



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Química e Ingeniería Química

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

**Utilización del plasma y fracción celular de la sangre
de cuy (*Cavia porcellus*) en la formulación de galletas
fortificadas**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

AUTOR

Rodolfo VERGARAY INGA

ASESOR

Jorge Ernesto GUEVARA VÁSQUEZ

Lima, Perú

2018

DEDICATORIA

A mi madre, Bertha que siempre es mi ejemplo a seguir por la fortaleza e ímpetu que ha demostrado ante todas las adversidades que se le presentaron, su amor y dedicación a nosotros sus hijos superó todo obstáculo, y por su incondicional apoyo y amor.

A mi padre, Santos que inspiró para tomar mi vocación y preparación profesional, que siempre nos acompaña y protege desde el cielo.

A mis hermanas y hermanos que ante todo lo vivido hemos demostrado estar unidos y por su apoyo para poder seguir mi vocación.

A mis sobrinos y sobrinas, en especial a mi último sobrino por ser motivo de felicidad y alegría su llegada para la familia.

A todas aquellas grandes personas que he conocido en estos años en la universidad, en especial a mis amigas y amigos, por su gran amistad y apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

*A nuestro creador, protector y amigo, **Dios**, por haberme acompañado y guiado a lo largo de la carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y mantener mis objetivos orientados a sus designios.*

*A mi madre **Bertha**, quien me ha apoyado en todo momento, por los valores que me ha inculcado, y por darme la oportunidad de optar por una excelente educación, pero sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida y lucha. Y a mi padre **Santos**, aunque no esté con nosotros siempre ha representado un motivo por su amor e ideales que nos dejó para seguir adelante sin desmayar apoyándose en familia.*

*A mi asesor **Ph. D. Jorge Guevara Vásquez**, por su confianza, apoyo, dedicación; por haber compartido sus conocimientos y sobre todo su amistad*

*A la **Dra Sandra Bezada** por el gran apoyo brindado, sus consejos y por esclarecer las dudas en la primera etapa del proyecto.*

*A la **EP de Ing. Agroindustrial (UNMSM)**, por darme la oportunidad de formarme y crecer profesionalmente, por el apoyo de su equipo humano que lo respalda, ambiente y material de investigación que han hecho posible la realización de este proyecto*

*A mis queridas hermanas **Wilma, Aurora, Felicita, Balvina y Elizabeth**; y a mis hermanos **Leyver, Lorenzo y Manuel** por el apoyo incondicional en mi formación y sus consejos.*

*A mis amigas y amigos **Jacqueline, Gisvel, Linda, Jorge, Alberth, Rolan, Raúl, Jhonatan, Walter**, y en general a todos de mi promoción **Base 13**; por su gran amistad demostrada a lo largo de los 5 años de estudio, siempre apoyándonos y creando una nueva familia*

Muchas gracias...

No es grande aquel que nunca falla, sino aquel que nunca se da por vencido

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
I. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. IMPORTANCIA DE LA CARNE DE CUY.....	5
1.2. CARACTERÍSTICAS COMERCIALES DE LA CARCASA Y MENUDENCIAS DE CUY.....	7
1.3. CENTROS DE BENEFICIO DE CUYES.....	9
1.4. UBICACIÓN DE LOS MATADEROS.....	10
1.5. DISEÑO DE LOS MATADEROS.....	10
1.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE BENEFICIO DE CUYES.....	12
1.7. LA SANGRE EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA.....	12
1.7.1. Plasma sanguíneo.....	14
1.7.2. Fracción celular.....	16
1.8. USOS DE LA SANGRE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	16
1.8.1. Aglutinante.....	16
1.8.2. Potenciador de color natural.....	17
1.8.3. Emulsificador.....	18
1.8.4. Sustituto de grasa.....	19
1.8.5. Agente curante.....	20
1.8.6. Suplemento proteico.....	20
1.8.7. Suplemento de hierro.....	21
1.8.8. Compuestos bioactivos.....	22
1.9. Importancia en la salud.....	23
1.10. ANEMIA FERROPÉNICA Y DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN EL PERÚ.....	23
1.10.1 Anemia ferropénica.....	23
1.9.1 Desnutrición crónica.....	24
1.10 ALIMENTOS FORTIFICADOS Y ENRIQUECIDOS.....	25
1.11 GALLETAS.....	26
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
2.1 LUGAR Y TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	30
2.2 MATERIA PRIMA.....	30
2.3 MATERIALES.....	30
2.3.1 Reactivos químicos.....	30
2.3.2 Materiales de vidrio.....	31

2.3.3	Insumos:.....	31
2.3.4	Equipos e Instrumentos	31
2.3.5	Utensilios	31
2.4	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	32
2.4.1	Animales.....	32
2.4.2	Alimentación	32
2.4.3	Beneficio de cuy	34
2.4.4	Recolección de la sangre	36
2.4.5	Centrifugación	36
2.4.6	Extracción de plasma	36
2.4.7	Elaboración de la fracción celular en polvo.....	36
2.4.8	Elaboración de galletas.....	37
2.5	ANÁLISIS ECONÓMICO	38
2.6	MÉTODOS DE ANÁLISIS	39
2.6.1	Análisis Fisicoquímico y proximal del plasma y fracción celular de la sangre de cuy.....	39
2.6.2	Análisis Fisicoquímico y proximal de las galletas	42
2.6.3	Análisis Sensorial	43
2.8	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	45
3	RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
3.1	ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL PLASMA Y FRACCIÓN CELULAR DE LA SANGRE DE CUY	46
3.2	COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS FORMULACIONES DE GALLETA ...	49
3.3	ANÁLISIS SENSORIAL	53
3.3.1	Color	53
3.3.2	Textura	57
3.3.3	Sabor.....	58
3.3.4	Apreciación general.....	59
	CONCLUSIONES	62
	RECOMENDACIONES	63
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Composición proximal de la carne de tres líneas de cuyes	5
Tabla N° 2. Composición química comparativa de carnes para consumo humano.	6
Tabla N°3. Clasificación de las canales o carcasa de cuy	9
Tabla N°4. Composición química aproximada de la sangre de vacuno (g/100g porción comestible)	13
Tabla N°5. Parámetros fisicoquímicos de las galletas.....	28
Tabla N°6. Requisitos microbiológicos para productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura.....	29
Tabla N°7. Insumos empleados en la dieta balanceada	32
Tabla N°8. Composición nutricional de la dieta balanceada	33
Tabla N°9. Características nutricionales de la alfalfa	33
Tabla N°10. Cantidad en gramos de insumos a utilizar en la formulación de galletas.....	45
Tabla N° 11. Composición proximal de plasma sanguíneo de cuy (%)	46
Tabla N° 12. Composición proximal de la fracción celular de cuy (%).....	47
Tabla N° 13. Análisis físico de las formulaciones de galleta (%)	49
Tabla N°14. Composición química de las formulaciones de galleta (%).....	50
Tabla N° 15. Valores de las medias de color, sabor, textura y apreciación general obtenidas mediante Escala Hedónica.....	53
Tabla N°16. Evaluación de los parámetros de variación de color CIE-L*ab	56
Tabla N° 17. Prueba de Kruskal Wallis	59
Tabla N°18. Costos directos de producción	60
Tabla N°19. Costos indirectos de producción	61

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N°1. Beneficio de cuyes.....	35
Diagrama N°2. Proceso de centrifugación de la sangre de cuy:	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Carcasa con apéndices y vísceras	8
Figura N°2. Procedimiento de la elaboración de galletas	38
Figura N°3. Variación de los parámetros de color CIE-Lab en las formulaciones de galleta	56

ÍNDICE DE FOTOS

Foto N°1. Digestión de la muestras para determinación de proteínas.	41
Foto N°2. Sistema de Destilación Automática	41
Foto N°3. Degustación de las formulaciones de galletas	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1. Comparación del color según prueba de Tukey	54
Gráfico N°2. Comparación de la textura entre las formulaciones de galletas según prueba de Tukey	57
Gráfico N°3. Comparación de la textura entre las formulaciones de galletas según prueba de Tukey	58
Gráfico N°4. Comparación de la apreciación general entre las formulaciones de galletas según prueba de Tukey	59

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo el aprovechamiento de la sangre de cuy en la elaboración de galletas a partir de la obtención del plasma y fracción celular sanguínea. Se utilizaron 30 cuyes de la línea Perú, destetados con 21 días de edad y criados en los ambientes acondicionados en la EP de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) durante 6 semanas. El beneficio de cuyes se realizó en el laboratorio de alimentos de la EP donde se obtuvo la sangre de cuy con un rendimiento de 2.94% del peso vivo por animal, luego por centrifugación se obtuvo el plasma sanguíneo y la fracción celular sanguínea, procediendo a deshidratar la fracción celular. El análisis fisicoquímico del plasma presentó 90.80% humedad, 7.40% proteínas, 1.23% cenizas, 0.07% grasa y extracto no nitrogenado 0.50%; mientras que la fracción celular tuvo en base húmeda 83.60% humedad, proteínas 14.81%, cenizas 0.63%, grasa 0.06% y extracto no nitrogenado 0.90%. Los tratamientos en la formulación de las galletas fortificadas fueron T0: Galletas con 0% de plasma líquido y 0% fracción celular en polvo; T1: Galletas con 1% de plasma líquido y 0,2% fracción celular en polvo; T2: Galletas con 2% de plasma líquido y 0,5% fracción celular en polvo; T3: Galletas con 4% de plasma líquido y 1% fracción celular en polvo. Según el análisis fisicoquímico de cada uno 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% proteína, 33.86% extracto etéreo, 0.40% fibra cruda, 0.49% cenizas, 53.12% extracto no nitrogenado y 558.26 kcal/100g energía total; y en apreciación general organoléptica obtuvo un valor de 3.50 en una escala hedónica de 1 a 5.

Palabras clave: sangre de cuy, plasma, fracción celular, galletas, fortificación

ABSTRACT

The aim of this research was using blood from slaughtered guinea pigs, which is a by-product of the guinea pig meat production. There were used blood plasma and blood cells (RBC) in order to manufacture fortified cookies. 30 weaned guinea pig of race "Peru" were used, these animals were 21 days old and they were breeding during six months in a research farm, which was especially prepared for the development of this study in Agroindustrial Engineering Professional School (AEPS) at San Marcos Major National University (UNMSM). The guinea pigs were slaughtered at the Food Laboratory in AEPS, where the guinea pig blood was recovered via exsanguination, with 2.94% on average; this number represents the relation between blood and live weight. After RBC and plasma were separated by centrifuging, the RBC fraction was dehydrated. The proximal analysis of blood plasma obtained 90.80% of moisture, 7.40% of proteins, 1.23% of ashes, 0.07% of fat, and 0.50% of nitrogen-free extract; while the RBC fraction proximal analysis reached 83.60% of moisture, 14.81% of proteins, 0.63% of ashes, 0.06% of fat, and 0.90% of nitrogen-free extract. Four treatments were evaluated: T0 (cookies with 0% of blood plasma and 0% of dehydrated RBC), T1 (cookies with 1% of blood plasma and 0.2% of dehydrated RBC), T2 (cookies with 2% of blood plasma and 0.5% of dehydrated RBC), and T3 (cookies with 4% of blood plasma and 1% of dehydrated RBC). According to the proximal analysis of each treatment, it was determined the nutritional value of the fortified cookies and according to the sensory evaluation of each treatment, it was determined the fortified cookies sensorial acceptability. It was concluded that the treatment 2 was the best treatment for both evaluations the nutritional value and organoleptic assessment of fortified cookies. Treatment 2 (T2) showed the following results: 1.87% of moisture, 10.26% of protein, 33.86% of ethereal extract, 0.40% of raw fiber, 0.49% of ashes, 53.12% of nitrogen-free extract, and 558.26 kcal / 100 g of total energy and in general organoleptic assessment obtained a value of 3.50 on a hedonic scale from 1 to 5.

Key words: *guinea pig blood, blood plasma, blood cells (RBC), fortified cookies.*

INTRODUCCIÓN

El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos. En el Perú, país con mayor población y consumo de cuyes, se registra una producción anual de 16 500 toneladas de carne proveniente del beneficio de más de 65 millones de cuyes, producidos por una población más o menos estable de 22 millones de animales criados básicamente con sistemas de producción familiar (Chauca, 1997).

En Lima la introducción de la carne en los supermercados ha permitido el acceso del consumo en los sectores socioeconómicos A y B, la presentación del producto ha mejorado pudiendo ahora tener disponible cuyes deshuesados

La importancia actual radica en el incremento del consumo por la garantía en conseguir cuyes en granjas tecnificadas. Actualmente el Perú cuenta con una Norma Técnica de Carne de Cuy y viene elaborando una Norma para la implementación de Centros de Beneficio (Chauca, 2007). Por otro lado, en vista que cada vez la carne de cuy está ganando mercado, se debe buscar alternativas de aprovechamiento de los residuos que se generan en el proceso de beneficio, dentro de ellos la sangre, siendo en la mayoría de los casos desechada.

La sangre que se puede recolectar del beneficio de cuyes representa una gran fuente nutritiva para alimentación humana, a nivel mundial la sangre es una de las principales fuentes de proteína y minerales como el hierro. La sangre de animales mayores como bovina, porcina y aves que en promedio poseen 20% en proteína, se vienen implementando como parte para la alimentación humana. De la fracción de las células rojas el contenido total de proteínas está en el rango 28% a 38%, siendo la hemoglobina el mayor constituyente, donde el hierro hemínico de la hemoglobina puede ser usado para la fortificación de alimentos (Kerry y Kerry, 2011).

Según la Encuesta Demográfica y Salud Familiar (2016) realizado por INE, a las niñas y niños menores de 5 años de edad se le detectó anemia (33.3%), esta proporción fue mayor a la observada en el año 2012 (32,9%). En caso de mujeres de 15 a 49 años de edad el 20,8% padecía de algún tipo de anemia. En cuanto a la desnutrición crónica afectó a 13.1% de niñas y niños menores de 5 años de edad; en el año 2012 fue el 18,1% de la población infantil. La anemia ferropénica causada principalmente por el aporte insuficiente de hierro, éste se encuentra en fuentes como carnes rojas, pescado, pollo y sangre. Por otro lado la desnutrición crónica se origina por el consumo de alimentos deficientes en proteínas de alto

valor. Por lo tanto la sangre representa una fuente importante de hierro y proteína que se encuentran formando parte de la fracción celular y plasma sanguíneo respectivamente. Se ha estudiado el empleo de plasma sanguíneo de bovino desecado para la fortificación de galletas. Los resultados indican que estas galletas tienen un alto valor nutricional y que pueden por lo tanto ser incluidas como complemento proteico y energético en los programas de merienda escolar.

Las galletas enriquecidas es un alimento de consumo directo cuya composición puede tener harinas, mezclas de cereales, azúcar, manteca, derivados lácteos u otra proteína de origen animal, adición de vitaminas y minerales, etc. No debe ser frágil, ni endurecer en el periodo recomendado para su consumo (Fichas Técnicas de Qali Warma, 2014). El desarrollo de un nuevo producto requiere de su evaluación para determinar las posibles causas de aceptación o rechazo por parte de los consumidores, así como mantener las características que exige la NTP 206.001 requisitos para las galletas.

Por lo antes mencionado, la presente investigación tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Utilizar el plasma líquido y fracción celular en polvo de la sangre de cuy para la formulación de galletas fortificadas.

Objetivos específicos:

- Recolectar adecuadamente la sangre de cuy durante el proceso de beneficio.
- Determinar las características fisicoquímicas del plasma y fracción celular de sangre de cuy.
- Determinar la composición nutricional de las galletas fortificadas con plasma líquido y fracción celular en polvo de la sangre de cuy.
- Evaluar el mejor tratamiento de las galletas fortificadas con plasma y fracción celular en polvo de sangre de cuy según la aceptabilidad sensorial.

I. MARCO TEÓRICO

1.1. IMPORTANCIA DE LA CARNE DE CUY

La carne de cuy es magra, es decir con un porcentaje de grasa menor al 10%, con alto contenido de proteínas (20.3%), baja en contenido de colesterol (65 mg/100 g) y sodio, por lo que es ideal para incluirla en una alimentación variada y equilibrada, es una carne apta para todos los grupos poblacionales (niños, adolescentes, mujeres, deportistas, personas adultas y de la tercera edad) y en diversas situaciones fisiológicas, como por ejemplo el embarazo o la etapa de lactancia (Santos, 2007).

Flores-Manchero *et al.* (2016) caracterizó la carne de cuy para su posible utilización en la elaboración de un embutido fermentado, para lo cual evaluó tres líneas de cuyes la Criolla, la Andina y la Peruana mejorada. Llegando a concluir mediante los resultados (Tabla N°1) que el mayor contenido de proteína (19.39%) se encuentra en el Criollo así como el menor contenido de grasa (7.93%). Por lo tanto la calidad de la carne de cuy permite su utilización en la formulación de un producto cárnico.

Tabla N°1. Composición proximal de la carne de tres líneas de cuyes

Variabes	Peruano mejorado	Criollo	Andino
Proteína %	17,78 (0,23)	19,39 (0,25)	18,55 (0,27)
Grasa %	8,56 (0,40)	7,93 (0,10)	7,66 (0,45)
Humedad %	73,48 (0,08)	72,83 (0,08)	75,84 (0,06)
Ceniza %	1,26 (0,04)	1,21 (0,03)	1,08 (0,03)
pH	6,47 (0,07)	6,38 (0,04)	6,41 (0,07)

Fuente: Flores-Manchero *et al.*(2016)

Ordoñez (2003) indica que la composición nutricional de cuy es comparativamente superior a la gran mayoría de las carnes comerciales por su alto nivel de proteína, baja grasa y trazas de colesterol (Tabla N°2) además es una carne rica en vitaminas liposolubles como A, D, E y K. Estos resultados han determinado que la carne de cuy haya sido comúnmente recomendada para la alimentación de niños, gestantes, lactantes, enfermos y convalecientes como personas mayores de edad.

Tabla N° 2. Composición química comparativa de carnes para consumo humano.

Especie	Proteína (%)	Grasa (%)	Cal/100 g	Colesterol mg/100g
Cuy	20.0	1.6	96	Trazas
Caprino	18.7	9.4	165	s.d
Pollo	18.2	10.2	170	90
Porcino	12.4	35.8	376	105
Ovino	18.2	19.4	253	s.d
Vacuno	18.7	18.2	244	125

Fuente: *Tabla de composición de alimentos para América Latina, FAO, citado por INIA, 1994 y Ordoñez (2003).*

De acuerdo a los estudios de composición, la parte comestibles del cuy representa alrededor del 70 % del animal, siendo la carne pura o en pulpa algo más del 44% (Ordoñez, 2003).

Argote *et al.* (2007) indica que la carne de cuy tiene un alto contenido de proteína, similar al de vacuno, al pavo y al conejo y bajo contenido de calorías y grasas, lo que convierte en un alimento dietético.

1.2. CARACTERÍSTICAS COMERCIALES DE LA CARCASA Y MENUENCIAS DE CUY

En la Norma Técnica Peruana (NTP 201.058 2006) de carne y productos cárnicos dentro de definiciones, clasificación y requisitos de la carcasa y carne de cuy (*Cavia porcellus*) se menciona que la carcasa presenta cortes comerciales como son:

Media carcasa: se obtiene por el corte longitudinal de la carcasa a nivel del plano medio, dividiéndola en dos partes simétricas.

Cuarto de carcasa: al efectuar los cortes longitudinal medio y transversal de la carcasa se obtiene dos cuartos anteriores y dos cuartos posteriores, cuya menor o mayor proporcionalidad depende a que nivel se efectúa el corte transversal para la separación.

Dentro de las menudencias se encuentran:

- Cabeza
- Corazón
- Hígado
- Pulmones
- Riñones

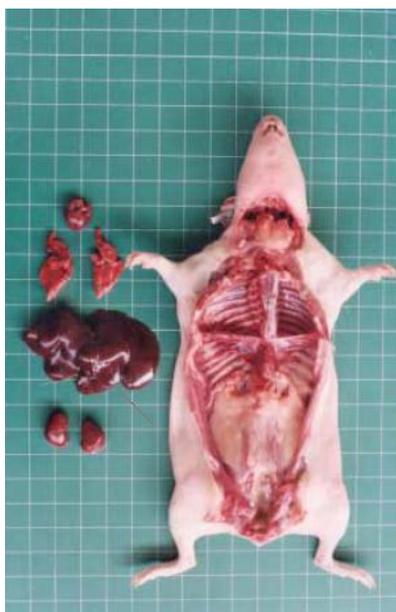


Figura N°1. Carcasa con apéndices y vísceras

Fuente: *NTP 201.058 2006*

Las categorías comerciales clasificadas de las carcasas son de acuerdo a su peso, edad, conformación y acabado. Estas dos últimas son consideradas dentro de las categorías definidas. La conformación de la carcasa se evalúa por la relación armoniosa entre el tejido muscular y el óseo. El acabado muestra el grado de gordura del animal determinada por la cantidad, distribución, infiltración y almacenamiento del tejido adiposo en una carcasa.

Según la NTP 201.058 2006 se presenta una clasificación de las carcasas según dos nomenclaturas (Tabla N°3), resaltando que en la primera nomenclatura se toma en cuenta la edad, peso y actividad reproductiva de los cuyes, mientras que en la segunda nomenclatura se toma en cuenta características anatómicas y presencia del tejido adiposo en la carcasa.

Tabla N°3. Clasificación de las canales o carcasa de cuy

Categorías		
Nomenclatura	Clase	Características
C	Cuy tierno	Machos o hembras menores de 3 meses, con carcasa mayor a 550 gramos y menor o igual a 800 gramos
U	Cuy joven	Macho y hembra sin parto mayor a 3 meses de edad.
Y	Cuy adulto	Machos y hembra que hayan tenido actividad reproductiva.
Acabado/conformación		
Nomenclatura	Características	
1	Perfil general convexo Grasa perirenal moderna distribuida homogéneamente con poco o mayor recubrimiento de los riñones según avanza la edad y color blanco cremoso.	
2	Perfil general rectilíneo. Grasa perirenal distribuida homogéneamente con mayor recubrimiento de los riñones que la categoría extra y colores del blanco cremoso al amarillo según avanza la edad.	

Fuente: *NTP 201.058 2006*

1.3. CENTROS DE BENEFICIO DE CUYES

Según el Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto (Decreto Supremo N° 015-2012-AG) define a las buenas prácticas de faenado como el conjunto de procedimientos, condiciones y controles que se aplican en el proceso de faenado, en referencia a las buenas practicas ganaderas o pecuarias, así como referencia a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES). Siendo actualmente la normativa vigente para los centros de beneficio y controlada por SENASA.

Dentro de los animales de abasto que hace mención esta norma son los animales procedentes de la producción pecuaria destinados para consumo humano, siendo las siguientes especies: bovinos, búfalos, ovinos, caprinos, porcinos, camélidos sudamericanos, equinos, aves, cobayos y lagomorfos.

Toda actividad relacionada al faenado de los animales de abasto obligatoriamente debe cumplir las disposiciones legales que se emitan relacionadas al bienestar animal.

1.4. UBICACIÓN DE LOS MATADEROS

Los mataderos deben estar ubicados en una zona autorizada por la autoridad municipal, no expuesta a inundaciones y libre de emanaciones gaseosas o elementos contaminantes. Como medida de prevención sanitaria y bioseguridad, los mataderos deben estar ubicados aisladamente de otros centros de riesgo como hospitales, cementerios, aeropuertos, rellenos sanitarios o botaderos municipales, dependiendo del riesgo sanitario que será establecido mediante procedimiento de SENASA (Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto Decreto Supremo N° 015-2012-AG).

1.5. DISEÑO DE LOS MATADEROS

Cada zona y sección debe encontrarse claramente identificada y señalada en cuanto a accesos, circulación, servicios, seguridad, entre otros (Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto -Decreto Supremo N° 015-2012-AG).

a. Zona de acceso : las puertas de acceso al matadero deben contar con pediluvios u otro dispositivo que asegure la limpieza y desinfección de las llantas de los vehículos y personas que transiten por ellas; deben ser lisas, construidas con material no absorbente y de suficiente amplitud que permita el fácil acceso al matadero, mantenidas en buen estado de conservación.

b. Zona de desinfección de vehículos

c. Zona de abastecimiento:

- Corrales de recepción: lugar de llegada de los animales, donde se realizaran la separación de los mismos por sexo y categorías.
- Corral de descanso

d. Zona de faenado:

Deberán contar con zonas de faenado que permitan un flujo continuo y la separación de la zona limpia de la zona sucia. Los pisos deben ser de material resistente, antideslizantes, impermeables, lavables y desinfectables, contar con drenaje hacia las canaletas recolectoras. Las paredes lisas, resistentes, no tóxicas, impermeables, no absorbentes y colores claros. Los ángulos entre el piso y las paredes deben ser cóncavas a fin de facilitar la limpieza y desinfección. En la entrada se debe contar con pediluvios y maniluvios sanitarios accionado por un sistema que impida su operación manual. Dicha zona debe comprender las siguientes secciones:

- Sección de aturdimiento
Se insensibiliza a los animales para permitir un adecuado faenado.
- Sección de sangrado

El sagrado debe efectuarse inmediatamente después de aturdido o muerto el animal, según el caso.

- Sección de escaldado y pelado

- Sección de degüello

Acción de seccionar los vasos sanguíneos a nivel del cuello, facilitando la sangría del animal y destinado al seccionamiento de la cabeza.

- Sección de desuello

Destinado a la separación de la piel, corte de patas delanteras y traseras.

- Sección de eviscerado

Extracción de los órganos digestivos, circulatorios, respiratorios y reproductivos.

- Sección de división de carcasas

- Sección de evaluación post mortem

Debe incluir el uso de los sentidos visual, olfativo y táctil, debiendo complementarse con la incisión de la carne y menudencias, tomando en especial atención a la evaluación de los órganos del sistema linfático, viseras rojas y blancas.

- Sección de limpieza de la carcasa

- Sección de limpieza de menudencias

- Sección de pesado y numeración

e. Zona de oreo

Zona destinada al enfriamiento y maduración de las carcasas.

f. Zona de deshuesado, cortes y empaque

Se debe asegurar que los equipos y materiales garanticen la inocuidad de la carne, esta zona debe mantener una temperatura máxima de 16°C.

g. Zona de conservación en frío

Se considera como producto refrigerado los que han pasado por un proceso de enfriamiento hasta obtener una temperatura óptima de almacenamiento, ligeramente superior a su punto de congelación, manteniéndose las condiciones de temperatura y humedad necesarias para que la pérdida de peso sea mínima.

1.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE BENEFICIO DE CUYES

Ordoñez (2003) describe el siguiente proceso en el beneficio de cuyes:

- a. Recepción:** Los animales en pie (vivos) llegan a la sala de recepción donde serán evaluados y pesados. Una vez aceptados serán puestos en jabas hasta el momento de pasarlos a la sala de beneficio y sangría.
- b. Beneficio y sangría:** el operario a cargo toma al cuy lo desnuda y lo degollará. Seguidamente lo enganchará de las extremidades inferiores a un riel, permitiendo que escurra la sangre, recepcionada en depósitos. La duración de este proceso tomará aproximadamente 45 -60 segundos.
- c. Escaldado y pelado:** el pelado del animal consiste en quitarle los pelos de la piel. Para ello es necesario sumergir al cuy en agua a unos 80-90°C.
- d. Eviscerado:** las vísceras son retiradas de la cavidad abdominal y desechada, mediante la ayuda de cuchillos de acero inoxidable. Seguidamente el cuy se coloca en una bandeja para pasar a la mesa de cortes.
- e. Corte:** se separa la cabeza y las patas de las cuatro extremidades. En caso de que las condiciones del mercado establezcan la venta del animal trozado, se requieren pasos adicionales dividiendo la carcasa en cuatro piezas.
- f. Lavado y oreado:** el operario terminado de lavar procede a colgar en rieles para su oreado (4 horas).
- g. Empacado:** los cuyes que cumplen su tiempo de oreo pasan a la sala de empaque donde serán embolsados y etiquetados.

1.7. LA SANGRE EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA

El empleo de la sangre como alimento no es nuevo. Las morcillas, las sopas y carnes con sangre, la pasta de sangre, los budines de sangre y la torta de sangre cocidas son ejemplos de artículos alimenticios a base de sangre (Lucas, 2005).

Según Beltrán *et al.*, (2007) la sangre es un líquido de color rojo escarlata, localizado en el sistema circulatorio del organismo animal. Es un producto que se obtiene después del sacrificio de las reses, la cual se considera apta para consumo humano una vez que se somete previamente a un tratamiento.

Beltrán *et al.*, (2007) cita a Belitz (1997), menciona que la sangre está formada por plasma que es un componente rico en proteínas en el que están suspendidos los elementos celulares como eritrocitos, leucocitos y trombocitos. Los glóbulos rojos tienen forma de discos, no poseen núcleos y son elásticos. Estos glóbulos contienen un pigmento llamado hemoglobina. Los glóbulos blancos son células que poseen núcleo pero no tienen membrana ni color y son mucho menos abundantes que los eritrocitos. En el plasma se encuentran además de las sales sanguíneas (fosfato potásico, cloruro sódico y pocas sales de calcio, magnesio y hierro), una gran cantidad de proteínas, entre las que se destaca la albúmina, diversas globulinas y fibrinógeno. En la Tabla N°4 se observa la composición química de la sangre, en donde los mayores porcentajes están representados por agua y proteínas.

Tabla N°4. Composición química aproximada de la sangre de vacuno (g/100g porción comestible)

	Agua	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Energía (kJ)
Sangre	80,50	17,30	0,13	0,065	335

Fuente: *Belitz, H. D. y Grosch, W.(1997) citado por Beltrán et al.,(2007)*

La sangre constituye entre 3-5% del peso vivo de un animal, tradicionalmente ha sido ampliamente usado en alimentos preparados para consumo humano en muchas sociedades. Las cualidades nutricionales y funcionales únicas de la sangre y sus productos derivados también han contribuido a su creciente uso como ingredientes alimentarios. Normalmente la sangre de bovino consiste de 80.9% de agua, 17.3% proteína, 0.23% lípidos, 0.07% carbohidratos y 0.62% minerales. No solo es un subproducto de alta proteína, sino que sus proteínas tienen propiedades funcionales deseables, que incluyen capacidad de retención, formación de espuma y emulsificante.

La mayoría de los mataderos su producción de sangre es ahora utilizado por la industria alimentaria, principalmente como un agente gelificante y como un colorante natural. La hemoglobina que está presente en los glóbulos rojos, representa más del 50% del total de proteínas presente. El alto contenido de hierro en sangre, junto con la alta absorción de hierro hemo en comparación con el hierro no hemo, es particularmente útil para estrategias basadas en alimentos diseñadas para combatir la anemia por deficiencia de hierro (Ofori y Hsieh, 2011).

La sangre está formada por dos fracciones, normalmente la fracción celular comprendida por los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, y la fracción de plasma. Los productos derivados de la sangre provienen de fracción del plasma, fracción celular o de proteínas aisladas del plasma o fracción celular (Ofori y Hsieh 2012).

1.7.1. Plasma sanguíneo

Montero *et al.*, (2015) evaluó el efecto de la incorporación de pasta de ajonjolí y plasma sanguíneo de bovino en un producto cárnico tipo salchicha, como sustituto parcial de grasa y de agua respectivamente, concluyendo que la incorporación de pasta de ajonjolí y plasma sanguíneo de bovino incrementa la humedad, el contenido proteico y el rendimiento por cocción, sin que ello tenga un efecto negativo en la aceptabilidad.

La necesidad del consumo de proteína animal ha incentivado la búsqueda de fuentes alternas, capaces de ofrecer alimentos altamente proteicos con cualidades organolépticas aceptables, de allí que las investigaciones apunten hacia el desarrollo de nuevos productos no convencionales para ser utilizados en la alimentación humana (Benítez *et al.*, 2002 citado por Montero *et al.*, 2015). La sangre de algunos animales como el bovino, es aprovechada en diversos países para la alimentación humana, incorporada en los alimentos como fuente de proteína de bajo costo, las cuales poseen propiedades funcionales de aplicación en la industria de alimentos (Camacho *et al.*, 2014, citado por Montero *et al.*, 2015).

La porción líquida de la sangre es conocida como plasma sanguíneo, que se caracteriza por ser más densa que el agua, con un pH de 7.4, compuesta por un 90% en agua, entre un 15 y 20% en proteína, y finalmente de nutrimentos como vitaminas, minerales y ácidos grasos (Isaza *et al.*, 2010). Las proteínas plasmáticas presentan características favorables para su utilización en la industria de los alimentos, dentro de estas encontramos su alto valor nutritivo, su participación como agente emulsificante, espumante y ligante y su capacidad de formar geles y aumentar la rentabilidad (Camacho *et al.*, 2014, citado por Montero *et al.*, 2015). Recientemente, las proteínas del plasma de bovino están siendo utilizadas por la industria de productos cárnicos, debido a sus excelentes propiedades funcionales, en especial su capacidad gelificante y de retención de agua en los productos cocidos, mejorando el rendimiento del producto final (Camacho *et al.*, 2014; Isaza *et al.*, 2010, citados por Montero *et al.*, 2015).

Tirado *et al.*, (2015) evaluó la aceptabilidad sensorial y calidad microbiológica de bebidas formuladas a base de arroz y fortificadas con proteína proveniente de plasma bovino y porcino. El plasma se extrajo de la sangre por centrifugación y se analizaron las variables de respuesta en función de seis formulaciones con los tipos de plasma adicionado y niveles de fortificación del 14.5%, 18.5% y 29.0% de plasma. El tipo de plasma adicionado y los niveles de fortificación de las formulaciones afectan significativamente la aceptabilidad sensorial de las bebidas. La bebida fortificada con 29% de plasma bovino fue el tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial. La fortificación de la bebida refrescante a base de arroz con plasma de bovino permitió crear un producto que cumple con un adecuado suministro de aminoácidos esenciales, lo cual evidencia el carácter sinérgico de la combinación de las materias primas usadas en este estudio.

El plasma contiene aproximadamente 7.9% proteína, constituidas principalmente por inmunoglobulinas (4.2%), albúminas (3.3%) y fibrinógeno (0.4%). De las dos fracciones de la sangre (plasma y celular), el plasma y sus productos derivados son más ampliamente utilizados en la industria alimentaria por su sabor neutral y la falta del color oscuro típico de la fracción celular. En la industria cárnica, sin embargo, el rol predominante de los productos de plasma es como un aglutinante, por su capacidad de formar geles al calentar. Por ejemplo, las proteínas plasmáticas fibrinógeno y trombina son selectivamente crio-precipitadas a partir del plasma y se usan como un aglutinante natural en el procesamiento del músculo completo (citado por Ofori y Hsieh, 2011).

El plasma sanguíneo de bovino, el cual es un producto de desecho en los mataderos, constituye una fuente proteica importante por su alto contenido en albúmina con un alto contenido en lisina e isoleucina pero, deficiente en metionina, esto lo hace una posible fuente de nutrientes y una materia prima de bajo costo (Barboza *et al.*, 1996). Estas proteínas presentan características favorables para su utilización en la industria de los alimentos como lo son: alto valor nutritivo, agente emulsificante, espumante, ligante y capacidad de formar geles (Bressani y Mertz, 1968 citado por Barboza *et al.*, 2005).

1.7.2. Fracción celular

Ofori y Hsieh (2011) cita a Ockerman & Hansen, (2000) quien menciona que la separación de la sangre en sus componentes fraccionarios produce 52-70% plasma y 30-48% de fracción celular sanguínea. Sin embargo el uso de productos sanguíneos que contienen hemoglobina como ingredientes alimenticios no ha sido tan popular como los productos derivados del plasma. A pesar del predominio de productos derivados de plasma en comparación con los productos derivados de fracción celular, los productos de fracción celular y derivados se utilizan en cierta medida en la industria alimentaria, aunque se encuentran principalmente en la industria cárnica como un potenciador de color natural en productos tipo salchicha (Heinz y Hautzinger, 2007 citado por Ofori y Hsieh, 2011).

En comparación con los productos derivados de plasma, la cantidad que se usa es limitada para evitar poner en peligro las cualidades sensoriales del producto final; en productos cárnicos, su uso generalmente está restringido a 0.5 a 2% del producto (Slinde & Martens, 1982 citado por Ofori y Hsieh, 2011).

1.8. USOS DE LA SANGRE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

1.8.1. Aglutinante

Los aglutinantes son sustancias que se esponjan al incorporar agua, lo que facilita la capacidad fijadora de agua; también mejoran la cohesión de las partículas de los diferentes ingredientes en la industria cárnica (Martínez y Arrieta, 2013). Además afectan la textura, estabilidad, la gelificación y en la retención de agua de los productos cárnicos y por lo tanto contribuyen con la disminución de los costos de producción (Restrepo, 1991).

Tanto el plasma sanguíneo como las proteínas sanguíneas aisladas se utilizan como aglutinantes en la industria cárnica. El plasma funciona como aglutinante en los sistemas cárnicos debido a su capacidad para formar geles al calentar. En términos de propiedades de unión, el plasma sanguíneo puede ser una alternativa a la albúmina de huevo utilizada tradicionalmente en la industria alimentaria con fines vinculantes (Ofori y Hsieh, 2012).

El efecto del pH sobre las propiedades de las proteínas tiene un importante efecto así lo determinó Díaz-Vela *et al.*, (2008) que a un pH más alcalino y en ausencia de los fosfatos de sodio, mejoró notablemente la capacidad de emulsión. Al disminuir el pH hasta 7, esta propiedad disminuyó notablemente. Este efecto fue menos marcado al aumentar la concentración de fosfatos, ya que aunque la capacidad de emulsión fue mayor a pH 11, la diferencia aparente al disminuir el pH hasta 7 no fue tan marcada como en las muestras sin fosfatos. A pH ácido, el plasma produce geles blandos y exudantes, por lo que no es eficaz como agente gelificante o capaz de retención de agua en productos con un pH bajo como los productos fermentados, ya que estas propiedades funcionales se ven fuertemente afectadas por cambios en la estructura proteica por el ambiente ácido (citado por Ofori y Hsieh, 2012).

1.8.2. Potenciador de color natural

Los colorantes son muy utilizados en la industria de alimentos ya sea para resaltar el color natural, recuperar el color perdido por los tratamientos a los que se somete el alimento, dar un color uniforme o simplemente hacerlo más atractivo a los consumidores, quienes en su mayoría prefieren productos de colores definidos y llamativos (citado por Bejarano y Suárez, 2015).

En la actualidad existe bastante evidencia de los efectos negativos de algunos aditivos alimentarios en la salud humana cuando se consumen en alta dosis y a largo plazo. Siendo la tendencia hacia aditivos naturales, buscando sustituir por ejemplo los colorantes artificiales por otros naturales que sean tecnológicamente posibles y con materia prima disponible. En este sentido, la hemoglobina, que se obtiene de animales sacrificados, representa una buena fuente de colorante rojo natural debido a las grandes cantidades de sangre que se generan diariamente. Es importante señalar que el uso de la hemoglobina como colorante tiene el beneficio adicional de combatir la deficiencia de hierro. Sin embargo, su color rojo es inestable y depende en gran medida del estado de oxidación del hierro hemo (Ofori y Hsieh, 2012).

Aunque el secado por pulverización es una buena forma de preservar la fracción de glóbulos rojos, incluso mejor que la liofilización, y es un paso necesario para garantizar la calidad microbiana de los ingredientes derivados de la sangre, la oxidación de la hemoglobina puede continuar durante el almacenamiento del polvo secado por pulverización. Debido a la naturaleza inestable de la hemoglobina, su uso como ingrediente alimentario solo es posible una vez que se ha estabilizado. Por lo tanto, los polvos de hemoglobina que se usan como colorantes alimentarios se tratan con agentes protectores que forman complejos con la hemoglobina, evitan el acceso al oxígeno al hierro hemo y finalmente reducen la autooxidación de la hemoglobina (Ofori y Hsieh, 2012).

1.8.3. Emulsificador

Una emulsión se define como un sistema estable de dos líquidos inmiscibles y precisamente, la emulsión cárnica es un sistema de dos líquidos (grasa y agua), estabilizados mediante un agente que provee la carne: la proteína como emulsificante (Restrepo, 1991). Las proteínas son los agentes emulsionantes más comunes en la industria alimenticia porque ocurren de forma natural y generalmente no son tóxicos y están ampliamente disponibles. Las proteínas que se usan como emulsionantes se obtienen de una variedad de fuentes, tanto animales como vegetales (Ofori y Hsieh, 2012).

Entre los emulsionantes obtenidos de fuentes animales, la caseína y sus derivados de sal son los más populares y son ampliamente utilizados en la industria alimentaria para este fin. Se buscan fuentes de proteínas menos costosas con capacidades emulsionantes comparables para reemplazar la caseína, que es costosa debido a sus altos costos de procesamiento. Esto es particularmente importante en los países en desarrollo, donde los productos lácteos como la caseína deben ser importados (Ofori y Hsieh, 2012).

Los hidrolizados de proteínas se utilizan ampliamente en la tecnología alimentaria por sus propiedades nutricionales o funcionales como solubilidad, poder emulsificante y capacidad espumante. (Benítez *et al.*, 2008).

Varios estudios han sido conducidos con diferentes tipos de proteínas, en la búsqueda de mejorar y ampliar su uso como ingredientes funcionales. Estudios enfocados a la mejoría de las propiedades funcionales de proteínas alimenticias requieren mayor destaque por parte de los investigadores, dado que, tales proteínas poseen una amplia aplicación tecnológica en la industria de alimentos (Ferreyra *et al.*, 2007).

Ornellas *et al.*, (2001) estudió el efecto del pH y de la acción de la tripsina sobre las propiedades emulsionantes de la globina bovina, extraída por el método de la acetona acidificada, determinando la capacidad emulsionante, el índice de actividad y la estabilidad de la emulsión. Los datos obtenidos indican que los mayores valores de capacidad emulsionante y estabilidad de la emulsión fueron obtenidos a pH 5,0 y 6,0, respectivamente, que corresponde al rango de alta solubilidad de la proteína.

Sin embargo, se informa que el plasma tiene mejor capacidad emulsionante que la globina cuando se incorpora en salchichas y puede incorporarse en productos cárnicos a niveles de inclusión más altos que globina sin poner en peligro el atractivo visual del producto porque el producto decolorado conserva un tono rojizo que se transfiere al producto final (Ofori y Hsieh, 2012).

1.8.4. Sustituto de grasa

Los estudios han demostrado que las proteínas sanguíneas tienen potencial como sustitutos de la grasa en los productos cárnicos, aportando proteínas solubles y al mismo tiempo reduciendo los costos. En un estudio de Viana *et al.*, (2005), investigó el efecto de la incorporación de globina (10%), plasma (10%) y ambos combinados (5% cada uno) como sustitutos de grasa en la calidad del paté de jamón. El uso de estos sustitutos de la grasa también resultó en un aumento en el contenido de humedad y proteína sin cambios observados en el aroma, el sabor y la consistencia, mientras que la reducción de grasa de 25-35% condujo a la preparación de productos ligeros. Sin embargo, el color del paté se redujo en todos los tratamientos que contienen proteínas sanguíneas en comparación con muestras de control sin proteína sanguínea añadida.

El uso de proteínas sanguíneas como sustitutos de la grasa se comparó favorablemente con otros sustitutos de la grasa disponibles comercialmente. Ofori y Hsieh (2012), mencionan que Confrades *et al.*, (2000) compararon el efecto del plasma y la fibra de soja como sustitutos gordos en la salchicha de Bolonia, concluyendo que la proteína plasmática tenía una mayor influencia en las propiedades aglutinantes y texturales de la boloñesa que la fibra de soja y por lo tanto una mejor opción.

1.8.5. Agente curante

La principal razón por la cual se adiciona el nitrito a la carne es para lograr el color rosado característico de los productos curados, debido a la aparición del compuesto nitrosil-hemocromo, el cual resulta de la unión del óxido nítrico con la mioglobina y la posterior pérdida del residuo histidilo de la globina (Restrepo, 1991).

La mejor opción para reemplazar el nitrito puede ser el uso de una mezcla compuesta que no contenga nitrito, sino que comprenda un colorante, un antioxidante y un agente antimicrobiano, entre otros, para producir embutidos sin nitritos. Uno de los colorantes sugeridos para su uso en un cóctel compuesto libre de nitritos para el curado de la carne es el pigmento de carne curada cocida (CCMP), que cuando se agrega a la carne antes de cocinar duplica el color típico de las carnes curadas con nitrito. CCMP, un hemocromo de óxido mono y/o di-nítrico, se sintetiza directa o indirectamente a través de un intermediario de hemina. El pigmento se prepara haciendo reaccionar glóbulos rojos bovinos o porcinos con un agente de nitrosación y al menos un agente reductor a una temperatura elevada adecuada. El producto resultante se seca por pulverización o se liofiliza para obtener un polvo final (Ofori y Hsieh, 2012).

1.8.6. Suplemento proteico

La desnutrición crónica infantil constituye uno de los principales problemas de Salud Pública en el Perú, según los valores de referencia de la OMS, la prevalencia nacional es del 19,5% en niños menores de cinco años. La desnutrición crónica infantil afecta negativamente al individuo a lo largo de su vida, limita el desarrollo de la sociedad y dificulta la erradicación de la pobreza. Para lograr la meta de reducir a 10% la desnutrición crónica infantil para el año 2016, el Gobierno peruano debió continuar fortaleciendo principalmente el uso eficiente de recursos económicos, la evaluación de intervenciones, la realización de investigaciones que permitan definir relaciones de causalidad y brindar información para el diseño de políticas públicas, el fortalecimiento de las capacidades de recursos humanos en salud y la articulación de los diferentes niveles de Gobierno (Sánchez-Abanto, 2012).

Los estudios esbozados anteriormente apoyan el uso de proteínas sanguíneas bovinas como suplementos proteicos eficientes en el destete a base de cereales y granos y las dietas infantiles como una medida para abordar los problemas de desnutrición proteínica en los países en desarrollo. Sin embargo, si los consumidores objetivos son bebés que están empezando a consumir alimentos sólidos, la adición de aceite vegetal u otros sabores puede ser necesaria para mejorar la palatabilidad y la consiguiente aceptabilidad de las fórmulas. Cuando se trata de niños anémicos, el uso de sangre bovina en lugar de plasma o suero ofrece una forma útil de combatir esta afección debido al contenido de hemo de la sangre (Ofori y Hsieh, 2012).

1.8.7. Suplemento de hierro

La deficiencia de hierro (Fe) ha sido reconocida como un problema de salud pública, debido a sus implicaciones económicas y en el bienestar de la población humana. Diferentes estudios han demostrado que el consumo de alimentos enriquecidos con hierro mejora la concentración de hemoglobina y ferritina en sangre. (Serpa *et al.*, 2015)

Kikafunda y Sserumaga (2005) investigaron las características físicas, químicas, microbiológicas y de vida útil de la sangre bovina en polvo y los atributos sensoriales de una salsa de frijol fortificada con ella y encontraron que la salsa de frijol fortificada era menos apreciada que la no fortificada en términos de todos los atributos sensoriales (color, sabor y aceptabilidad general) considerados. Como los niños se encuentran entre los grupos más vulnerables afectados, la introducción de alimentos enriquecidos con hierro hemo en los programas de almuerzos escolares se convierte en una forma viable de combatir este problema.

1.8.8. Compuestos bioactivos

Los alimentos funcionales pueden ser alimentos naturales, alimentos a los que se les ha adicionado, removido o modificado algún componente o a los que se les ha modificado la biodisponibilidad de alguno de ellos, representan hoy en día una tendencia sólidamente asentada hacia la alimentación saludable en respuesta a los hábitos alimentarios erróneos a los que incita el modo de vida contemporáneo (Illanes, 2015).

Recientes investigaciones fisiológicas y bioquímicas han demostrado que la proteína en los alimentos no solo proporciona aminoácidos, sino que también proporciona péptidos bioactivos después de la digestión o el procesamiento de los alimentos (Ofori y Hsieh, 2012). Los péptidos bioactivos no son más que una pequeña secuencia de aminoácidos encriptados en proteínas; cabe por tanto esperar, debido a la amplia gama de alimentos proteicos existentes en la naturaleza y sobre todo en el mercado, que su ingesta esté asegurada con una alimentación equilibrada (Mulero *et al.*, 2011).

Wei y Chaing, (2009) investigaron la posibilidad de hidrolizar proteínas de la sangre porcina utilizando una mezcla de enzimas en un reactor de membrana para la producción de péptidos bioactivos. Se usaron glóbulos rojos, plasma y sangre desfibrinada aislada de sangre porcina como sustratos para la hidrólisis. De las tres fracciones, los glóbulos rojos tuvieron el mayor inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) y las actividades antioxidantes. El desagradable color rojo oscuro de la sangre también se perdió durante el proceso, lo que resultó en la producción de un agradable color amarillo dorado y lo hizo más útil en la producción de alimentos funcionales antihipertensivos.

La sangre claramente tiene el potencial de servir como una fuente útil de péptidos valiosos con propiedades antihipertensivas, antioxidantes y antibacterianas, entre otros. Varios péptidos bioactivos que ofrecen otros beneficios para la salud, como las actividades analgésicas y antinocicepción (reducción de la sensibilidad al dolor), también se han aislado a partir de proteínas sanguíneas (Ofori y Hsieh, 2012).

1.9. Importancia en la salud

La carne y la sangre del cuy poseen una enzima denominada asparaginasa, que ayudaría a prevenir y controlar las enfermedades cancerígenas como la leucemia, según lo dieron a conocer especialistas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El Mg. José Sarria menciona que la asparaginasa es una enzima que ataca a la asparagina, proteína que la convierte en ácido aspártico, que es inocuo. La asparagina está, por ejemplo, en la leucemia, y es una de las proteínas más comunes en dichas neoplasias que se reproducen de manera rápida. La sangre y la carne de cuy ayudarían a controlar la enfermedad, y evitan que la asparagina se siga convirtiendo en tumor (Nota periodística RRP, 2013)

Villanueva (2010) menciona a Uchuya (2008) quién indica que la carne de cuy y su sangre es un alimento permisible para personas que sufren de colesterol, por ser bajo en grasas y es muy recomendado para aumentar la fertilidad en una pareja.

1.10. ANEMIA FERROPÉNICA Y DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN EL PERÚ

1.10.1 Anemia ferropénica

Según el Ministerio de Salud (2010), las principales causas de anemia por deficiencia de hierro son las siguientes:

- Alimentación con bajo contenido y/o baja biodisponibilidad de hierro.
- Ingesta de leche de vaca en menores de un año.
- Disminución de la absorción de hierro por procesos inflamatorio intestinales.
- No se cubre los requerimientos en etapa de crecimiento acelerado (menor de dos años y adolescente).
- Pérdida de sangre (menstruación, entero parasitosis, gastritis entre otros).
- Malaria e infecciones crónicas.
- Prematuridad y bajo peso al nacer por reservas bajas.
- Corte inmediato del cordón umbilical al disminuir la transferencia de hierro durante el parto.

1.9.1 Desnutrición crónica

La desnutrición crónica en niños menores a cinco años constituye uno de los principales problemas de salud pública en el Perú, acentuándose en la población de más temprana edad y con mayor grado de exclusión, como es el caso de la población rural, de menor nivel educativo y menor ingreso económico.

La desnutrición crónica infantil tiene como causas inmediatas relacionadas con la ingesta inadecuada de nutrientes y las enfermedades de tipo infeccioso (respiratorio y gastrointestinal). Asimismo existen condiciones sociales relacionadas con su desarrollo, como son el bajo nivel educativo de la madre; la alimentación deficiente en calidad y cantidad, y las condiciones inadecuadas de salud y saneamiento. Además, la desnutrición crónica infantil genera daños permanentes e irreversibles después del segundo año de vida en nuestra población (Sánchez-Abanto, 2012).

Sánchez-Abanto (2012) presenta una descripción del estado de la desnutrición crónica infantil en Perú, las principales intervenciones realizadas en el Estado y las nuevas estrategias. En el año 1996, la prevalencia de desnutrición crónica infantil en el Perú era de 25,8% de niños menores de cinco años (Patrón NCHS). Esta cifra se mantuvo prácticamente inalterable por espacio de casi una década. Durante la década del 2000 la prevalencia de desnutrición crónica infantil mostró una reversión significativa, especialmente entre los años 2007 y 2010, mostrando a partir de la fecha y hasta la actualidad una disminución progresiva, reducción mayormente observada en el área rural (de 45,7% en el año 2007 a 37% en el año 2011), y en los departamentos de la sierra del país (de 42,4% en el año 2007 a 30,7% en el año 2011), y que obedece a los resultados obtenidos a políticas sociales dirigidas al sector rural. Estos resultados son consistentes con las tendencias, obtenidos por el Sistema de Información del estado nutricional (SIEN) realizado por el Instituto Nacional de Salud (INS), sobre la base de la población infantil menores de cinco años, que acude a los establecimientos de salud públicos del Perú.

Dentro de las principales intervenciones en la reducción de la desnutrición crónica infantil en el Perú, Sánchez-Abanto menciona:

- **Estrategia Nacional Crecer:** interviene en distritos pobres de la sierra rural y distritos urbanos con mayores niveles de desnutrición crónica, alcanzando una cobertura de 1119 distritos (2012). Las intervenciones de CRECER se enfocan

en mejorar las condiciones de agua, saneamiento y prácticas de alimentación y nutrición, y tratamiento de enfermedades diarreicas y respiratorias.

- **Programa Articulado Nutricional (PAN):** tiene como objetivo la disminución de la prevalencia de desnutrición crónica infantil en los niños menores de cinco años. El análisis de impacto del Programa Articulado Nutricional demuestra que, bajo la aplicación de técnicas no experimentales de evaluación, este se asocia a una reducción de la probabilidad de ser desnutrido y un aumento de probabilidades de tener controles de crecimiento y vacunas completas en cohortes de nacimiento posteriores al año 2008, año de inicio del programa.

1.10 ALIMENTOS FORTIFICADOS Y ENRIQUECIDOS

Fortificación obligatoria

El fabricante está legalmente obligado a agregar uno o más micronutrientes a dicho alimento.

Fortificación voluntaria

La decisión del fabricante es voluntaria e independiente, variando por el ambiente sociopolítico y legal prevaleciente. En varios países industrializados, las reglamentaciones que rigen la fortificación de algunos productos básicos, como la sal y la margarina, son ejemplos de este tipo en particular de fortificación voluntaria, dichos productos se promueven por medio del etiquetado y la publicidad, con base en sus características relacionadas con la nutrición y la salud (Allen *et al.*, 2017)

La fortificación voluntaria debe ser controlada en forma de reglamentación o por medio de acuerdos de cooperación, deberá esta ser congruente también con los Principios Generales del Codex para la Adición de Nutrientes Esenciales a los alimentos

El perfil nutricional de los alimentos potenciales dependiendo de su contenido de grasa total, ácidos grasos saturados y trans, sodio o sal, azúcar(es) y alcohol, puede ser un criterio a tomar en cuenta para seleccionar alimentos adecuados para su fortificación voluntaria.

La decisión final sobre la conveniencia de los alimentos para fortificación voluntaria dependerá en gran medida del perfil alimentario y el estado nutricional de la población, por lo que esta variará entre países.

1.11 GALLETAS

La galleta se define como el producto alimenticio obtenido por el amasado y cocción de masa preparada con harina de trigo pura o con mezclas de harinas, agua potable, mantequilla y/o grasa vegetal, azúcares permitidos (sacarosa, azúcar invertido, miel de abeja, extracto de malta y otros), adicionada o no de huevo, leche, almidones, polvo de hornear, levaduras para panificación, sal y aditivos permitidos de acuerdo al tipo de galleta a obtener (FAO, 2009).

La galleta de sal es un producto de consumo directo, cuya composición puede tener mezcla de harina de trigo, manteca vegetal, azúcar, sal, bicarbonato de sodio y agua, de cuya mezcla luego del horneado, se obtiene un producto final de consistencia crocante, buena textura, suave a su masticación, de sabor ligeramente salado.

Dentro de algunos requisitos de calidad según la Ficha Técnica de Qali Warma (2014) de la galleta de sal del servicio alimentario del programa de alimentación escolar se menciona los siguientes:

a. Envase

Envase primario: Envase de material flexible BOPP (polipropileno biorientado) u otro material apropiado, herméticamente cerrado (termosellado).

Envase secundario: Caja de cartón corrugado de primer uso. El envase primario y secundario debe cumplir con lo establecido en los artículos 118° y 119° del D.S. N° 007-98-SA “Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas” y en el numeral 6.5.9 de la R.M. N° 1020-2010/MINSA “Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería”.

b. Tiempo de vida útil

Mínimo sesenta (60) días contados a partir de la fecha de producción.

c. Presentación

Envase individual (debidamente rotulado y sellado al calor) con contenido mínimo de 45 g, el que debe estar contenido en envase secundario de 72 raciones.

d. Rotulado

Los envases del producto deberán llevar rotulado, en forma destacada el nombre del producto y las siguientes indicaciones en caracteres legibles, según lo señalado en el artículo 117° del D.S. N° 007-98-SA “Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas” y la R.M. N° 1020-2010/MINSA “Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería”, los mismos que deberán concordar con la NMP 001:1995 “PRODUCTOS ENVASADOS: Rotulado”, y NTP 209.038 “ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado” y Codex Stan 1-1985 “NORMA GENERAL PARA EL ETIQUETADO DE ALIMENTOS PREENVASADO” - Adoptada 1985, enmendada 1991, 1999, 2001, 2003, 2005, 2008 y 2010, según corresponda:

- Nombre del producto.
- Forma en que se presenta.
- Declaración de los ingredientes y aditivos (indicar nombre específico y codificación internacional, en caso de contener) que se han empleado en la elaboración del producto, expresados cualitativa y cuantitativamente y en orden decreciente según las proporciones empleadas.
- Peso del producto envasado.
- Nombre, razón social y dirección del fabricante.
- Sistema de identificación del lote de producción.
- Fecha de producción y fecha de vencimiento.
- Número del Registro Sanitario.
- Condiciones de conservación.

El rótulo se consignará en todo el envase de presentación unitaria, con caracteres de fácil lectura, en forma completa y clara. Para la impresión de estos rótulos deberá utilizarse tinta indeleble de uso alimentario, la que no debe desprenderse ni borrarse con el rozamiento ni manipuleo.

e. Transporte

El medio de transporte a utilizarse deberá ser de uso exclusivo para transportar alimentos, el mismo que no debe transmitir al producto características indeseables que impidan su consumo, y deberá ajustarse a lo establecido en los artículos 75°, 76° y 77° del Título V Capítulo II del “Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas” Decreto Supremo N° 007-98-SA.

f. Almacenamiento

El almacenamiento del alimento debe cumplir con lo establecido en los artículos 70° y 72° del Título V Capítulo I del “Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas” aprobado por D. S. N° 007-98-SA.

g. Criterios físicoquímicos de las galletas

Según el MINSA (2010) las galletas deben cumplir con los parámetros físicoquímicos indicados en la Tabla N°5.

Tabla N°5. Parámetros físicoquímicos de las galletas

Parámetro	Límite máximo permisible
Humedad	12%
Cenizas totales	3%
Índice de peróxido	5 mg/kg
Acidez (expresada en ácido láctico)	0.10%

Fuente: *MINSA, 2010*

h. Criterios microbiológicos

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

Los productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostados, bizcochos, panetón, queques, obleas, pre-pizzas, etc. deben cumplir los requisitos microbiológicos (Tabla N°6) para asegurar la inocuidad del producto.

Tabla N°6. Requisitos microbiológicos para productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i> (*)	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i> (**)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
<i>Bacillus cereus</i> (***)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴

(*) Para productos con relleno

(**) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales

(***) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz

Fuente: MINSA, 2010

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LUGAR Y TIEMPO DE EJECUCIÓN

La investigación se llevó cabo en las instalaciones del galpón de cuyes, laboratorios de bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Química Analítica de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, sede distrito de San Juan de Lurigancho - Lima en los meses de agosto a diciembre del 2017.

2.2 MATERIA PRIMA

En la elaboración de cada formulación de las galletas, dentro de los insumos se utilizó el plasma y fracción celular de la sangre de cuy, provenientes de cuyes criados en las instalaciones adecuadas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

2.3 MATERIALES

2.3.1 Reactivos químicos

- EDTA 1%
- Éter dietílico anhidro
- Ácido sulfúrico concentrado 98-99%
- Catalizador (1 pastilla =1,5g de sulfato de potasio + 0,00075g de selenio)
- Hidróxido de sodio 35-40%
- Ácido bórico 3%
- Indicador Tashsiro
- Ácido sulfúrico 0.1N
- Alcohol 96°

2.3.2 Materiales de vidrio

- Matraz Erlenmeyer 500, 250 mL
- Vaso precipitado 500 mL.
- Probetas 100 mL.
- Pipetas 1, 5, 10 mL.
- Tubos para digestión
- Bureta 50 mL.

2.3.3 Insumos:

- Agua
- Polvo de hornear
- Harina de trigo
- Esencia de vainilla
- Azúcar
- Margarina
- Sal
- Canela

2.3.4 Equipos e Instrumentos

- Centrifugador
- Estufa
- Desecador
- Balanza de precisión
- Aparato de extracción tipo Goldsfigh
- Mufla de incineración
- Secador de bandejas
- Congelador
- Sistema de digestión (Digestion System 12. 1009. Digestor) colocado en campana extractora de gases.
- Sistema de Destilación Automático

2.3.5 Utensilios

- Bolsas Ziploc
- Cuchillo
- Bandejas
- Recipientes de plástico
- Papel aluminio
- Otros

2.4 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.4.1 Animales

Se trabajó con 30 cuyes, que alcanzaron ya el peso comercial (850 – 900 g), los cuales fueron criados desde el destete con alimento concentrado y cumpliendo con las normas de crianza.

2.4.2 Alimentación

El alimento balanceado que se usó en la primera etapa del presente trabajo se formuló usando el software Mixit-2 plus para monogástricos según el fabricante proveedor, los insumos a usar fueron los que se muestran en la Tabla N°7 y su valor nutricional en la Tabla N°8.

Tabla N°7. Insumos empleados en la dieta balanceada

Insumo	Porcentaje (%)
Afrecho de cebada	35
Maíz	34
Soya integral	4.97
Torta de soya	20
Melaza	3
Carbonato de calcio	1.4
Sal	0.31
Premezcla	1.363
APC (Zinc Bacitracina)	0.037
Probiótico	0.0
TOTAL	100.0

Fuente: *según el fabricante*

Tabla N°8. Composición nutricional de la dieta balanceada

NUTRIENTES	Cantidad
E.M. Mcal/Kg	2.80
Proteína cruda, %	18.00
Fibra cruda, %	8.00
Lisina, %	0.84
Met + Cis	0.60
Calcio, %	0.80
Fósforo disponible, %	0.80
Sodio, %	0.20
Arginina, %	1.20
Treonina, %	0.60
Triptófano, %	0.18
Ac. Ascórbico, mg/100g	20.00

Fuente: según el fabricante

El alimento balanceado se ofreció *ad libitum*, previniendo que en todo el proceso no falte alimento en los comederos.

El forraje fue alfalfa verde en un 10% del peso vivo diario, procedente de un distribuidor del distrito de SJL. Se ofreció en dos partes una mitad en la mañana y la otra en la tarde. Las características nutricionales se observan en la Tabla N°9.

Tabla N°9. Características nutricionales de la alfalfa

COMPONENTE	Alfalfa	
	Base Húmeda	Base Seca
%		
Humedad	86.77	13.23
Proteína Total	3.55	26.82
Extracto etéreo	0.23	1.75
Fibra cruda	3.16	23.9
Ceniza	1.07	8.10
Extracto No Nitrogenado	5.22	39.42

Fuente: Huamaní et al., 2016

El agua de bebida se ofreció a diario y siendo limpia y fresca, para ello se lavaron los bebederos a diario.

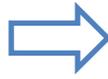
2.4.3 Beneficio de cuy

Para realizar el beneficio de cuyes se procedió de la siguiente manera:

- Los animales que alcanzaron el peso comercial (850-900g) fueron seleccionados y sometidos a previo ayuno por 12 horas.
- Completado el tiempo de ayuno, se trasladó al ambiente de beneficio, previamente acondicionado y desinfectado. Se les realizó el desnucado (Diagrama N°1).
- Posteriormente se afeitó el área de cuello, para evitar la contaminación de la sangre al momento del sangrado (Diagrama N° 1).
- Luego se realizó el corte transversal en el cuello a la altura de la vena yugular externa.
- Se efectuó un sagrado de 1 a 3 min aproximadamente, para evitar la alteración y coagulación de la sangre recolectada en tubos vacutainer con anticoagulante.
- Previamente se calentó agua a una temperatura promedio de 80°C.
- Se colocó el cuy beneficiado en el agua caliente por 30 segundos, inmediatamente se realizó el pelado a fin de evitar la dificultad al enfriarse el cuy.
- Se lavó superficialmente con agua corriente el cuerpo del cuy para desprender suciedad y pelos restantes.
- Se efectuó un corte longitudinal medio para realizar el eviscerado y limpieza de la carcasa.
- Se enjuagó la carcasa para eliminar los restos de sangre y residuos.
- Se pesó la carcasa y se envasó en bolsas ziploc, para ser almacenadas en el congelador.



(a)



(b)



(d)



(c)

Diagrama N°1. Beneficio de cuyes:(a) Desnudamiento, (b) limpieza del área afeitar (c) afeitado y limpieza del pelo (d) área afeitada.

2.4.4 Recolección de la sangre

Se realizó evitando todo tipo contaminación, se recolectó en tubos vacutainer con EDTA 1% para luego homogenizar suavemente. El almacenamiento posterior se efectuó en recipientes herméticos claramente identificados.

2.4.5 Centrifugación

La centrifugación se realizó inmediatamente posterior a la recolección de sangre, colocando estos en tubos en la centrifuga a 1200 RPM durante 7 min (Diagrama N°2).

2.4.6 Extracción de plasma

Se llevó a cabo con el más mínimo cuidado para obtener un plasma óptimo, libre de proceso de lisis por parte de las células rojas sanguíneas.

2.4.7 Elaboración de la fracción celular en polvo

Se efectuó un secado en estufa a 60 °C por 5 horas. Con humedad final en el rango de 5% al 10%.

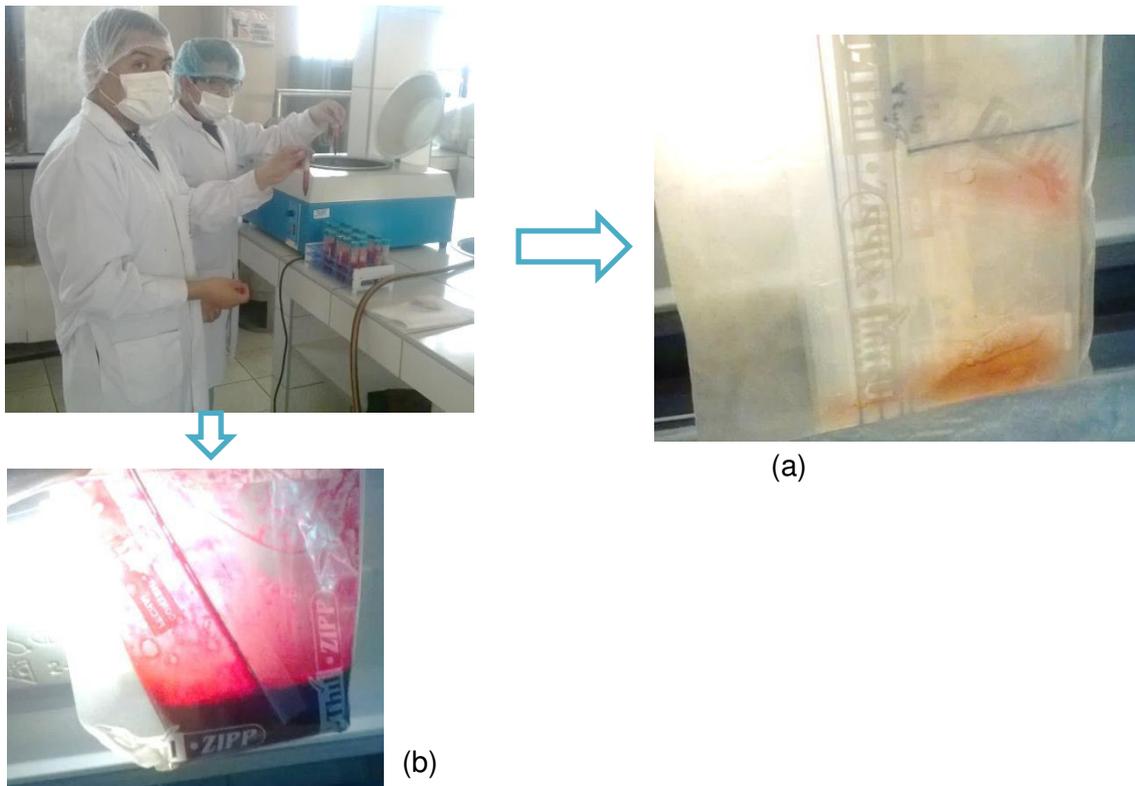


Diagrama N°2. Proceso de centrifugación de la sangre de cuy: (a) Plasma y (b) Fracción celular.

2.4.8 Elaboración de galletas

Con los ingredientes listos y la cantidad de agua adecuada se realizó la mezcla de los mismos, realizando cada formulación con plasma líquido y hemoglobina en polvo según cada tratamiento, y siguiendo el procedimiento de la Figura N°2.

a) Recepción

Se recibió cada ingrediente verificando que cumpla con los requisitos de calidad.

b) Pesado de insumos

Se pesaron los ingredientes secos en bolsas de polietileno: azúcar, harinas (trigo y fracción celular sanguínea), polvo para hornear y canela en polvo. Los ingredientes pesados directos al recipiente de batido son: margarina, plasma, saborizante y agua con sal.

c) Primer batido

Se batieron la margarina, esencia junto con el plasma líquido, durante 35 segundos.

d) Segundo batido

Se añadió el agua con la sal y se batió durante 15 segundos. Se agregó el polvo de la fracción celular sanguínea a 6% de humedad, harina, canela en polvo y polvo para hornear. Se mezcló y amasó durante 2 minutos. Se va regulando la consistencia de la masa con agua (si se observa sequedad) hasta lograr una masa no pegajosa a las paredes del recipiente.

e) Moldeado

Pedazos de masa de diámetro con 40 mm y altura de 8-10 mm se colocaron en bandejas previamente engrasada y espolvoreada con harina de trigo.

f) Horneado

Se llevó la bandeja al horno, previamente calentado a 180 °C, y se horneó durante 15 min. El tiempo se contó desde que la masa ingresó al horno

g) Enfriamiento

Se retiró la bandeja del horno y se traspasaron las galletas de la bandeja a una mica plastificada gruesa, donde se dejaron reposar de forma invertida durante 30 min a temperatura ambiente 20°C - 21°C.

h) Envasado

Se envasaron las galletas en recipientes de vidrio con cierre rosca.

i) Almacenamiento

Se almacenó a temperatura ambiente 20°C - 21°C.

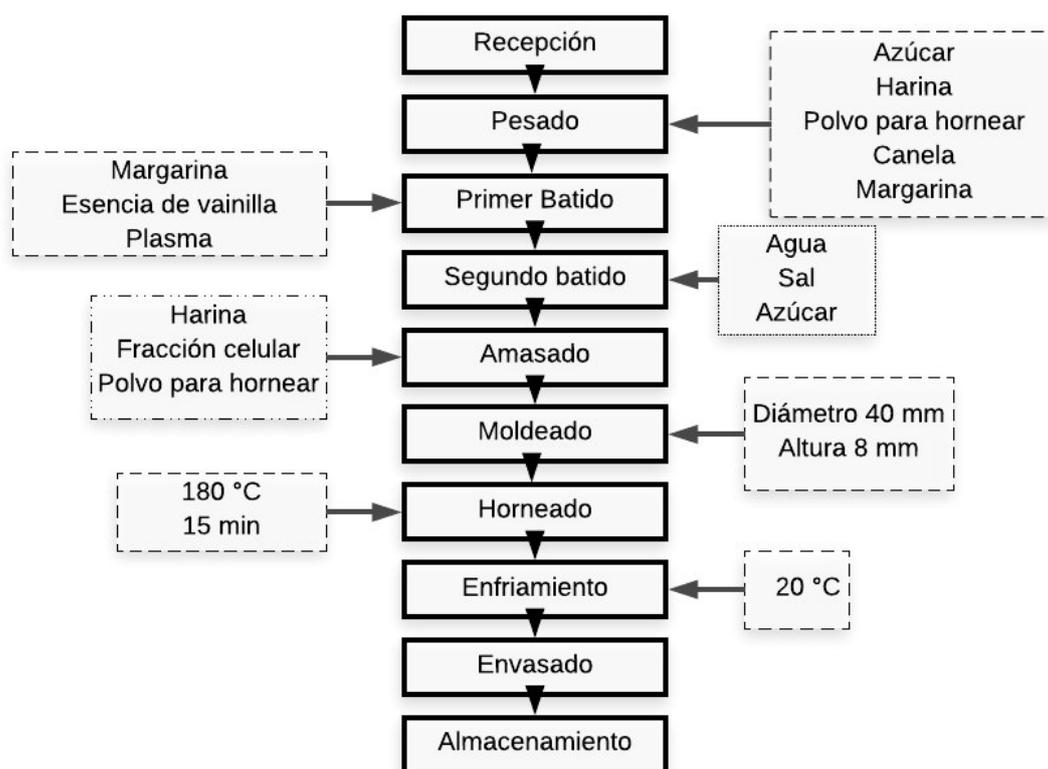


Figura N°2. Procedimiento de la elaboración de galletas

2.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

En la formulación de un producto es importante considerar la parte económica para tener una idea de los costos que se genera por la producción del nuevo producto. En este caso se estimó el costo después de determinar la formulación más adecuada tanto nutricionalmente como de aceptación por los panelistas en la evaluación sensorial.

Se consideró los costos de producción directos e indirectos para finalmente obtener el costo de producción unitaria por galleta.

2.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS

2.6.1 Análisis Físicoquímico y proximal del plasma y fracción celular de la sangre de cuy

2.6.1.1 Humedad

La muestra de plasma fue pesada 0.5 -1.3 g en forma líquida. Mientras que la muestra de fracción celular fue secada previamente por 5h a 60°C, luego se pesó 3 g y ambas muestras fueron introducidas a la estufa a 60°C durante 48 horas. Previamente se anotó el peso de las placas que contenía a cada muestra. Transcurrido el tiempo se retiraron las placas de la estufa y se colocaron en el desecador. A temperatura ambiente se registró el peso final de las placas con las muestras. El análisis fue por triplicado. El cálculo de la humedad fue de la siguiente manera:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{100 \times \text{pérdida de peso}}{\text{peso de la muestra}}$$

2.6.1.2 Grasas

Se colocó un papel watman en la balanza de precisión y se taró, agregando 1 a 2 g de muestra previamente secada y se anotó el peso. Se envolvió las muestras en el papel, evitando que se pierda parte del contenido, y se colocó dentro de un portadetal de vidrio. Se tomó un vaso de extracción, se llevó a la estufa y anotó su peso. Luego se añadió entre 30 a 40 mL de éter para colocarlo luego debajo del condensador, cerrando herméticamente, verificando que la muestra quede sumergida en el éter. Se dejó por 48 horas y posteriormente se retiró la muestra y destiló el éter que se encuentra en el vaso de extracción. Para terminar la evaporación, el éter restante en el vaso se llevó a estufa por 30 minutos y luego se procedió a pesar y anotar el peso.

Grasa (g) = (peso del vaso Extractor con grasa)-(peso inicial del vaso)

$$\text{Extracto Etéreo \%} = \frac{\text{Grasa (g)} \times 100}{\text{Peso inicial de la muestra}}$$

2.6.1.3 Proteínas

Digestión: se pesó 0.3-0.4 g de muestra libre de humedad tanto de plasma como de fracción celular, y se colocó dentro del tubo de digestión. En cada tubo se adicionó media pastilla catalizadora y 6 mL de ácido sulfúrico concentrado. Se pasó al digestor (Foto N°1) aumentando la temperatura en forma lenta. Las muestras se digirieron hasta que obtuvieron un aspecto traslúcido.

Destilación: Antes de colocar el tubo con el digesto en el Sistema de Destilación Automático (SDA) se disolvió la muestra digerida en 25 mL de agua destilada. Luego se colocó en el extremo del condensador del SDA (Foto N°2) el matraz Erlenmeyer conteniendo 25 mL de ácido bórico al 3%, al mismo tiempo se colocó el tubo digestor en el SDA conteniendo la muestra digerida. Se adicionó 25 mL de hidróxido de sodio al tubo con el digesto y se destiló durante 2.5 minutos cada muestra. El amoniaco se recibió en la solución de ácido bórico.

Titulación: se la añadió 3 gotas del indicador Tashsiro, al matraz Erlenmeyer que contenía el destilado bajo la forma de borato de amonio y se tituló con ácido sulfúrico 0.1N. La titulación se realizó añadiendo gotas de ácido sulfúrico 0.1N y agitando el matraz hasta que este vire de verde a violeta. Se anotó el gasto de ácido sulfúrico.

Se determinó el porcentaje de proteína de las muestras de plasma y fracción celular mediante la siguiente fórmula:

$$\%Proteína = \frac{Gasto\ de\ ácido\ sulfúrico\ (mL)\ x\ 14\ x\ 0.1\ x\ 6.25}{Peso\ inicial\ de\ la\ muestra\ x\ 10}$$



Foto N°1. Digestión de la muestras para determinación de proteínas.



Foto N°2. Sistema de Destilación Automática

2.6.1.4 Cenizas

Se pesó el crisol previamente marcado, luego se añadió 2 g aproximadamente la muestra (plasma o fracción celular libres de humedad) y se anotó el peso en ambos casos. Luego se llevó los crisoles con las muestras a la mufla entre 500-700°C durante 3 horas. Transcurrido el tiempo se apagó la mufla y se esperó que la temperatura baje, para pasarlo al desecador hasta que enfríe. Finalmente se pesó el crisol con el contenido de cenizas.

Los resultados obtenidos se obtuvieron con la siguiente fórmula:

$$\text{Cenizas} = \text{peso inicial de la muestra} - (\text{crisol con muestra} - \text{crisol con cenizas})$$

$$\text{Cenizas \%} = \frac{\text{Cenizas (g)} \times 100}{\text{Muestra inicial}}$$

2.6.2 Análisis Fisicoquímico y proximal de las galletas

En la determinación de humedad, grasa, proteínas y cenizas de cada una de las formulaciones de las galletas, se llevó a cabo según metodología antes mencionada para las muestras de plasma y fracción celular.

2.6.2.1 Fibra cruda

Se pesó 2 g de muestra de galletas, libre de humedad, y se colocó en un vaso con 200 mL de ácido sulfúrico. Se calentó durante 30 minutos desde el inicio de ebullición. Luego se filtra a través de un filtro de tela, se lavó la fibra con agua destilada caliente. Se transfirió la fibra a un vaso con 200 mL de soda al 1.25% y calentó 30 minutos desde la ebullición. Después se volvió a filtrar y lavar con agua destilada caliente, posteriormente se llevó la muestra digerida a un crucible que contiene asbesto y se secó en un horno.

Se pesó el crucible desecado y finalmente se le colocó en la mufla, por 3 horas a 700 °C. Finalizado esto se dejó enfriar en un desecador y se pesó.

$$\text{Fibra cruda (g)} = (\text{crucible con muestra desecada}) - (\text{crucible con cenizas})$$

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{\text{Fibra cruda (g)} \times 100}{\text{Muestra Inicial (g)}}$$

2.6.2.2 Energía total (kcal/100g)

Para calcular la energía total por cada 100g de galletas, se multiplica la cantidad de carbohidratos, grasa y proteína (g/100g) por 4, 4 y 9kcal/g, respectivamente.

Luego se suman las cantidades, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \% \text{ Energía Total} &= 4 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) \times \text{carbohidratos} \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \right) + 4 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) \times \text{Proteínas} \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \right) \\ &+ 9 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) \times \text{Grasa} \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \right) \end{aligned}$$

2.6.3 Análisis Sensorial

2.6.3.1 Determinación de los parámetros de variación de color CIE-Lab

Las formulaciones de galleta se sometieron a una evaluación de variación de los parámetros del sistema de color CIE-Lab, El parámetro *L* proporciona un valor de la Luminancia o brillo de la muestra. El parámetro *a* indica la zona de variación entre el rojo y el verde del espectro. El parámetro *b* se refiere a la zona de variación entre el amarillo y el azul del espectro (Vignoni et al., 2006).

Se tomaron fotos de tres muestras de galletas por cada tratamiento, procediendo luego a obtener valores de los canales de color RGB (Rojo, Verde, Azul) en el software ImageJ versión 2016. Finalmente se procesó estos valores en el convertidor Calculator Easy RGB (<http://www.easyrgb.com>).

2.6.3.2 Evaluación sensorial

Se realizó en con la participación de 12 personas (no entrenadas) con la característica común de ser habituales consumidores de galletas dulces (Foto N°4). La evaluación organoléptica de cada una de las formulaciones de las galletas fortificadas se llevó a cabo por el método de escala hedónica para los atributos de color, sabor, textura y aceptabilidad. A cada uno de los participantes se le presentó las 4 galletas identificadas según tratamientos con letras (R, V, I y C) se les pidió que calificaran los atributos de color, sabor, textura y apreciación general con la siguiente escala:

1. Muy desagradable o muy malo
2. Desagradable o malo
3. Indiferente o regular
4. Agradable o bueno
5. Muy agradable o muy bueno



Foto N°3. Degustación de las formulaciones de galletas

Fuente: *Elaborado por el autor*

2.7 TRATAMIENTOS DE LAS FORMULACIONES DE GALLETA

T0 : Galletas con 0% de plasma líquido y 0% fracción celular en polvo

T1: Galletas con 1 % de plasma líquido y 0,2 % fracción celular en polvo

T2 : Galletas con 2% de plasma líquido y 0,5 % fracción celular en polvo

T3: Galletas con 4 % de plasma líquido y 1 % fracción celular en polvo

A continuación (Tabla N°10) se detalla las cantidades en gramos de los insumos empleados en cada una de las formulaciones de galleta, resaltando que en todas varió solo la composición de plasma y fracción celular de la sangre de cuy.

Tabla N°10. Cantidad en gramos de insumos a utilizar en la formulación de galletas.

	T0	T1	T2	T3
Harina	500	500	500	500
Margarina	400	400	400	400
Canela en polvo	1	1	1	1
Polvo para hornear	2	2	2	2
Azúcar	75	75	75	75
Fracción celular en polvo	0	1	2.5	5
Plasma	0	5	10	20

Fuente: *Elaborado por el autor*

2.8 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los datos fueron analizados haciendo uso del programa estadístico INFO STAT versión 2008, así mismo para la prueba de degustación se empleó la prueba de diferencia escalar, ANOVA y prueba de Tukey.

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL PLASMA Y FRACCIÓN CELULAR DE LA SANGRE DE CUY

La sangre de cuy recolectado tuvo un rendimiento de 2.94% por peso vivo del animal, representando en los 30 cuyes una cantidad total de 746.7g de sangre recolectada.

El análisis físicoquímico de la fracción de plasma de la sangre de cuy se muestra en la Tabla N°11, se aprecia que la fracción de plasma presenta un alto contenido de humedad con 90.80%, proteína 7.40%, cenizas 1.23%, extracto etéreo 0.07% y extracto no nitrogenado 0.50%.

Tabla N° 11. Composición proximal de plasma sanguíneo de cuy (%)

Componente	Porcentaje
Humedad	90.80
Proteína	7.40
Cenizas	1.23
Extracto etéreo	0.07
Extracto no nitrogenado	0.50

En la Tabla N°12 se muestra la composición proximal de la fracción celular que presenta una humedad de 83.60%, proteínas 14.81%, cenizas 0.63%, extracto etéreo 0.06% y extracto no nitrogenado de 0.90% en base húmeda; en la presente investigación se llevó un proceso de secado de la fracción celular permitiendo la concentración de la proteína a 85.04% y presentando una humedad final de 5.93%.

Tabla N° 12. Composición proximal de la fracción celular de cuy (%)

Componente	Porcentaje Líquido	Porcentaje en polvo
Humedad	83.60	5.93
Proteína	14.81	85.04
Cenizas	0.63	3.61
Extracto etéreo	0.06	0.34
Extracto no nitrogenado	0.90	5.08

En la determinación de las características físicas de la sangre de bovino en polvo Kikafunda, J.K. Sserumaga, P. (2005) presentan valores promedios de materia seca y contenido de humedad de la sangre en polvo de $93.15 \pm 2.53\%$ y $6.85 \pm 1.51\%$, respectivamente. Dentro de la composición química de la sangre en polvo encontraron que el contenido de ceniza y proteína cruda de la sangre fue $4.13 \pm 0.66\%$ y $79.18 \pm 1.86\%$, respectivamente. La concentración de hierro fue de 195.46 ± 19.84 mg / 100 g. Los contenidos de calcio, magnesio y fósforo de la sangre en polvo fueron 10.24 ± 4.41 , 16.50 ± 3.65 y 130.00 ± 45.21 , mg / 100 g, respectivamente. En comparación con el presente trabajo los valores son cercanos y referenciales pues se tiene que tener en cuenta la alimentación y especie de animal, y además se trabajó por separado el análisis proximal de las fracciones de la sangre de cuy, lo cual podría explicar el valor superior en cuanto a proteína de la fracción celular.

Se ha demostrado que los factores nutricionales, el nivel de ingesta de alimento y otros factores como la edad, el sexo y los antecedentes genéticos causan diferencias en el contenido de proteínas en los productos de animales (Pond WG *et al.*, 1995 citado por Kikafunda, J.K.).

Lynch *et al.*, (2017) cita a Parés *et al.*, (2011) quién menciona que la sangre tiene un excelente valor nutritivo, no solo por su alto contenido proteico, sino también por la biodisponibilidad de los nutrientes, los valores de proteína de especies como bovino, porcino y ovino están cercanos al 20%, en comparación de la sangre de cuy según nuestro análisis de las fracciones llegan a un promedio de 22.2%, así mismo el contenido de grasa no es superior al 0.1% a diferencia de las sangre de bovino (0.25%), cerdo (0.2%) y ovino (0.28%).

La fracción celular de la sangre de cuy obtenida en el presente trabajo presenta 0.06% de grasa inferior a valores obtenidos por Gorbatov (1988) citado por Lynch (2017) en diferentes especies como bovino (0.34%), porcino (0.06%) y ovino (0.24%) que representan en su mayoría porcentajes de colesterol.

La sangre es deficiente en los aminoácidos esenciales de metionina e isoleucina; pero representa una rica fuente de hierro, que está contenida en la hemoglobina de los glóbulos rojos, y este hierro hemo tiene una alta biodisponibilidad ya que es más fácilmente absorbido que el hierro no orgánico de las plantas o las sales ferrosas comúnmente utilizadas en la fortificación de alimentos. Se ha informado bien que la proteína sanguínea, a pesar de las menores cantidades en metionina e isoleucina, puede usarse como fuente de proteínas de alta calidad tanto para la alimentación animal como para el consumo humano (citados por Lynch *et al.*, 2017).

La industria de alimentos puede usar la proteína de la sangre como aditivo en productos dietéticos y otros. Para lograr la separación y purificación de la proteína de la sangre, es necesario separar la fracción líquida de la sangre, plasma, de la fracción celular. El plasma está básicamente hecho de proteínas (7%), agua (91%) y una variedad de sales y compuestos de bajo peso molecular (1%). Muchas de las proteínas de la sangre pueden ser encontradas en el plasma, excepto la hemoglobina, la mayor proteína de la fracción celular. (Gras ,1983 citado por Del Hoyo *et al.*, 2008). Razón por la cual se buscó aprovechar las proteínas por separado de la sangre de cuy.

Del Hoyo *et al.*, (2008) en su estudio de las propiedades funcionales de las proteínas de plasma de sangre animal concluye que los tres tipos de plasma tenían buenas propiedades emulsionantes en su punto isoeléctrico, ya que sus proteínas adoptan estructuras compactas que impiden el plegamiento y la adsorción en la interfaz. Para todas las muestras, se observó un aumento en la capacidad de espuma a valores de pH extremos, debido a un aumento en la viscosidad.

Así mismo menciona algunas aplicaciones de los diferentes tipos de plasma en diferentes alimentos acorde a sus propiedades funcionales un plasma estándar puede ser usado en productos lácteos, bebidas y panes por su solubilidad y capacidad de formar espuma; un plasma descationizado en helados y pan por su capacidad de formar espuma; y un plasma desionizado en pasteles, productos cárnicos y lácteos por su solubilidad y capacidad emulsificante. Por lo tanto el plasma de la sangre de cuy presenta proteínas de alto valor proteico y con propiedades funcionales aprovechables en la industria de panadería.

3.2 COMPOSICIÓN FISCOQUÍMICA DE LAS FORMULACIONES DE GALLETA

En la Tabla N°13 se encuentra los valores de análisis físico de cada una de las formulaciones de galletas. Las galletas de las formulaciones T1 y T3 presentaron el mayor contenido de humedad con 6.26% y 4.55% respectivamente. Mientras que las galletas T0 y T2 presentaron humedades bajas con 1.77% y 1.87%.

En materia seca la galleta T0 presento mayor porcentaje con 98.23% seguido por T2 con 98.13%; mientras que las formulaciones T1 y T3 presentaron 93.74% y 95.45% respectivamente.

En el análisis estadístico con 95% de confiabilidad y 5% de error, no se encontró diferencia significativa en humedad y en materia seca.

Tabla N° 13. Análisis físico de las formulaciones de galleta (%)

Formulaciones	Humedad	Materia seca
Control (T0)	1.77 ^a	98.23 ^a
1% plasma-0.2% Fracción celular (T1)	6.26 ^a	93.74 ^a
2% plasma-0.5% Fracción celular (T2)	1.87 ^a	98.13 ^a
4% plasma- 1% Fracción celular (T3)	4.55 ^a	95.45 ^a

Letras iguales en columnas indican que no existe diferencia estadística ($p>0.05$).

En cuanto a los valores de la composición química de cada una de las formulaciones de las galletas se muestran en la Tabla N° 14 donde la galleta T3 (4% plasma- 1% Fracción celular) obtuvo alto valor proteico con 11.61%, seguido por T2 (2% plasma-0.5% Fracción celular) con 10.26%, T1 (1% plasma-0.2% Fracción celular) con 9.70% y T0 (0% plasma-0% Fracción celular) con 8.90%.

En extracto etéreo se presentó algunas variaciones siendo el mayor de 36.97% de la formulación T0, seguido de T2 con 33.86%, luego la formulación T3 con 31.72% y finalmente T1 con 31%.

En el contenido de fibra cruda el mayor porcentaje se encontró en la formulación T1 con 1.79%, seguido de T0 con 1.24%, luego T3 con 1.08% y finalmente T2 con 0.40%. En cenizas la formulación T1 presentó mayor porcentaje con 0.55%, a continuación de T3 con 0.50%, después T2 con 0.49% y finalmente T0 con 0.47%.

En extracto no nitrogenado, el mayor porcentaje se encontró en T2 con 53.12%, seguido de T1 con 50.70%, luego T0 con 50.65% y T3 con 50.54%. En cuanto a energía total se presentó los valores de 570.93 kcal/100g en T0, 520.6 kcal/100g para T1, 558.26 kcal/100g en T2 y 534.08 kcal/100g para T3.

Tabla N°14. Composición química de las formulaciones de galleta (%)

Componente	T0	T1	T2	T3
Proteína	8.90	9.70	10.26	11.61
Extracto etéreo	36.97	31.00	33.86	31.72
Fibra cruda	1.24	1.79	0.40	1.08
Cenizas	0.47	0.55	0.49	0.50
Extracto no nitrogenado	50.65	50.7	53.12	50.54
Energía total (kcal/100g)	570.93	520.6	558.26	534.08

Los resultados en cuanto al contenido de proteínas han sido cercanos en comparación con Lucas (2005) quien evaluó la calidad nutricional de dos de galletas fortificadas con sangre bovina al 8% y 5% de fortificación y un grupo control, teniendo como resultado un incremento notable en el contenido proteico (13.07g/ 100g, 10.99 g/ 100g y 8.72 g/ 100g) y de hierro (24.04mg/100g, 20.96mg/100g y 8.32mg/100g) respectivamente, así mismo el nivel más adecuado de fortificación fue 5%, presentando mayor aceptabilidad y mayor calificación de sabor y apariencia.

En las formulaciones de las galletas que se realizaron en este trabajo tenemos valores de nutrientes cercanos a los presentados por Chang y Panduro (2017) que formularon galletas fortificadas con sangre bovina en polvo con concentraciones de 0%, 3%, 7% y 10%, con relación al peso de la harina de trigo. En su análisis proximal de las galletas obtuvieron valores por debajo de 5.2% y 2.5% de humedad y cenizas, respectivamente. El contenido de proteína aumenta a mayor fortificación, alcanzando valores desde 9.2% hasta 11.6%.

En cuanto al rango de grasa alcanzado hubo una variación de 17.2% hasta 21.5%; mientras que el contenido de carbohidratos varió de 64% a 66% y el rango de calorías alcanzado en todos sus tratamientos de las galletas varió desde 457 Kcal hasta 488 Kcal por 100 g de galleta; siendo inferior al rango de calorías que se obtuvo en el presente trabajo (valores de 520.6 kcal hasta 570.93 kcal por cada 100g de galleta), entendiéndose estos valores por el alto contenido de grasa.

El contenido proteico es muy similar al presente trabajo (8.9% hasta 11.61%), en cuanto al contenido de cenizas se tiene valores inferiores (0,47 % a 0,55%) esto debido a que la cantidad de plasma y fracción celular de la sangre de cuy adicionado fue menor en comparación con la cantidad de la sangre bovina en polvo utilizada por Chang y Panduro (2017).

Las proteínas, entre otras funciones, participan en los procesos biológicos, constituyen estructuras fundamentales en los seres vivos y son formadoras del tejido muscular, en este sentido las proteínas deben aportar en la dieta entre el 9% y 14%, siendo deseable que un tercio sean de origen animal (Anderson *et al.*, 1987 citado por Isaza *et al.*, 2010). El producto cárnico posee entre 13% y 15% de proteínas, por lo que 100 g proporcionaría entre el 13,32% y el 21,32% de los requerimientos proteicos diarios para menores de edad (Benítez *et al.*, 2002 citado por Isaza *et al.*, 2010).

Benítez *et al.*, (2008) en su formulación de la galleta a base de harina de yuca y plasma de bovino determinó un contenido de 5.22% de proteínas, 6.26% de grasa y 3.25% de fibra cruda. En comparación a nuestro resultado tenemos un valor superior de proteína y bajo en fibra cruda; esto debido principalmente a la harina de yuca que presenta un bajo contenido de proteína (2%) y alto de fibra cruda (1.20%) que fue usado como insumo por el autor dejando de lado la harina de trigo que presenta un mayor contenido proteico. En cuanto a su evaluación sensorial el color fue el parámetro más aceptado (91.4%), seguido por sabor (85.9%) y textura (76%).

Barboza *et al.*, (2005) evaluaron el efecto de la adición de plasma bovino sobre la composición química y la calidad proteica del producto formulada con maíz tierno. Sus resultados mostraron que el producto seleccionado con agregado del 40% de plasma bovino aportó 6.47% de proteínas, en comparación con el presente estudio en la formulación con 4% de plasma y 1% de la fracción celular (T3) se ha obtenido 11.61% de proteína presentando un incremento de 2.71% con respecto al control.

En cuanto al contenido de humedad tenemos valores de 6.26% como el más alto (T1) y 1.77% entre el más bajo (T0), los valores más altos fueron las formulaciones de T1 y T3, estas variaciones en el porcentaje de humedad puede ser debido a las propiedades emulsificantes de las proteína plasmática, permitiendo una mayor pérdida de humedad durante el horneado. Ofori y Hsieh, (2012) menciona que las proteínas de huevo desempeñan un papel importante en la definición de características finales del producto como el volumen y la textura del pastel debido a las propiedades únicas de formación de espuma y emulsión, y se ha encontrado que las proteínas sanguíneas sirven como útiles reemplazadores de huevos.

El contenido de grasa de cada una de las formulaciones fue cercano entre las mismas, no habiendo una diferencia estadísticamente significativa. Este componente tiene gran influencia en la textura de las galletas. Isaza *et al.*, (2010) realizó la elaboración de un embutido tipo salchichón de pollo con contenido de plasma sanguíneo de bovino, llevando a cabo cinco formulaciones con plasma bovino hidratado reemplazando el 10% y 20% de la proteína de pollo, plasma bovino comercial reemplazando el 10% y 20% de la proteína y el control. En el análisis bromatológico para el salchichón tipo Frankfurt los valores de proteínas y grasa están en el rango de 13.1% a 15.1% y 2.4% a 3.5% respectivamente, el mayor valor de proteína fue para el salchichón elaborado con plasma bovino hidratado 10%.

Marín (2012), formuló 6 tipos de panes enriquecidos con proteínas y minerales (calcio, fósforo, hierro) a base de harinas de sangre de pollo y de muña. Las formulaciones no tuvieron efecto significativo sobre la cantidad de minerales del pan enriquecido, sin embargo específicamente las cantidades de hierro variaron de 2.71 a 3.74 mg. Resaltando el aporte en minerales de la sangre, en nuestro caso se presentó un incremento en contenido de cenizas variando entre 0.47% a 0.55%, lo cual se debería al incremento de mineral dentro de ellos el hierro.

Solíz (2014), elaboró cuatro formulaciones de mini cupcakes enriquecidos con hierro a base de sangre bovina deshidratada por el método de liofilización y secado de bandejas. Las formulaciones fueron al 5%, 10%, 15% y 0% (control), cada formulación fue sometida a un análisis fisicoquímico, donde se cuantificó la cantidad de hierro presente, la formulación al 15% obtuvo 41.5mg/Kg, siendo la de mayor contenido de este mineral.

Lázaro (2017) formuló galletas nutricionales con 3 niveles de fortificación con harina de sangre bovina: 20%, 25% y 30% de reemplazo del total de harina de trigo, las cuales se sometieron a evaluación de aceptabilidad siendo la de mejor aceptación 30%. El análisis proximal a la galleta enriquecida con harina de sangre bovina al 30% presento la siguiente caracterización: humedad 6.91%, cenizas 1.31%, grasa 16.49%, proteínas 14.45%, fibra 2.22%, carbohidratos 58.62% y energía 445.13 kcal todo ello en 100 gramos de muestra; con respecto al trabajo realizado con el plasma y fracción celular de sangre de cuy se tiene resultados inferiores en proteína y fibra cruda debido a que los porcentajes de la fortificación fueron bajos no superior al 4% en plasma y 1% en fracción celular.

3.3 ANÁLISIS SENSORIAL

En la evaluación realizada por los 12 panelistas mediante la escala hedónica (1 a 5) se encontró que T0 (control) obtiene valores de medias superiores a un puntaje de 4 para todas las características organolépticas (color, sabor y textura); seguido de T2 (2% de plasma líquido y 0,5 % fracción celular en polvo) con valores de 3.58 (color), 3.75 (sabor), 3.67 (textura) y 3.42 (apreciación general). En cuanto a T3 y T1 presentan valores muy cercanos o iguales según la apreciación de los panelistas (Tabla N°15).

Tabla N° 15. Valores de las medias de color, sabor, textura y apreciación general obtenidas mediante Escala Hedónica.

Tratamiento	Medias			
	Color	Sabor	Textura	Apreciación General
T0	4.33	4.25	4.08	4.33
T1	3.42	3.25	3.50	3.25
T2	3.58	3.75	3.67	3.42
T3	3.08	3.25	3.58	3.25

3.3.1 Color

Uno de los parámetros a tener en cuenta en la evaluación organoléptica representa el color de las galletas; que como se ha mencionado por referencia bibliográfica se ve influenciado por adición de la sangre, en el presente trabajo se ha buscado reducir este efecto mediante una sustitución de la fracción celular por un porcentaje de plasma sin reducir el valor nutricional. En el Gráfico N°1 se muestra la comparaciones de las formulaciones según la prueba de Tukey encontrando una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre las formulaciones T0 y T3, mientras que entre T1 y T2 no presentan diferencia significativa, es decir, permite identificar que la formulación T0 (control) sí presenta diferencia significativa con respecto a las galletas fortificadas (T1, T2 y T3); en cuanto a cada una de estas galletas T3 es estadísticamente diferente a T1 y T2, quienes no presentan una variación significativa.

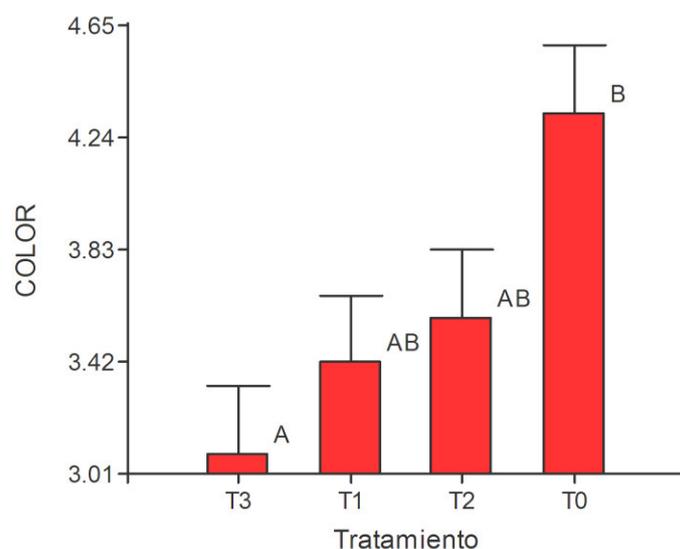


Gráfico N°1. Comparación del color según prueba de Tukey

En la Tabla N°15 se obtuvieron los canales de color RGB (Rojo, Verde y Azul) para obtener los valores de los parámetros de variación de color L-ab en el sistema CIE-Lab, en cuanto al parámetro L las formulaciones de galletas T0, T2 y T3 presentan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), mientras que en T0 y T1 no son significativamente diferentes, entonces como el parámetro L proporciona un valor de la Luminancia o brillo de la muestra, se puede inferir que la muestra control (T0) tiene una mayor luminosidad.

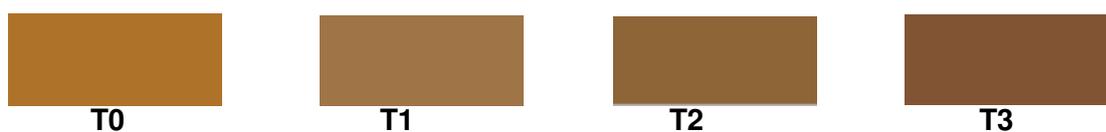
En el parámetro a se presentó diferencias significativas entre las formulaciones T0, T2 y T3; siendo T2 y T1 no significativamente diferentes, este parámetro a indica la zona de variación entre el rojo y el verde en el espectro, finalmente en el parámetro b que se refiere a la zona de variación entre el amarillo y el azul del espectro presenta diferencias significativas en las formulaciones T0, T2 y T3 mientras que no hubo diferencias significativas entre T2 y T1. Entonces los parámetros a y b nos dan referencia que el color está variando entre rojo y amarillo respectivamente, resultando los colores que se observa en la Figura N°3.

En el uso de productos sanguíneos que contienen hemoglobina, como la sangre entera, los glóbulos rojos o la hemoglobina como ingredientes alimentarios, no ha sido tan popular como los productos derivados del plasma. Esto es principalmente como resultado del componente hemo de la hemoglobina, la proteína principal en los glóbulos rojos (y sangre completa), que imparte un color oscuro indeseable, olor y sabor metálico al producto final (Duarte *et al.*, 1999; XQ Liu, Yonekura, Tsutsumi y Sano, 1996, Citados por Ofori y Hsieh, 2011). Entonces la fracción celular representó uno de las principales causas para las variaciones de color en las formulaciones de galleta.

Tabla N°16. Evaluación de los parámetros de variación de color CIE-L*ab

Muestra	Canales de color RGB			CIE-L*ab		
	R	G	B	L	a	b
T0 1	167.964	114.38	38.911	52.497 ^c	14.366 ^b	47.956 ^c
T0 2	170.822	103.309	39.509	50.159 ^c	21.889 ^b	45.512 ^c
T0 3	184.255	124.668	44.24	57.067 ^c	16.082 ^b	50.824 ^c
T2 1	138.385	99.035	54.348	45.133 ^b	10.749 ^a	31.33 ^b
T2 2	139.806	100.341	54.306	45.646 ^b	10.627 ^a	32.003 ^b
T2 3	144.18	103.684	53.304	47.032 ^b	10.588 ^a	34.297 ^b
T3 1	133.108	89.293	54.261	41.936 ^a	14.078 ^{ab}	27.369 ^a
T3 2	125.886	80.743	49.941	38.733 ^a	15.512 ^{ab}	25.728 ^a
T3 3	128.458	85.419	52.813	40.319 ^a	14.144 ^{ab}	26.084 ^a
T1 1	159.291	117.89	71.424	52.723 ^c	10.652 ^a	31.73 ^b
T1 2	159.053	114.232	67.993	51.704 ^c	12.335 ^a	32.349 ^b
T2 3	159.16	118.784	72.48	52.955 ^c	10.181 ^a	31.436 ^b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

**Figura N°3** Variación de los parámetros de color CIE-Lab en las formulaciones de galleta

4.3.2 Textura

En la evaluación sensorial que se realizó con las 12 personas no entrenadas y mediante un análisis de comparación se obtuvo que no presentando diferencia significativa entre las formulaciones (T0, T1, T2 y T3) con respecto a la textura de las galletas (Gráfico N°2).

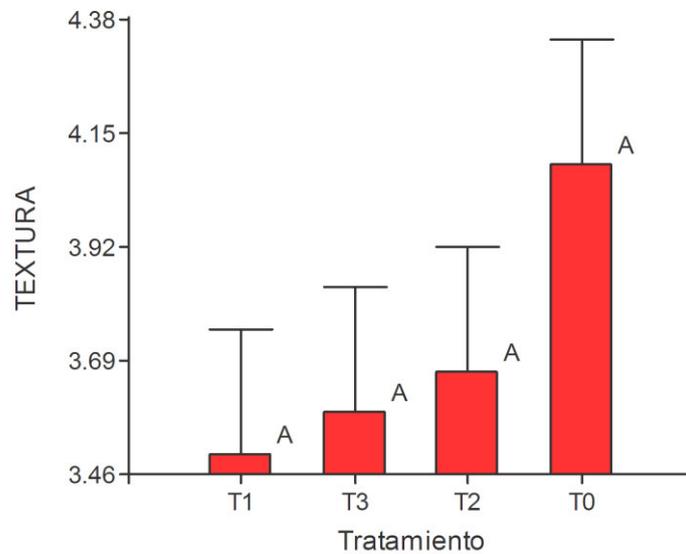


Gráfico N°2. Comparación de la textura entre las formulaciones de galletas según prueba de Tukey

Esto puede deberse a la cantidad de grasa utilizada en cada formulación que presento un elevado porcentaje superior al 30% siendo la formulación base galletas de mantequilla.

La textura en las formulaciones T0 fue suave y blanda, mientras que T1, T2 y T3 presentaron una textura más tersa.

Se ha reportado que el plasma bovino mejora la textura por sus propiedades funcionales, parecidas a las de las proteínas del huevo, ya que la albúmina por ser una proteína hidrofóbica flexible presenta una alta afinidad con las interfaces agua-aire y es que a través de la incorporación de aire cuando, en el proceso de batido, se pueden obtener productos esponjosos (Barboza *et al.*, 2005).

4.3.3 Sabor

En cuanto al sabor de las galletas, el Gráfico N°3 muestra que hubo diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre las formulaciones T3, T0 y T2, siendo el mejor evaluado T2 dentro de las galletas fortificadas. Por otro lado T3 y T1 no presentando diferencia significativa.

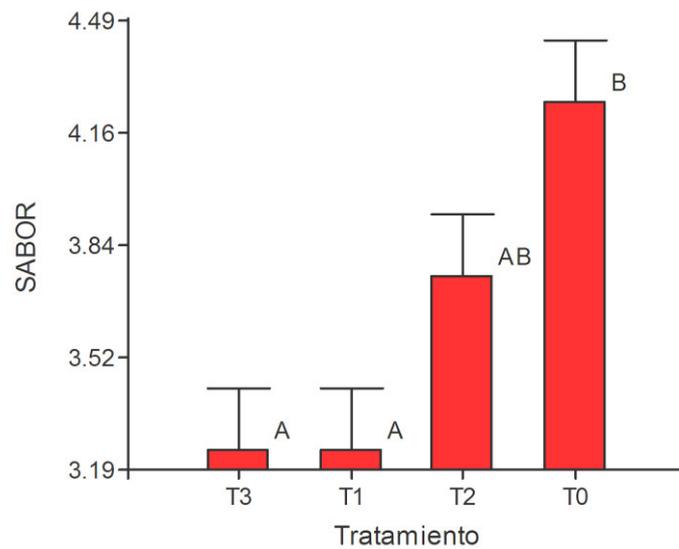


Gráfico N°3. Comparación del sabor entre las formulaciones de galletas según prueba de Tukey

Entonces la adición de la fracción celular en cada formulación llegó a variar el sabor percibido por los panelistas. Chang y Panduro (2017) mencionan que es posible que los ingredientes tales como la mantequilla y la cocoa en polvo tuvieron el papel de disminuir sabores metálico relacionados con la sangre en polvo en su trabajo; mientras que a comparación se usó margarina como la fuente de grasa y la esencia de vainilla para enmascarar el sabor proveniente la fracción celular adicionada.

4.3.4 Apreciación general

En forma general según los 12 panelistas la galleta de formulación T0 presenta una mayor aceptabilidad por tener un puntaje de 4.33 en apreciación general siendo significativamente diferente a las formulaciones de galleta T1, T2 y T3; las cuales entre sí no son estadísticamente diferentes (Tabla N°16).

Tabla N° 17. Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
APRECIACIÓN GENERAL	T0	12	4.33	0.49	4.00	12.28	0.0028
APRECIACIÓN GENERAL	T1	12	3.25	0.62	3.00		
APRECIACIÓN GENERAL	T2	12	3.42	1.00	3.50		
APRECIACIÓN GENERAL	T3	12	3.25	1.06	3.00		

En el Gráfico N°4 se aprecia notoriamente la diferencia en la aceptabilidad y preferencia entre T0 y las demás formulaciones fortificadas (T1, T2 y T3).

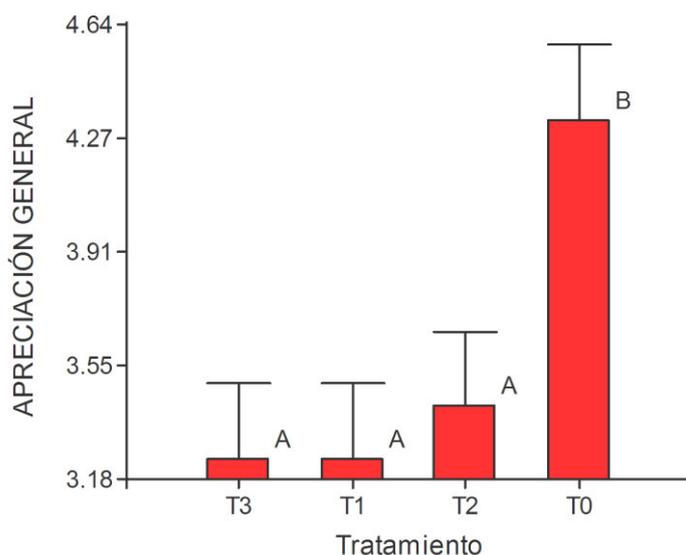


Gráfico N°4. Comparación de la apreciación general entre las formulaciones de galletas según prueba de Tukey

Benítez *et al.*, (2008) presentó 91% , 86% y 79% de aceptabilidad para el color, sabor y textura respectivamente, en la evaluación sensorial de la galleta formulada con harina de yuca y plasma bovino, demostrando que el enriquecimiento con plasma bovino no afectó las características sensoriales de la galleta.

En la prueba de aceptabilidad realizada por Lucas (2005) con jueces de 18 a 25 años de edad, indicó que la galleta control fue más aceptada que las fortificadas, sin embargo dentro de los dos niveles, la de mayor aceptabilidad fue la galleta fortificada al 5%. Similar resultado obtuvo Solíz (2014) quien obtuvo al producto control como el más aceptable, seguido por el fortificado al 10%. En este estudio se obtuvo resultados similares pues la formulación con mayor aceptabilidad ha sido la galleta control (T0), y dentro de las fortificadas la galleta T2 presenta una mayor aceptabilidad.

4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para este análisis de producción se ha tomado como referencia a la mejor formulación de las galletas según el análisis fisicoquímico y sensorial realizado, por lo tanto la formulación T2 es considerado en este análisis.

Se ha tenido como base de producción a 22 unidades de galletas con peso de 46 g cada una antes del horneado, luego se ha determinado que los costos directo de producción (Tabla N°17) es de S/. 5.79 y los costos indirectos (Tabla N°18) a S/. 0.82.

Tabla N°18. Costos directos de producción

Materia prima e Insumos	Cantidad (g)	Porcentaje	Costo (S/.)
Harina	500	50.5%	1.25
Margarina	400	40.4%	3.8
Canela en polvo	1	0.1%	0.05
Polvo para hornear	2	0.2%	0.2
Azúcar	75	7.6%	0.26
Sal	0.5	0.1%	0.1
Fracción celular	2.5	0.3%	0.07
Plasma	10	1.0%	0.07
Total	991	100.0%	5.79

Tabla N°19. Costos indirectos de producción

Servicios	Costo (S/.)
Agua	0.02
Energía	0.5
Gas	0.3
Total	0.82

Entonces con estos costos estimados se tiene que por cada unidad de galleta producida se tiene un costo de S/. 0.31, un costo relativamente alto a comparación del costo de producción que Bueno (2015) determinó para un bollo dulce relleno con sangre de pollo que fue de S/. 0.14.

CONCLUSIONES

- Se utilizó la sangre de cuy mediante su separación en plasma y fracción celular en polvo a diferentes concentraciones en la formulación de galletas, presentando una fortificación mediante el incremento de en el contenido de proteínas de 9.70% hasta 11.6%.
- La formulación más adecuada de galleta fue T2 (con 2% de plasma líquido y 0,5 % fracción celular en polvo) con un contenido adecuado de proteínas (10.26%) y presentando una adecuada aceptabilidad por los panelistas y es estadísticamente significativo en cuanto a color, sabor, textura y apreciación general.
- La fracción celular de la sangre de cuy en la formulación de galletas tuvo más efecto en el color, presentando diferencias significativas ($p < 0.05$) entre cada formulación en los parámetros de color CIE-Lab.
- La sangre de cuy contiene plasma con un contenido de proteínas de 7.40%, mientras que en la fracción celular contiene 14.81% en base húmeda.

RECOMENDACIONES

Se propone las siguientes recomendaciones:

1. Informar a los pequeños y medianos productores de cuyes de la zona rural y urbana de los resultados obtenidos en este trabajo con el objetivo de producir un producto para afrontar la desnutrición y anemia en el Perú.
2. Realizar más trabajos de investigación con la sangre de cuy relacionados a formulación y diseño de nuevos productos para alimentación humana por sus beneficios a la salud infantil.
3. Utilizar cacao en la formulación de la galleta para reemplazar parte de la margarina e incrementar el porcentaje de fracción celular, mejorando aspectos nutricionales.
4. Realizar un estudio en el diseño de un camal de cuyes con un sistema adecuado de recolección de sangre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, L. H., De Benoist, B., Dary, O., & Hurrell, R. (2017). Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes.
- Argote, F.E. Velasco, R. Paz, P.C. (2007). Estudio y tiempos para la obtención de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) empacado al vacío. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol. N°2. Pág. 103-111.
- Barboza, Y. Arévalo, E. Márquez, E. Piñero, M.P. Parra, K. Anderson, H. (2005). Efecto de la incorporación de proteína plasmática sobre la composición química y calidad proteica de un producto formulado con maíz tierno. Revista Científica de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Vol. 15. N°6. Pág. 536-542.
- Bejarano, J.J. Suárez, L.M. (2015). Algunos peligros químicos y nutricionales del consumo de los alimentos de venta en espacios públicos. Revista de la Universidad Industrial de Santander. Revisión de tema Salud. Vol.47 N°3. Pág. 349-360.
- Beltrán, C. Perdomo, W.F. (2007). Aprovechamiento de la sangre de bovino para la obtención de harina de sangre y plasma sanguíneo en el matadero Santa Cruz de Malambo Atlántico. Tesis. Facultad de ingeniería de alimentos. Universidad de la Salle. Bogotá D.C.
- Benítez, B. Archile, A. Rangel, L. Ferrer, K. Barboza, Y. Márquez, E. (2008). Composición proximal, evaluación microbiológica y sensorial de una galleta formulada a base de harina de yuca y plasma de bovino. Interciencia. Vol. 33 N° 1. Pág. 61-65.
- Benítez, R. Ibarz, A. Pagan, J. (2008). Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana. Vol. 42 N°2. Pág. 227-236.
- Bueno, V. (2015). Elaboración, calidad nutritiva de un bollo dulce relleno con sangre de pollo y su aceptabilidad en preescolares. Tesis. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.
- Chang, I.J. Panduro, X.Y. (2017). Sangre bovina en polvo para la fortificación de galletas. Tesis. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos.
- Chauca, L. (1997). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Chauca, L. (2007). Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los países andinos. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 15. Pág. 223-228.
- Del Hoyo, P. Rendueles, M. Díaz, M. (2008). Effect of processing on functional properties of animal blood plasma. Meat Science. Vol. 78. Pág. 522-528.
- Díaz-Vela, J. Pérez-Chabela, M.L. Totosaus, A. (2008). Efecto del pH y de la adición de fosfatos de sodio sobre las propiedades de gelificación y emulsión de surimi de trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*). Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas. Vol. 28 N°3. Pág. 691-695.
- FAO. 2009. Preparación de las estrategias nacionales y los planes de acción sobre los recursos zoogenéticos. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. No. 2. Roma. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0770s/i0770s.pdf>.
- Ferreira, J. C. Kuskoski, E. M. Bordignon Luiz, M. T. Barrera Arellano, D. Fett, R. (2007). Propiedades emulsificantes y espumantes de las proteínas de harina de cacahuate (*Arachis hypogaea* Lineau). Grasas y Aceites. Vol. 58 N°3. Pág. 264-269.
- Fichas Técnicas de Alimentos del Servicio Alimentario del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma. (2014).
- Flores-Manchano, C.I. Duarte, C. Salgado-Tello, I.P. (2016). Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado. Revista de Ciencia y Agricultura. Vol. 14. pág. 39-45
- Huamaní, G. Zea, O. Gutiérrez, G. Vilchez, C. Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Investigación Veterinaria del Perú. Vol. 27 N°3. Pág. 486-494.
- Illanes, A. (2015). Alimentos funcionales y biotecnología. Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. 12 N°1. Pág. 5-8.
- INEI. (2016). Encuesta Demográfica y de Salud Familiar.
- Isaza, J. Londoño, L. Restrepo, D. Cortes, M. Suárez, H. (2010). Producción y propiedades funcionales de plasma bovino hidratado en embutido tipo salchichón. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 23. Pág. 199-206.
- Kerry J. P. y Kerry J. F. (2011). Processed meats. Improving safety, nutrition and quality. Cambridge, UK: Woodhead Publishing. p. 219-225.

- Kikafunda, J.K. Sserumaga, P. (2005). Production and use of a shelf-stable bovine blood powder for food fortification as a food-based strategy to combat iron deficiency anaemia in sub-saharan africa. *African Journal of Food Agriculture and Nutritional Development (AJFAND)*: Volume 5 No 1. Pág. 1-17.
- Lazaro, C. A. (2017). Evaluación de la aceptabilidad de las galletas nutricionales fortificadas a partir de harina de sangre bovina para escolares a nivel primaria que padecen anemia ferropénica. Tesis. Facultad de Ingeniería de Procesos. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Lucas, O.A. (2005). Evaluación nutricional de galletas fortificadas con sangre entera de bovino secada por atomización. Tesis. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.
- Lynch, S.A. Muellen, A.M. O'Neill, E.E. Álvarez, C. (2017). Harnessing the Potential of Blood Proteins as Functional Ingredients: A Review of the State of the Art in Blood Processing. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 16. Pág. 330-344.
- Marin O. (2012). Diseño y desarrollo de panes enriquecidos con proteínas y minerales por incorporación de harinas de sangre de pollo y de muña. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima. Perú.
- Martínez, Y. Arrieta, B. (2013). Elaboración de chorizos de carne de res y de cerdo con adición de proteasas. Tesis. Facultad de ingenierías, Universidad de Cartagena. Programa de ingeniería de alimentos, Cartagena de indias.
- Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. Fichas técnicas de alimentos modalidad raciones (opción 09). Documento técnico. Lima: Servicio alimentario del Programa Nacional de Alimentación escolar "Qali Warma"; 2015.
- MINSA (2010). Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. RM N° 1020-2010.
- Montero, P. Acevedo, D. Arnedo, A. Miranda, N. (2015). Efecto de la incorporación de plasma sanguíneo en la elaboración de un embutido salchicha. *Información Tecnológica*. Vol 26. Pag. 55-64
- Mulero, J. Zafrilla, P. Martínez-Cachá, A. Leal, M. Abellán, J. (2011). Revisión Péptidos bioactivos. *Clin Invest Arterioscl*. Vol.23 N°5. Pág. 219-227.

- Norma Técnica Peruana (NTP 201.058 2006). Carne y productos cárnicos. Definiciones, clasificación y requisitos de las carcasas y carne de cuy (*Cavia porcellus*). Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI
- Nota preidística. Carne y sangre de cuy pueden ayudar a combatir el cáncer (10-10-2013). RRP Noticias.
- Ofori, J.A. Hsieh P.Y-H. (2011). Blood-derived products for human consumption. *Revelation of Science*. Vol. 01. Pag. 14-21.
- Ofori, J.A. Hsieh P.Y-H. (2012). The use of blood and derived products as food additives. *Food Additive*. Prof. Yehia El-Samragy (Ed.) ISBN: 978-953-51-0067-6.
- Ordoñez, R. (2003). Plan de introducción de la carne de cuy en Lima Metropolitana: Estudio de mercado y propuesta empresarial. Pontificia Universidad Católica de Perú.
- Ornellas, C.B. Silva, J.G. Silvestre, M.P.C. (2001). Efeito do pH e da hídólise sobre as propriedades emulsionantes da globina bovina. *Rev. Bras. Ciênc. Tecnol. Alim*. Vol.21 N°1. Pág. 51-56.
- Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto. Decreto Supremo N°015-2012-AG.
- Restrepo, D. (1991). Elementos de industria de carnes. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Reyes, M. Gómez-Sánchez, I. Espinoza, C. Bravo, F. Ganoza, L. (2010). Tablas peruanas de composición de alimentos.
- Sánchez-Abanto J. (2012). Evolución de la desnutrición crónica en menores de cinco años en el Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 29(3):402-5.
- Sánchez-Abanto, J. (2012). Evolución de la desnutrición crónica en menores de cinco años en el Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. Vol. 29 N°3. Pág.402-405.
- Santos, G.V. (2007). Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. *Artículos Latinoamericanos Producción Animal*. Vol (15). pág. 216-217
- Serpa, A.M. Vélez, L.M. Barajas, J.A. Castro, C.I. Zuluaga, R. (2015). Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos: El desarrollo de una estrategia nutricional

indispensable para países en vía de desarrollo. – Una revisión. Acta Agronómica. Vol.65 N°4, Pág. 340-353.

Soliz F. (2014). Elaboración y evaluación de un producto alimenticio fortificado con hierro a base de sangre de origen bovino deshidratada por método de liofilización y secador de bandejas. Tesis. Escuela Superior de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

Tirado, D. Montero, P. Acevedo, D. (2015). Aceptabilidad sensorial y calidad microbiológica de bebidas a base de arroz y plasma bovino y porcino. Información Tecnológica. Vol. 25 N°6. Pág. 45-54.

Vega, A.O. (2016). “Evaluación del perfil bioquímico sanguíneo de tres dietas en cuyes (*cavia porcellus*) en etapa de crecimiento en una granja comercial Paucarpata-Arequipa”. Tesis. Facultad de Ciencias en Ingenierías Biológicas y Químicas. Universidad Católica de Santa María. Arequipa-Perú.

Viana, F.R. Silva, V.D.M. Delvivo, F.M. Bizzotto, C.S. Silvestre, M.P.C. (2005). Quality of ham pañete containing bovine globin and plasma as fat replacers. Meat Science. Vol.70 Pág.153–160.

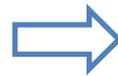
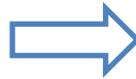
Vignoni, L. A. Césari, R. M. Forte, M. Mirábile, M. L. (2006). Determinación de Índice de color en Ajo Picado. Información Tecnológica. Vol. 17 N°6. Pág. 63-67

Villanueva, Y. (2010). *La carne y sangre de cuy previene y detiene el cáncer*. Agro Enfoque. Vol. 24 Issue 168. Pág. 60-61.

Wei, J-T. Chaing, B-H. (2009). Bioactive peptide production by hydrolysis of porcine blood proteins in a continuous enzymatic membrane reactor. Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 89. Pág. 372-378.

ANEXOS

ANEXO 1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL BENEFICIO DE CUYES LA ESTACIÓN IVITA-EL MANTARO DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA-UNMSM



ANEXO 2. RECOLECCIÓN DE LA SANGRE POR CUY

N° Cuy	Peso en vivo (g)	Peso sangre (g)	Rendimiento (%)
1	960	27.6	2.87
2	899	23.8	2.65
3	927	26.8	2.90
4	831	24.3	2.92
5	986	29.3	2.97
6	668	25.3	3.78
7	767	30.4	3.96
8	890	31.7	3.57
9	882	32.6	3.70
10	869	27.8	3.20
11	875	26.2	2.99
12	823	26.1	3.17
13	951	28.5	3.00
14	1002	28.5	2.85
15	881	24.7	2.80
16	901	15.8	1.75
17	816	21.9	2.69
18	832	29.7	3.57
19	840	27.2	3.24
20	845	23.8	2.82
21	738	23.6	3.20
22	745	25.1	3.37
23	773	5.8	0.75
24	900	30.8	3.42
25	743	28.3	3.81
26	800	15.5	1.94
27	760	17.8	2.35
28	821	21.0	2.55
29	955	22.0	2.30
30	805	24.8	3.09

ANEXO 3. VOLÚMENES DE LA SEPARACIÓN DE PLASMA Y FRACCIÓN CELULAR DE LA SANGRE DE CUY

N° Cuy	Vol. Total (mL)	Vol. Fracción celular (mL)	Vol. Plasma (mL)
1	20	9	11
2	16	10.5	5.5
3	19	9.5	9.5
4	16.5	9	7.5
5	21	12	9
6	17.5	8.5	9
7	22	12	10
8	24.5	11.5	13
9	24.5	16	8.5
10	0	0	0
11	18.5	13.5	5
12	18.5	13	5.5
13	21	15.5	5.5
14	17	10.5	6.5
15	8	5	3
16	14.5	9	5.5
17	0	0	0
18	19.5	14	5.5
19	16	11	5
20	16	10	6
21	16	10	6
22	17.5	13.5	4
23	5.5	3.5	2
24	23	15	8
25	20.5	13	7.5
26	8	4	4
27	10.5	6	4.5
28	13.5	8	5.5
29	14.5	8.5	6
30	17	9	8

**ANEXO 4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SANGRE COMPLETA DE DIFERENTES
ESPECIES DE GANADO. ADAPTADO DE GORBATOV (1988).**

Componentes	Porcentaje		
	Bovino	Porcino	Ovinos
Agua	80.89	79.06	82.17
Sólidos secos	19.11	20.94	17.83
Hemoglobina	10.31	14.22	9.29
Otras proteínas	6.98	4.26	7.08
Azúcar	0.07	0.07	0.07
Colesterol	0.19	0.04	0.14
Grasa	0.06	0.11	0.09
Ácidos grasos	-	0.05	0.05

Fuente: *Lynch et al., (2017)*

ANEXO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS

Análisis de varianza color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	48	0.24	0.19	23.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10.06	3	3.35	4.70	0.0062
Tratamiento	10.06	3	3.35	4.70	0.0062
Error	31.42	44	0.71		
Total	41.48	47			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.92106

Error: 0.7140 gl: 44

Tratamiento	Mediasn	E.E.		
T3	3.08 12	0.24	A	
T1	3.42 12	0.24	A	B
T2	3.58 12	0.24	A	B
T0	4.33 12	0.24		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de varianza sabor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	48	0.33	0.28	17.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8.25	3	2.75	7.12	0.0005
Tratamiento	8.25	3	2.75	7.12	0.0005
Error	17.00	44	0.39		
Total	25.25	47			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.67754

Error: 0.3864 gl: 44

Tratamiento	Mediasn	E.E.		
T3	3.25 12	0.18	A	
T1	3.25 12	0.18	A	
T2	3.75 12	0.18	A	B
T0	4.25 12	0.18		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	48	0.07	3.7E-03	23.53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.42	3	0.81	1.06	0.3766
Tratamiento	2.42	3	0.81	1.06	0.3766
Error	33.50	44	0.76		
Total	35.92	47			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.95111

Error: 0.7614 gl: 44

Tratamiento	Mediasn	E.E.
T1	3.50 12	0.25 A
T3	3.58 12	0.25 A
T2	3.67 12	0.25 A
T0	4.08 12	0.25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
APRECIACIÓN GENERAL	48	0.24	0.19	23.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9.73	3	3.24	4.74	0.0059
Tratamiento	9.73	3	3.24	4.74	0.0059
Error	30.08	44	0.68		
Total	39.81	47			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.90131

Error: 0.6837 gl: 44

Tratamiento	Mediasn	E.E.
T3	3.25 12	0.24 A
T1	3.25 12	0.24 A
T2	3.42 12	0.24 A
T0	4.33 12	0.24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TURKEY EN PARÁMETROS DE VARIACIÓN DE COLOR

Análisis de la varianza

L

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L	12	0.91	0.88	4.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	331.38	3	110.46	27.08	0.0002
Tratamiento	331.38	3	110.46	27.08	0.0002
Error	32.64	8	4.08		
Total	364.02	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.28114

Error: 4.0795 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	40.33	3	1.17	A
T2	45.94	3	1.17	B
T1	52.46	3	1.17	C
T0	53.24	3	1.17	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

*a

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
*a	12	0.73	0.62	15.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	92.35	3	30.78	7.04	0.0124
Tratamiento	92.35	3	30.78	7.04	0.0124
Error	34.98	8	4.37		
Total	127.32	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.46723

Error: 4.3721 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	10.65	3	1.21	A
T1	11.06	3	1.21	A
T3	14.58	3	1.21	B
T0	17.45	3	1.21	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

*b

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
*b	12	0.97	0.96	4.66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	783.97	3	261.32	100.01	<0.0001
Tratamiento	783.97	3	261.32	100.01	<0.0001
Error	20.90	8	2.61		
Total	804.87	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.22650

Error: 2.6128 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	26.39	3	0.93	A
T1	31.84	3	0.93	B
T2	32.54	3	0.93	B
T0	48.10	3	0.93	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA EN PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS FORMULACIONES DE GALLETAS

Análisis de la varianza

Humedad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	4	1.00	sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14.32	3	4.77	sd	sd
Tratamiento	14.32	3	4.77	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	14.32	3			

Materia seca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Materia seca	4	1.00	sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14.32	3	4.77	sd	sd
Tratamiento	14.32	3	4.77	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	14.32	3			

ANEXO 8. FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y ACEPTABILIDAD

Instrucciones

A continuación le presentamos cuatro muestras de galletas (R, V, I y C) por favor pruebe cada una de ellas y califique con un puntaje de acuerdo a la escala que se muestra (1-5) que a su criterio que describe mejor cada uno de los atributos.

Escala de calificación:

- 6. Muy desagradable**
- 7. Desagradable**
- 8. Indiferente**
- 9. Agradable**
- 10. Muy agradable**

Características	R	V	I	C
Olor				
Sabor				
Textura				
Apreciación general				

ANEXO 9. FOTO DE LA INSTALACION DEL GALPÓN DE CUYES



ANEXO 10. FOTO DE LAS DISTRIBUCIÓN DE CUYES POR CAMA



ANEXO 11. FOTO DE LA PARTE INTERNA DE LA INSTALACIÓN PARA LA CRIANZA DE CUY



ANEXO 12. FOTO DEL CONTROL DE PESO



ANEXO 13. FOTO DE LA GALLETA T3 PREVIO HORNEADO



ANEXO 14. FOTO DE LA GALLETA T0 PREVIO HORNEADO



ANEXO 15. FOTO DE LAS GALLETA T0 (a), T1 (b), T2 (c) y T3 (d)



(a)



(c)



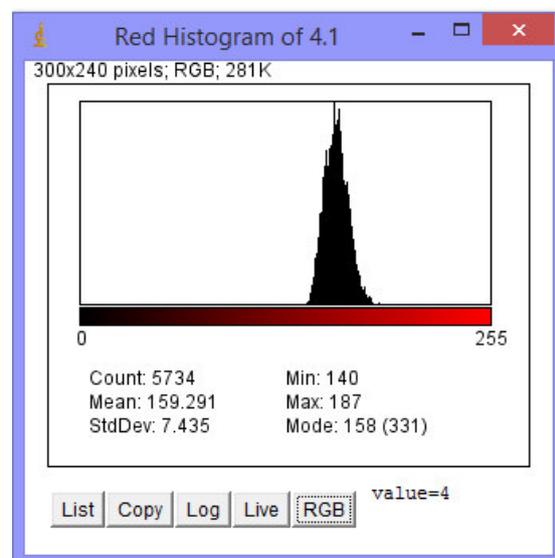
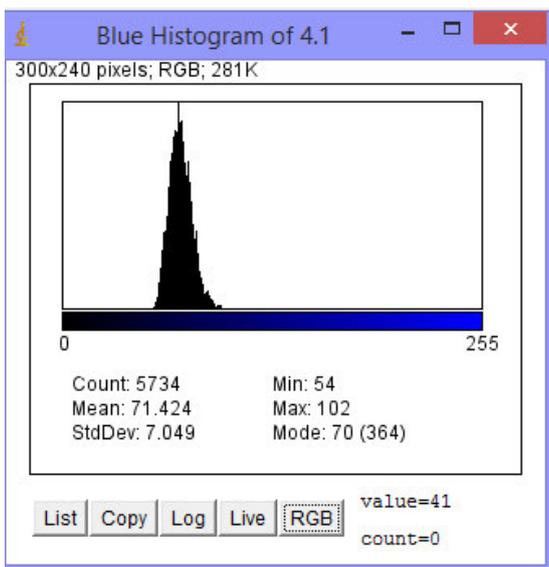
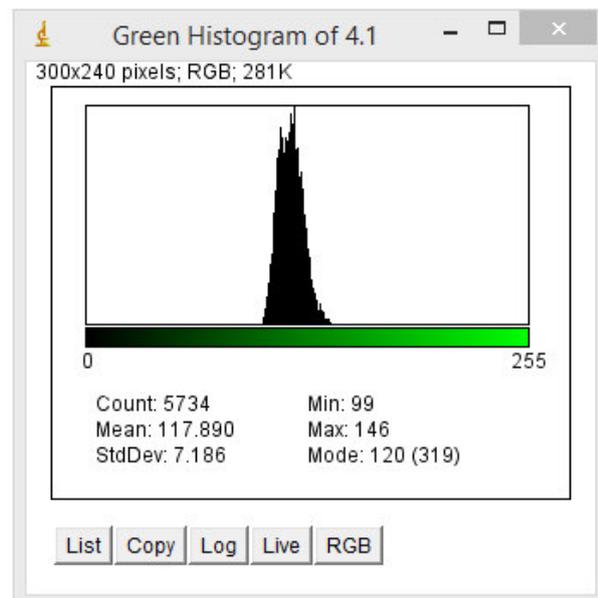
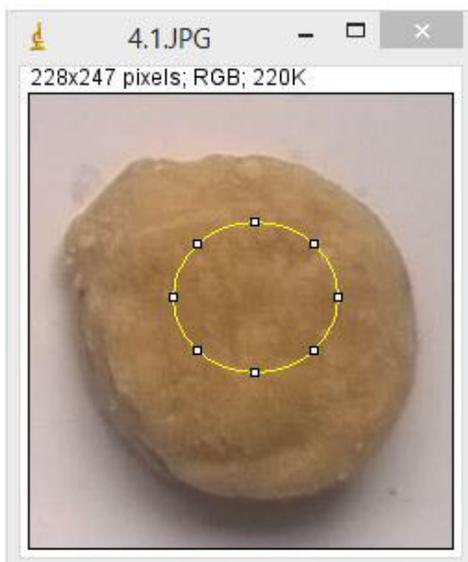
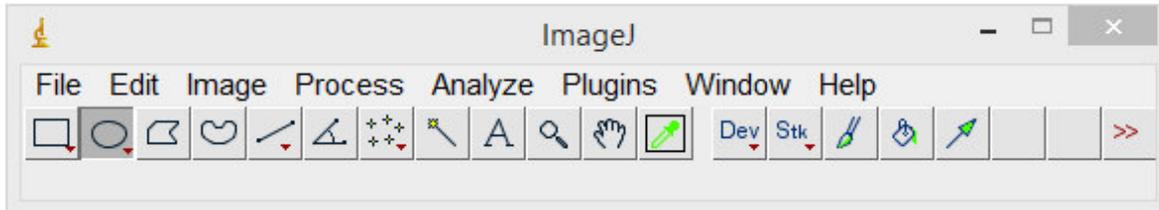
(b)



(d)

ANEXO 16. DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE COLOR

a. Se encuentra los canales de color RGB con ImageJ



b. Se convierte los valores de los canales de color RGB en Calculator EasyRGB.

The screenshot shows the EasyRGB website interface. At the top, the URL is www.easyrgb.com/en/convert.php#inputFORM. The main area is a dark-themed form with the following elements:

- Select data type ...**: A dropdown menu set to "sRGB 0-255".
- Insert color data ...**: Three input fields for RGB values: R (0 - 255) = 167.964, G = 114.38, and B = 38.911.
- Or pick from saved ...**: A section with buttons for "CONVERT", "RESET", "MATCH", "CREATE", and "SAVE".
- More options:**: A section with a "SAVE" button.
- Output area**: A light-colored box containing the following data:
 - sRGB = 167.964 114.38 38.911
 - sRGB 0-255 = 167.964 114.380 38.911 D65/2°
 - sRGB 0-1.0 = 0.65868 0.44855 0.15259
 - RGB Adobe 98 = 153.642 113.764 48.806
 - HSI 0-1.0 = 0.09747 0.62382 0.40564 35.09°
 - HSV 0-1.0 = 0.09747 0.76834 0.65868
 - HSI 0-1.0 = 0.09747 0.63663 0.41994
 - CMY 0-1.0 = 0.34132 0.55145 0.84741
 - CMYK 0-1.0 = 0.00000 0.31902 0.76834 0.34132