UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN HUMANA

TÍTULO

SANGRE BOVINA EN POLVO PARA FORTIFICACIÓN DE GALLETAS

AUTORES:

Br. ISIS JHULIANA CHANG ESCALANTE

Br. XIMENA YULEXY PANDURO REÁTEGUI

ASESORES:

Dr. FERNANDO TELLO CÉLIS

Ing° M.Sc. JUAN DARIO RIOS MERA

Iquitos, 2017

TESIS

TITULO: “SANGRE BOVINA EN POLVO PARA FORTIFICACIÓN DE GALLETAS”

AUTORIZACIÓN DE LOS ASESORES

El Doctor Fernando Tello Célis, docente asociado adscrito al Departamento de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias y el MSc. Juan Dario Ríos Mera, Investigador.

INFORMAN:

Que los Bachilleres **ISIS JHULIANA CHANG ESCALANTE** y **XIMENA YULEXY PANDURO REÁTEGUI**, han realizado bajo nuestra dirección, el trabajo contenido en la memoria intitulada: **SANGRE BOVINA EN POLVO PARA FORTIFICACIÓN DE GALLETAS,** y considerando que el mismo reúne los requisitos necesarios para ser presentado, ante el Jurado Calificador, a tal efecto damos pase para su sustentación y posterior obtención del título de: LICENCIADO EN BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN HUMANA.

AUTORIZAMOS: A los citados Bachilleres a presentar el Trabajo Final de carrera, para proceder a su sustentación cumpliendo así con la normativa vigente que regula el Reglamento de Grados y Títulos en la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

Dr. Fernando Tello Célis

MSc. Juan Dario Ríos Mera

UNAP

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Escuela de formación Profesional de Bromatología y Nutrición Humana.

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Iquitos, siendo las 20:10 horas del día lunes 26 de junio del 2017, en las instalaciones del Auditorio del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, ubicado en pasaje Los Paujiles S/N, Nuevo San Lorenzo, San Juan Bautista, se dio inicio a la sustentación pública del Trabajo de Final de Carrera intitulado **"SANGRE BOVINA EN POLVO PARA FORTIFICACIÓN DE GALLETAS"**, presentado por los Bachilleres **ISIS JHULIANA CHANG ESCALANTE y XIMENA YULEXY PANDURO REÁTEGUI**, con el asesoramiento de don **FERNANDO TELLO CELIS** y don **JUAN DARIO RÍOS MERA**.

Estando el Jurado Calificador conformado por los siguientes miembros, según Resolución Decanal Nº 174-FIA-UNAP-2017, del 15 de junio del 2017.

Ing. Alenger Gerónimo Alva Arévalo	-	Presidente
Ing. Genaro Rafael Cardeña Peña	-	Miembro
Ing. Carlos Antonio Li Loo Kung	-	Miembro
Lic. Miriam Ruth Alva Angulo	-	Miembro Suplente

Siendo las 21:10 horas del mismo día, se dio por concluida la sustentación, habiendo sido Aprobado con la nota de 16 y el calificativo de Muy Buena, estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Licenciados en Bromatología y Nutrición Humana.

El Jurado Calificador alcanzará a los sustentantes, si el caso lo requiere, las correcciones u observaciones presentadas.

Alenger Gerónimo Alva Arévalo
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP: 45167
Presidente

Genaro Rafael Cardeña Peña
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP: 33946
Miembro Titular

Carlos Antonio Li Loo Kung
Ingeniero en Industrias Alimentarias
CIP: 75194
Miembro Titular

Miriam Ruth Alva Angulo
Licenciada en Nutrición
C.N.P. N° 0130
Miembro Suplente

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre Javier Chang y mi madre Geraldina Escalante, que siempre estuvieron para apoyarme de manera incondicional en cada etapa de mi vida.

De igual forma a mis docentes que aportaron sus conocimientos para el desarrollo de mi carrera profesional.

De una manera muy especial para aquellas personas que físicamente ya no están; pero dejaron grandes recuerdos y enseñanzas en mi vida; para mi querida amiga Ana Paula Del Aguila, mi sobrino Angel Chang y mi abuela Julia Bustamante.

ISIS JHULIANA CHANG ESCALANTE

Quiero dedicarles este trabajo a Dios que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto de investigación, en especial a mi madre Elva Reátegui por su ayuda y constante cooperación; y a mi hijo Scott por apoyarme y ayudarme en los momentos más difíciles.

De igual manera para mi mejor amiga Ana Paula Del Aguila Vásquez, ko‘u Ohana, quizás ha desaparecido de mi vida, pero nunca de mi corazón.

XIMENA YULEXY PANDURO REÁTEGUI

AGRADECIMIENTO

En primer lugar dar gracias a Dios por darnos la vida y la oportunidad de concluir con nuestro trabajo.

A nuestros asesores el Dr. Fernando Tello y el Ing° M.Sc. Dario Rios; por sus apoyo en el desarrollo de la investigación y redacción del proyecto.

Al Dr. Alenguer Alva; por sus consejos para la redacción del presente trabajo y el apoyo con materiales y equipo de trabajo.

Al Dr. Ricardo Pinchi; por abrirnos las puertas del laboratorio de análisis sensorial para el desarrollo del mismo y el apoyo con materiales y equipos de trabajo.

Al Ing. Luis Silva; por su apoyo durante los análisis físico-químicos.

Al personal en general de la planta piloto de la Facultad de Industrias Alimentarias de la UNAP por su disposición en todo momento durante el desarrollo del presente trabajo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

LISTA DE FIGURAS 7

LISTA DE TABLAS 8

RESUMEN 9

ABSTRACT 10

I.INTRODUCCIÓN 12

II.REVISIÓN DE LITERATURA 15

2.1.MATERIA PRIMA 15

2.1.1.1.Valor nutritivo 17

2.1.1.2.Usos de la sangre en la alimentación humana 18

2.1.1.3.Combate a la anemia 19

2.1.1.4.Beneficios proteicos 20

2.1.2.Procesamiento de la sangre 23

2.1.2.1.Atomización 24

2.1.2.2.Liofilización 25

2.1.2.3.Deshidratación en bandejas 26

III.MATERIALES Y MÉTODOS 29

3.1.Materiales 29

3.1.1.Obtención de la materia prima 29

3.2.Métodos 31

3.2.1.Diseño experimental y análisis estadístico 31

3.2.2.Composición centesimal de sangre bovina en polvo y galletas fortificadas 32

3.2.3.Análisis microbiológico 39

3.2.4.Análisis sensorial 39

3.2.5.Metodología de procesamiento para la elaboración de galletas 32

3.2.5.1.Procesamiento de la sangre bovina en polvo 32

3.2.5.2.Elaboración de galletas fortificadas 34

IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN 42

4.1.Sangre en polvo 42

4.2.Galletas fortificadas 43

4.2.1.Composición centesimal 43

4.2.2.Sensorial 51

V.CONCLUSIONES 56

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 60

VIII.ANEXOS 67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un atomizador…….24

Figura 2. Esquema de un liofilizador……...25

Figura 3. Esquema de un deshidratador de bandejas……..27

Figura 4. Porcentaje de humedad en galletas fortificadas con

sangre bovina en polvo*. ……...……...43

Figura 5. Porcentaje de ceniza en galletas fortificadas con

sangre bovina en polvo*…….44

Figura 6. Porcentaje de proteína en galletas fortificadas con

sangre bovina en polvo*……..45

Figura 7. Porcentaje de grasa en galletas fortificadas con

sangre bovina en polvo*……..46

Figura 8. Porcentaje de carbohidrato en galletas fortificadas

con sangre bovina en polvo*……..47

Figura 9. Porcentaje de calorías en galletas fortificadas con

sangre bovina en polvo*……..48

Figura 10. Porcentaje de hierro en galletas fortificadas con

sangre bovina en polvo*……..49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la sangre de diferentes especies ……..17

Tabla 2. Perfil de aminoácidos de la sangre y hemoglobina de origen porcino…….18

Tabla 3. Formulación de galletas no fortificadas y fortificadas con sangre bovina en polvo*……...39

Tabla 4. Características químicas de la sangre Bovina en polvo*……41

Tabla 5. Análisis microbiológicos de sangre Bovina en polvo*……..42

Tabla 6. Definiciones de los atributos para las galletas fortificadas con sangre bovina en polvo*……50

Tabla 7. Valores medios de puntuaciones de atributos sensoriales de las galletas fortificadas, según criterio sensorial y porcentaje de fortificación…….……53

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la composición centesimal y atributos sensoriales de galletas fortificadas con sangre bovina en polvo. La sangre obtenida del matadero municipal fue deshidratada en deshidratador de bandejas a 70°C y 1 cm de espesor de la sangre en cada bandeja. La sangre deshidratada tuvo alta concentración de proteínas y hierro, y la humedad después de 21 horas de deshidratación estuvo por debajo del 10%. Las concentraciones de la sangre en la formulación de las galletas fueron 0, 3, 7 y 10%, con relación al peso de la harina de trigo. En la composición centesimal, los tratamientos 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 por encima del 10%. El contenido de grasa disminuyó a partir de 7% de fortificación, el cual fue concomitante con la disminución del valor calórico. Mientras que el contenido de carbohidratos varió de 64% a 66%. Los valores de hierro aumentaron a mayor fortificación, pero no hubo diferencias ($P > 0.05$) entre 7% y 10% de fortificación (36.1 mg Fe/100 g y 43.8 mg Fe/100 g, respectivamente). A través de la técnica sensorial de Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC), los jueces entrenados usaron 23 atributos para describir al producto, siendo que no hubo diferencias significativas en la mayoría de ellos, excepto para los atributos apariencia oscura y quemada, los cuales fueron altos para el 10% de fortificación, y para la textura suave, en el cual no hubo una tendencia clara para este atributo. Por lo tanto, el uso de sangre bovina en polvo puede ser una estrategia para combatir la desnutrición y anemia, observado en tasas alarmantes en países que incluye el Perú.

Palabras claves: valor proteico, hierro, sangre bovina, anemia, desnutrición crónica, galletas fortificadas.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate centesimal composition and sensory attributes of cookies fortified with powdered bovine blood. The blood was obtained from a slaughterhouse and dehydrated in a tray dehydrator. It was used a temperature of dehydration of 70°C and 1 cm of thickness of blood in the tray. The blood dehydrated had high concentration of proteins and iron, and the moisture after 21 hours of dehydration was below 10%. The concentrations of the powdered blood in the formulation of cookies were 0, 3, 7, and 10%, based on the weight of wheat flour. In the centesimal composition, the treatments obtained values below 5.2% and 2.5%, for moisture and ash, respectively. The protein content increased when the percentage of fortification was higher, reaching values above 10%. The fat content decreased from 7% of fortification, and it was concomitant with the decrease of the calorific value at the same percentage of fortification, whereas the carbohydrate content varied from 64 to 66%. The iron values increased at high fortification, but there were no differences ($P > 0.05$) at 7% and 10% (36.1 mg Fe/100 g and 43.8 mg Fe/100 g, respectively). Through the sensory technique of Quantitative Descriptive Analyses (QDA), the trained judges used 23 attributes to describe the product, and there were no statistical differences in most of them, except to dark and burned appearance, which were high at 10% of fortification, and for smooth texture, which there was no clear trend for this attribute. Furthermore, the use of powdered bovine blood could be a strategy to combat malnutrition and anemia, observed in alarming numbers in countries that include Peru.

Keywords: protein value, iron, bovine blood, anemia, malnutrition, fortified cookies

CAPÍTULO I:

INTRODUCCION

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, uno de los más grandes problemas de salud pública viene siendo la desnutrición infantil y anemia. La anemia es una de las más comunes deficiencias nutricionales en nuestro país, en especial para nuestra región Loreto que se lleva uno de los porcentajes más elevados junto con la región Puno, los porcentajes de anemia en niños y niñas de 6 a 59 meses de edad en Loreto representan el 54.7%, y en mujeres de 15 a 49 años el 30.8% (Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI, Encuesta Demográfica y de Salud Familiar-ENDES, 2014).

La desnutrición crónica está relacionada con el crecimiento de los niños menores de 5 años; quiere decir que el niño o niña no ha alcanzado la talla suficiente para su edad; originada principalmente por el consumo de alimentos con deficiencia de proteínas con alto valor biológico. En Loreto el nivel de desnutrición crónica en niños menores de 5 años de edad es del 24.6% (INEI-ENDES, 2014).

La base científica indica que la sangre es una de las principales fuentes de hierro existentes, además de tener alto contenido de proteínas. Sin embargo, la sangre producida en los mataderos representa un problema de contaminación ambiental. La sangre líquida contiene aproximadamente 30 g/L de nitrógeno total, demanda química de oxígeno de aproximadamente 400 g/L y demanda biológica de oxígeno de 200 g/L (Beltrán y Perdomo, 2007; Moure, 2000).

Actualmente, existe una presión global en la industria de alimentos para reducir el impacto ambiental que ésta produce. Esto a su vez ha incrementado el interés en la recuperación completa y el uso óptimo de sus subproductos (Otles *et al*., 2015).

Procesar la sangre del beneficio de animales nos puede traer enormes beneficios económicos, sociales, competitivos y ambientales, creando

oportunidades laborales en el rubro de la industria de los alimentos (Ofori y Hsieh 2012).

Asimismo, las entidades públicas tienen la función de asumir estrategias para combatir el problema de anemia por deficiencia de hierro que afecta principalmente a los niños. Los programas sociales basados en la alimentación cumplen un rol importante en la obtención de dietas ricas en hierro.

OBJETIVO:

El objetivo de este trabajo fue producir polvo integral de sangre de origen bovino mediante el proceso de deshidratación en bandejas, para la elaboración de galletas fortificadas; y así incentivar a las entidades y programas sociales a combatir los problemas de anemia que se ha venido tratando de solucionar por años, al mismo tiempo se busca mitigar la contaminación ambiental dándole un uso al subproducto del beneficio de ganado bovino en los mataderos.

CAPÍTULO II:

REVISION DE LITERATURA

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2. ANTECEDENTES

- **(Aguirre, 2005),** realizó una evaluación de la calidad nutricional de galletas fortificadas con sangre bovina secada por atomización; se realizaron dos ensayos con 5% (G5) y 8% (G8) de fortificación y un grupo control (G0) de galletas no fortificadas. La galleta G8 tuvo el más alto contenido proteico (13.07g/100g); seguida por la G5 (10.99g/100g) y en último lugar la galleta G0 (8.72g/100g); esto mismo sucedió con el valor de hierro: G8 (24.04mg/100g), G5 (20.96mg/100g) y G0 (8.32mg/100g). concluyó que la fortificación de galletas con sangre bovina secada por atomización incrementa notablemente el contenido proteico y de hierro.

- **(Ribeiro *et al*, 2006),** deshidrataron sangre bovina para el enriquecimiento proteico y de hierro a galletas, realizaron galletas con y sin adición de sangre bovina deshidratada para una comparación nutricional de las mismas. La galleta con adición de sangre deshidratada presentó 3.8±0.3% de proteína y 0.066±0.003ppm de hierro; comparadas con las galletas sin adición de sangre deshidratada que presentó 2.5±0.1% de proteínas y 0.040±0.004ppm de hierro. Llegaron a la conclusión que la incorporación del 7% de sangre deshidratada a la formulación de galletas representa un valor superior del 52% en proteínas y 65% en hierro.

2.1. MATERIA PRIMA

2.1.1. Generalidades de la sangre bovina

La sangre es un subproducto de la actividad del beneficio del ganado en la industria de la carne, siendo una fuente rica en hierro y proteínas de alta calidad nutricional y funcional. Sin embargo, este subproducto es descartado resultando en un serio problema de polución. Muchos países tratan a la sangre

descartada antes de ser vertida en el ambiente, lo cual representa una inversión de capital intensiva. En función de eliminar la contaminación y de prevenir el desperdicio de la sangre, estrategias vienen siendo tomadas en cuenta para la utilización de la sangre bovina a gran escala. De ese modo, se incentiva a agregar valor a la sangre para su utilización en la dieta cotidiana de las personas (Ofori y Hseih, 2011).

Tomando como referencia a la legislación europea, se clasifica los subproductos en tres categorías basado en el riesgo para la salud humana. Las categorías 1 y 2 se consideran de mayor riesgo, mientras que la categoría 3 se considera de bajo riesgo. La sangre obtenida en los mataderos pertenece a esta tercera categoría (Lynch *et al*., 2017).

En el beneficio, el desangrado rinde de 40% a 60% de la sangre total del animal, siendo que el restante queda retenido en los capilares y órganos (Gorbatov, 1988; Ockerman y Hansen, 2000; Parés *et al*., 2011). El sangrado de bovinos rinde de 11.4 a 14.5 kg de sangre colectado entre 60 a 120 segundos, mientras en cerdos, se obtiene 2.7 kg en 40 segundos. El rendimiento puede ser máximo cuando el tiempo entre el aturdimiento y degollado es reducido (Knipe, 1988). El tiempo de sangrado estándar es de 6 minutos en bovinos, 4 a 5 minutos en ovinos y 6 minutos en porcinos (Ockerman y Hansen, 2000).

El responsable del color rojo oscuro de la sangre es el átomo de hierro que se encuentra en el centro del grupo prostético hemínico que contiene la hemoglobina. El grupo hemínico está ligado a las cadenas globulinas por cadenas no covalentes y existe un equilibrio entre heme libre y ligado (Anson y Mirsky, 1930). Además, la cantidad de hemoglobina puede variar entre especies. Según Gorbatov (1988), la sangre de caprinos contiene 30.3 g/100 g de sangre, mientras que para bovinos y porcinos la hemoglobina contenida en la sangre es de 32.7 y 31.67 g/100 g de sangre, respectivamente.

2.1.1.1. Valor nutritivo

El alto contenido de proteínas hace a la sangre un excelente nutriente, referido a su alta biodisponibilidad (Parés *et al*., 2011). La composición química varía según especie y se muestra en Tabla 1.

Tabla 1. Composición química de la sangre de diferentes especies

Componente	Cantidad (g/100 g)		
	Bovino	Porcino	Caprino
Agua	80.89	79.06	82.17
Sólidos	19.11	20.94	17.83
Hemoglobina	10.31	14.22	9.29
Otras proteínas	6.98	4.26	7.08
Azúcares	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: Gorbatov (1988)

Sin embargo, la sangre es deficiente en los aminoácidos esenciales metionina e isoleucina (Parés *et al.,* 2011). El hierro contenido en la hemoglobina de los glóbulos rojos es hierro hemínico y tiene una alta biodisponibilidad y es más fácil de absorber que el hierro no hemínico que se obtiene de las plantas o las sales ferrosas comúnmente utilizados en la fortificación de los alimentos (In *et al.,* 2002).

A pesar de la baja cantidad en metionina e isoleucina, las proteínas pueden ser utilizadas como fuente de alta calidad tanto para la alimentación del animal como consumo humano (Duarte *et al.,* 1999; Prata y Sgarbieri, 2008; Lee y Song, 2009; Ofori y Hsieh, 2011; Bah *et al.,* 2013; Parés *et al.,* 2014). En la Tabla 2 es mostrado el perfil de aminoácidos de la sangre entera y de la hemoglobina.

Tabla 2. Perfil de aminoácidos de la sangre y hemoglobina de origen porcino

Aminoácido	Cantidad (g/100 g)	
	Sangre entera	Hemoglobina
Fenilalanina	10.7	9.6
Triptófano	1.5	2.0
Arginina	-	3.5
Histidina	8.8	8.5
Lisina	9.7	10.6
Metionina	2.4	1.2
Treonina	4.8	6.0
Leucina	13.2	14.9
Isoleucina	0.9	0.0
Valina	8.7	11.0
Ácido aspártico	-	10.0
Ácido glutámico	-	7.4
Cisteína	-	0.9
Tirosina	1.4	2.9

Fuente: Gorbatov (1988)

2.1.1.2. Usos de la sangre en la alimentación humana

Se ha identificado a la sangre como una fuente clave de moléculas extraíbles de alto valor para aplicaciones en sectores como la industria alimentaria, biomédica y farmacéutica (Lafarga *et al*., 2015, 2016; Mullen *et al.,* 2015).

Algunos productos usan toda la sangre, otras aplicaciones requieren algún grado de procesamiento que varía desde la separación de la sangre en fracciones a través del aislamiento de proteínas individuales (Yang y Lin, 1998).

En la industria alimentaria, el uso de la sangre se debe al propósito de combate a la anemia y debido a los beneficios proteicos que presenta (Ofori y Hseih, 2012)

2.1.1.3. Combate a la anemia

El alto contenido de hierro en la sangre, junto con la alta absorción del hierro heme, es particularmente útil para combatir la anemia debido a la deficiencia de hierro (Walter *et al.*, 1993; Kikafunda y Sserumaga, 2005; Ofori y Hseih, 2011).

La anemia por deficiencia de hierro es la más común de las deficiencias nutricionales en el mundo y ocurre como resultado de la pérdida sanguínea crónica, pérdidas urinarias, ingestión y/o absorción deficiente y aumento del volumen sanguíneo. La deficiencia de hierro ocurre cuando la cantidad de hierro total del organismo está disminuida. Tres etapas pueden ser identificadas, cada uno cambiando gradualmente para el otro, de acuerdo con la gravedad de la deficiencia. La primera etapa se caracteriza por la disminución de la ferritina sérica. En la segunda etapa la saturación de la transferrina está disminuida. La tercera etapa se caracteriza por la reducción de la hemoglobina, microcitosis e hipocromía (Simões *et al*., 1999).

Esta situación ha llevado al desarrollo de suplementos nutricionales para el tratamiento de la anemia. El sulfato ferroso es la fuente de hierro más utilizada para la suplementación, sin embargo, por ser una fuente de hierro inorgánica, no hemático, su absorción puede ser comprometida por diversos factores, además de la presencia de efectos colaterales (Simmons *et al*., 1993; Galloway y McGuire, 1994; Simões *et al*., 1999). Por otro lado, el hierro hemático, proveniente de la hemoglobina y mioglobina presentes en la sangre y en el músculo, receptivamente, presentan una tasa de absorción mucho mayor que el hierro no hemático, constituyéndose así en una excelente fuente de hierro para la suplementación como suplemento nutricional (Walter *et al*., 1993; Walker, 1998; Simões *et al*., 1999).

Alimentos fortificados consiste en la adición de nutrientes complementarios como el Hierro a los alimentos *in natura* (Alves *et al*., 2010).

Los micronutrientes utilizados en la fortificación de harina de trigo deben ser organolépticamente aceptables para asegurar una estabilidad durante el

almacenaje. La cantidad mínima de adición en fortificación con Hierro es de 55 mg/kg según MINSA (2006).

La cantidad de sangre disponible en los mataderos es grande, el volumen colectado por animal representa cerca de 3.5% del peso vivo o 50% del volumen total de sangre circundante. Buenas condiciones de instalación de mataderos permiten colectar en promedio de 10 a 12 L de sangre. La utilización de la sangre bovina como fuente de hierro es de gran interés, ya que la deficiencia de hierro está presente en todos los estratos de la población, y la búsqueda de alternativas para la mejora de este problema de salud pública es de fundamental importancia (Simões *et al*., 1999).

2.1.1.4. Beneficios proteicos

Las proteínas de la sangre tienen propiedades funcionales deseables, que incluyen capacidad de emulsificación, gelificación y retención de agua. La sangre producida en los mataderos es actualmente utilizado en la industria alimentaria, principalmente como agente de gelificación y colorante natural. La hemoglobina, la cual está presente en los glóbulos rojos, representa cerca del 50% del total de las proteínas presentes (Liu *et al*., 1996; Ofori y Hseih, 2011).

La industria cárnica usa la mayor parte de las proteínas de la sangre como ingredientes en la industria alimenticia, principalmente como aglutinante, pero también como mejoradores naturales del color, emulsionantes, sustitutivos de grasas y agentes de curado de la carne (Ofori y Hseih, 2012).
Los aglutinantes son tradicionalmente usados en productos cárnicos para contrarrestar los cambios de textura y sensoriales ocasionados durante el procesamiento, además para absorber la humedad que es perdida durante el procesamiento térmico de la carne. El plasma sanguíneo y las proteínas aisladas de la sangre son usados como aglutinantes en la industria de carnes. El plasma funciona como aglutinante en sistemas cárnicos debido a su capacidad de formar geles en el tratamiento térmico, mientras que las propiedades de las proteínas del plasma son comparables o superiores a otros

aglutinantes. En términos de propiedades aglutinantes, el plasma sanguíneo puede ser una alternativa a la albumina de huevo usado en la industria de alimentos para propósitos aglutinantes (Ofori y Hseih, 2012).

El color es conocido por ser uno de los principales factores usado por los consumidores cuando se evalúa la calidad y frescura de productos cárnicos. La tendencia hacia colorantes naturales resulta en la sustitución de colorantes artificiales por naturales que tengan buenas propiedades tecnológicas. En este sentido, la hemoglobina, el cual es obtenido del sacrificio del ganado, representa una buena fuente de colorante natural rojo. Es importante destacar que la hemoglobina como colorante natural, tiene el beneficio agregado de combatir la deficiencia de hierro (Ofori y Hseih, 2012).

Los emulsificantes son utilizados en productos cárnicos tales como frankfurts, pate y mortadela para aglutinar las proteínas de la carne, grasa y agua en una emulsión estable. Las proteínas de la sangre tienen propiedades emulsificantes que son comparables, y en algunas situaciones superiores a las proteínas de la caseína, y puede actuar como agente de emulsificación en productos cárnicos, como demostrado en diversas investigaciones (Ofori y Hseih, 2012).

La grasa juega un papel importante en la dieta como fuente de vitaminas, ácidos grasos esenciales y energía. Por otro lado, datos empíricos muestran correlación entre el consumo de grasa y las enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer. De ese modo, actualmente las dietas deben considerar reducir el contenido de grasa para la alimentación. Estudios demuestran que las proteínas de la sangre tienen potencial para reemplazar a la grasa en los productos cárnicos, contribuyendo al aumento de proteínas solubles y a su vez en la reducción de costos. Además, reducen el contenido calórico desde que las proteínas tienen menos calorías que las grasas (Ofori y Hseih, 2012).

Como agente de curado, el nitrito juega un importante rol en el proceso de curado de productos cárnicos, además, es responsable del color rojo y de las características de sabor de carnes curadas, y actúa como agente antimicrobiano. Sin embargo, su uso es discutido debido a que tiene la tendencia de reaccionar con las aminas, amidas, aminoácidos y compuestos relacionados a producir compuestos N-nitroso cancerígenos en productos cárnicos. Para contrarrestar este problema, estrategias son tomadas en cuenta para reducir la cantidad de nitrito usado o desarrollar métodos alternativos de curado para evitar el uso de nitrito. Sin embargo, hasta ahora no fue encontrado un agente que sea capaz de imitar las propiedades del nitrito antes descritas. La mejor opción puede ser el uso de una mezcla que contenga un colorante, un antioxidante y un agente microbiano, en el cual, las proteínas de la sangre pueden tener un papel significativo en el color del producto (Ofori y Hseih, 2012).

Por otro lado, otros sectores de la industria de alimentos también utilizan las proteínas de la sangre para la producción de productos horneados, tales como galletas, panes, pasteles y pastas. En productos horneados las proteínas del huevo juegan un importante rol en las características del producto final tales como volumen y textura, debido a las propiedades espumantes, emulsificantes y coagulantes del huevo. Entre los ingredientes utilizados en productos horneados, los huevos son los más costosos, además son una fuente significativa de colesterol. Las proteínas de la sangre sirven como sustituyentes del huevo, siendo que el plasma sanguíneo deshidratado funciona como sustituyente del huevo, además de tener un costo más barato (Ofori y Hseih, 2012).

En el 2001, sólo el 30% del total de sangre producida en los mataderos fue usado como ingrediente de alimento principalmente en la morcilla y productos relacionados (Ofori y Hsieh, 2012). Según estos autores, el uso de la sangre ~~en~~ se ha incrementado; sin embargo, no hay información que lo confirme.

Finalmente, además de sus propiedades tecnológicas, las proteínas de la sangre pueden ser usadas para la producción de alimentos funcionales y de suplementos proteicos y de hierro, actuando como fuente de compuestos bioactivos que lo convierte en un recurso promisorio para su aprovechamiento integral (Ofori y Hseih, 2012).

2.1.2. Procesamiento de la sangre

En la colecta de la sangre, a partir de los 3 a 10 minutos inicia el proceso de coagulación, dependiendo de la temperatura del ambiente. El proceso de coagulación se debe a la acción de la enzima trombina convirtiendo al fibrinógeno soluble en fibrina insoluble, en una red tridimensional junto con plaquetas y otras proteínas (Mosesson, 2005).

Para minimizar el crecimiento microbiano es importante enfriar tan pronto como sea posible de 2 a 4°C la sangre al ser colectada. Sin embargo, se ha reportado que la sangre en refrigeración lleva un enriquecimiento en bacterias psicófilas como *Pseudomonas,* la cual es capaz de degradar las proteínas (Parés *et al.,* 2011).

La manera más adecuada para procesar la sangre en la industria de alimentos es obtener un producto deshidratado. En este estado se optimiza la estabilidad microbiana y el sabor durante el almacenamiento, además es más económico para el transporte y almacenamiento del producto (Dill y Landmann, 1988).

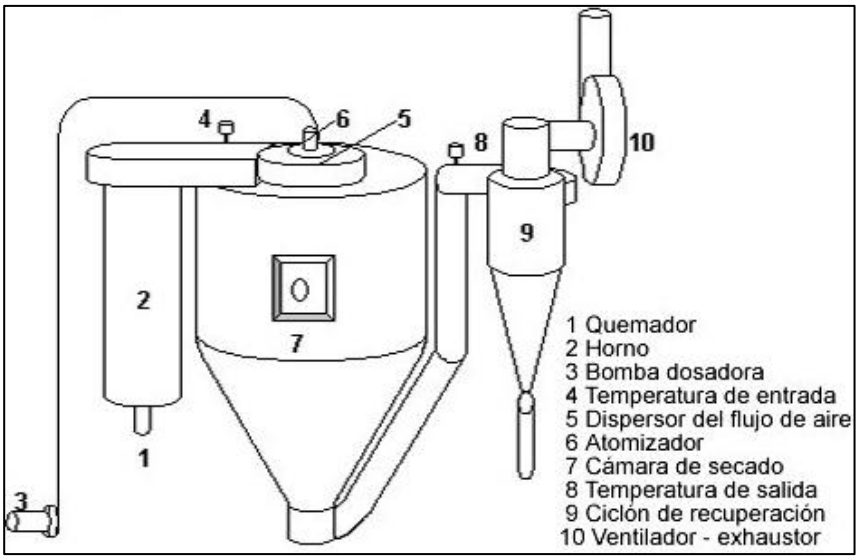
La deshidratación reduce el contenido de humedad de 90% hasta 5% a 10%. Los métodos para deshidratar alimentos líquidos deben ejercer mínima influencia en las características de sabor, color o funcionalidad. La sangre entera, concentrada o fracciones de sangre pueden ser deshidratadas por los métodos de atomización y liofilización, además de otros métodos como el lecho fluidizado y en bandejas (Parés *et al*., 1998; Toldrá *et al*., 2004; Polo *et al*., 2009; Ishwarya *et al*., 2015).

2.1.2.1. Atomización

Durante la atomización, la sangre líquida es forzada a través de una boquilla bajo presión, esta presión libera el líquido en partículas muy finas que se secan al pasar a través de una corriente de aire caliente. Los parámetros comunes de este proceso a escala de planta piloto son: flujo de aire 64 m^3/h; presión del compresor 2 bar; temperatura de entrada 180°C; temperatura de salida 80°C (Toldrá *et al*., 2004).

Para evitar la desnaturalización, la sangre no debe ser expuesta a altas temperaturas por más de pocos segundos. La deshidratación por aspersión es probablemente el método más empleado, sin embargo, las desventajas que presenta incluye la alteración del sabor y funcionalidad de los productos (Knipe, 1988).

Figura 1. Esquema de un atomizador

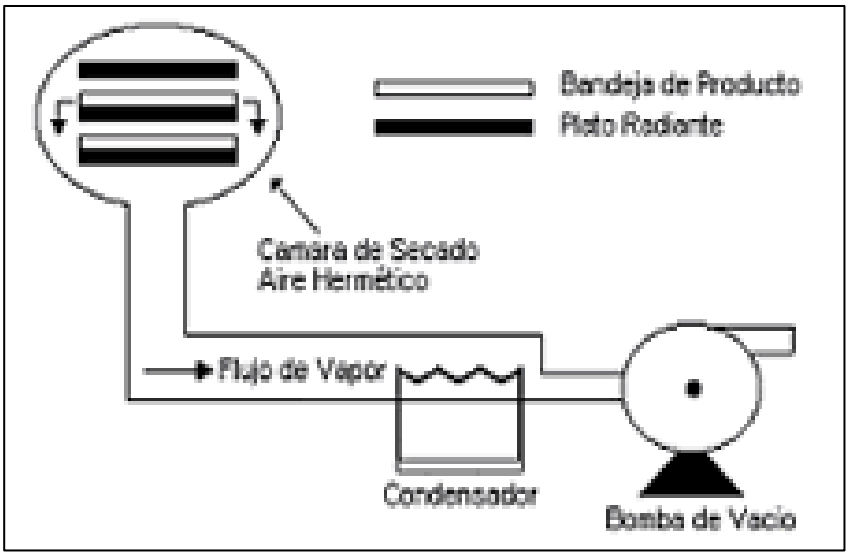


Fuente: http://secadospray.blogspot.pe/

2.1.2.2. Liofilización

Este método es basado en la sublimación de la humedad en la sangre. La sangre líquida es congelada para formar cristales, luego la presión se reduce para sublimar los cristales de hielo a bajas temperaturas y de esta manera proteger la integridad de las proteínas. El prerrequisito para la sublimación es que la presión de vapor y la temperatura estén mantenidas por debajo del punto triple del agua (0.65 kPa y 0.01°C) (Mumenthaler y Leuenberger, 1991). Después de la sublimación del hielo, una estructura porosa es formada, el cual confiere al producto una alta higroscopicidad. Las partículas por lo general le confieren una alta calidad al producto, pero los largos tiempos de deshidratación, naturaleza del lote, bajas temperaturas, alto vacío y los altos costos de operación limitan el uso de la técnica de la liofilización en un entorno de procesamiento (Lopez-Quiroga *et al*., 2012).

Figura 2. Esquema de un liofilizador



Fuente: http://tecfarzait.blogspot.pe/2010/11/tecnologia-farmaceutica-i.html

2.1.2.3. Deshidratación en bandejas

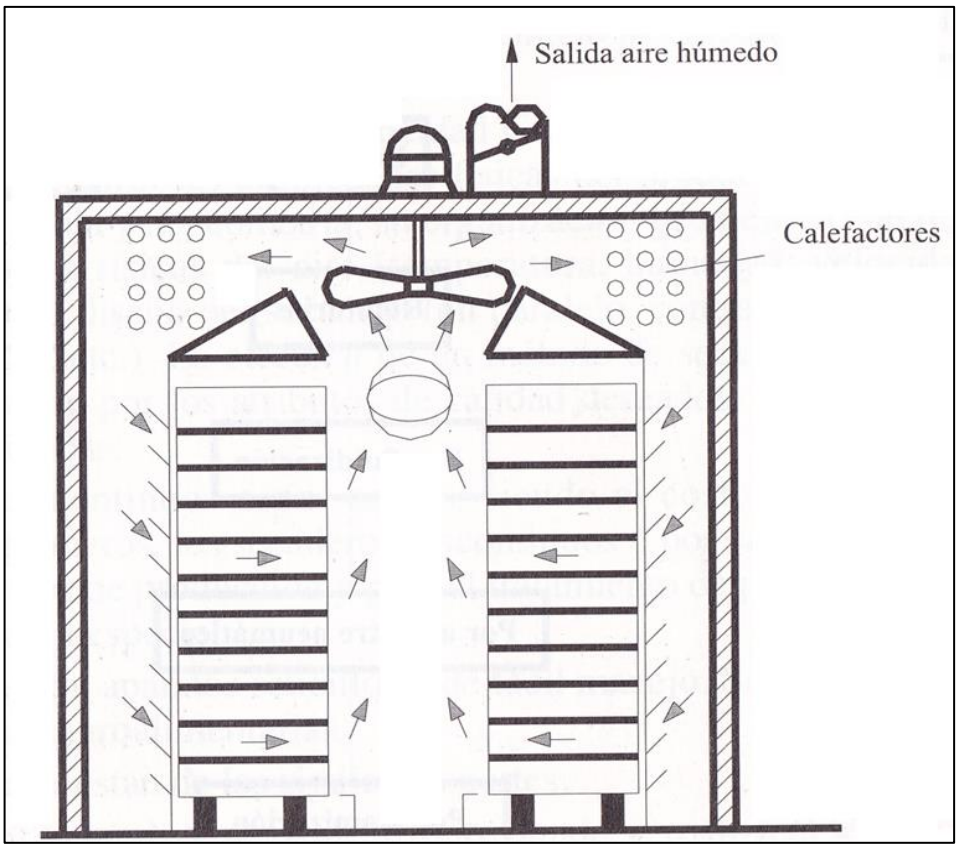
El deshidratador de bandejas consiste de un gabinete aislado que contiene charolas sobre las que se coloca una o más capas del producto por deshidratar y se hace circular aire caliente, ya sea en flujo paralelo o transversal al producto. En el caso de aire paralelo al producto y forzosamente en el de aire transversal al producto, las charolas poseen un fondo de malla para permitir el paso del aire a través de ellas, obteniéndose tiempos de deshidratación más cortos debido a la mayor área superficial expuesta al aire (Colina, 2010).

Los calentadores de aire pueden ser quemadores de gas directo, serpentines de vapor, intercambiadores o calentadores eléctricos (Brennan *et al*., 1990). El ventilador ubicado en la parte superior hace circular aire por los calentadores y entre las bandejas, a través de unos deflectores montados convenientemente. El calentador está constituido por un haz de tubos en cuyo interior atraviesa vapor de agua. Por el conducto de salida se evacúa aire húmedo, mientras que por la abertura entra aire fresco. El calor del aire caliente se transmite al producto por convección, que pasa sobre el producto, no a través del mismo. El aire debe circular sobre la superficie del producto, a relativamente alta velocidad para aumentar la eficacia de la transmisión de calor y de la transferencia de masa. La velocidad de aire entre las bandejas varía con el tipo de producto, oscilando normalmente entre 1 y 10 m/s. Se consiguen velocidades de evaporación de 0.1 a 1 Kg de agua/h.m^2, con espesores de lecho entre 10 y 100 mm. Los rendimientos térmicos están comprendidos entre el 20 y el 60% (Abril y Casp, 1990).

Los deshidratadores de bandejas operan por cargas y tienen la desventaja de no deshidratar el producto uniformemente, dependiendo de su posición en el secadero (Heldman y Singh, 1998). Esta falta de uniformidad es resultado del movimiento no uniforme del aire dentro del deshidratador. Para evitar esto y lograr un proceso de deshidratación uniforme, es importante eliminar el aire estancado y mantener una temperatura uniforme en todo el deshidratador, lo

cual se logra haciendo pasar grandes volúmenes de aire a velocidades relativamente altas (Colina, 2010).

Figura 3. Esquema de un deshidratador de bandejas



Fuente: Abril y Casp (1990).

En un estudio realizado por egresados de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Estatal de Feira de Santana – Brasil, la sangre recolectada fue deshidratada al vacío a una temperatra de 70°C por un periodo de 24 horas y molido en un molino posteriormente; las condiciones de secado no alteraron el contenido de proteína ni la distribución del tamaño de partícula del polvo de sangre bovina (Ribeiro *et al.,* 2006).

CAPÍTULO III:

MATERIALES Y METODOS

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Obtención de la materia prima

La recolección de la sangre bovina se llevó a cabo en el camal municipal localizado en el distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Loreto, recolectando 20 L de sangre de 4 bovinos en un envase estéril de plástico; posteriormente se trasladó la sangre bovina hasta la planta piloto de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana para el procesamiento inmediato de la misma en polvo.

3.1.2. Materiales del laboratorio

- Soporte universal
- Probetas de 10ml
- Bureta de 50ml
- Crisoles
- Placas Petri
- Pinzas para crisol
- Balde estéril de 20Lts
- Gotero
- Papel filtro
- Otros

3.1.3. Equipos

- Estufa.
- Campana desecadora.
- Equipos Soxhlet.
- Balanza analítica.
- Equipo de Kjeldahl
- Equipo de secador de bandejas
- Espectrofotómetro
- Sellador al vacío
- Mufla
- Tamizador
- Molino de granos
- Horno

3.1.4. Materias insumos

- Harina de trigo
- Azúcar refinada
- Mantequilla sin sal
- Leche
- Cocoa en polvo

3.2. Métodos

3.2.1. Diseño experimental y análisis estadístico

Fue aplicado un diseño experimental completamente aleatorizado para los porcentajes de fortificación. El factor de estudio representa el porcentaje de polvo de sangre a adicionar teniendo como base de cálculo a la harina de trigo. Los porcentajes de sangre en polvo son 3, 7, 10% y uno de control. Fueron realizadas 4 repeticiones haciendo un total de 16 experimentos.

Para los datos de análisis sensorial fue aplicado un diseño experimental en bloques teniendo como fuentes de variación el porcentaje de polvo de sangre (0, 3, 7 y 10%) y los jueces semi-entrenados.

Se aplicó el Análisis de la Variancia (ANOVA) a un nivel de significancia $p < 0.05$. Previo al análisis de los datos a través del ANOVA, se realizó la prueba de homogeneidad de varianza mediante el test de Levene y la normalidad del error con el test de Shapiro-Wilk, ambos utilizando el programa estadístico SPSS Statistics 22. Al encontrarse diferencias significativas fue utilizado el test Tukey para identificar tales diferencias entre los tratamientos. Fue utilizado el programa estadístico XLSTAT para el ANOVA y test Tukey.

3.2.2. Metodología de procesamiento para la elaboración de galletas

3.2.2.1. Procesamiento de la sangre bovina en polvo

Flujo de procesamiento para obtención de sangre bovina en polvo

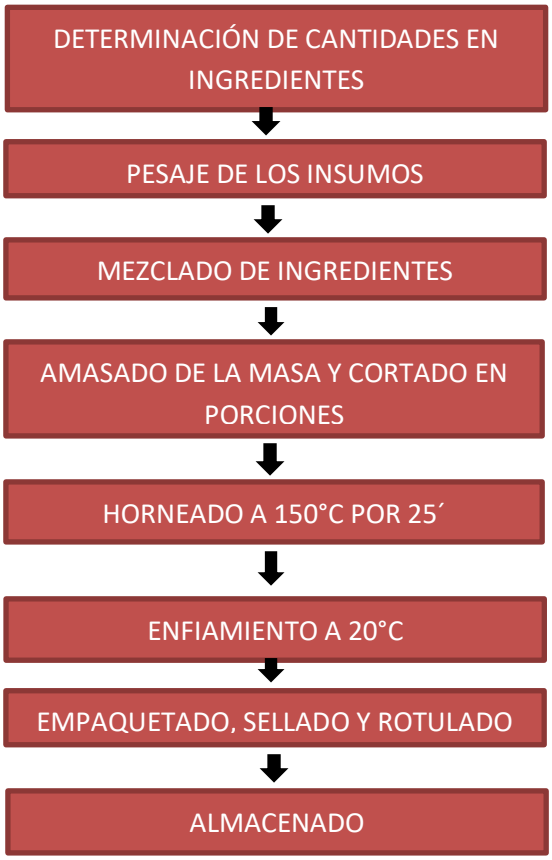
Para la obtención de la sangre bovina en polvo se utilizó la sangre coagulada en pequeños trozos para mejorar los resultados de deshidratación, llenando las bandejas hasta un centímetro de espesor con el subproducto (sangre bovina). Se utilizó una temperatura de 70°C, el cual es una temperatura que no inicia el proceso de desnaturalización térmica de la hemoglobina (75°C) en valor de pH próximo al fisiológico de la sangre pH 7.06, (Mettler Toledo, s.f.). A esta temperatura, el tiempo de deshidratación fue de 21 horas.

Pasado el periodo de deshidratación, se procedió a enfriar el producto resultante hasta los 20°C; posteriormente la sangre ya deshidratada fue molida en el molino y tamizada para la obtención de un producto más refinado. Se realizaron los análisis microbiológicos (mohos, levaduras y mesófilos), fisicoquímicos (proteína, grasa, carbohidratos, valor calórico, ceniza y humedad) y de hierro de la sangre bovina en polvo.

Finalmente se procedió al empaquetado al vacío de la sangre bovina en polvo y al rotulado y etiquetado del empaque para su almacenamiento.

3.2.2.2. Elaboración de galletas fortificadas

Flujo del proceso para la obtención de galletas fortificadas



Se elaboraron galletas fortificadas con sangre bovina en polvo al 3, 7 y 10%; también se elaboró galletas no fortificadas (0%) como control del experimento.

Tabla 3. Formulación de galletas no fortificadas y fortificadas con sangre bovina en polvo*

Ingredientes	Galletas			
	0	3	7	10
Harina de trigo	100%	97%	93%	90%
Sangre bovina en polvo	-	3%	7%	10%
Total	100%	100%	100%	100%

*Las concentraciones de los ingredientes fueron calculadas en base a la masa de la harina de trigo.

Se mezclaron todos los ingredientes secos, y después se añadieron los ingredientes húmedos, se amasó la mezcla hasta obtener una consistencia homogénea; por cada 100gr de harina de trigo se añadió a la mezcla 45gr de mantequilla, 17.5gr de cocoa en polvo, 20gr de azúcar y 27.5ml de leche. Se moldeó y horneó las galletas a una temperatura de 150°C por 25 minutos en un horno eléctrico con sistema de convección marca Imaco, modelo HERB46R.

3.2.3. Composición centesimal de sangre bovina en polvo y galletas fortificadas

3.2.3.1. Proteína

La determinación de proteína se realizó de acuerdo al método de AOAC (2012). Para el proceso de digestión se pesaron 0.25 g de muestra y se colocó en el balón de digestión, luego se adicionó 7 mL de ácido sulfúrico concentrado, 0.125 g de sulfato de cobre y 2.5 g de sulfato de sodio. Seguidamente, el balón se colocó en el digestor hasta que el color de la mezcla en el balón adquiera una coloración azul verdosa transparente. Posteriormente, el balón se dejó enfriar el balón a temperatura ambiente, luego se añadió 70 mL de agua destilada y alcalinizó con hidróxido de sodio al 33%. En seguida, el balón se colocó en el destilador para liberación del amoniaco, el cual se recogió en un matraz conteniendo 7 mL de ácido bórico y 2 gotas de azul de metileno como indicador. Después de haber destilado 50 mL de líquido, éste se tituló con solución de ácido sulfúrico 0.025 N. La cantidad de proteína se calculó utilizando factor de conversión del nitrógeno, en el cual el porcentaje de nitrógeno fue calculado con la siguiente fórmula:

$$\% \, N_2 = \frac{V \text{ x } N \text{ x } Factor N_2}{PM} \text{ x } 100$$

Donde:

- V = Gasto de titulación ácido sulfúrico
- N = Normalidad del ácido sulfúrico
- PM = peso de la muestra
- Factor N_2 = 0.014

El porcentaje de proteína se obtuvo de la siguiente manera:

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ N}_2 \text{ x Factor de proteína}$$

3.2.3.2. Grasa

Se determinó mediante el método de la AOAC (2012). Se pesó 5 g de muestra para transferirla en papel filtro y colocar en el equipo Soxhlet. La grasa extraída se recepcionó en un balón conteniendo 120 mL de hexano, el cual fue calentado durante 5 horas. Pasado ese periodo de tiempo, se retiró el balón y el hexano fue recuperado, luego se colocó el balón en la estufa a 105°C por 3 horas. Posteriormente, el balón se retiró el balón para pesarlo y aplicar la fórmula para el cálculo.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{P}_1 - \text{P}_2}{\text{PM}} \text{x } 100$$

Donde:

- P1 = Peso del balón más muestra grasa.
- P2 = peso del balón vacío.
- PM = peso de la muestra.

3.2.3.3. Humedad

Se realizó según el método AOAC (2012). Se pesaron alrededor de 2 – 5 g de muestra en una placa Petri y llevamos a la estufa a 105°C por 4 a 5 horas, o hasta peso constante. Se retiró la placa Petri de la estufa para enfriar en el desecador antes de tomar el peso final.

El cálculo del porcentaje de humedad se realizó con la siguiente fórmula:

$$\%\ \text{humedad} = \frac{\text{P. placa} + \text{muestra} - \text{P. placa} + \text{materia seca}}{\text{P. muestra.}}\ \text{x}\ 100$$

3.2.3.4. Ceniza

La determinación de la ceniza se realizó según la metodología de la AOAC (2012). Se pesó 5 g de muestra y colocó en crisoles de porcelana previamente tarados para posterior incineración en mufla a temperatura de 550°C durante 5 horas. Pasado el periodo de tiempo, los crisoles se transfirieron a una campana de desecación para enfriamiento, luego se pesaron y realizaron los cálculos.

Los resultados serán expresados de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\%\ \text{Ceniza} = \frac{\text{Peso crisol con residuo (g)} - \text{peso crisol vacío (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}}\ \text{x}\ 100$$

3.2.3.5. Carbohidrato

Se obtuvo por diferencia de porcentaje (AOAC, 2012):

$$\%\ \text{CHO} = 100 - (\%\text{H} + \%\text{C} + \%\text{G} + \%\text{P})$$

Donde:

- % H: Porcentaje de humedad.

- % C: Porcentaje de ceniza.
- % G: Porcentaje de grasa.
- % P: Porcentaje de proteína.

3.2.3.6. Valor calórico

Se determinó por cálculo directo, donde intervino el porcentaje de grasas multiplicado por nueve, porcentaje de proteínas multiplicado por cuatro y porcentaje de carbohidratos multiplicado por cuatro (AOAC, 2012):

$$\%Cal = \%G \times 9 + \%P \times 4 + \%CHO \times 4$$

Donde:

- % G: Porcentaje de grasa.
- % P: Porcentaje de proteína.
- % CHO: Porcentaje de carbohidratos.

3.2.3.7. Hierro

El análisis de fierro fue determinado de acuerdo a la metodología de la Purdue University (Analysis of iron in foods, s.f.). Se pesó 2.5 g de muestra de polvo de sangre o galleta fortificada que se incineró en la mufla durante 6 horas hasta obtener cenizas. Posteriormente, las cenizas fueron homogeneizadas con 10 mL de 2 M HCl y 10 mL de agua destilada. En seguida, la mezcla fue filtrada con papel filtro donde se adicionó 2.5 mL de 0.1 M de tiocianato de potasio. Esta mezcla fue llevada al espectrofotómetro de UV-Visible para lectura de la absorbancia a longitud de onda de 458 nm. Para determinar la concentración de hierro se construyó una curva patrón de hierro (0.01 M Fe $(NO_3)_3$), el cual fue preparado en solución de 0.1 M HCl y mezclado con 2.5 mL de 0.1 M de tiocianato de potasio. Las concentraciones (mM/L) del patrón de fierro fueron de 0, 0.25, 0.5, 0.75 y 1%, donde se medió la absorbancia a 458 nm.

3.2.4. Análisis microbiológico

3.2.4.1. Mohos y levaduras

Se realizó de acuerdo a los criterios microbiológicos de MINSA/DIGESA (2008). Se preparó las diluciones necesarias según el grado de contaminación del alimento. Se pipeteó 1 mL a partir de las diluciones 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} a dos placas Petri vacías por dilución. Luego se agregó 15 mL de agar Papa Dextrosa a las placas que contienen las diluciones anteriores y homogenizar. Como control de esterilidad se adicionó a una placa Petri estéril agar sin inocular y a otro 1 mL del diluyente (agua peptonada tamponada), al cual se le adiciona 15 mL de agar.

Una vez solidificado el agar, se invirtió las placas y se incubó a 22-25°C o temperatura ambiente durante 3-5 días. Posteriormente se realizaron los conteos de colonias.

3.2.4.2. Mesófilos

Se determinó de acuerdo a los criterios de MINSA/DIGESA (2008). Preparamos las diluciones y pipeteamos 1 mL a partir de las diluciones 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} y 10^{-5} a dos placas Petri estériles vacías por dilución. Agregamos 15 mL de agar Plate Count a las placas que contienen las alícuotas. Como control de esterilidad se adicionó a una placa Petri estéril agar sin inocular y a otro 1 mL del diluyente (agua peptonada tamponada), al cual se le adicionó 15 mL de agar Plate Count.
Se dejó solidificar el agar y luego se invirtió las placas para incubar a 35 – 37°C, durante 18-48 horas.

3.2.5. Análisis sensorial

Se realizó un Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC), (Pedrero y Pangborn, 1989). Con ayuda de 7 jueces semi-entrenados, se realizaron sesiones para definir los términos sensoriales para caracterizar el producto. Una vez definido los términos, se construyó el formato de evaluación con todos los términos definidos y se procedió a evaluar a través del uso de escala no estructurada de 9 centímetros para cada atributo, donde se evaluaron la intensidad del atributo desde 0 a 9 puntos. Antes de realizar el análisis sensorial, las muestras fueron analizadas microbiológicamente.

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS Y DISCUSION

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Sangre en polvo

En la composición centesimal, se observaron los siguientes resultados que describen a la sangre bovina en polvo (Tabla 4).

Tabla 4. Características químicas de la sangre bovina en polvo*

Parámetro	%
Humedad	8.47± 1.11
Ceniza	3.44± 0.007
Proteína	82.22± 2.20
Grasa	2.65± 0.82
Carbohidratos	3.21± 2.12
Valor calórico	365.60± 5.83
Hierro (mg/100g)	177± 44.66

*Fueron realizadas 3 réplicas por cada parámetro

Según el *Codex Alimentarius*, la humedad máxima para harinas es del 15.5% m/m; esto indica que la humedad de la sangre bovina en polvo de 8.47%, se encuentran dentro de los valores aceptables. El resultado es similar en comparación con un estudio realizado por la facultad de farmacia y bioquímica de la universidad mayor de San Marcos-Lima en el año 2005; donde se obtuvo una humedad de 6.23% en sangre bovina secada por atomización (Orlando Aguirre, 2005).

Asimismo, los contenidos de proteínas, cenizas y carbohidratos fueron similares a lo reportado por Aguirre (2005), pero este autor reportó menor cantidad de carbohidratos y mayor cantidad de hierro (0.09% y 385.20 mg Fe/100 g, respectivamente). Sin embargo, el contenido de hierro observado en este estudio es similar a lo reportado por Kikafunda y Sserumaga (2005). Diferencias entre el contenido de hierro observados entre diversos trabajos

pueden ser debido a distintas metodologías empleadas para la determinación de hierro.

En los análisis microbiológicos se analizaron mohos, levaduras y mesófilos; encontrando así una muestra limpia y apta para el consumo humano (Tabla 5). Cabe mencionar que no existe una norma técnica peruana que rija los caracteres microbiológicos de la sangre bovina en polvo, sin embargo, tomando como referencia otros tipos de harinas, se obtuvo un recuento microbiológico aceptable para su utilización.

Tabla 5. Análisis microbiológicos de sangre bovina en polvo.

Microorganismo	Resultado
Mesófilos	1.95×10^2 ufc/g
Mohos	4×10^1 ufc/g
Levaduras	1.2×10^2 ufc/g

UFC = Unidades Formadoras de Colonias

4.2. Galletas fortificadas

4.2.1. Composición centesimal

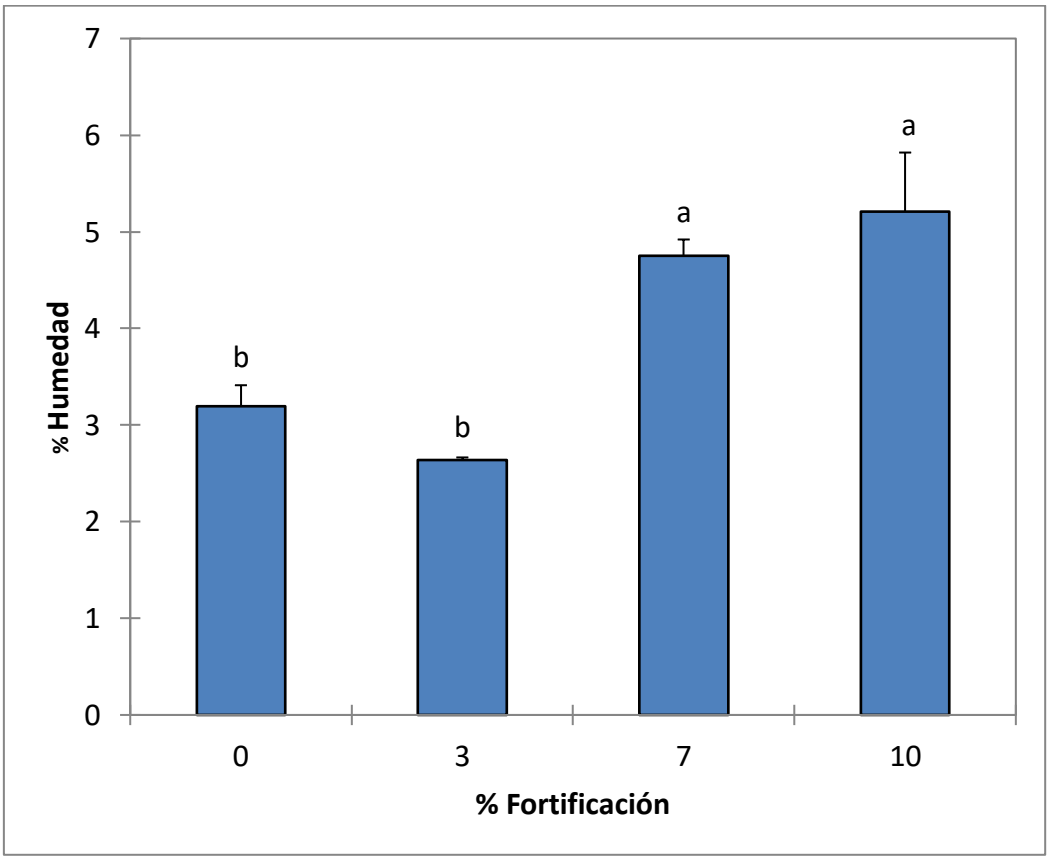
4.2.1.1. Humedad

El rango de humedad alcanzado en todos los tratamientos de las galletas varió desde 3.0 hasta 5.6%, lo cual es menor a los valores obtenidos por Aguirre (2005), y que además se encuentra dentro de los límites permitidos de la Norma Sanitaria del Ministerio de Salud del Perú (MINSA, 2011).

En el análisis estadístico fueron encontradas diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos 7% y 10% vs. 0% y 3%, siendo lo contrario entre los tratamientos 0% vs. 3% y 7% vs. 10% (Figura 4). Los mayores valores fueron para los

porcentajes de fortificación de 7 y 10%, este aumento en el porcentaje de humedad puede ser debido a las propiedades emulsificantes de la sangre (Ofori y Hseih, 2011), la cual podría aumentar la porosidad y afinidad por el agua del producto, y consecuentemente dar más entrada de humedad en el mismo.

Figura 4. Porcentaje de humedad en galletas fortificadas con sangre bovina en polvo*.



*Letras distintas entre los tratamientos (% de fortificación) indican diferencias significativas (þ < 0.05)

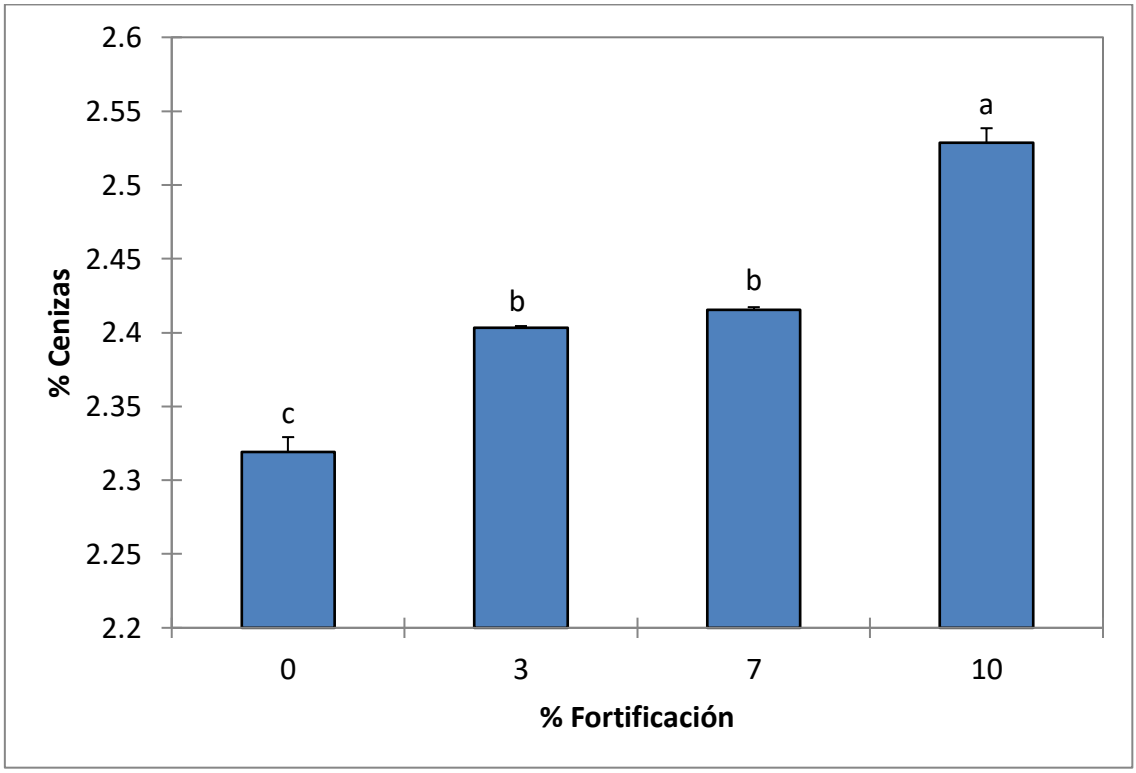
4.2.1.2. Cenizas

El rango de cenizas alcanzado en las galletas varió desde 2.3 hasta 2.5 %, siendo estos resultados similares a los valores obtenidos por Ribeiro *et al.* (2006), encontrándose también dentro de los límites permitidos de la Norma sanitaria del Ministerio de salud del Perú (MINSA, 2011).

El mayor valor de ceniza fue observado a 10% de fortificación, el cual fue significativamente diferente a los otros tratamientos. Asimismo, no hubo diferencias ($p > 0.05$) entre los tratamientos 3% y 7%, siendo éstos significativamente diferentes a las galletas sin fortificación (Figura 5).

El aumento de cenizas a mayor porcentaje de fortificación puede ser debido al elevado contenido de hierro en la sangre bovina (Ofori y Hseih, 2011).

Figura 5. Porcentaje de ceniza en galletas fortificadas con sangre bovina en polvo*.



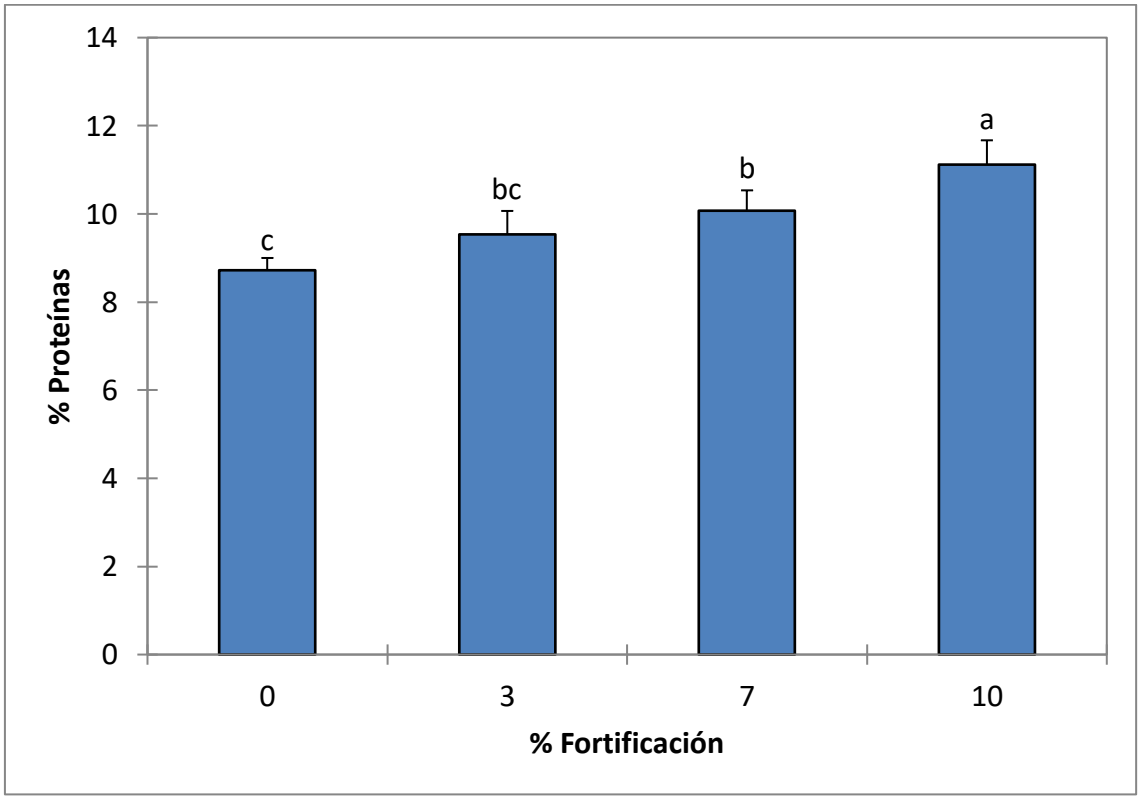
*Letras distintas entre los tratamientos (% de fortificación) indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

4.2.1.3. Proteína

El rango de proteína alcanzado en todos los tratamientos de las galletas varió desde 9.2 hasta 11.6%, lo cual es similar a los valores obtenidos por Aguirre (2005) y mayores a los valores obtenidos por Ribeiro *et al.* (2006).

Hubo aumento del contenido de proteína a mayor porcentaje de fortificación, siendo el tratamiento de 10% significativamente diferente a los otros tratamientos. El menor valor fue observado para el tratamiento sin fortificación, sin embargo no fue diferente ($p > 0.05$) al tratamiento de 3% (Figura 6). Este aumento en el porcentaje de proteína puede ser debido al alto valor proteico de 17.3% de la sangre bovina (Ofori y Hseih, 2001).

Figura 6. Porcentaje de proteína en galletas fortificadas con sangre bovina en polvo*.



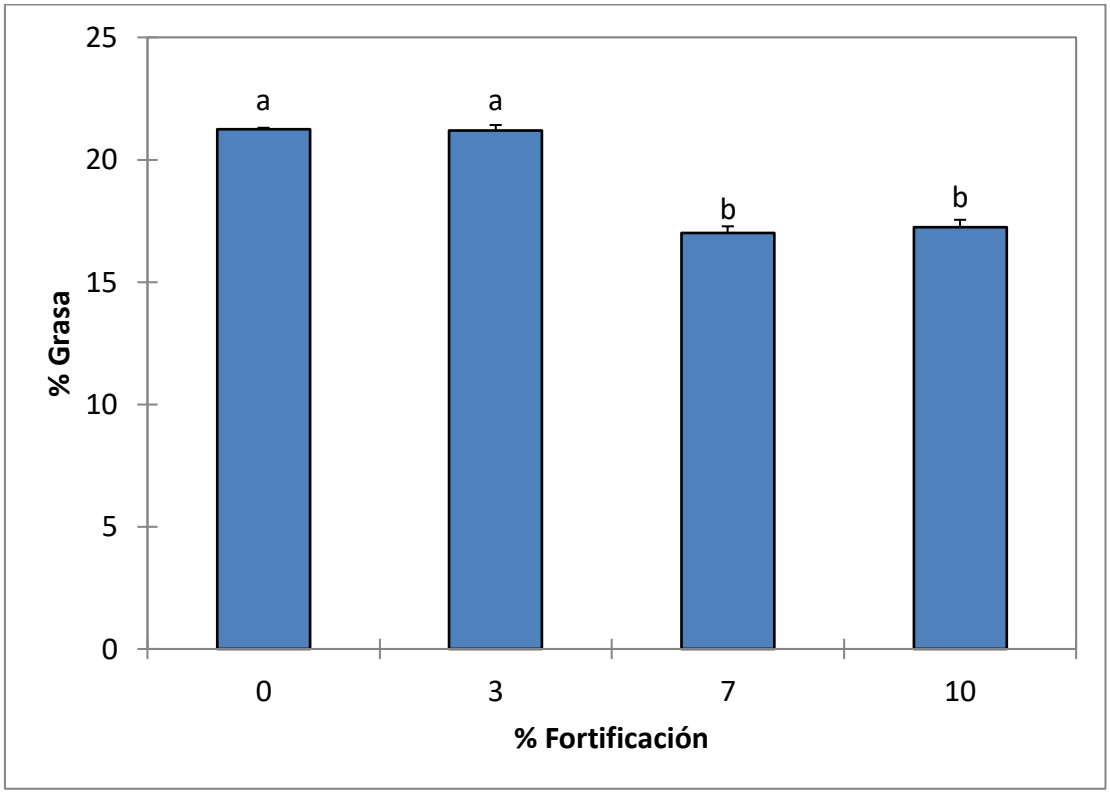
*Letras distintas entre los tratamientos (% de fortificación) indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

4.2.1.4. Grasa

El rango de grasa alcanzado en todos los tratamientos de las galletas varió desde 17.2 hasta 21.5%, lo cual es similar a los valores obtenidos por Ribeiro *et al.* (2006).

Fue observado una disminución significativa a partir de 7% de fortificación, el cual no fue diferente ($\beta > 0.05$) al valor observado en el tratamiento a 10%. Entre los tratamientos 0% y 3% no hubo diferencias significativas ($\beta > 0.05$). Esta disminución en el porcentaje de grasa puede ser debido al aumento de proteína al añadir mayor porcentaje de sangre bovina en polvo, además la sangre en polvo aporta poco en el contenido de grasa de las galletas debido al bajo valor observado (Tabla 4).

Figura 7. Porcentaje de grasa en galletas fortificadas con sangre bovina en polvo*.



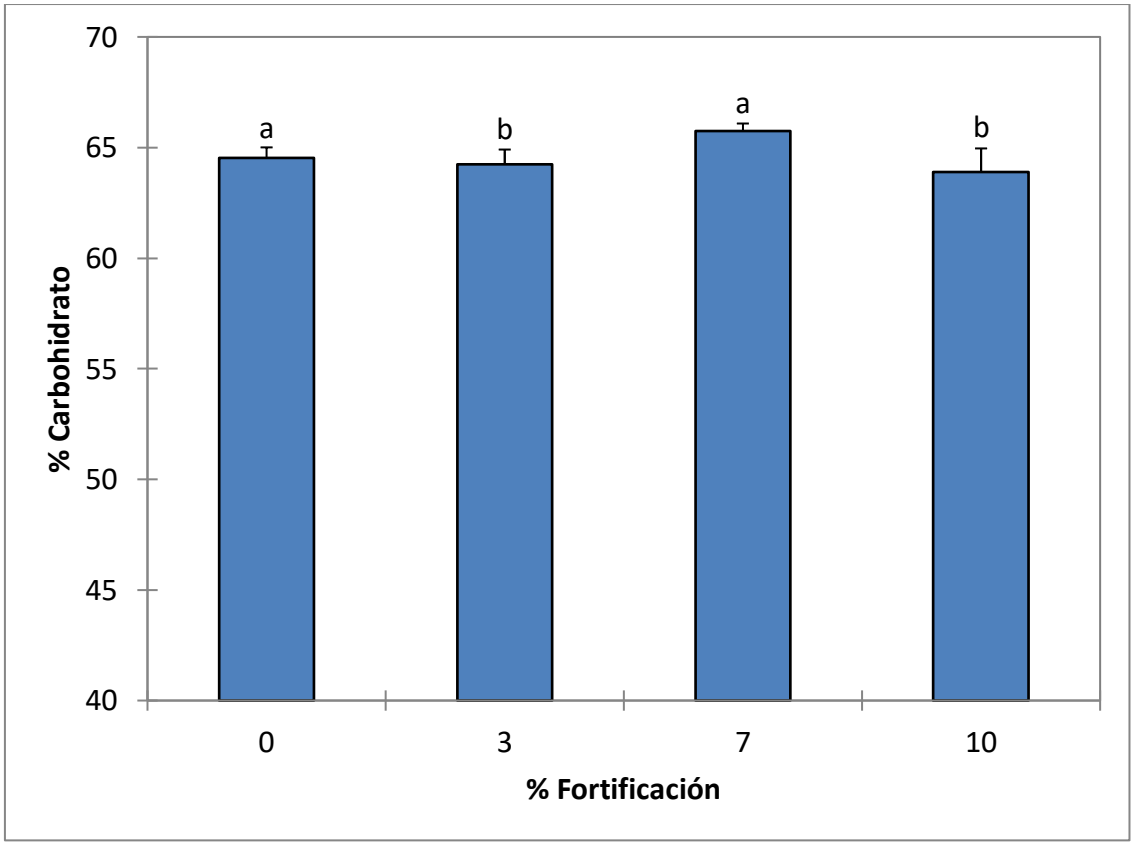
*Letras distintas entre los tratamientos (% de fortificación) indican diferencias significativas ($\beta < 0.05$)

4.2.1.5. Carbohidratos

El rango de carbohidrato alcanzado en todos los tratamientos de las galletas varió desde 64 hasta 66%, lo cual es similar a los valores obtenidos por Aguirre (2005) y Ribeiro *et al.* (2006). Los altos valores observados pueden ser atribuidos a la harina de trigo, azúcar y cocoa en polvo utilizados en la formulación de las galletas.

No hubo una tendencia clara en el contenido de carbohidratos en todos los tratamientos, sin embargo, el rango observado es muy pequeño y no tendría una relevancia nutritiva e industrial significativa.

Figura 8. Porcentaje de carbohidrato en galletas fortificadas con sangre bovina en polvo*.



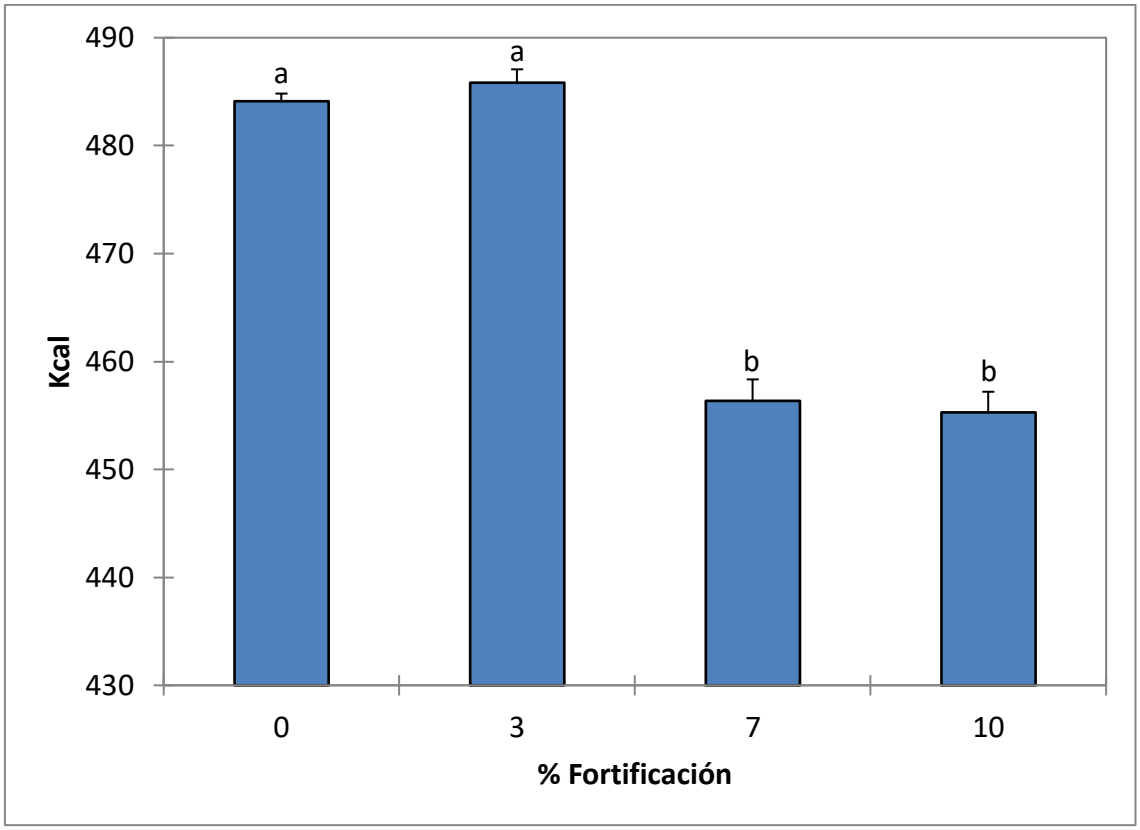
*Letras distintas entre los tratamientos (% de fortificación) indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

4.2.1.6. Valor calórico

El rango de calorías alcanzado en todos los tratamientos de las galletas varió desde 457 Kcal hasta 488 Kcal por 100 g de galleta.

Fue observado una disminución significativa a partir del tratamiento a 7%, siendo los mayores observados a 0% y 3%. Los mayores valores observados a 0% y 3% puede ser debido a los mayores valores de grasa que presentan estos porcentajes de fortificación (Figura 7), ya que las grasas aportan mayor valor calórico que los carbohidratos y proteínas (AOAC, 2012).

Figura 9. Porcentaje de calorías en galletas fortificadas con sangre bovina en polvo*.



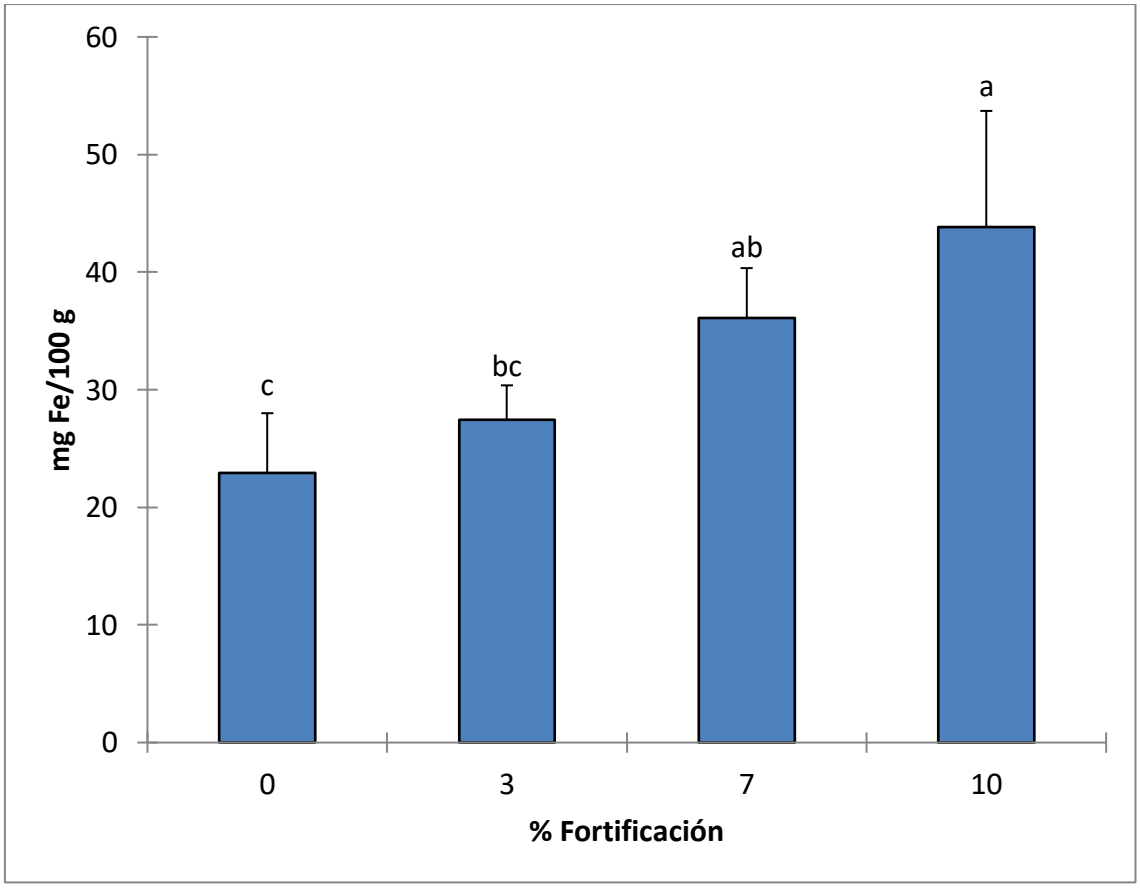
*Letras distintas entre los tratamientos (% de fortificación) indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

4.2.1.7. Hierro

El rango de hierro alcanzado en todos los tratamientos de las galletas varió desde 30 mg hasta 51 mg por 100 g de galleta, lo cual es mayor a los valores obtenidos por Aguirre (2005).

El mayor valor observado fue a 10% de fortificación, sin embargo éste no fue diferente ($P > 0.05$) al tratamiento de 7%. A su vez, el tratamiento de 7% no fue significativamente diferente al tratamiento 3%, y éste no fue diferente ($p > 0.05$) al tratamiento sin fortificación. El aumento en el porcentaje de hierro puede ser debido al alto valor de hierro que posee la sangre bovina (Ofori y Hseih, 2011).

Figura 10. Porcentaje de hierro en galletas fortificadas con sangre bovina en polvo*.



*Letras distintas entre los tratamientos (% de fortificación) indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

4.2.2. Sensorial

En una primera etapa del análisis sensorial los jueces definieron los atributos para las galletas fortificadas con sangre bovina en polvo; se levantaron atributos y éstos fueron descritos (Tabla 6).

Tabla 6. Definiciones de los atributos para las galletas fortificadas con sangre bovina en polvo.

Criterio sensorial	Atributo	Definición
Apariencia	Brilloso	Galleta con superficie brillante.
	Oscuro	Opaco, superficie poco luminosa.
	Quemado	Color de la galleta que asemeja a material carbonizado.
	Seco	Rasgos de resequedad en la galleta.
	Grasoso	Que tiene mucha grasa o está impregnado de grasa.
Aroma	Chocolate	Aroma a chocolate.
	Metálico	Aroma a fierro.
	Quemado	Aroma a rostizado.
Textura	Terso	Galleta con superficie uniforme, lisa. Atributo que debe ser evaluado con los dedos.
	Quebradizo	Fácil de romper en la primera mordida.
	Crujiente	Estructura crujiente al masticar.
	Suave	Estructura blanda al masticar.
	Desmenuzable	Fácil de dividirse en partes pequeñas.
	Grumoso	Lleno de grumos. Estructura arenosa.
	Esponjoso	Que tiene una estructura porosa, suave y elástica
	Pegajoso	Estructura que se pega en el paladar.

	Áspero	Estructura rasposa al deglutir.
Sabor	Chocolate	Galletas sabor a chocolate.
	Dulce	Sabor a azúcar o miel.
	Metálico	Sabor a fierro o sulfato ferroso.
	Mantequilla	Sabor a mantequilla.
	Amargo	Sabor que asemeja al café.
	Insípido	Que no tiene sabor.

En una segunda etapa del análisis sensorial los jueces dieron puntuaciones para cada atributo definido para las galletas fortificadas con sangre bovina en polvo, utilizando escala de puntuación de 9 puntos (Anexo 1).

Para el criterio sensorial apariencia, puntaciones bajas fueron dadas para los atributos brilloso y grasoso, mientras que la apariencia seca obtuvo valores medios considerando un rango de 0 a 9 puntos. Para estos atributos mencionados no hubo diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Por otro lado, para los atributos oscuro y quemado no fueron observadas diferencias entre los tratamientos 0%, 3% y 7%, sin embargo, éstos fueron diferentes ($P > 0.05$) al tratamiento de 10%, el cual alcanzó los mayores valores (Tabla 7). Esto sugiere que, a mayor porcentaje de sangre bovina en polvo, las galletas fortificadas serán más oscuras y quemadas en apariencia.

En el aroma de las galletas no fueron observadas diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos para los atributos chocolate, metálico y quemado, siendo que puntuaciones bajas fueron dadas para los aromas metálico y quemado, y puntuaciones medias para el aroma a chocolate (Tabla 7). Esto indica el papel importante del ingrediente cocoa en polvo para enmascarar el aroma característico de la sangre, relacionado al metálico debido a la presencia de hierro.

No fueron encontradas diferencias significativas entre los tratamientos en la mayoría de atributos de textura evaluados, excepto para la textura suave, en el

cual no se encontró una tendencia clara respecto al porcentaje de fortificación utilizado. Puntuaciones bajas fueron obtenidas para los atributos terso, esponjoso, pegajoso y áspero, mientras que puntuaciones altas fueron dadas para los atributos quebradizo, crujiente, desmenuzable y grumoso (Tabla 7).

Finalmente, no fueron observadas diferencias ($P > 0.05$) para los atributos de sabor. Dentro de estos atributos, las puntuaciones más bajas fueron dadas para los atributos metálico, amargo e insípido, mientras que puntuaciones medias fueron para los atributos chocolate, dulce y mantequilla (Tabla 7). Es posible que, ingredientes de las galletas tales como la mantequilla y la cocoa en polvo tuvieron el papel de disminuir sabores relacionados con la sangre en polvo, tales como el sabor metálico, favoreciendo así en la mejora del sabor del producto.

Tabla 7. Valores medios de puntuaciones de atributos sensoriales de las galletas fortificadas, según criterio sensorial y porcentaje de fortificación.

Criterio sensorial	% Fortificación				
	Atributo	0	3	7	10
Apariencia	Brilloso	4.12[a]	3.84[a]	2.90[a]	2.74[a]
	Oscuro	2.51[b]	4.31[b]	4.42[b]	7.29[a]
	Quemado	2.02[b]	2.83[b]	3.61[b]	5.37[a]
	Seco	4.26[a]	4.48[a]	5.46[a]	5.51[a]
	Grasoso	3.31[a]	3.23[a]	3.19[a]	3.33[a]
Aroma	Chocolate	4.45[a]	4.65[a]	4.52[a]	5.41[a]
	Metálico	2.32[a]	2.72[a]	2.66[a]	2.21[a]
	Quemado	2.36[a]	2.06[a]	3.31[a]	2.91[a]
Textura	Terso	3.06[a]	3.62[a]	3.19[a]	2.93[a]
	Quebradizo	5.34[a]	6.07[a]	5.66[a]	5.49[a]
	Crujiente	4.91[a]	3.97[a]	4.35[a]	4.74[a]
	Suave	3.97[ab]	5.05[b]	4.56[ab]	3.12[a]
	Desmenuzable	4.95[a]	4.71[a]	5.11[a]	4.76[a]
	Grumoso	4.96[a]	5.49[a]	5.26[a]	5.10[a]
	Esponjoso	2.78[a]	2.42[a]	2.59[a]	2.41[a]
	Pegajoso	2.17[a]	2.33[a]	2.51[a]	1.89[a]
	Áspero	2.64[a]	3.28[a]	3.36[a]	4.19[a]
Sabor	Chocolate	5.14[a]	4.29[a]	4.43[a]	4.23[a]
	Dulce	4.19[a]	4.54[a]	3.75[a]	3.51[a]
	Metálico	3.39[a]	2.96[a]	2.87[a]	2.90[a]
	Mantequilla	4.03[a]	4.70[a]	4.64[a]	3.86[a]
	Amargo	3.11[a]	3.32[a]	2.76[a]	4.51[a]
	Insípido	3.21[a]	2.97[a]	3.50[a]	2.46[a]

Letras distintas entre las calificaciones promedio de cada tratamiento (% de fortificación) dentro de cada atributo sensorial indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES

La deshidratación de la sangre por el método de bandejas resulta óptimo para la obtención de un producto inocuo, con alto valor proteico y de hierro, y con humedad aceptable después de 21 horas de deshidratación a 70°C y considerando 1 cm de espesor de la sangre en las bandejas. Este método puede remplazar a la deshidratación de la sangre por atomización, además, se puede utilizar temperaturas que no conlleven a la desnaturalización térmica de las proteínas de la sangre, obteniéndose así un producto más íntegro del punto de vista nutricional.

En relación a la composición centesimal, las galletas obtuvieron valores óptimos de humedad, ceniza, proteína, grasa, valor calórico y hierro. El alto valor de carbohidratos puede ser atribuido a la harina de trigo, azúcar y cocoa en polvo. En tal sentido, considerando el aspecto químico, podría ser utilizado hasta 10% de fortificación con sangre bovina en polvo para la elaboración de las galletas.

Desde el punto de vista sensorial, utilizar 10% de fortificación de sangre bovina en polvo podría ser perjudicial en la apariencia de las galletas, debido a que éstas pueden presentar apariencia oscura y quemada, mientras que no habría inconvenientes para los restantes 21 atributos sensoriales evaluados.

De los porcentajes de fortificación dados en el presente trabajo (3%, 7% y 10%), el porcentaje más adecuado de fortificación sería de 7%; ya que estas galletas muestran mayor aceptabilidad en apariencia y sabor que los otros porcentajes.

CAPÍTULO VI:

RECOMENDACIONES

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de fortificación adicionado sangre bovina deshidrata con otras aplicaciones alimenticias como sopas instantáneas.
- Hacer estudios de sustitución de proteínas de harina de pescado utilizando sangre bovina en polvo para alimentación de peces, mejorando el contenido de hierro y proteínas en los peces para el consumo humano.
- Caracterizar sangre bovina deshidrata, obtenida por otros métodos que incluye secado por atomización (*Spray dryer*).

CAPÍTULO VII:

BIBLIOGRAFIAS

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abril J, Casp P. 1999. Procesos de Conservación de Alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. España. 354 – 396.

Aguirre OAL. 2005. Evaluación nutricional de galletas fortificadas con sangre entera de bovino secada por atomización. Tesis para optar el grado de magíster en ciencias y alimentos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Anson M, Mirsky A. 1930. Protein coagulation and its reversal: the preparation of insoluble globin, soluble globin and heme. J Gen Physiol **13**(4):469–76.

A.O.A.C. International. 2012. Official method of Analysis. 19a Ed. 4a revisión. Washington D.C.

Bah CSF, Bekhit AE-DA, Carne A, McConnell MA. 2013. Slaughterhouse blood: an emerging source of bioactive compounds. Compr Rev Food Sci Food Saf **12**(3):314–31.

Beltrán F, Y Perdomo R. 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. Universidad de La Salle Facultad de Ingeniería de Alimentos, Bogotá.

Brennan JG, Butters JR, Cowell ND, Lilley AEV. 1990. Dehydration. En Food Engineering Operations. 3rd Ed. ElsevierAppliedScience. New York – USA.

Colina ML. 2010. Deshidratación de Alimentos. 1ra Ed. Editorial Trillas. México. Pp 39,139, 165.

Dill CW, Landmann WA. 1988. Food grade proteins from edible blood. In: Pearson AM, Dutson TR, editors. Edible meat by-products: advances in meat research, Volume 5. Essex: Elsevier Science Publishers. p 127–48.

Duarte S, Lino C, Pena A. 2012. Food safety implications of ochratoxin A in animal-derived food products. The Veterinary Journal **192**: 286–292.

Duarte RT, Carvalho Simoes MC, Sgarbieri VC. 1999. Bovine blood components: fractionation, composition, and nutritive value. J Agric Food Chem, **47**(1): 231-236.

Galloway R, McGuire J. 1994. Determinants of compliance with iron suplementation: Supplies, side effects, or psychology? Social Science and Medicine, **39**: 381-390.

Gorbatov VM. 1988. Collection and utilization of blood and blood proteins for edible purposes in the USSR. In: Pearson AM, Dutson TR, editors. Edible meat by-products: Advances in meat research, Volume 5. Essex: Elsevier Science Publishers. p 167–95.

Heldman DR, Singh RP. 1998. Introducción a la Ingeniería de los Alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. Pp. 463 – 468

In M-J, Jeong Chae H, Oh N-S. 2002. Process development for heme-enriched peptide by enzymatic hydrolysis of hemoglobin. Bioresour echnol **84**(1):63–8.

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2014. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) Perú.

Ishwarya SP, Anandharamakrishnan C, Stapley AGF. 2015. Spray-freeze-drying: a novel process for the drying of foods and bioproducts. Trends Food Sci Technol **41**(2):161–81.

Kikafunda JK, 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 Subsaharan Africa. African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development. **5**: 1-17.

Knipe CL. 1988. Production and use of animal blood and blood proteins for human food. In: Pearson AM, Dutson TR, editors. Edible meat by-products:

advances in meat research, Volume 5. Essex: Eslevier Science Publishers. p 147–65.

Lafarga T, Aluko RE, Rai DK, O'Connor P, Hayes M. 2016. Identification of bioactive peptides from a papain hydrolysate of bovine serum albumin and assessment of an antihypertensive effect in spontaneously hypertensive rats. Food Res Intl **81**:91–9.

Lafarga T, Rai DK, O'Connor P, Hayes M. 2015. A bovine fibrinogen-enriched fraction as a source of peptides with in vitro renin and angiotensin-i-converting enzyme inhibitory activities. J Agric Food Chem **63**(39):8676–84.

Lee S-H, Song KB. 2009. Purification of an iron-binding nona-peptide from hydrolysates of porcine blood plasma protein. Process Biochem **44**(3):378–81.

Lynch SA, Mullen AM, O'Neill EE, Alvarez C. 2017. Harnessing the Potential of Blood Proteins as Functional Ingredients: A Review of the State of the Art in Blood Processing. Comprehensive Reviewsin Food Science and Food Safety. **16**: 330 - 344

Liu XQ, Yonekura M, Tsutsumi M y Yoh Sano Y. 1996. Physicochemical Properties of Aggregates of Globin Hydrolysates. Journal of Agricultural and Food Chemistry). **44**(10): 2957-2961. Citado por Ofori J. and Hsieh Y. Blood-derived products for human consumption.

Lopez-Quiroga E, Antelo LT, Alonso AA. 2012. Time-scale modeling and optimal control of freeze–drying. J Food Eng **111**(4):655–66.

Mettler Toledo. Collected applications thermal analysis. Food. Disponíble en: http://www.mt.com/es/es/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/Application_Browse_thermal_analysis/TA_Appl_Handb/Food/jcr:content/standardpar/58298/file/file.res/Food_Handbook_%20Example.pdf

Ministerio de salud del Perú, (MINSA). 2006. DS N° 012-2006-SA. Reglamento de la Ley N° 28314 "Ley que dispone la fortificación de harinas con nutrientes"

Ministerio de salud del Perú, (MINSA). 2011. RM N°1020 Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería.

MINSA/DIGESA. 2008. NTS N° 071-MINSA/DIGESA – **01** “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”).

Mosesson M. 2005. Fibrinogen and fibrin structure and functions. J Thromb Hemeost **3**(8):1894–904.

Moure F. 2000. Separación de proteínas de sangre. Análisis de alternativas. Disponible en: http://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/17164.

Mullen AM, Álvarez C, Pojié M, Hadnađev TD, Papageorgiou M. 2015. Classification and target compounds. In: Galanakis CM, editor. Food waste recovery. San Diego: Academic Press. Chapter 2, p 25–58.

Mumenthaler M, Leuenberger H. 1991. Atmospheric spray-freeze drying: a suitable alternative in freeze-drying technology. Intl J Pharm **72**(2):97–110.

Ofori J, Hsieh Y. 2011. Blood-derived products for human consumption. Artículo científico. Revelation and Science. **01** (01): 14-21.

Ofori J, Hsieh Y. 2012. The use of blood and derived products as food additives. Food Additive, Prof. Yehia El-Samragy (Ed.).

Ockerman HW, Hansen CL. 2000. Animal by-product processing and utilization. Lancaster, PA: Technomic Pub. Co. p 325–54.

Otles S, Despoudi S, Bucatariu C, Kartal C. 2015. Food waste managemehnt, valorization, and sustainability in the food industry. In: Galanakis CM, editor. Food waste recovery. San Diego: Academic Press. Chapter 1, p 3–24.

Parés D, Saguer E, Carretero C. 2011. 9-Blood by-products as ingredients in processed meat. In: Kerry JP, Kerry JF, editors. Processed meats. Walnut Street, PA, USA: Woodhead Publishing p. 218–42.

Parés D, Saguer E, Saurina J, Suñol J, Carretero C. 1998. Functional properties of heat induced gels from liquid and spray-dried porcine blood plasma as influenced by ph. J Food Sci **63**(6):958–61.

Parés D, Toldrá M, Saguer E, Carretero C. 2014. Scale-up of the process to obtain functional ingredients based in plasma protein concentrates from porcine blood. Meat Sci **96**(1):304–10.

Pedrero DL y Pangborn RM. 1989. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS, primera edición.

Polo J, Rodríguez C, Ródenas J, Morera S, Saborido N. 2009. The use of spray-dried animal plasma in comparison with other binders in canned pet food recipes. Anim Feed Sci Technol **154**(3-4):241–7.

Prata AS, Sgarbieri VC. 2008. Composition and physicochemical properties of two protein fractions of bovine blood serum. Food Sci Technol (Campinas) **28**(4):964–72.

Purdue University. Analysis of iron in foods. Disponible en: https://www.science.purdue.edu/science-express/participant/labs/chemistry-labs.html

Ribeiro R, Fica P, Santos S, Ferreira de Lima S. 2006. Biscoito enriquecido com proteína e ferro, subproduto da CPBC. Universidade Estadual de Feira de Santana.

Spray Process Fabricação e Comercio de Secadores Industriais Ltda. São Paulo. Sf. Citado 12 de junio del 2017. Disponible en: http://secadospray.blogspot.pe/

Simmons WK, Cook JD, Bingham KC, Thomas M, Jackson J, Jackson M, Ahluwalia N, Kahn SG, Patterson AW. 1993. Evaluation of a gastric delivery

system for iron supplementation in pregnancy. American Journal of Clinical Nutrition, **58**: 622-626.

Simões MCC. 1999. Avaliação do impacto de um suplemento nutricional rico em ferro hematínico. Caderno de. Saúde Pública, Rio de Janeiro.

Tecnología farmacéutica. Puebla. Tema Fantástico, S.A. Lunes, 29 de noviembre de 2010. Lunes 12 de junio de 2017. Disponible en: http://tecfarzait.blogspot.pe/

Toldrá M, Elias A, Parés D, Saguer E, Carretero C. 2004. Functional properties of a spray-dried porcine red blood cell fraction treated by high hydrostatic pressure. Food Chem **88**(3):461–8.

Walker AR. 1998. The remedying of iron deficiency: What priority should it have? British Journal of Nutrition, **79**: 227-235.

Walter T, Hertrampf E, Pizarro F, Olivares M, Llaguno S, Letelier A, Vega V, Stekel A. 1993. Effect of bovine-hemoglobinfortified cookies on iron status of schoolchildren: a nationwide program in Chile. Am J Clin Nutr, **57**(2): 190 – 194.

Yang J-H, Lin C-W. 1998. Functional properties of porcine blood globin decolourized by different methods. Intl J Food Sci Technol **33**(4):419–27.

ANEXOS

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de análisis sensorial

Ficha de Análisis Sensorial

Producto: Galletas fortificadas con harina de sangre bovina

Nombre: _____Fecha: _____

Es presentado a usted muestras de galletas fortificadas con harina de sangre bovina, usted debe evaluar de acuerdo a cada uno de los atributos mencionados.

Marque con una línea vertical sobre la línea horizontal para evaluar la intensidad del atributo.

1) Atributos de apariencia

Brilloso

Nada Mucho

Oscuro

Nada Mucho

Quemado

Nada Mucho

Seco

Nada

Mucho

Grasoso

Nada Mucho

2) Atributos de aroma

Chocolate

Nada

Mucho

Metálico

Nada

Mucho

Quemado

Nada

Mucho

3) Atributos de textura

Terso

Nada Mucho

Quebradizo

Nada

Mucho

Crujiente

Nada

Mucho

Suave

Nada

Mucho

Desmenuzable

Nada Mucho

Grumoso

Nada Mucho

Esponjoso

Nada Mucho

Pegajoso

Nada Mucho

Áspero

Nada Mucho

4) Atributos de sabor

Chocolate

Nada Mucho

Dulce

Nada Mucho

Metálico

Nada Mucho

Mantequilla

Nada Mucho

Amargo

Nada Mucho

Insípido

Nada Mucho

Comentarios:

_____

_____

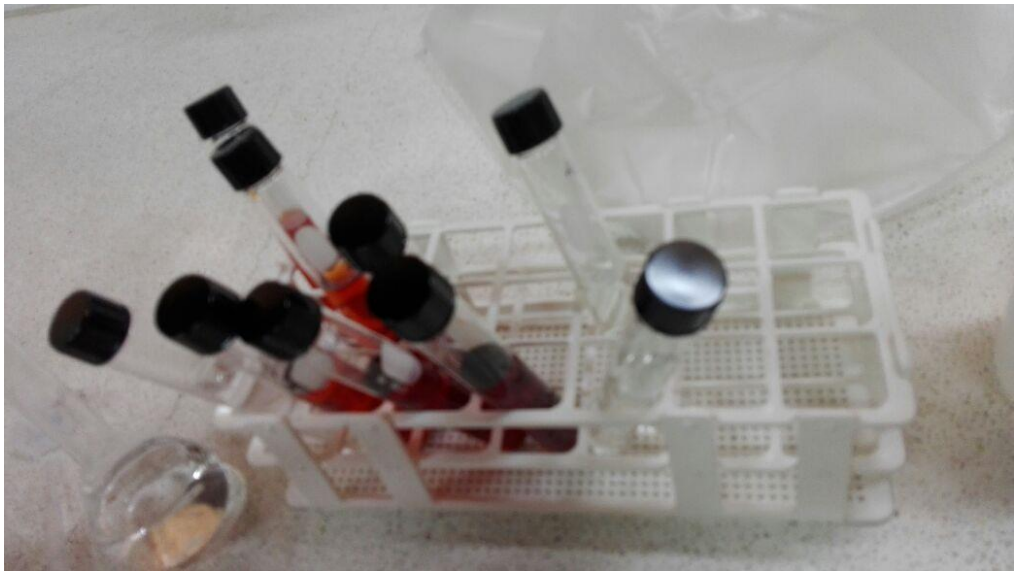
_____

_____

_____

Muchas gracias!!!

Anexo 2. Imágenes del procesamiento y análisis

WARNING

LSE SEALER
ABS SHELLWAFF
PLASTIC FILM SEALER