 0,056$, respectivamente), y T4 tuvo el porcentaje más bajo de proteínas ($11,37 \pm 0,032$). Se evaluaron todas las galletas creadas y se determinó que las galletas enriquecidas con T1 eran superiores a las demás en cuanto a sus aspectos proximales, sensoriales y funcionales.

1.2.2 A nivel nacional

En primer lugar, Vergaray (2018) en su tesis titulado ***“Utilización del plasma y fracción celular de la sangre de cuy (Cavia porcellus) en la formulación de galletas fortificadas”***

En la investigación realizada se utilizaron 23 cuyes de línea Perú. Después de ser destetados a la edad de 21 días, estos cuyes fueron alojados en un ambiente acondicionado por un período de seis semanas. Luego del procesamiento de los cuyes en el laboratorio la cantidad

de sangre extraída fue del 2,94% del porcentaje del peso vivo del animal. Tras la extracción del plasma sanguíneo y de la fracción celular de la sangre mediante centrifugación, se deshidrató la fracción celular los resultados del examen fisicoquímico, el plasma tenía un 90,80% de humedad, un 7,40% de proteínas, un 1,23% de cenizas, un 0,07% de grasa y un 0,50% de extracto no nitrogenado. Por su parte, la fracción celular contenía un 83,60% de humedad, un 14,81% de proteínas, un 0,63% de cenizas, un 0,06% de grasas y un 0,90% de extracto no nitrogenado. A la hora de formular las galletas enriquecidas, se utilizaron los siguientes tratamientos: T0: Galletas con 0% de plasma líquido y 0% de fracción celular en polvo; T1: Galletas con 1% de plasma líquido y 0,2% de fracción celular en polvo; T2: Galletas con 2% de plasma líquido y 0,5% de fracción celular en polvo; y T3: Galletas con 4% de plasma líquido y 1% de fracción celular en polvo. De acuerdo al análisis fisicoquímico de cada una de las formulaciones, se determinó su valor nutricional y mediante una evaluación de aceptabilidad, se obtuvo que la formulación T2 es la más adecuada en valor nutricional, presentando humedad 1,87%, 10,26% de proteína, 33,86% de extracto etéreo, 0,40% de fibra cruda, 0,49% de cenizas, 53,12% de extracto no nitrogenado y 558,26 kcal/100g de energía total; y en la evaluación organoléptica general obtuvo un valor de 3,50 en una escala hedónica de 1 a 5.

Por otro lado, Alamo y Bernilla (2022) en su tesis titulado *“Elaboración de galletas enriquecidas con harina de hongos comestibles (*Suillus luteus*) y harina de sangre de vacuno”*

El objetivo principal de esta investigación es elaborar galletas enriquecidas con harina de setas y harina de sangre de bovino. Las materias primas se caracterizaron mediante análisis proximal, que reveló concentraciones significativas de hierro: 13,09 mg/100g para la harina de setas y 18,74 mg/100g para la harina de sangre bovina. Además, las concentraciones de proteínas fueron del 31,92% para la harina de setas y del 85,75% para la harina de sangre de

bovino, respectivamente. En la elaboración de cuatro formulaciones experimentales distintas se utilizaron los siguientes ingredientes: harina de trigo (HT), harina de setas (HH), harina de sangre bovina (HSV). La muestra que sirvió de control fue la formulación 0, compuesta por un 95% de HT y un 5% de HH. La HT constituía el 95% de la Formulación 1, mientras que la HH constituía el 5% y la HSV el 4%. La formulación 2 estaba compuesta en un 95% por HT, y en un 5% por HH y HSV. La HT representaba el 95% de la Formulación 3, mientras que la HH el 5% y la HSV el 6%. Además, se determinaron los parámetros óptimos para los siguientes procedimientos: amasado durante quince minutos, laminado de medio centímetro, horneado a 240 grados centígrados durante trece minutos, enfriamiento a temperatura ambiente durante veinticinco minutos, embolsado de cuarenta gramos cada paquete y almacenamiento a temperatura ambiente. Tras realizar una investigación fisicoquímica-proximal de cada una de las cuatro formulaciones distintas, se determinó que la Formulación 3 presentaba los resultados más beneficiosos, como se muestra a continuación: En este plato intervienen diversos componentes: 8,9% de humedad, 54,2% de carbohidratos, 17,76% de proteínas, 16,6% de grasa, 1% de fibra, 1,5% de cenizas, 447,40 kcal de contenido calórico, pH 6,60, hierro 16,44 mg/100g y 0,073% de acidez. El propósito de hacer un análisis sensorial era descubrir qué formulación tenía la máxima aceptación. Para ello se realizó una encuesta en la que se utilizó una escala hedónica de siete puntos. Los datos recogidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y a una prueba de Tukey. Se determinó que la formulación 3, compuesta por un 95% de HT, un 5% de HH y un 6% de HSV, era la mejor recibida por los panelistas. Por último, se realizó un examen microbiológico y los resultados demostraron que las galletas enriquecidas son aptas para el consumo humano. Así lo demuestra el hecho de que el recuento de *Escherichia coli*, mohos y *Staphylococcus aureus* fuera inferior a 10 unidades formadoras de colonias por gramo, y que no se encontraran en la muestra *Clostridium perfringens* ni *Salmonella* sp. Los parámetros exigidos por la NTP 206.001.2016 se satisfacen plenamente con estos resultados.

Además, sobre la base de los resultados del análisis proximal, podemos verificar que el nivel de hierro de la galleta cumplirá efectivamente con la ingesta diaria recomendada. Esto incluye productos de panadería, bollería y galletas.

Por último, Astuhuaman y Teodoro (2019) en su tesis titulado *“Evaluación de secado por diferentes técnicas para la obtención de harina a partir de la Sangre del Cuy (Cavia Porcellus)”*.

Esta investigación se llevó a cabo con la intención de establecer qué procedimiento de secado es el más adecuado para obtener harina a partir de sangre de cobaya, garantizando así que la harina sea capaz de preservar sus características esenciales. La utilización de un horno estándar a 55 y 65 grados Celsius, un horno de vacío a 55 grados Celsius y 10 kPa, 65 grados Celsius y 10 kPa, 55 grados Celsius y 15 kPa, y 65 grados Celsius y 15 kPa, y la liofilización, utilizando el propio enfoque del equipo, fueron las tres formas que se utilizaron para el proceso de secado. Durante el proceso de evaluación de la cantidad de proteína, se descubrió que había una disparidad significativa entre las distintas formas. Se determinó que el método liofilizado tenía el mayor porcentaje de proteína, que fue del 67,2%. Durante el proceso de determinación de la humedad, se descubrió que no había diferencias significativas entre los dos métodos. El método que generó la mayor cantidad de humedad fue la técnica de horno al vacío, que adquirió 13,08%, mientras que la metodología que generó la menor humedad fue 9,88%. En el proceso de determinación de la cantidad de hierro se obtuvieron los siguientes resultados 135 mg/100 g en horno convencional a 65 grados Celsius; 125 mg/100 g en horno de vacío a 65 grados Celsius y 15 kPa; y 130 mg/100 g en estado liofilizado. Todos estos resultados se obtuvieron en condiciones de temperatura y presión. Se observó que había una baja cantidad de proteína en los otros tratamientos; por lo tanto, podemos creer que hubo oxidación de la proteína en los tratamientos en los que se utilizaron altas temperaturas. Por otra parte, los demás tratamientos no contenían proteínas. Se determinó que la técnica de liofilización fue la más exitosa, ya que

fue capaz de mantener todas las cualidades organolépticas y fisicoquímicas de la sustancia con mayor eficacia que los otros tratamientos.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*) y su efecto en las propiedades nutricionales y aceptación sensorial.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la formulación optima en el desarrollo de una galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*)
- Determinar la calidad nutricional de la galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*)
- Determinar la calidad microbiología de la galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*)

1.4. Justificación

1.4.1 Teórica

La investigación propuesta resuelve cuestiones de importancia sanitaria, sostenibilidad, mejora de la dieta y avance importante de los alimentos, que son aspectos fundamentales de la investigación alimentaria contemporánea.

1.4.2 Metodológica

El sistema de investigación propuesto pretende fomentar un tratamiento útil, creativo y sostenible, utilizando alimentos nativos de la región para abordar los problemas de alimentación equilibrada y natural y promover un modo de vida sano.

1.4.3 Practica

La presente investigación contribuirá a la ampliación de las fuentes alimentarias mediante la utilización de fijaciones, por ejemplo, fécula de patata local y Harina de sangre de cobaya, que pueden no ser habituales en ese marco de galletas. Esto podría ser ventajoso tanto desde el punto de vista de la manipulación de alimentos como del surtido dietético.

Asimismo, cabe destacar que el estudio actual podría investigar la posibilidad de una creación más sostenible utilizando alimentos nativos y naturales y explotando los efectos secundarios de diferentes muestras (por ejemplo, la sangre de cobaya). Esto podría tener ramificaciones positivas tanto para el clima como para la economía de la sociedad.

1.5. Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general.

La galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*) influye significativa en la propiedad sensorial.

1.5.2 Hipótesis específicas

Se logrará determinar la formulación optima en el desarrollo de una galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*)

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1 *Galleta funcional*

Las galletas funcionales suelen contener ingredientes más nutritivos que las galletas convencionales (Alamo y Bernilla 2022). Los cereales integrales, las harinas alternativas (como la harina de almendras o la avena), los frutos secos y otros ingredientes ricos en nutrientes son algunos ejemplos de las posibilidades que se incluyen en esta categoría.

Las galletas funcionales son en general deliciosas, pero además ofrecen ventajas médicas. Estos convites se planean con frecuencia con los accesorios que dan suplementos explícitos o tienen ventajas médicas. (Belmiro et al., 2022)

Numerosas galletas funcionales están pensadas para ser bajas en azúcares añadidos. En lugar de depender de azúcares refinados, que pueden utilizar azúcares regulares o simplemente dependen de la agradabilidad de fijaciones normales, por ejemplo, productos naturales secos, algunas golosinas utilitarias están diseñados para ser razonable para las personas con limitaciones dietéticas, por ejemplo, las personas que siguen una dieta sin gluten o tienen sensibilidad a los alimentos. (Myers et al., 2023)

Asimismo, algunas galletas funcionales pueden estar enriquecidos con nutrientes explícitos, minerales o diferentes suplementos para proporcionar ventajas médicas adicionales. La expansión de la fibra es normal en golosinas utilitarias, como la fibra dietética es valiosa para el procesamiento y puede ayudar con el mantenimiento de los niveles de glucosa estables (Velásquez et al., 2014). Es esencial tener en cuenta que, si bien estas galletas pueden tener ventajas médicas adicionales en contraste con las galletas convencionales, la utilización moderada y una dieta ajustada en general son básicas para mantener un estilo de vida sólido. Del mismo modo, es prudente leer detenidamente las marcas de los artículos para comprender completamente las fijaciones y los suplementos presentes en las prácticas obleas (Jagadiswaran

et al., 2021)

Figura 1

Galleta funcional a base de Harina de Yacón



Nota. Galleta funcional de harina de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) reproducida de (Conde et al., 2021) <https://www.redalyc.org/journal/559/55971233009/html/>

2.1.2 Origen del cuy (*cavia porcellus*)

Vergaray, (2018) afirma que la especie (*Cavia porcellus*), generalmente conocido como cuy o cobaya, se remonta a Sudamérica. Las cobayas son roedores caseros que fueron domesticados por las sociedades nativas de los Andes, en lo que actualmente es Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia.

Al principio, estas sociedades nativas criaban cobayas con fines alimentarios, ya que su carne era una fuente importante de proteínas. Además, los cobayas también participaban en ceremonias y en algunas sociedades se consideraban criaturas consagradas. (Chauca, 2023)

Las cobayas fueron traídas a Europa por los pioneros españoles durante el siglo XVI, donde se convirtieron en criaturas inagotables como compañeros y centros de investigación. Desde entonces, se han criado específicamente para fomentar diversas variedades y surtidos de conejillos de indias.

Hoy en día, las cobayas son famosas en general como animales de compañía y se utilizan además en exámenes lógicos. Su adiestramiento y engendramiento se han visto afectados por una mezcla de sus cualidades reales, su forma sumisa de comportarse y su beneficio saludable en sociedades específicas. (Bertsch, 2024)

2.1.2.1.Importancia del cuy (*Cavia porcellus*). La variedad de razas refleja la importancia social y económica de estas criaturas en la zona. Además de ser una fuente de alimento, las cobayas también tienen importancia social y se utilizan en diferentes celebraciones y costumbres en determinadas redes. (Cresci, 2019)

Figura 2

*Imagen de Cuy (*Cavia porcellus*) Raza mi Perú*



Nota. Imagen de cuy *Cavia porcellus* reproducido de (Edz0r1, 2019)

<https://animalesdelperu.com/sierra/cuy/>

Tabla 1*Taxonomía del cuy (Cavia Porcellus)*

Reino	Animalia (Animales)
Filo	Chordata (Cordados)
Subfilo	Vertebrata (Vertebrados)
Clase	Mammalia (Mamíferos)
Orden	Rodentia (Roedores)
Suborden	Hystricomorpha (Histricomorfos)
Familia	Caviidae (Caviídos)
Género	Cavia
Especie	Cavia porcellus

2.1.2.2. Harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*). La sangre de cobaya, similar a la de diferentes vertebrados, satisface algunas capacidades fundamentales en la criatura. (Barreros, 2017)

Es fundamental tener en cuenta que los datos concretos sobre la sangre de cobaya pueden fluctuar, por lo que se recomienda consultar fuentes específicas o a expertos veterinarios para obtener más detalles exactos sobre los atributos específicos de esta especie. (Zamora y Callacná, 2017)

2.1.2.3. Importancia de la harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*). La harina de sangre de cobaya es un alimento que se obtiene secando y triturando sangre de cobaya. (Navarro, 2013)

Es fundamental recordar que el reconocimiento y el uso del banquete de sangre de cobaya como alimento puede variar según el distrito, las inclinaciones sociales y las consideraciones morales. Además, es fundamental garantizar que cualquier alimento derivado

de cobayas cumple los principios sanitarios y de bienestar general (Espiritu y Aguayo, 2023).

A pesar de que su utilización puede cambiar, a continuación, se exponen algunas posibles explicaciones de la importancia del consumo de sangre de cobaya como alimento tabla 2.

Figura 3

Harina de Sangre de Cuy (Cavia Porcellus)



Nota. Harina de sangre de cuy liofilizada reproducida de (Astuhuaman y Teodoro 2019)

<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5972>

Tabla 2*Importancia de la harina de sangre de cuy como alimento*

Funcionalidad	Importancia
Alto valor nutricional:	El consumo de sangre de cobaya puede ser un rico en contenido de proteínas, hierro, zinc y otros suplementos fundamentales. La sangre es una fuente de proteínas de primera calidad con aminoácidos fundamentales.
Aprovechamiento de recursos:	Utilizar sangre de cobaya como dieta puede ser un método para explotar un efecto secundario que podría eliminarse de alguna manera. Esto aumenta la eficiencia y la manejabilidad en la creación de alimentos.
Alternativa nutricional:	En determinadas sociedades, sobre todo en regiones donde la carne escasea, la alimentación a base de sangre de cobaya podría ser otra opción saludable importante, ya que aporta suplementos fundamentales en una estructura concentrada.
Mejora de la calidad de alimentos:	La harina de sangre de cobaya puede utilizarse como suplemento alimentario para mejorar el régimen alimenticio de los animales domésticos o incluso como fijador en la creación de alimentos humanos, trabajando en consecuencia sobre la naturaleza saludable de los alimentos.
Cultural y tradicional:	En determinadas sociedades, la utilización de productos obtenidos a partir de sangre de criaturas, por ejemplo, la cena con sangre de cobaya, puede tener un valor social y convencional. Esto podría ser esencial para la dieta del vecindario y establecerse en prácticas culinarias inequívocas.
Potencial en la agricultura:	En la agricultura, el consumo de sangre de cobaya puede utilizarse como abono natural por su contenido en suplementos, lo que contribuye al avance del suelo y al desarrollo del bienestar de las plantas.

Nota. Tabla 2 se especifica la importancia del cuy según (Bertsch, 2024)

2.1.2.4. Beneficios de la sangre de cuy (*Cavia porcellus*). La sangre de cobaya, similar a la de otras criaturas, es una fuente de suplementos que se ha consumido en ciertas sociedades como parte de su rutina alimentaria convencional. En cualquier caso, es vital tener en cuenta que la utilización de sangre cruda o a medio cocer conlleva riesgos para el bienestar debido a la posibilidad de transmisión de enfermedades. En muchos lugares, se han establecido estrictas normas de higiene para la manipulación de los animales, incluida la sangre, con el fin de limitar estos peligros. (Zamora y Callacná, 2017)

Tabla 3

Beneficios Nutricionales de la Sangre de Cuy (Cavia Porcellus)

Componentes	Importancia
Proteínas	La sangre tiene alto contenido de proteínas de primera calidad. Las proteínas son fundamentales para el desarrollo y la fijación de los tejidos en el cuerpo.
Hierro	La sangre es rica en hierro y proteínas de primera calidad. Las proteínas son fundamentales para el desarrollo y la fijación de los tejidos en el cuerpo.
Vitaminas del complejo B	La sangre contiene algunos nutrientes B, por ejemplo, vitamina B12, fundamental para la capacidad del sistema sensorial y la creación de glóbulos rojos.
Minerales	Además de hierro, la sangre puede contener otros minerales importantes, como zinc y cobre, que desempeñan un papel fundamental en diferentes funciones corporales.
Colágeno y gelatina	La sangre también puede contener colágeno y gelatina, beneficiosos para la piel, las articulaciones y los huesos.

Nota. La presente tabla 3 menciona la importancia de la harina de sangre de cuy en la deficiencia ferropénica en la alimentación según menciona. (Montoya, 2016)

2.1.3 *Papa nativa (Solanum stenotomum)*

La papa nativa, lógicamente conocida como (*Solanum tuberosum*), es un tipo de patata local de Sudamérica. La patata en general (*Solanum tuberosum*) tiene numerosos surtidos, y la patata local es uno de ellos. Su punto de partida se encuentra en las localidades andinas de Sudamérica, donde ha sido desarrollada durante milenios por redes nativas.

La formación y desarrollo de la patata se remonta a más de 7.000 años en la localidad andina, explícitamente en lo que actualmente son Perú y Bolivia. Estos tubérculos eran cruciales en el régimen alimenticio de las sociedades preincaicas e incas, y su desarrollo se ha extendido a largo plazo a distintas zonas del planeta debido a la colonización europea. (Alvarez, 2015)

La papa nativa es especialmente intrigante, resultado directo de su variedad hereditaria y de su protección frente a las distintas condiciones climáticas y del suelo. Además, posee cualidades interesantes que la separan de otros surtidos de patatas desarrolladas. La variedad hereditaria de la patata local es una baza importante para la reproducción del cultivo, ya que puede proteger de bichos e infecciones, así como de la transformación a diversas circunstancias naturales. (Gil Rivero et al., 2019)

2.1.3.1. Importancia de la papa nativa (*Solanum stenotomum*). La papa nativa no es sólo un activo importante desde el punto de vista agronómico, sino que además afecta esencialmente al modo de vida, la alimentación y la versatilidad de las redes que han desarrollado y salvaguardado estas variedades a lo largo del tiempo. Su conservación y desarrollo son fundamentales para garantizar un futuro sostenible y ampliado de la agricultura. (Zúñiga et al., 2022)

La papa nativa, lógicamente conocida como (*Solanum stenotomum*) es una variedad de patata que se ha desarrollado durante mucho tiempo en diferentes regiones de América Latina. Aunque la patata normal (*Solanum tuberosum*) es más conocida en todo el mundo, la

patata local también desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria y la variedad hereditaria. (Medina et al., 2017)

Tabla 4

Importancia y características de papa nativa (Solanum stenotomum)

Importancia	Características
Diversidad Genética	Las papas nativas tienen una amplia variedad hereditaria en contraste con los surtidos comerciales más conocidos. Esta variedad hereditaria es fundamental para crear variedades de patata más resistentes a las enfermedades, las molestias y las circunstancias naturales cambiantes.
Adaptabilidad a Condiciones Ambientales Variadas	Creadas y adaptadas a lo largo de cientos de años en diversas localidades de América Latina, las papatas locales son en muchos casos más resistentes y versátiles a las diferentes condiciones climáticas y del suelo. Esto las convierte en una baza importante para hacer frente a las dificultades del cambio medioambiental.
Nutrición	Algunas variedades de papas nativas tienen perfiles nutritivos novedosos y pueden ser abundantes en nutrientes, minerales y refuerzos celulares. Aumentar la variedad dietética mediante la incorporación de estos surtidos puede contribuir a una rutina alimentaria más ajustada y mejor.
Cultura y Tradición	La papa nativa ha sido una pieza fundamental de la rutina alimentaria y la cultura de numerosas redes nativas de América Latina. Su conservación y avance tienen ventajas agronómicas, pero por otro lado son significativas para mantener el carácter social y los ensayos alimentarios convencionales.
Seguridad Alimentaria	La mejora de los cultivos, incluido el avance y desarrollo de las papas nativas, contribuye a la seguridad alimentaria al ofrecer opciones alimentarias adicionales y disminuir la dependencia de un número predeterminado de cosechas.
Resiliencia ante Plagas y Enfermedades	La variedad hereditaria de patatas nativas puede mostrar una seguridad ordinaria contra agravaciones e infecciones explícitas. Esto es particularmente crítico en un clima donde las prácticas agrícolas graves pueden construir la deficiencia de las cosechas a cuestiones fitosanitarias.

Nota. Tabla 4 se especifica la importancia de la papa nativa según (Medina et al., 2017)

2.1.3.2. Taxonomía de la papa nativa (*Solanum stenotomum*). Es fundamental tener en cuenta que, dentro de la especie (*Solanum Stenotomum*), existen diversas variedades y cultivares de papas nativas que se han creado a lo largo del tiempo por elección y cría humanas. Estas variedades pueden tener atributos notables en cuanto a sabor, variedad, superficie y variación a diversas condiciones climáticas y del suelo. La variedad de las patatas locales es importante tanto para la seguridad alimentaria como para la conservación de la biodiversidad agraria. (Soto et al., 2013)

Tabla 5

*Clasificación taxonómica de papa nativa (*Solanum stenotomum*)*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Especie	Stenotomum

Figura 4

Papa nativa Queccorani (Solanum Stenotomum)



Nota. Imagen de la papa nativa Queccorani reproducida de (Silvera, 2018)
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3014433>

2.1.4 Fortificación alimentaria

Con el fin de prevenir o corregir un déficit revelado en el público o en grupos de población específicos, el Codex Alimentarius define la fortaleza alimentaria como la expansión de al menos un complemento básico que no suele estar presente en ese marco mental. Una técnica realizable y practicable para prevenir y corregir las carencias alimentarias endémicas es el uso de la fortitud, sobre todo cuando se trata de la inclusión de micronutrientes. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Organización Mundial de la Salud [FAO y OMS], 2023)

El control alimentario es una preparación bien establecida para controlar las carencias de bienestar de la población. (FAO, 2023)

Según las normas generales para la ampliación de los complementos fundamentales de las fuentes alimentarias (FAO y OMS, 2023), puede añadirse a los alimentos para recuperar los suplementos perdidos durante el cuidado o para garantizar una suplementación adecuada.

El refuerzo y la mejora de los alimentos es un logro de la investigación, que últimamente se ha centrado en las diversas partes que pueden añadirse a las fuentes de alimentos para compensar las deficiencias saludables, equilibrar los cambios dietéticos, trabajar en las capacidades fisiológicas y prevenir las infecciones. Las fuentes de alimentos mejoradas y desarrolladas suelen acercarse lo más posible a las necesidades diarias de los componentes de la dieta, sobre todo en los niños; es el caso de los productos lácteos, el pan, la avena y la pasta.

El Codex Alimentarius recomienda que la combinación de surtidos de alimentos para bebés y niños pequeños debido a su fuerza debe proporcionar el 66% del consumo diario propuesto por cada 100 g de alimento, o si no entre el 30 y la mitad del requisito diario de suplementos, en un par de raciones cada día. (FAO, 2023)

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Por tratarse de una estrategia de investigación centrada en la resolución de problemas prácticos y la aplicación de la información en entornos reales, pertenece a una investigación aplicada.

3.1.1 Nivel de investigación

El presente trabajo pertenece a una investigación cuantitativo, ya que se centra en la combinación y evaluación de información numérica y verificable para abordar cuestiones de investigación y poner a prueba las variables. (Sampieri, 2018)

3.1.2 Diseño de investigación

Para llevar a cabo la presente investigación científica se utilizó un diseño experimental. Esto se debe a que un diseño experimental es una técnica metodológica que se utiliza para examinar los vínculos causales que existen entre las variables. El diseño que se utilizó incluye la manipulación de factores independientes para controlar los cambios que afectan a una variable dependiente, al tiempo que se regulan o mantienen constantes otras variables que pueden influir en el resultado. Este diseño se utilizó para controlar los cambios que afectan a una variable dependiente.

3.2. Ámbito temporal y espacial

De enero a abril de 2024, el estudio se realizó en los laboratorios de procesos agroindustriales de la Universidad Nacional Federico Villareal y en el Laboratorio Acreditado GILC S.A.C.

3.3. Variables

3.3.1 Variable independiente (VI)

X1. Formulación de galletas funcionales fortificado con harina de sangre de cuy

3.3.2 Variable dependiente (VD)

Y1. Propiedades organolépticas de la galleta funcional fortificado con harina de sangre de cuy

3.3.3 Operacionalización de variables

Tabla 6

Operacionalización de Variables

Variables	Dimensión	Indicadores
VI. Formulación de galletas funcionales fortificado con harina de sangre de cuy	- Niveles de la mezcla de almidón de papa nativa y harina de sangre de cuy	-Cuál es la proporción optima de almidón de papa nativa y harina de sangre de cuy - Balanza analítica
VD. Propiedades organolépticas de la galleta funcional fortificado con harina de sangre de cuy	- Calidad nutricional - Calidad microbiológica	- Proteínas - Grasa - Polifenoles - Capacidad antioxidante - Carbohidratos - Energía Total - Humedad - Microorganismos patógenos

3.4. Población y Muestra

3.4.1 Población de estudio

La población muestral para este estudio consiste en 13 kg de galletas funcionales elaboradas con harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*). Estas galletas fueron preparadas siguiendo cuidadosamente las formulaciones y procedimientos descritos en la tabla 8 del presente estudio.

3.4.2 Muestra poblacional

La muestra seleccionada para este estudio fue de 11 kilogramos en total. Específicamente, se tomaron 1 kilogramo de muestra por cada uno de los 11 tratamientos diferentes que se mencionan detalladamente en la tabla 8. Esto permitió tener una cantidad suficiente de material para poder realizar los análisis y pruebas necesarias para cada uno de los tratamientos aplicados, asegurando así la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos.

3.4.3 Muestreo

Se seleccionó el método de muestreo aleatorio simple porque permite determinar una muestra representativa de una población. Esto se debe a que la técnica garantiza que cada componente de la población tenga las mismas posibilidades de ser seleccionado.

3.5. Instrumentos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

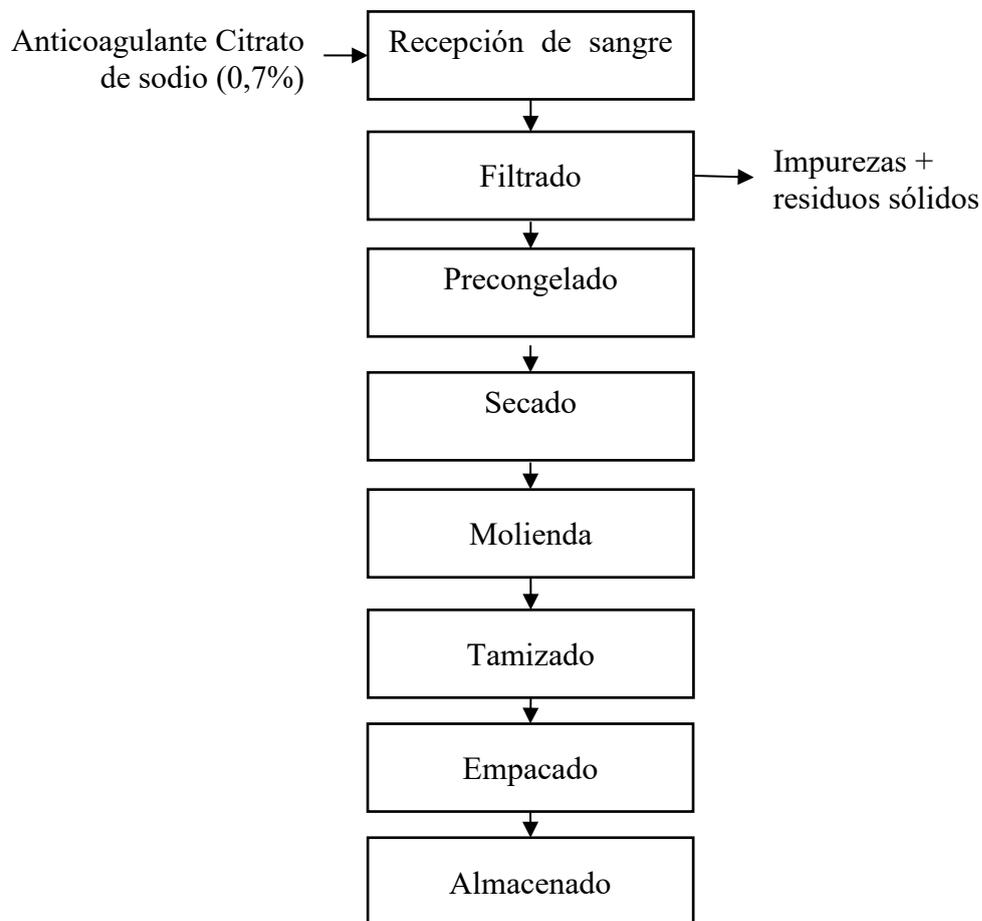
Las convenciones y los sorteos de investigación fueron sólo dos de los muchos medios y equipos que se utilizaron en el proceso de recogida de datos. De acuerdo con la estrategia exploratoria que se expone a continuación, este ciclo se completó con éxito.

- Proceso de obtención de harina de sangre de cuy
- Proceso de obtención de almidón de papa nativa
- Formulación de galletas funcionales fortificados con sangre de cuy

- Evaluación de propiedades sensoriales de las galletas funcionales fortificado con sangre de cuy y su aceptabilidad
- Determinar la calidad nutricional de las galletas funcionales de almidón de papa fortificado con harina de sangre de cuy

Figura 5

Diagrama de flujo para obtención de harina de sangre de cuy

**a. Recepción de materia prima**

La sangre de cuy se adquirió en bolsas impermeables fijas y se congeló para el tratamiento posterior.

b. Filtrado

Se eliminan impurezas y residuos sólidos.

c. Pre-congelado

Simultáneamente, se congeló durante 4 horas.

d. Secado

En este proceso, la sangre de cuy se secó en una estufa durante un tiempo de 6 horas a temperaturas de 65°C

e. Molienda

Se tritura hasta obtener un polvo fino.

f. Tamizado

Se pasa por un tamiz para uniformizar el tamaño de la harina.

g. Empacado

Una vez terminados de realizar los tratamientos antes descritos se empacaron en envases herméticos para proteger sus propiedades.

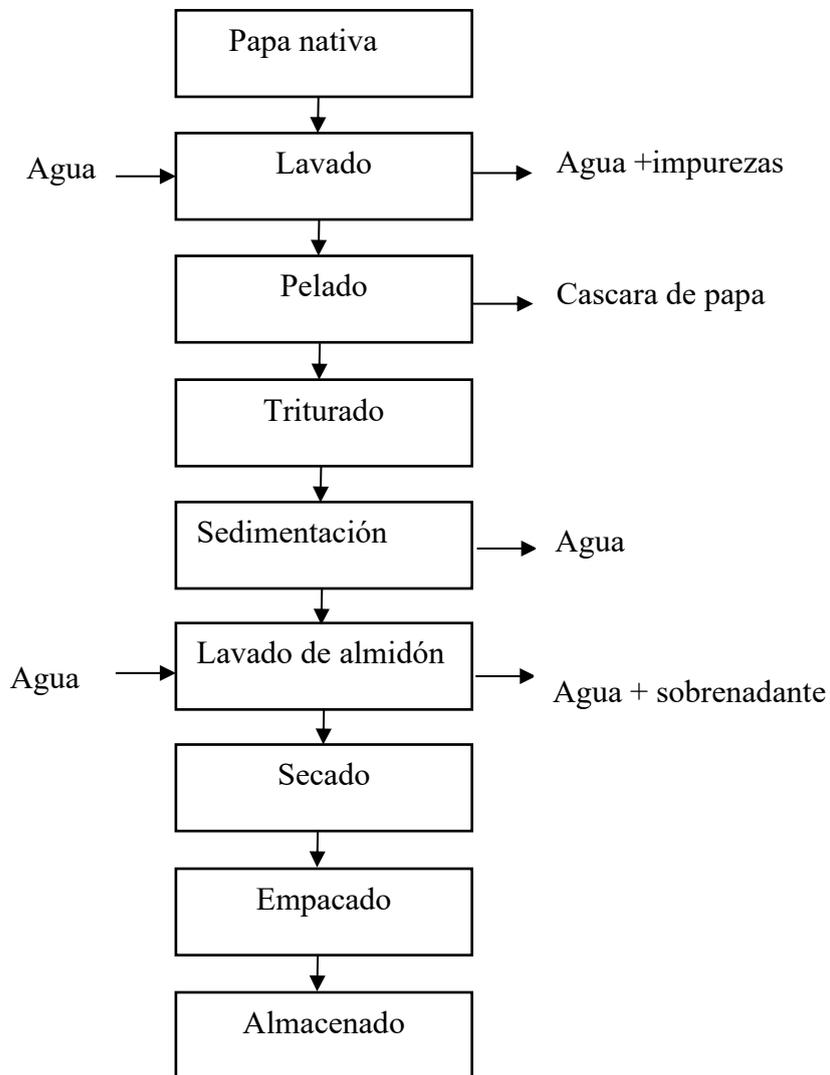
h. Almacenado

Cada unidad se montó en una caja y se guardó a temperatura ambiente para su posterior tratamiento.

3.5.1.1. Proceso de obtención de almidón de papa nativa. Se empleó la metodología de extracción por decantación descrita por (Herrera, 2015)

Figura 6

Diagrama de flujo para obtención de obtención de almidón de papa nativa



a. Lavado

Las papas se lavan para eliminar tierra, piedras y otras contaminaciones. Este paso es fundamental para garantizar la pureza del almidón.

b. Pelado

Las papas se pelaron a mano utilizando una cuchilla para eliminar la piel, ya que el almidón se rastrea en su mayor parte dentro de la papa.

c. Triturado

Las papas peladas se trituraron con una licuadora moderna a 5.000 rpm para obtener una mezcla. Esta interacción ayuda a liberar el almidón de las células de la papa.

d. Sedimentación

El agua que contenía el almidón se pasó a sedimentar o se utilizó el ciclo de sedimentación con la utilización de peras sedimentadores durante 6 horas para aislar las partículas más pesadas del almidón. Este proceso se repitió varias veces para lograr la máxima pureza del almidón.

e. Lavado del almidón

La masa posterior se lavó con agua para aislar el almidón del resto de las partes de la papa, como filamentos y proteínas. Esta interacción se completó varias veces hasta obtener un almidón más limpio.

f. Secado

El almidón húmedo se seca para eliminar el exceso de agua mediante una estufa a una temperatura de 60 °C durante 5 horas.

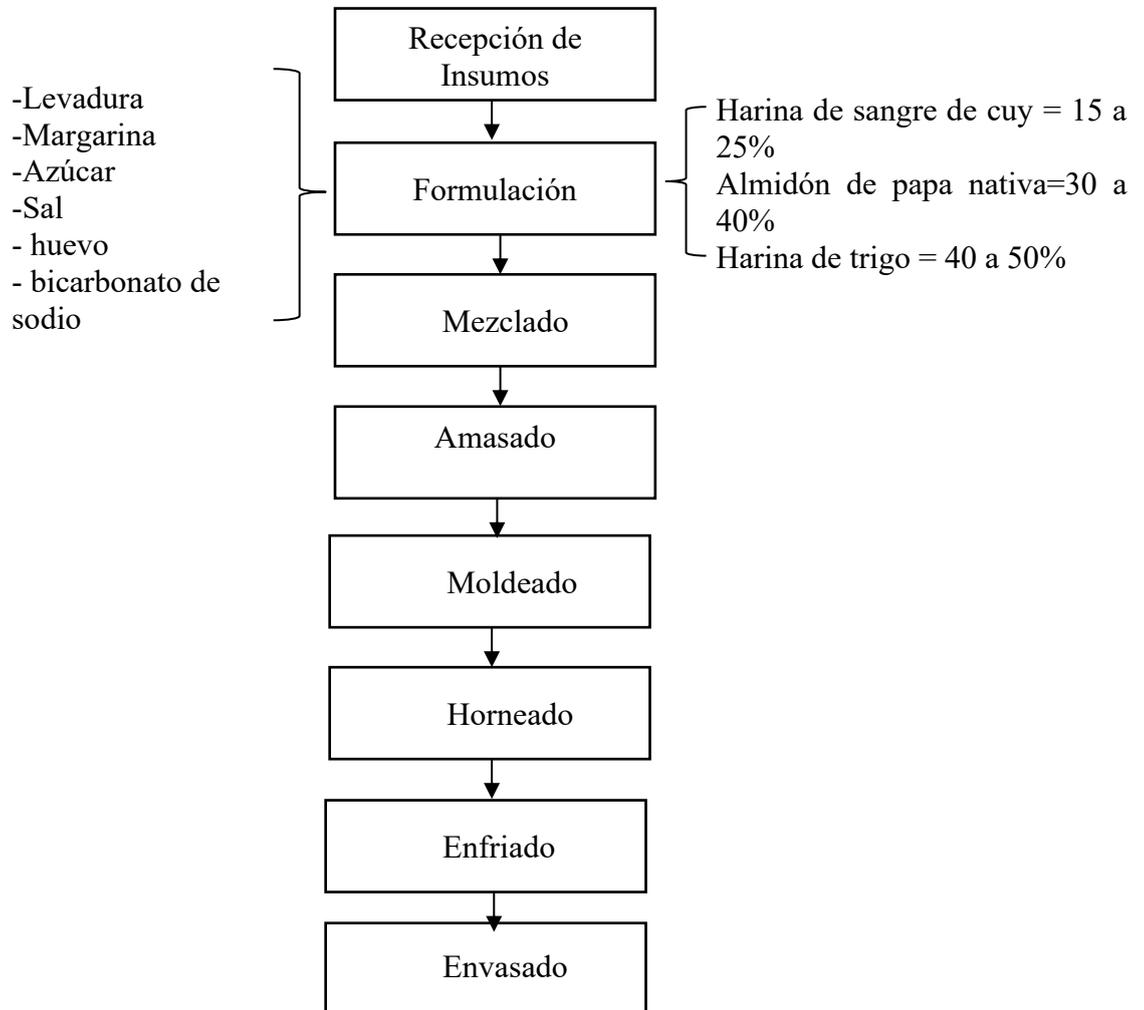
g. Empacado

El almidón de papa procesado se envaso en bolsas de polietileno

3.5.1.2. Formulación de galletas funcionales fortificados con sangre de cuy.

Figura 7

Diagrama de flujo de elaboración de galletas funcionales fortificados con sangre de cuy



3.5.1.3. Descripción del proceso de elaboración de galletas fortificadas.

a. Recepción de materia prima

Al principio, se obtuvieron todas las sustancias naturales esenciales, por ejemplo, almidón de papa nativa, harina de sangre de cuy, harina de trigo, y aditivos como levadura, margarina, azúcar, sal, huevo, bicarbonato sódico.

b. Formulación

El pesado de los componentes de la mezcla se realizó en una balanza analítica con una precisión de 0,0001 para utilizar las medidas específicas de las sustancias naturales, considerando que la harina de sangre de cuy del 15 al 25%, la fécula de papa nativa del 30 al 40% y la harina de trigo del 45 % para las 11 formulaciones.

c. Mezclado

Una vez formados y evaluados todos y cada uno de los ingredientes, se mezclaron con un batidor de cocina.

d. Amasado

Este ciclo se completó en la batidora de mezcla durante 15 minutos o hasta que la masa se liberó de nudos.

e. Moldeado

La masa, recién extendida físicamente, se colocó sobre la mesa de trabajo y con la ayuda de moldes o formadores de masa, se siguió dando forma redonda a la galleta con una anchura de 5 cm, después se colocaron sobre chapa de acero templado.

f. Horneado

Para esta etapa era importante utilizar una parrilla giratoria, donde el vehículo de cocción se cargará con la placa que contiene las galletas. Para hacer este ciclo, se precalentó la parrilla a una temperatura de 250° C durante 10 minutos, luego se colocó el vehículo en la estufa para comenzar a hornear las galletas, a una temperatura de 240° C durante un tiempo de 13 minutos. En esta fase, la mezcla pierde agua además de diferentes partes en forma de vapor de agua.

g. Enfriado

Tras el sistema de horneado, las galletas deben enfriarse en un lugar limpio y suficientemente ventilado durante 25 minutos.

h. Envasado

Las galletas se prensaron en envases de polietileno de alta densidad y se fijaron posteriormente para su adecuada conservación. Cada envase contenía 4 unidades con una carga de 40 gramos.

i. Almacenado

Por último, las galletas funcionales con harina de sangre de cuy se guardaron a temperatura ambiente en un lugar limpio y seco, libre de olores o partículas extrañas para evitar la contaminación. Dado que la galleta no contiene aditivos, el plazo de utilización de la galleta fue de 1 mes.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Los principales instrumentos para obtener información pertinente y precisa en el examen actual se desglosan para llegar a resoluciones o tomar decisiones informadas. Los instrumentos más habituales utilizados en la recopilación de información fueron los siguientes.

El plan exploratorio utilizado para la elaboración del tratamiento útil de galletas fortificados con harina de sangre de cuy se compara con la mejora de un "plan de mezclas" denominado "D - optimal", con una mezcla de 11 tratamientos (Montgomery, 2012) Estos tratamientos de mezclas no adulteradas (formadas por una sola fijación): (1,0,0); (0,1,0) y (0,0,1); los tres lados se refieren a las combinaciones dobles que tienen sólo dos de las tres partes: (1/2,1/2,0); (0,1/2,1/2) y (1/2,0,1/2); el centroide se refiere a la mezcla ternaria en la que las tres fijaciones no son iguales y se incorpora el cero: (1/3, 1/3, 1/3). En el plan de combinación D-Ideal, se incorporan cinco partes adicionales: (5/12,1/6,5/12), (5/12,5/12, 1/6), (2/3, 1/6, 1/6), (1/6, 2/3, 1/6), (1/6, 1/6, 2/3), obteniendo en consecuencia una suma de 11 tratamientos.

3.6. Procedimientos

Para lograr la optimización simultánea de múltiples respuestas, fue necesario crear primero un modelo de superficie de respuesta adecuado para cada variable de respuesta. Posteriormente, fue necesario buscar un conjunto de circunstancias operativas que optimizaran todas las respuestas o, como mínimo, las mantuvieran dentro de los rangos deseables que se habían especificado anteriormente. Para desarrollar modelos de superficie de respuesta, se utilizaron modelos matemáticos como el lineal, el cuadrático y el cúbico. Se superpusieron los gráficos de contorno de humedad, color, sabor, textura y aceptabilidad sensorial (que eran los factores de reacción que se aclimataban a un determinado modelo numérico) utilizando el programa Design expert 13; pensando que cuando hay múltiples factores de reacción, la superposición de parcelas de forma es excepcionalmente confusa, ya que tiene dos capas. Se establecieron rangos (limitaciones) para cada variable de reacción teniendo en cuenta si se desea una estimación base, más extrema u objetivo (ideal).

3.6.1 *Evaluación sensorial*

El análisis de propiedades sensoriales de las galletas funcionales elaboradas con almidón de papa nativa fortificada con harina de sangre de cuy se evaluó en el Laboratorio de procesos Agroindustriales de la Universidad Nacional Federico Villareal, de diferentes formulaciones propuestos por el software estadístico de prueba Design Expert 13, aplicando la escala hedónica de 9 puntos, donde el grado de agrado va de 1 “me disgusta muchísimo” a 9 puntos “me gusta muchísimo”.

3.6.1.1. Técnicas de selección de panelistas. De acuerdo con las directrices de la norma ISO 8586-2012 sobre análisis sensorial, se convocó a 50 alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Se realizó una selección a través de varias pruebas: una de los gustos básicos, otra de reconocimiento de sabores, una de ordenación de colores y una prueba triangular de distinción de tonos de color. Finalmente, se seleccionaron 10 panelistas que fueron entrenados para realizar las evaluaciones sensoriales de 11 tipos de galletas utilizando la escala hedónica de 9 puntos.

Escala de valoración: 9 me gusta muchísimo, 8 me gusta mucho, 7 me gusta bastante, 6 me gusta ligeramente, 5 ni me gusta ni me disgusta, 4 me disgusta ligeramente, 3 me disgusta bastante, 2 me disgusta mucho, 1 me disgusta muchísimo.

3.6.2 Análisis microbiológico

Se realizó según los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los productos de galletería según la NTP 206.001:2016, siguiendo la metodología sugerida por la Comisión internacional sobre especificaciones Microbiológicos para Alimentos (ICMSF) y se incorporó, numeración de aerobios mesófilos, numeración de coliformes y levadura.

Tabla 7

Análisis Fisicoquímico Proximal

Tipo de análisis	Método utilizado
Determinación de Proteínas	AOAC 935.39-C, Cap. 32.4.02, 22nd Ed. (AOAC 950.36): 2023 Baked Products. Protein.
Determinación de Grasas	NTP 206.017:1981 (revisada el 2021)

Determinación de humedad	GALLETAS. Determinación del porcentaje de grasa. NTP 206.011:2018 Determinación de humedad.
Acidez (Exp. Ácido láctico)	NTP 206.008:1976 (revisada el 2021) Productos de panadería. Determinación del porcentaje de acidez titulable
Cenizas totales	NTP 206.007:1976 (revisada el 2016) PRODUCTOS DE PANADERÍA. Determinación del porcentaje de cenizas
Índice de peróxido	NTP 206.016:1981 (Revisada el 2011) GALLETAS. Determinación de peróxidos
Determinación de Carbohidratos	FAO Diferencial
Determinación de Fibra cruda	FAO (Determinación proximal de fibra cruda)
Determinación de kcal.	Método Atwater
Polifenoles	DPPH
Capacidad antioxidante	Trolox

3.7. Análisis de datos

El esquema experimental empleado para la elaboración de galleta funcional de almidón de papa nativa fortificado con harina de sangre de cuy corresponde al desarrollo de un “diseño de mezclas” denominado “D-optimal”, mediante el software de prueba desing Expert 13 con una combinación de 11 tratamientos. (Montgomery, 2012)

3.7.1 *Diseño y análisis estadístico*

Éstas se lograron mediante pruebas preliminares y según lo establecido por las mismas que se especificarán más adelante en el ítem 3.7.1.1. Las restricciones se refieren a los límites máximos y mínimos de cada uno de los componentes. Estos límites se fijarán más adelante. Lo que se denominarán las coordenadas de partida del diseño son: Además de las coordenadas de la superficie inscrita, los pseudocomponentes son los siguientes. Para garantizar la participación de los tres componentes se han establecido las siguientes restricciones:

3.7.1.1. Restricciones de componentes.

Harina de sangre de cuy (HSC) (X1): 15 a 25%

Almidón de papa nativa (APN) (X2): 30 a 40%

Harina de trigo (HT) (X3): 40 a 50%

$$X1+X2+X3 = 65.6\%$$

Figura 8

Gráfico del diseño mezclas D-optimal en la formulación de galletas fortificadas

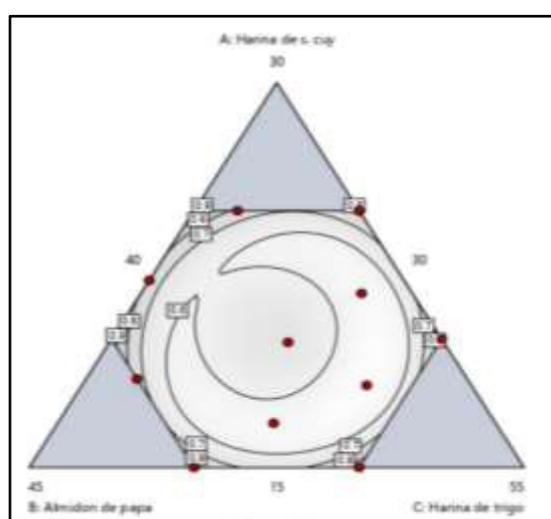


Tabla 8

Matriz experimental de las variables de la formulación

Tratamientos	Componentes			Respuestas				
	A: % H. sangre de cuy	B: % Almidón de papa	C: % Harina de trigo	Humedad %	Color %	Sabor %	Textura %	Aceptabilidad %
T1	15.0	40.0	45.0					
T2	25.0	33.7	41.3					
T3	18.2	33.2	48.6					
T4	18.5	40.0	41.5					
T5	22.3	37.7	40.0					
T6	21.8	31.5	46.7					
T7	15.0	35.0	50.0					
T8	16.7	36.7	46.5					
T9	25.0	30.0	45.0					
T10	19.9	34.7	45.4					
T11	20.0	30.0	50.0					

El diseño propuesto responde a modelos matemáticos siguientes:

a. Lineal: En caso de que el modelo más intrincado sea compatible con un modelo lineal, el número de ejecuciones del diseño básico. La forma de un modelo lineal se establece como:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \quad (1)$$

b. Cuadrático: En caso de que el modelo más sofisticado se ajuste a un modelo cuadrático, se determinará el número de ejecuciones en el diseño básico el modelo tiene la siguiente forma.

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 \quad (2)$$

c. Cúbico Especial: En caso de que el modelo más sofisticado se ajuste a un modelo cubico.

El modelo tiene la siguiente forma.

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{123} X_1 X_2 X_3 \quad (3)$$

d. Cúbico completo: En caso de que el modelo más sofisticado se ajuste a un modelo cubico completo el modelo tiene la siguiente forma:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{123} X_1 X_2 X_3 + D_{12} X_1 X_2 (X_1 - X_2) + D_{13} X_1 X_3 (X_1 - X_3) + D_{23} X_2 X_3 (X_2 - X_3) \quad (4)$$

IV. RESULTADOS

4.1. Estadísticos descriptivos de las variables

4.1.1 Evaluación de la humedad

Tabla 9

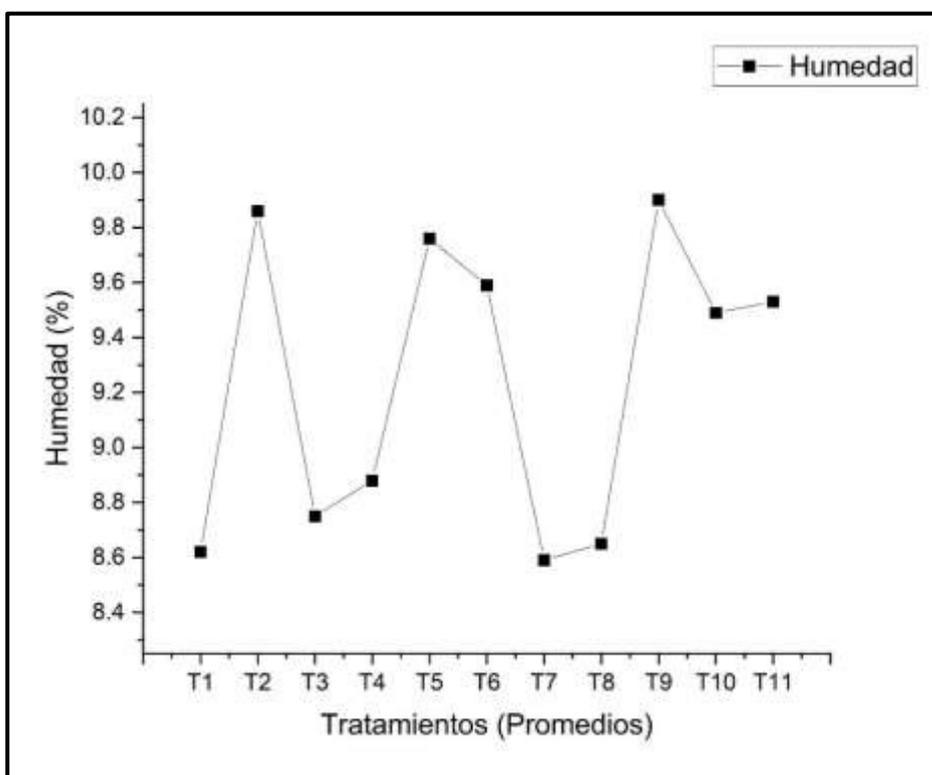
Resultados de los experimentos del diseño D-optimal para la humedad

Tratamientos	A: % H. sangre de cuy	Componentes		Respuestas Humedad %
		B: %Almidón de papa	C: % Harina de trigo	
T1	15	40	45	8.62± 0.21
T2	25	33.7	41.3	9.86± 0.22
T3	18.2	33.2	48.6	8.75± 1.20
T4	18.5	40	41.5	8.88± 0.32
T5	22.3	37.7	40	9.76± 0.32
T6	21.8	31.5	46.7	9.59± 0.32
T7	15	35	50	8.59± 0.13
T8	16.7	36.7	46.5	8.65± 0.32
T9	25	30	45	9.90± 0.18
T10	19.9	34.7	45.4	9.49± 0.32
T11	20	30	50	9.53± 0.32

Nota. De los once tratamientos, el tratamiento con mayor contenido de humedad fue el T9 y el T2, que también tuvieron el mayor porcentaje de harina de sangre, que correspondió al 25%. Los resultados de la variable respuesta sobre la humedad, las galletas, se observaron que se encuentra dentro de los parámetros permitidos por la NTP 206.001.2016.

Figura 9

Análisis de la humedad de los 11 tratamientos de la galleta fortificada



Nota. Según la NTP 206.001.2016 – PANADERÍA, PASTELERÍA Y GALLETTERÍA. revela que el nivel de humedad más alto que puede tolerarse es de hasta el 12%. De acuerdo con los resultados obtenidos en las once formulaciones diferentes de galletas, es posible afirmar que se encuentra dentro del intervalo y satisface el criterio especificado por la norma.

Tabla 10

ANOVA Para el modelo matemático aplicado a la humedad

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P	R ²
Lineal	2.59	2	1.29	34.86	0.0001	0.8971

Nota. Al analizar los resultados se tuvo que el modelo matemático lineal se ajustó al comportamiento de la variable respuesta humedad, ya que tuvo un coeficiente de determinación mayor o igual a 0,85 ($R^2 \geq 85\%$).

Tabla 11*Coefficientes de regresión del modelo lineal aplicado a la humedad*

Componente	Coefficiente estimada	GL	Error standar	-95% Límite de confianza	-95% Límite de confianza	VIF
A-Harina de s. cuy	10.71	1	0.1870	10.28	11.14	1.56
B-Almidón de papa	8.49	1	0.1847	8.06	8.91	1.54
C-Harina de trigo	8.61	1	0.1797	8.20	9.03	1.72

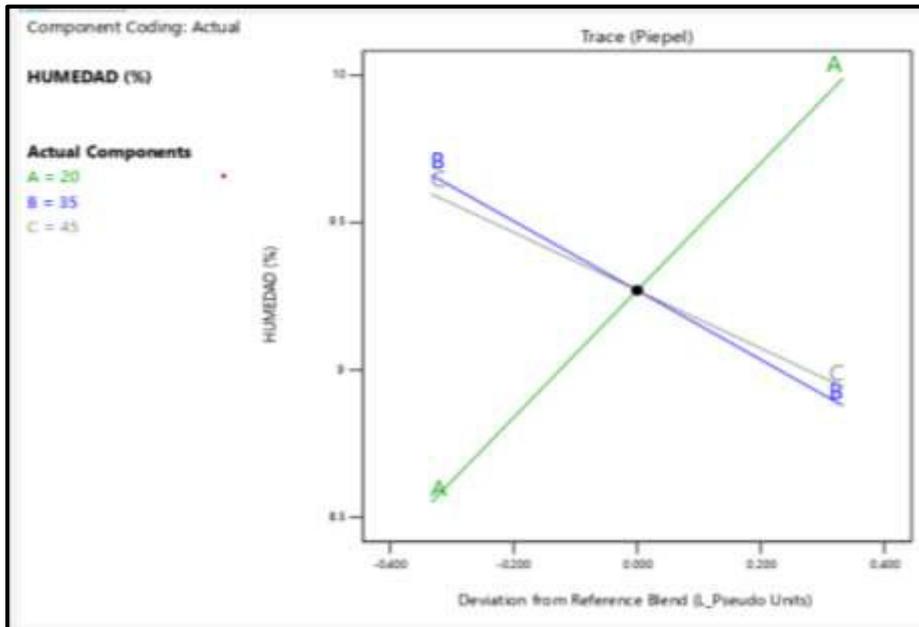
La tabla 11 muestra los coeficientes de regresión del modelo lineal aplicado al % de humedad. Demostrado numéricamente, la condición ajustada del modelo lineal para la variable repuesta de la humedad es la siguiente:

$$\text{Humedad} = +10.71A + 8.49B + 8.61C$$

La ecuación numérica se muestra el efecto de las concentraciones de harina de sangre de cuy, almidón de papa nativa y la harina de trigo en el tratamiento reforzado con la harina de sangre de cuy. Se ve que independientemente, el impacto de la harina de sangre de cuy es más prominente, almidón de papa nativa, harina de trigo.

Figura 10

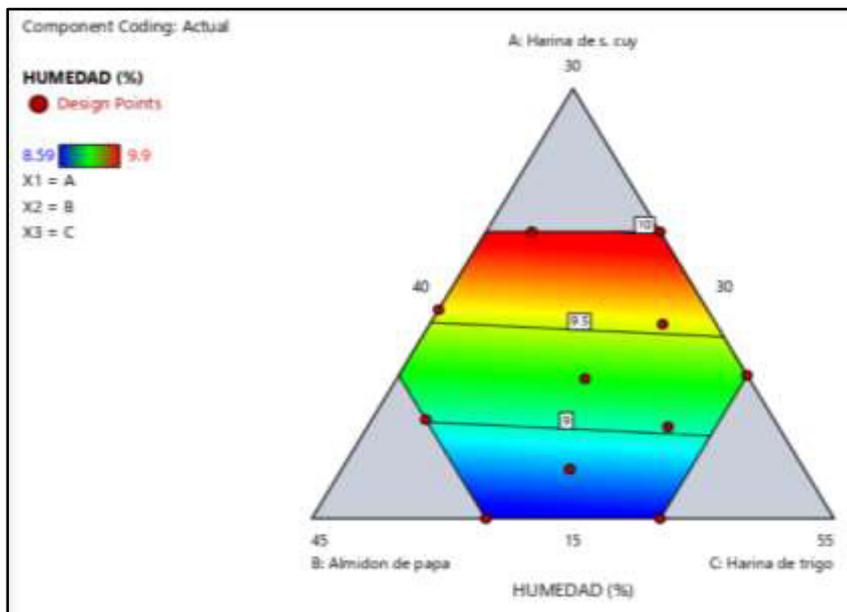
Comportamiento de los Componentes para Respuestas de Contenido de Humedad



Nota. Es posible conocer cómo reaccionan los componentes y el significado de cada componente por sí solo. Es importante tener en cuenta que el nivel de humedad aumenta a medida que aumenta la cantidad de harina de sangre de cuy en la combinación. Lo contrario sucede con la harina de trigo y harina de papa nativa, con los cuales disminuye mínimamente el % de humedad.

Figura 11

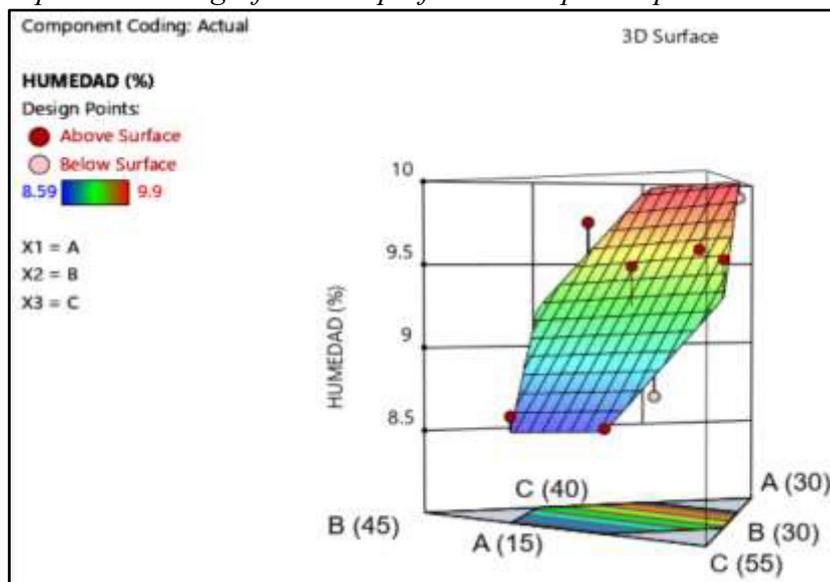
Representación gráfica de contorno para % humedad



El modelo elegido se utilizó para producir contornos de las restricciones del contenido de humedad de las galletas funcionales fortificados con sangre de cuy (Figura 11), que muestra los valores de humedad abordados por regiones, así como su representación gráfica de tres dimensiones (Figura 12).

Figura 12

Representación gráfica de superficie de respuesta para % de humedad

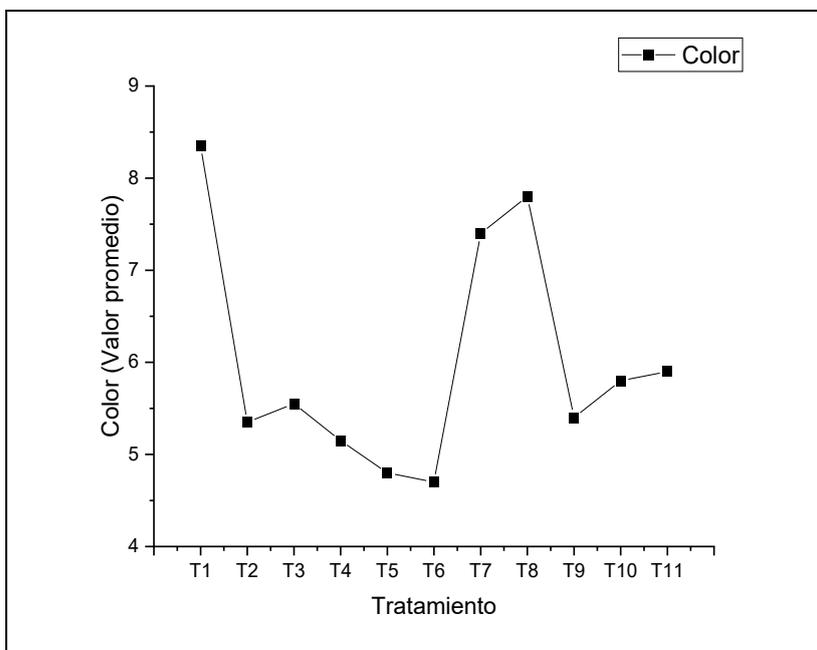


4.1.2 Evaluación sensorial de la galleta funcional fortificado con sangre de cuy

4.1.2.1. Evaluación del color de la galleta fortificada con sangre de cuy.

Figura 13

Análisis sensorial del color de las galletas fortificadas con sangre de cuy



La figura 13 demuestra que el color que recibió la mayor puntuación en la escala hedónica fue el de los tratamientos T1, T7 y T8. Estos tratamientos incluyen una proporción menor de sangre de cuy, que corresponde al 15% y 16.7%. Además, vemos que la preferencia disminuye a medida que aumenta el porcentaje de harina de sangre de cuy.

Tabla 12

Resultados estadísticos del color prueba de Friedman

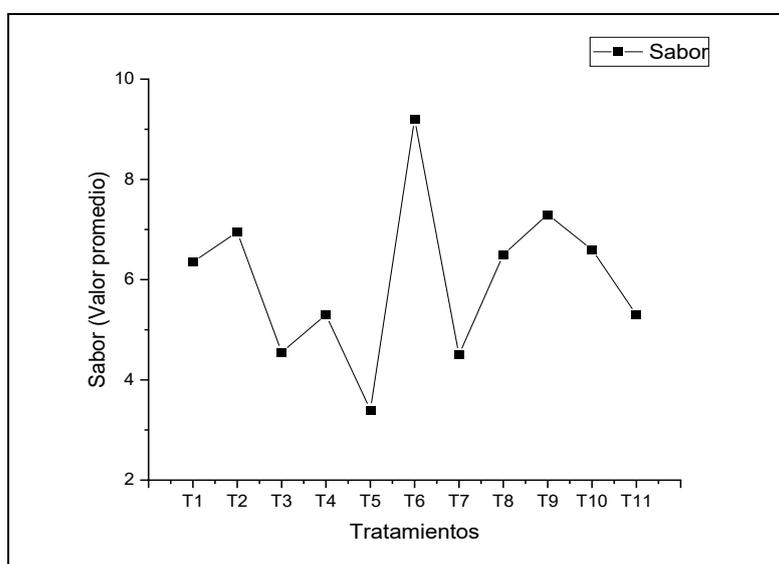
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T ²	p	
8.35	5.35	5.55	5.15	4.8	4.7	7.4	7.8	5.4	5.8	5.9	1.6	0.13	
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 36.5													
Tratami ento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n										
T6	47	4.7	10	A									
T5	47.5	4.75	10	A	B								
T4	51.5	5.15	10	A	B	C							
T2	53.5	5.35	10	A	B	C	D						
T9	54	5.4	10	A	B	C	D						
T3	55.5	5.55	10	A	B	C	D						
T10	58	5.8	10	A	B	C	D	E	F	G			
T11	58.5	5.85	10	A	B	C	D	E	F	G			
T7	73.5	7.35	10	A	B	C	D	E	F	G			
T8	77.5	7.75	10			C	D	E	F	G			
T1	83.5	8.35	10										G

Nota. En la tabla se observa que las Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

4.1.2.2. Evaluación del sabor de la galleta fortificada con sangre de cuy.

Figura 14

Análisis sensorial del sabor de las galletas fortificadas con sangre de cuy



4.1.2.3. Evaluación de la textura de la galleta fortificada con sangre de cuy.

Figura 15

Evaluación sensorial de la textura

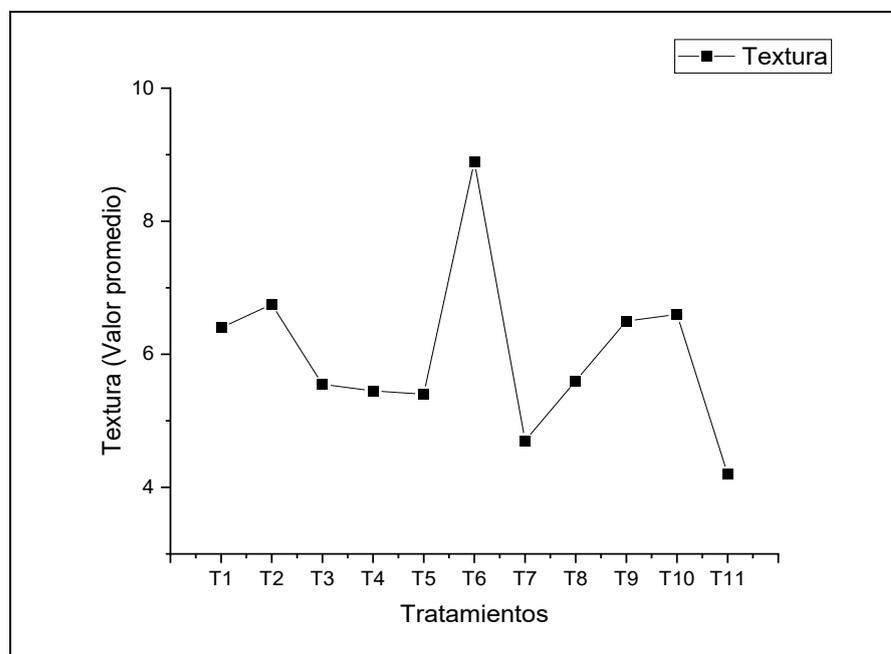


Tabla 14

Resultados estadísticos de la textura prueba de Friedman

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T ²	p
6.4	6.75	5.55	5.45	5.4	8.9	4.7	5.6	6.5	6.6	4.2	1.8	0.076
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 47.00												

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n											
T5	33.5	3.35	10	A										
T3	45.5	4.55	10	A	B									
T7	45.5	4.55	10	A	B	C								
T11	52.5	5.25	10	A	B	C	D							
T4	53	5.3	10	A	B	C	D	E						
T1	63.5	6.35	10	A	B	C	D	E	F					
T10	66	6.6	10	A	B	C	D	E	F	G				
T8	66.5	6.65	10	A	B	C	D	E	F	G				
T2	69.5	6.95	10	A	B	C	D	E	F	G				
T9	72.5	7.25	10	A	B	C	D	E	F	G				
T6	92	9.2	10											

Nota. Dado que el valor p de 0,076 es superior a 0,05, la Tabla 14 demuestra que no existen diferencias estadísticamente significativas. En cuanto a la consistencia, la inclusión de los tres componentes en la formulación de la galleta funcional que se complementó con harina de sangre de cuy no tuvo ningún impacto en la uniformidad de la textura.

4.1.3 Evaluación de la aceptabilidad de la galleta fortificada con sangre de cuy

Figura 16

Evaluación de aceptabilidad sensorial

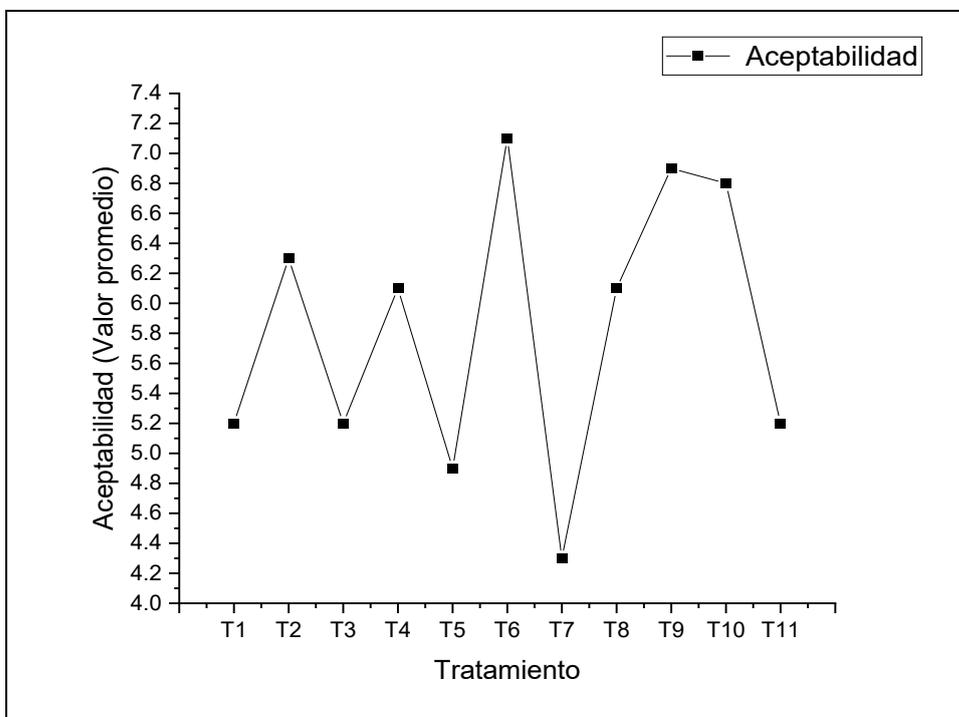


Tabla 15

ANOVA Para el modelo matemático aplicado a la aceptabilidad

modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P	R ²
Cuadrático	7.54	5	1.51	8.21	0.0187	0.8914

Nota. Se descubrió, durante el proceso de evaluación de los datos, que el modelo matemático cuadrático fue modificado para acomodar el comportamiento de la variable de respuesta Aceptabilidad. Esto se debió al hecho de que el modelo tenía un coeficiente de determinación mayor o igual a 0,85 ($R^2 \geq 85\%$).

Tabla 16*Coefficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la aceptabilidad*

Componente	Coefficiente estimada	GL	Error standar	95% CI mínimo	95% CI máximo	VIF
A-Harina de s. cuy	4.56	1	1.1	1.45	7.66	13.18
B-Almidón de papa	3.61	1	1.21	0.4941	6.73	13.45
C-Harina de trigo	-0.9083	1	1.28	-4.20	2.39	17.72
AB	4.91	1	3.90	-5.12	14.94	10.77
AC	19.25	1	4.29	8.23	30.26	17.46
BC	15.42	1	4.32	4.31	26.53	17.48

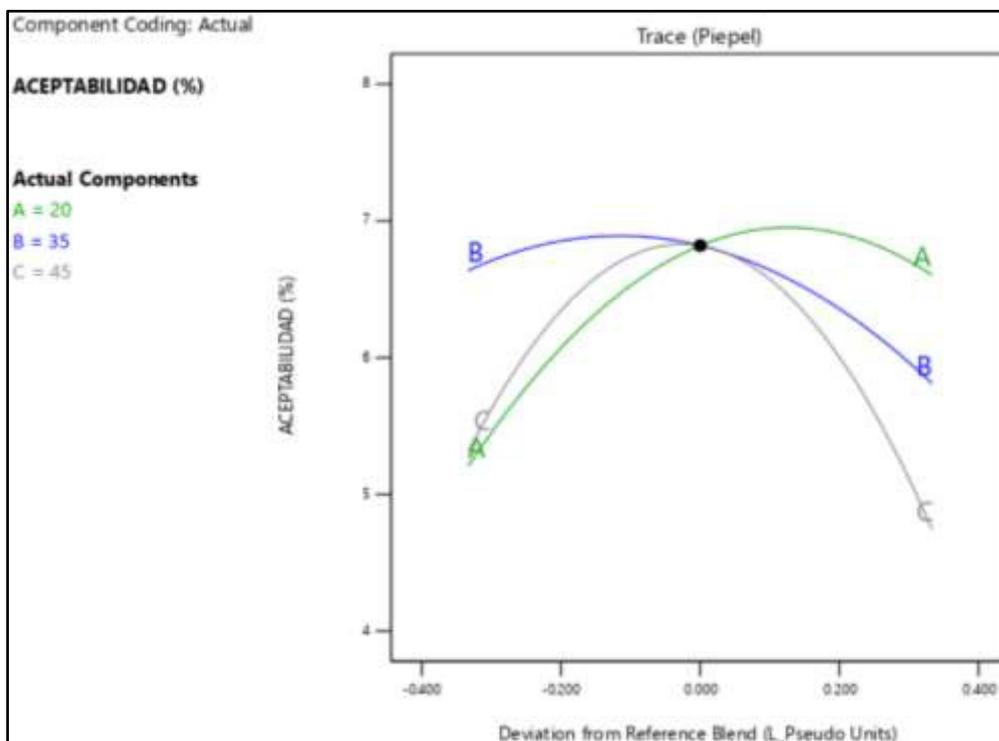
Los coeficientes de la regresión del modelo cuadrático utilizado para la aceptabilidad se muestran en la Tabla 16, siguiendo el formato adecuado. La siguiente es la ecuación que se ajusta al modelo cuadrático para la variable de respuesta aceptabilidad, según el procedimiento de modelización matemática.

$$\text{Aceptabilidad} = +4.56A + 3.61B - 0.9083C + 4.91AB + 19.25AC + 15.42BC$$

La ecuación matemática ilustra el impacto que tienen las concentraciones de harina de sangre de cuy, fécula de papa nativa y harina de trigo en la galleta enriquecida con harina de sangre de cuy. El efecto de la harina de sangre de cuy es mayor que el del almidón de papa, la harina de trigo y la harina de trigo. Esto es algo que puede comprobarse a través de la observación.

Figura 17

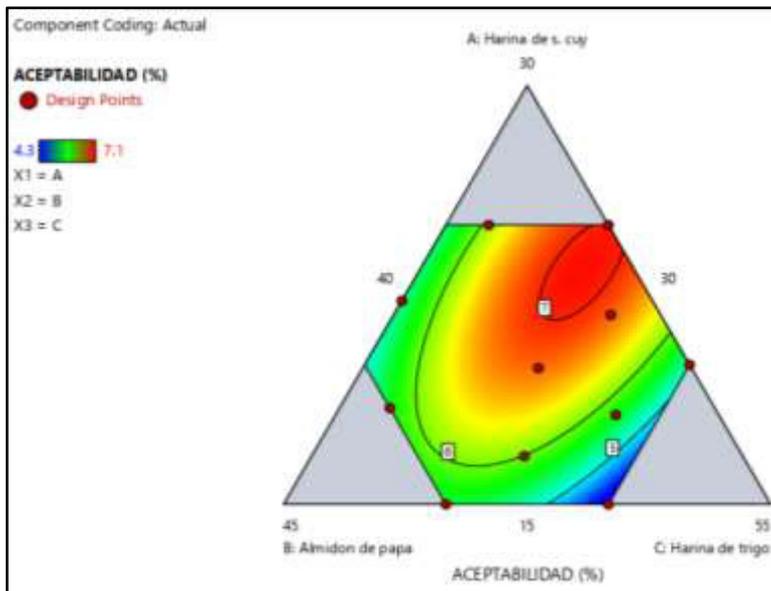
Comportamiento de los componentes para respuestas de aceptabilidad



Nota. Obsérvese que cuando aumenta la cantidad de harina de sangre de cuy en la combinación, aumenta también la aceptabilidad. Esto se muestra en la figura 17, que permite comprender cómo actúan los componentes y su relevancia por separado. En cambio, cuando se consideran la harina de trigo y la fécula de papa nativa, se observa una influencia negativa en la aceptabilidad de la sustancia.

Figura 18

Representación gráfica de contorno para %Aceptabilidad



El modelo seleccionado fue usado para generar los contornos de las restricciones para la humedad de galletas funcionales fortificados con harina de sangre de cuy (Figura 18), en la cual se aprecia los valores de humedad representados por áreas; además, su representación gráfica en tres dimensiones (Figura 19).

Figura 19

Representación gráfica de superficie de respuesta para la aceptabilidad

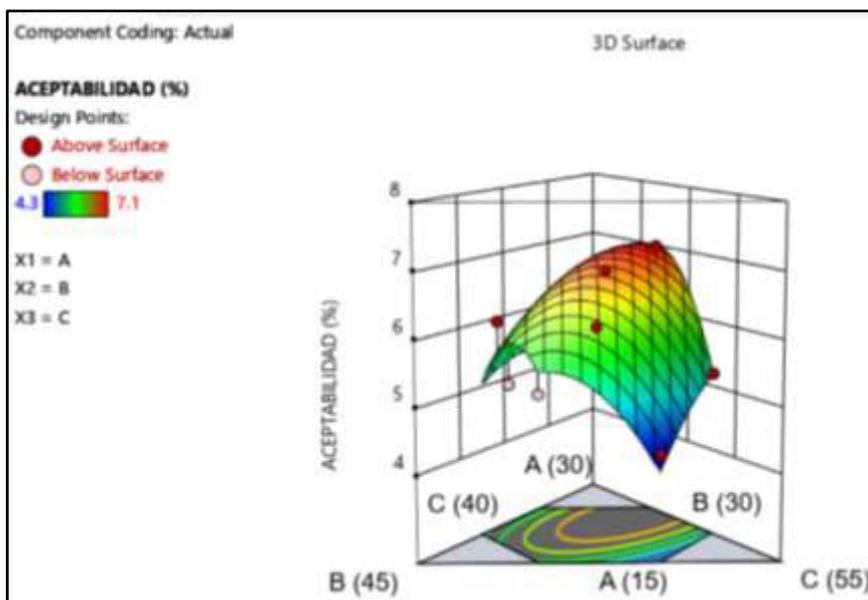


Tabla 17*Parámetros de Optimización*

Parámetros	Objetivo	Inferior	Superior
Harina de sangre de cuy	Maximizar	4.3	7.1
Almidón de papa	Maximizar	4.3	7.1
Harina de trigo	Maximizar	4.3	7.1

Para determinar los valores de las variables finales, se realizaron pruebas sensoriales con el uso de una escala hedónica que tiene 9 puntos. En esta escala, se asignó una puntuación de uno para significar "desagrado", mientras que una puntuación de 9 para indicar "gran agrado". Se utilizó el programa estadístico para maximizar cada una de las variables de resultado, y la Tabla 20 muestra las combinaciones que se produjeron utilizando el algoritmo.

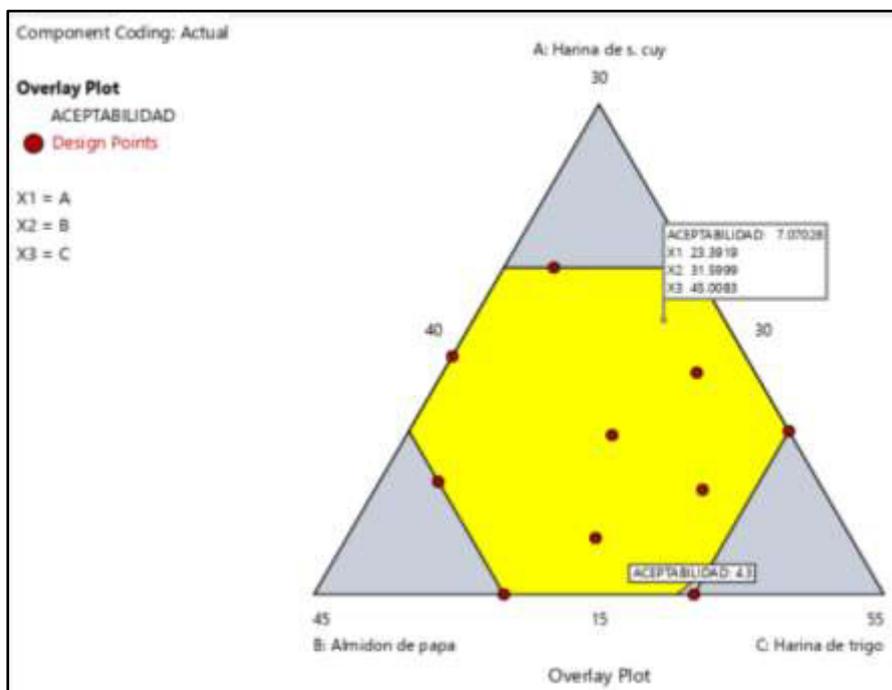
Tabla 18*Mezclas optimizadas de los componentes*

Mezcla	Harina de sangre %	Almidón de papa%	Harina de trigo %	Aceptabilidad
Optima	23.39	31.59	45.00	7.07

Para determinar la mezcla ideal, en la Tabla 18 se muestra la fórmula desarrollada mediante el uso de software estadístico. Esto corrobora el hecho de que la combinación óptima en términos de puntuación y aceptabilidad sensoriales está compuesta por harina de sangre de cuy (23,39%), almidón de papa nativa (31,59%) y harina de trigo (45%), respectivamente.

Figura 20

Zonas de formulación óptima de la variable respuesta



4.1.4 Propiedades fisicoquímicas de la galleta fortificada con sangre de cuy

Se realizó el análisis al mejor tratamiento T2 se observa en la tabla 19.

Tabla 19

Análisis de la calidad nutricional de la galleta funciona en base a 100 g del T2

Análisis de contenido	Contenido	Unidad
Proteínas	17	%
Grasas totales	11.0	%
Humedad	9.53	%
Acidez (Exp. Ácido láctico)	0.06	%

Cenizas totales	1.56	%
Índice de peróxido	1.46	mg/kg
Carbohidratos	63	%
Fibra cruda	9.05	%
Energía Total	167	Kcal/100g
Polifenoles	7.2	mg GAE/g de muestra
Capacidad antioxidante	214.87	µgTrolox Equivalente /g muestra

En la Tabla 19 se muestra el análisis proximal de la galleta enriquecida con harina de sangre de cuy que tuvo la mayor aceptación sensorial. Esta galleta corresponde al tratamiento T2.

4.1.5 Características Microbiológicas de la galleta funcional fortificado con sangre de cuy

Tabla 20

Resultados del análisis microbiológico de la galleta funcional

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS GILC-MB.01				
		N1	N2	N3	N4	N5
Enumeración de Mohos	UFC/g	<10 ⁺	<10 ⁺	<10 ⁺	<10 ⁺	<10 ⁺
Enumeración de Levaduras	UFC/g	<10 ⁺	<10 ⁺	<10 ⁺	<10 ⁺	<10 ⁺
Enumeración de Microorganismos Aerobios Mesófilos	UFC/g	<10 ⁺	<10 ⁺	<10 ⁺	<10 ⁺	<10 ⁺

Enumeración de	UFC/g	<10 ⁺				
Coliformes Totales						

⁺ Número estimado; UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

UFC/g es el número de colonias, y NMP/g es la cifra estadísticamente más probable por gramo de material. Se determina el número de unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de una muestra que pesa 25 gramos. Como resultado del análisis microbiológico del producto, que se detalla en la Tabla 20 bajo el tratamiento T2 de acuerdo con los requisitos técnicos peruanos NTP 206.001.2016 para galletas, se ha determinado que el producto es seguro y apropiado para el consumo humano. De acuerdo con los criterios sanitarios de calidad microbiológica para alimentos destinados al consumo humano, este se encuentra conforme a las normas.

4.2. Prueba de hipótesis

Ha sido factible mostrar las hipótesis que se ofrecieron al inicio de este trabajo como respuesta preliminar a este estudio utilizando los hallazgos y la información estadística que se ha suministrado en las tablas y gráficos que se han presentado y que se ubican arriba.

Hipótesis general

La galleta funcional a base de almidón de papa nativa (*Solanum stenotomum*) fortificado con harina de sangre de cuy (*Cavia porcellus*) influye significativa en la propiedad sensorial

Planteamiento de la hipótesis

H₀= No Influye significativamente en la propiedad sensorial la fortificación de la galleta funcional con harina de sangre de cuy

H_a= Influye significativamente en la propiedad sensorial la fortificación de la galleta funcional con harina de sangre de cuy.

Toma de decisión

Para la contrastación de la hipótesis de realizo mediante el uso de la prueba no paramétrica de Friedman se visualiza en las tablas 12 ,13 y 14 respectivamente donde podemos concluir de la siguiente manera:

Color

(p -valor = 0.13 es mayor a 0.05) donde aceptamos la hipótesis nula no influye en el color la fortificación con harina de sangre de cuy. Ver tabla 12

Sabor

(p -valor = 0.002 es menor a 0.05) donde aceptamos la hipótesis alterna si influye en el sabor la fortificación con harina de sangre de cuy. Ver tabla 13

Textura

(p -valor = 0.076 es mayor a 0.05) donde aceptamos la hipótesis nula no influye en la textura la fortificación con harina de sangre de cuy. Ver tabla 13

Aceptabilidad sensorial

(p -valor = 0.0187es menor a 0.05) donde aceptamos la hipótesis alterna, influye en la aceptabilidad sensorial la fortificación con harina de sangre de cuy. Ver tabla 15

V. DISCUSION DE RESULTADOS

En el marco de esta investigación concreto, se investigaron los efectos de la adición de almidón de papa nativa y harina de sangre de cuy en la formulación de galletas funcionales. Los datos obtenidos proporcionan una evaluación exhaustiva de las características fisicoquímicas y sensoriales de las galletas, así como de la posible influencia nutricional que puedan tener. A continuación, se analizan los resultados más relevantes.

Comparando las galletas enriquecidas con las versiones convencionales reportadas por Carrión (2015), que tienen un contenido proteico del 15,05% y un contenido graso del 12,13%, el análisis nutricional reveló que las galletas enriquecidas tienen un perfil nutricional más favorable. Por ejemplo, el contenido de proteína de las galletas enriquecidas fue del 17%, y el contenido de grasa fue del 11%. Por lo tanto, podemos concluir que la galleta funcional es superior en términos de proteínas y tiene una menor cantidad de grasa. Galletas enriquecidas elaboradas con harina de sangre de cuy a partir de estos resultados, las galletas podrían ser una opción muy útil para abordar ciertos déficits nutricionales, sobre todo en grupos especialmente sensibles.

En el estudio que examinó el contenido en polifenoles y la actividad antioxidante de las galletas enriquecidas con harina de sangre de cuy, los resultados indicaron que la muestra contenía 7,2 mg GAE/g de polifenoles y capacidades antioxidantes de 214.87 μ gTrolox Equivalente /g muestra, en comparación con los resultados reportados por Rodríguez & Parra (2021) que fueron capacidad antioxidante de 185.45 (0.67) μ gTrolox Equivalente / g muestra y contenido de polifenoles 6.3 (0.29) mg de ácido gálico equivalente por g de harina, podemos definir que la galleta funcional fortificado con harina de sangre de cuy es mejor en cuanto a capacidad antioxidante y contenido de polifenoles.

Para determinar si el producto final era aceptable o no, era muy necesario realizar pruebas sensoriales. La adición de harina de sangre de cuy puede provocar inicialmente

malestares en algunas personas; no obstante, los resultados sugieren que la mayoría de las personas que participaron en la encuesta aceptaron las galletas que incluían harina de sangre de cuy 25%, 33.7% de almidón de papa nativa ,41.3% de harina de trigo, se apreciaron las características sensoriales únicas que aporta este ingrediente. El uso de almidón de papa nativa junto con harina de sangre de cuy dio lugar a un producto equilibrado y agradable al paladar.

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas de las galletas, examinamos la humedad de los 11 tratamientos diferentes. Los tratamientos T9 y T2 presentaron la mayor humedad, así como la mayor proporción de harina de sangre, igual al 25 %. También observamos que está dentro de los parámetros permitidos por la NTP 206.001.2016 para las galletas. Con respecto al color, los tratamientos T1 y T7 recibieron la puntuación más alta en la escala hedónica. Estos tratamientos contienen un menor porcentaje de sangre de cuy, que corresponde al 15%. Además, observamos que la preferencia disminuye a medida que aumenta el porcentaje de harina de sangre de cuy. También está claro que el sabor que recibió la puntuación más alta en la escala hedónica fue el tratamiento T6. Este tratamiento contiene un porcentaje de 21,8% de harina de sangre de cuy, 31,5% de fécula de papa nativa y 46,7% de harina de trigo. En términos de preferencias de sabor, las preferencias son significativas y tuvieron una gran influencia en la harina de sangre de cuy y la fécula de papa nativa. A medida que aumenta el porcentaje de harina de sangre de cuy y de fécula de papa nativa, aumentan las preferencias.

La incorporación de fécula de papa nativa parece haber tenido un impacto beneficioso en las características sensoriales de la galleta enriquecida con harina de sangre de cuy. Por otra parte, la harina de sangre de cuy puede haber contribuido a la mejora de la textura, la alteración del sabor y otros aspectos.

VI. CONCLUSIONES

- Se desarrollaron once formulaciones diferentes de galletas enriquecidas, todas ellas a base de fécula de papa nativa enriquecida con harina de sangre de cuy. Se observó que no había diferencias significativas en el color o la textura, pero sí en el sabor. La formulación que obtuvo el mayor nivel de aceptación sensorial fue la T2.
- Para alcanzar una puntuación de aceptabilidad de 7,00 puntos, la formulación óptima de la galleta funcional elaborada con fécula de papa nativa enriquecida con sangre de cuy era de 25%, 33,7% de almidón de papa nativa y 41,3% de harina de trigo. La mezcla optimizada estaba compuesta por un 23,39% de harina de sangre de cuy, un 31,59% de almidón de papa nativa y un 45,00% de harina de trigo.
- La calidad nutricional de la galleta funcional enriquecida con harina de sangre de cuy es notable, presentando la formulación seleccionada (T2) un contenido de proteína de 17 % y 11 % de grasas totales, proporcionando una energía total de 167 Kcal/100g
- La galleta funcional enriquecida con sangre de cuy de T2 fue analizada microbiológicamente, demostrando que se encuentra dentro de los límites permitidos, lo que asegura un nivel adecuado de calidad microbiológica.

VII. RECOMENDACIONES

- Evaluar el impacto ambiental de la producción de estas galletas, considerando aspectos como la sostenibilidad de los ingredientes utilizados y los procesos de fabricación, para desarrollar prácticas más eco amigables.
- Explorar la posibilidad de desarrollar otros productos derivados de la misma formulación, como barras energéticas, cereales, o productos de panificación, para diversificar la oferta y mejorar la accesibilidad de estos productos funcionales.
- Investigar la estabilidad del producto a lo largo del tiempo y analizar la vida útil de las galletas, considerando factores como el almacenamiento, la humedad y la temperatura, para garantizar la calidad y seguridad del producto durante su comercialización.

VIII. REFERENCIAS

- Alamo, S. y Bernilla, E. (2022). “*Elaboración de galletas enriquecidas con harina de hongos comestibles (Suillus luteus) y harina de sangre de vacuno*” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional UNPRG. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10881>
- Ali, S., Siddique, Y., Mehnaz, S., y Sadiq, M. (2023). Extraction and characterization of starch from low-grade potatoes and formulation of gluten-free cookies containing modified potato starch. *Heliyon*, 9(9), e19581. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19581>
- Alvarez, M. (2015). *Revista Latinoamericana de la Papa*. International Potato Center.
- Astuhuaman, Y. y Teodoro, S. (2019). Evaluación de secado por diferentes técnicas para la obtención de harina a partir de la Sangre del Cuy (Cavia Porcellus) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio institucional UNHEVAL. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5972>
- Barreros, A. (2017). *Evaluación de tres niveles de proteína de harina de sangre como dieta suplementaria en la etapa de crecimiento-engorde en cuyes (Cavia porcellus) de la Granja Producuy* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/26401>
- Belmiro, R., Oliveira, L., Tribst, A., y Cristianini, M. (2022). Techno-functional properties of coffee by-products are modified by dynamic high pressure: A case study of clean label ingredient in cookies. *LWT*, 154, 112601. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112601>
- Bertsch, G. (15 de enero de 2024). *Cuyes: Uso de anillo cimenol en comparación con manano-oligosacáridos*. Veterinaria Digital - Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura. http://https%253A%252F%252Fwww.veterinariadigital.com%252Fpost_blog%252Fcuyes-uso-de-anillo-cimenol-en-comparacion-con-manano-oligosacaridos%252F

- Carrión, K. (2015). *Elaboración y evaluación nutricional de galletas funcionales a base de harina de haba (vicia faba l.) enriquecidas con extracto hidrofílico de camote (ipomoea batatas l.)* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4383>
- Chauca, L. (2023). *Bioseguridad, reproducción, sanidad e innovación en la crianza de cuyes*. Veterinaria Digital - Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura. <http://https%253A%252F%252Fwww.veterinariadigital.com%252Fagenda%252Fbioseguridad-reproduccion-sanidad-e-innovacion-en-la-crianza-de-cuyes%252F>
- Conde, C., Quintana, J., y Pomares, K. (2021). Elaboración de alimento funcional tipo galletas a base de harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 40(1), 49-53.
- Cresci, A. (2019). *El Cuy—Historia y desarrollo de las razas actuales*. Veterinaria Digital - Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura. <http://https%253A%252F%252Fwww.veterinariadigital.com%252Farticulos%252Fel-cuy%252F>
- edz0rl. (26 de junio 2019). Cuy. *Animales del Perú*. <https://animalesdelperu.com/sierra/cuy/>
- Espíritu, R. y Aguayo, P. (2023). *Aceptabilidad de pan funcional de sangre de cuy, anacardo, finas hierbas para combatir la anemia ferropénica Huaura-2022*. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7947>
- Falsafi, S., Maghsoudlou, Y., Aalami, M., Jafari, S., Raeisi, M., Nishinari, K., y Rostamabadi, H. (2022). Application of multi-criteria decision-making for optimizing the formulation of functional cookies containing different types of resistant starches: A physicochemical, organoleptic, *in-vitro* and *in-vivo* study. *Food Chemistry*, 393, 133376. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133376>

- FAO. (2023). *Inicio | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. FAOHome. <http://www.fao.org/home/es>
- FAO y WHO. (2023). *Codex Alimentarius Commission Procedural Manual*. FAO; WHO; <https://doi.org/10.4060/cc5042en>
- Gil, A., López, E., y Mostacero, J. (2019). *Papas nativas con potencial antioxidante, cultivadas en el norte del Perú | Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. <https://doi.org/10.37360/blacpma.19.18.3.19>
- Girón, J. (2016). *Elaboración y valoración bromatológica de galletas funcionales a base de cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca) enriquecidas con semillas de zambo (Cucurbita ficifolia) y endulzadas con Stevia*. [bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5040>
- Herrera, M. (2015a). Evaluación del almidón de papa como floculante para el tratamiento de aguas residuales domésticas. @limentech, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 13(2), 123. <https://doi.org/10.24054/16927125.v2.n2.2015.1877>
- Herrera, M. (2015b). Evaluación del almidón de papa como floculante para el tratamiento de aguas residuales domésticas. @limentech, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.24054/16927125.v2.n2.2015.1877>
- Jagadiswaran, B., Alagarasan, V., Palanivelu, P., Theagarajan, R., Moses, J., y Anandharamakrishnan, C. (2021). Valorization of food industry waste and by-products using 3D printing: A study on the development of value-added functional cookies. *Future Foods*, 4, 100036. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100036>
- Kumar, S., Keshav, Seluriyal, P., Sharma, S., Kumar, V., Bisht, B., Joshi, S., Dobhal, A., y Saikumar, A. (2023). Functional and nutritional perspectives of low-fat cookies fortified with jamun pulp, jamun seed, mango kernel powder. *Applied Food Research*, 3(2), 100340. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100340>*

- Lucini Mas, A., Brigante, F., Salvucci, E., Pigni, N., Martinez, M., Ribotta, P., Wunderlin, A., y Baroni, M. (2020). Defatted chia flour as functional ingredient in sweet cookies. How do Processing, simulated gastrointestinal digestion and colonic fermentation affect its antioxidant properties? *Food Chemistry*, 316, 126279. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126279>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814622013383>
- Medina, S., Quispe, S., Veneros, J., Chuquillanqui, C., y Bolaños, C. (2017). Factores asociados al crecimiento y producción de semilla pre-básica en diez variedades de papa nativas bajo el sistema aeropónico en Kishuara – Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 21(2), 3.
- Montgomery, D. (2012). *Design and Analysis of Experiments, 8th Edition*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Montoya, J. (2016). *Efecto en los niveles de triglicéridos y colesterol en la sangre de cobayos (cavia cobayo) por medio de un régimen alimenticio a base de harina de chía (salvia hispanica)* [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas]. Repositorio Institucional UDLA. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/6449>
- Myers, J., Bean, S., Aramouni, F., Wu, X., y Schmidt, K. (2023). Textural and functional analysis of sorghum flour cookies as ice cream inclusions. *Grain & Oil Science and Technology*, 6(2), 100-111. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2022.12.002>
- Navarro, C. (2013). *Elaboración y evaluación de bloques nutricionales de sangre y contenido ruminal del camal municipal del cantón Pujilí en la alimentación de cuyes en etapa de engorde* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio institucional UTC. <http://localhost/handle/27000/2903>
- Rodríguez, L., y Parra, L. (2021). *Desarrollo y caracterización de galletas funcionales a partir de harina de semilla de aguacate.*

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/06401eaf-b388-4a0d-9d5f-9f67a1eeac3d>

Silvera, W. (2018). *Caracterización morfológica de papas nativas (Solanum spp.) de la provincia de Andahuaylas, Apurímac.* <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3014433>

Soto, J., Medina, T., Aquino, Y., y Estrada, R. (2013). Diversidad genética de papas nativas (Solanum spp.) conservadas en cultivares nativos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 20(3), 215-222.

Tyagi, P., Chauhan, A. K., y Aparna. (2020). Optimization and characterization of functional cookies with addition of *Tinospora cordifolia* as a source of bioactive phenolic antioxidants. *LWT*, 130, 109639. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109639>

Velásquez, L., Aredo, V., Caipo, Y., y Paredes, E. (2014). Optimization by mixtures design of the acceptability of an enriched cookie with quinoa (*Chenopodium quinoa*), soybean (*Glycine max*) and cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Agroindustrial science*, 4, 35-42. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2014.01.04>

Vergaray, R. (2018). Utilización del plasma y fracción celular de la sangre de cuy (*Cavia porcellus*) en la formulación de galletas fortificadas. [Tesis de pregrado, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8813>

Zamora, S., y Callacná, M. (2017). Parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) suplementados con harina de sangre bovina. *Revista de Investigación en Ciencia y Biotecnología Animal*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.25127/ricba.20171.175>

Zúñiga, I., Colom, A., y Cristóbal, E. (2022). *Neuroeconomía agraria familiar: Aplicación de la Jerarquía de Patrones Neuronales Emocionales en el sector de fibra de alpaca y papa nativa en Perú.* *Revistas científicas UPV*, 22(1), 89-121. <https://doi.org/10.7201/earn.2022.01.05>

IX. ANEXOS

Anexo A: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores
VI. Formulación de galletas funcionales fortificado con harina de sangre de cuy	<ul style="list-style-type: none"> - Niveles de la mezcla de almidón de papa nativa y harina de sangre de cuy 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuál es la proporción óptima de almidón de papa y harina de sangre de cuy - Balanza analítica
VD. Propiedades organolépticas de la galleta funcional fortificado con harina de sangre de cuy	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad nutricional - Calidad microbiológica 	<ul style="list-style-type: none"> - Proteínas - Grasa - Polifenoles - Capacidad antioxidante - Carbohidratos - Energía Total - Humedad - Acidez (Exp. Ácido láctico) - Cenizas totales - Índice de peróxido - Microorganismos patógenos

Anexo B: Matriz de consistencia

Problemas de Investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Método	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Independientes	Tipo de Investigación	
¿Cómo desarrollar una galleta funcional a base de almidón de papa nativa (<i>Solanum stenotomum</i>) fortificado con harina de sangre de cuy (<i>Cavia Porcellus</i>) y su efecto en las propiedades nutricionales y aceptación sensorial?	Desarrollar una galleta funcional a base de almidón de papa nativa (<i>Solanum stenotomum</i>) fortificado con harina de sangre de cuy (<i>Cavia Porcellus</i>) y su efecto en las propiedades nutricionales y aceptación sensorial	La galleta funcional a base de almidón de papa nativa (<i>Solanum stenotomum</i>) fortificado con harina de sangre de cuy (<i>Cavia Porcellus</i>) influye significativa en la propiedad sensorial.	X1. Formulación de galletas funcionales fortificado con harina de sangre de cuy	Es de tipo aplicada	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos			Variable Dependiente	Nivel de Investigación
¿Cuáles es la formulación óptima en el desarrollo de una galleta funcional a base de almidón de papa nativa (<i>Solanum Stenotomum</i>) fortificado con harina de sangre de cuy (<i>Cavia Porcellus</i>)?	1 Determinar la formulación óptima en el desarrollo de una galleta funcional a base de almidón de papa nativa (<i>Solanum Stenotomum</i>) fortificado con harina de sangre de cuy (<i>Cavia Porcellus</i>).		Y1. Propiedades organolépticas de la galleta funcional fortificado con harina de sangre de cuy		Cuantitativo
¿Cuál es la calidad nutricional de la galleta funcional a base de almidón de papa nativa (<i>Solanum Stenotomum</i>) fortificado con harina de sangre de cuy (<i>Cavia Porcellus</i>)?	2 Determinar la calidad nutricional de la galleta funcional a base de almidón de papa nativa (<i>Solanum Stenotomum</i>) fortificado con harina de sangre de cuy (<i>Cavia Porcellus</i>).				Diseño de Investigación
¿Cuál es la calidad microbiología de la galleta funcional a base de almidón de papa nativa (<i>Solanum Stenotomum</i>) fortificado con harina de sangre de cuy (<i>Cavia Porcellus</i>)?	3 Determinar la calidad microbiología de la galleta funcional a base de almidón de papa nativa (<i>Solanum Stenotomum</i>) fortificado con harina de sangre de cuy (<i>Cavia Porcellus</i>).	Experimental			
¿Cuál es la calidad microbiología de la galleta funcional a base de almidón de papa nativa (<i>Solanum Stenotomum</i>) fortificado con harina de sangre de cuy (<i>Cavia Porcellus</i>)?		Unidades de Análisis			
				Formulación de galletas funcionales fortificado con harina de sangre de cuy	

Anexo C: Ficha sensorial de la galleta funcional a base de almidón de papa nativa fortificado con harina de sangre de cuy

Apellidos y nombres..... fecha / /

Instrucciones: pruebe la muestra de izquierda a derecha y marque con un x la intensidad de agrado o desagrado para cada atributo respectivamente

ESCALA	ATRIBUTO:										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Me gusta muchísimo											
Me gusta mucho											
Me gusta moderadamente											
Me gusta ligeramente											
Ni me gusta ni me disgusta											
Me disgusta levemente											
Me disgusta moderadamente											
Me disgusta mucho											
Me disgusta extremadamente											

MUCHAS GRACIAS POR LA PARTICIPACION

Anexo D: Fotos del análisis sensorial de galleta funcional a base de almidón de papa nativa fortificado con harina de sangre de cuy con los alumnos de la facultad de Ingeniería Agroindustrial.



Anexo 4: Fotos de los equipos utilizados



Anexo E: Informe de ensayo de laboratorio – GILC SAC



INFORME DE ENSAYO N° 240430 - 04

- 1. DATOS DEL SOLICITANTE**
 N° DE ORDEN DE ENSAYO : 240425 1
 EMPRESA : HUACHIHUACO CARPIO ALEXANDER PABLO
 DIRECCIÓN : MZ B. LT 21 PROVIV. SAN BERNARDO DE CARABAYLLO – CARABAYLLO – LIMA
- 2. DATOS DEL SERVICIO**
 PRODUCTO : **GALLETAS FUNCIONALES A BASE DE ALMIDON DE PAPA NATIVA FORTIFICADO CON HARINA DE SANGRE DE CUY**
Código de muestra: T2
REF: 240424.02-MBO
 SERVICIO SOLICITADO : Análisis Microbiológicos / Análisis Físicoquímicos
 CANTIDAD DE MUESTRAS RECIBIDAS : 05 unidades de 600 g c/u
 CÓDIGO DE MUESTRA PARA EL LABORATORIO : GILC-MB.01 / GILC-FQ.01
- 3. DATOS DEL MUESTREO Y/O RECEPCIÓN DE MUESTRA**
 LUGAR Y FECHA DE TOMA DE MUESTRA : Muestra proporcionada por el cliente
 MÉTODO DE TOMA DE MUESTRA : —
 TIPO DE ENVASE PRIMARIO : Bolsa de Polipropileno Biorientado (BOPP)
 LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN : Surquillo, 25 de abril del 2024
 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS : 25 de abril del 2024
 FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS : 30 de abril del 2024

4. RESULTADOS**4.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS GILC-MB.01				
		N1	N2	N3	N4	N5
Enumeración de Mohos	UFC/g	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
Enumeración de Levaduras	UFC/g	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
Enumeración de Microorganismos Aerobios Mesófilos	UFC/g	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*
Enumeración de Coliformes Totales	UFC/g	<10*	<10*	<10*	<10*	<10*

* Número estimado; UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

4.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS GILC-FQ.01
Humedad	%	9.53
Acidez (Exp. Ácido láctico)	%	0.06
Cenizas totales	%	1.56
Índice de peróxido	mg/kg	1.48

4.3. MÉTODOS DE ENSAYO

ENSAYOS	REFERENCIA O NORMA
Enumeración de Mohos y Levaduras	Microorganismos de los Alimentos 1. Su Significado y Métodos de Enumeración. ICMSF Pág.165-167 2ª ed. Reimpresión 2000 (Editorial Acribia). 1983. Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de mohos y levaduras por siembra en placa en todo el medio.
Enumeración de Microorganismos Aerobios Mesófilos	Microorganismos de los Alimentos 1. Su Significado y Métodos de Enumeración. ICMSF Pág. 117-123 2ª ed. Reimpresión 2000 (Editorial Acribia). 1983. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos: Métodos de recuento en placa. Método 1. Recuento estándar en placa, recuento en placa por siembra en todo el medio o recuento en placa de microorganismos aerobios.
Enumeración de Coliformes totales	Microorganismos de los Alimentos 1. Su Significado y Métodos de Enumeración. ICMSF Pág. 137. 2ª ed. Reimpresión 2000 (Editorial Acribia). 1983 Método 4: Recuento directo en placa de agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta.
Humedad	NTP 206.011:1981. BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de humedad. 1. Ed

Los ensayos se han realizado en el Laboratorio del Grupo Inspecciones, Laboratorio y Certificaciones del Perú Sociedad Anónima (Sociedad en el Jr. Carlos Augusto Salaverry N° 1200 Urb. Cercado Lima - Lima - Surquillo) y si el servicio lo considera [a]s] contra [muestra]s] del producto serán conservadas por un periodo de tiempo declarado y/o acordado con el cliente, luego del cual se eliminarán según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras. Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización expresa del cliente. Se prohíbe el uso no autorizado de este documento sin la autorización de la empresa o autorización del cliente.

INFORME DE ENSAYO N° 240430 - 04

Acidez (Exp. Ácido láctico)	NTP 206.008: 1976, PRODUCTOS DE PANADERÍA. Determinación del porcentaje de acidez titulable.
Cenizas totales	NTP 206.007: 1976, PRODUCTOS DE PANADERÍA. Determinación del porcentaje de cenizas.
Índice de peróxidos	NTP 206.016: 1981, GALLETAS. Determinación de Peróxidos. Determinación del Índice de Peróxido. Método Volumétrico.

5. OBSERVACIONES

- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.


 Jorge Omar Urtañiva Galvez
 Jefe de Laboratorio
 CBP: 16485



Fecha de emisión: 30/04/2024

Los ensayos se han realizado en el Laboratorio del Grupo Inspecciones, laboratorio y certificaciones del Perú Sociedad Anónima Censada en el Jr. Carlos Augusto Salaverry N° 1200 Urb. Cercado Lima - Lima - Surquillo y si el servicio lo considera le(s) contra muestra(s) del producto serán conservadas por un periodo de tiempo declarado y/o acordado con el cliente, luego del cual se eliminarán según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecen SOLO a las muestras. Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización expresa del cliente. Se prohíbe el uso inadecuado de este documento sin la autorización de la empresa o autorización del cliente.