



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE GALLETAS FORTIFICADAS CON HÍGADO DE RES

Karen Documet-Petrlik

Piura, julio de 2015

FACULTAD DE HUMANIDADES

Maestría en Nutrición y Dietética Aplicada

Documet, K. (2015). *Evaluación nutricional y sensorial de galletas fortificadas con hígado de res* (Tesis de Maestría en Nutrición y Dietética Aplicada). Universidad de Piura. Facultad de Humanidades. Piura, Perú.

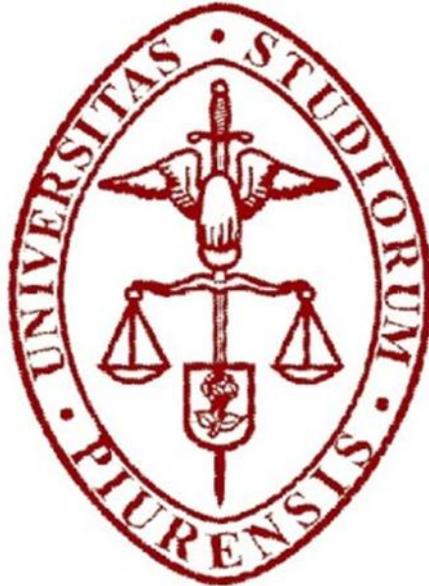


Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](#)

UNIVERSIDAD DE PIURA
ÁREA DEPARTAMENTAL DE CIENCIAS BIOMÉDICAS



“Evaluación nutricional y sensorial de galletas fortificadas con hígado de res”

Tesis para optar el Grado de Master Internacional en Nutrición y Dietética

Karen Gabriela Documet Petrlik

Asesor: Ing. MSc. Enrique Terleira García

Piura, Julio 2015

A mí querido esposo JESÚS ENRIQUE y a mí adorado hijo JOAQUIN, por su constante apoyo y amor incondicional. A mis padres FELIPE y ELISKA y a toda mi querida familia.

Prólogo

La anemia es uno de los principales problemas de salud pública, que afecta con mayor incidencia a niños y niñas, mujeres gestantes, mujeres en edad fértil que no estén gestando, esto hace que la deficiencia de hierro afecte adversamente en el rendimiento cognitivo, el comportamiento y el desarrollo físico en los niños; el estado de la inmunidad y la morbilidad a partir de infecciones de todos los grupos de edad.

Las vísceras como el bazo, el corazón, los riñones, el hígado de res son fuente importante de hierro biodisponible, su consumo dentro de la población ha caído en gran desuso, por razones culturales, pero también por la difusión de casos de adulteración y fraude en la alimentación intensiva de los animales (clembuterol, antibióticos, otros). Sin embargo, las vísceras representan un alimento de elevada valor nutricional, rico en vitaminas C y vitaminas del grupo B. También muy rico en calcio, fósforo, zinc y en especial en hierro. Esto hace que su consumo sea importante dentro de la dieta para suplir deficiencias en hierro.

La fortificación de alimentos es una opción viable para combatir la anemia, siendo las galletas alimentos con gran aceptabilidad y teniendo en cuenta la gran prevalencia de anemia en la región San Martín de 35,6% según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - ENDES (2014), en lo que va del año 2015 la Red de Salud San Martín reporta 537 casos de anemia en niños y niñas preescolares, registrados en los establecimientos de salud de la provincia de San Martín. Siendo este grupo los más vulnerables, me propuse formular y elaborar una galleta fortificada con hígado de res que sea aceptable y demuestre eficiencia contra la anemia.

Agradezco al Ing. MSc. Enrique Terleira García por su asesoramiento en el tema del análisis de los resultados y discusiones, a la dirección de la Institución Educativa Cleofe Arévalo del Águila por permitir realizar las evaluaciones con los niños y niñas preescolares de su institución, a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto por prestar sus instalaciones de la Planta Piloto de Panadería y Pastelería y del Laboratorio de Análisis y Composición de los Alimentos.

Resumen

El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar el nivel adecuado de fortificación, de satisfacción y de eficiencia, de galletas fortificadas con hierro a partir de pasta de hígado de res, para prevenir anemia en niños y niñas preescolares.

Se formularon galletas con hierro en tres niveles 10%, 15% y 20%, y sin fortificación (0%). La fortificación se realizó con pasta de hígado de res, el cual presentó valores proximales de contenido proteico y de hierro iguales a 24,04 g/100 g y 4,3 g/100 g respectivamente.

Las galletas presentaron un aumento en el contenido proteico conforme se incrementaba los niveles de fortificación, teniendo similar comportamiento el contenido graso, cenizas y el hierro. Lo contrario ocurrió con los carbohidratos y las fibras, esto debido a la disminución de harina de trigo y al incremento de hígado de res.

Se concluye que el 82% de los panelistas mostraron mayor satisfacción por la galleta fortificada al 15%, siguiéndole la galleta sin fortificar (0%) con 79,8%.

La determinación de la eficiencia de la galleta mostró incremento en los niveles de hemoglobina después de treinta días de consumo diario, pudiendo concluir que son eficientes para combatir la anemia ferropénica.

Índice general

Introducción	01
Capítulo 1: Marco teórico	03
1.1. Importancia del hierro en la nutrición humana	03
1.1.1. Hierro	03
1.1.2. Clasificación del hierro	04
1.1.2.1. Hierro hemínico	04
1.1.2.2. Hierro no hemínico	04
1.1.3. Funciones del hierro	04
1.1.4. Distribución del hierro en el organismo	05
1.1.5. Absorción del hierro en el organismo	05
1.1.5.1. Factores que aumentan o promueven la absorción del hierro	06
1.1.5.2. Factores que disminuyen o inhiben la absorción del hierro	07
1.1.5.3. Factores que influyen en la pérdida de hierro	08
1.2. Metabolismo del hierro en el organismo	08
1.3. Deficiencia de hierro en el organismo	09
1.3.1. Anemia	10
1.3.1.1. Anemia ferropénica	12
1.4. Métodos para diagnosticar anemia	12
1.5. Indicadores para estimar la deficiencia de hierro	13
1.6. Necesidades nutricionales en niños preescolares	15
1.6.1. Necesidades energéticas	15
1.6.2. Necesidades proteicas	15
1.6.3. Necesidades lipídicas	16
1.6.4. Necesidades carbohidratos	16
1.6.5. Necesidades fibra	16
1.6.6. Necesidades hierro	16
1.7. Principales fuentes alimentarias de hierro	16
1.7.1. Utilización de hígado de res en la alimentación humana	17
1.8. Fortificación de galletas	18
1.8.1. Fortificación de alimentos en el Perú	19
1.9. Evaluación sensorial	20
1.9.1. Pruebas afectivas	20
1.9.1.1. Prueba de satisfacción	20
Capítulo 2: Parte experimental	21

2.1.	Metodología	21
2.1.1.	Tipo de estudio	21
2.1.2.	Población y tamaño de muestra	21
2.1.3.	Materiales	21
2.2.	Experimentación	23
2.2.1.	Formulación de galletas fortificadas con hígado de res	23
2.2.2.	Elaboración de galletas fortificadas con hígado de res	23
2.2.2.1.	Elaboración de pasta de hígado de res	23
2.2.2.2.	Elaboración de las galletas	25
2.2.3.	Evaluación nutricional de galletas fortificadas	27
2.2.3.1.	Análisis proximal	28
2.2.3.2.	Contenido en hierro	28
2.2.3.3.	Energía metabolizable	28
2.2.4.	Evaluación microbiológica	28
2.2.5.	Evaluación sensorial de las galletas fortificadas	28
2.2.5.1.	Prueba de satisfacción de galletas fortificadas	29
2.2.6.	Evaluación de eficiencia de galletas fortificadas contra la anemia	29
2.3.	Diseño Experimental	30
2.3.1.	Diseño para la prueba de satisfacción	30
2.3.2.	Diseño para la prueba de eficiencia	30
Capítulo 3: Resultados y Discusiones		31
3.1.	Formulación de las galletas fortificadas	31
3.2.	Evaluación nutricional de las galletas fortificadas	31
3.2.1.	Evaluación de pasta de hígado de res	31
3.2.2.	Análisis proximal de galletas fortificadas	33
3.2.3.	Contenido en hierro de galletas fortificadas	33
3.2.4.	Energía metabolizable de galletas fortificadas	34
3.2.5.	Evaluación microbiológica de galletas fortificadas	35
3.3.	Evaluación sensorial de las galletas fortificadas	35
3.3.1.	Prueba de satisfacción de galletas fortificadas	35
3.4.	Evaluación de eficiencia de las galletas fortificadas	36
3.5.	Diseño Experimental.	37
3.5.1.	Diseño para la prueba de satisfacción	37
3.5.2.	Diseño para la prueba de eficiencia	38
Conclusiones		41
Referencias Bibliografía		43
Anexos		47

Índice de tablas

Tabla 1	Valores normales de concentración de hemoglobina y grado de anemia en niños y niñas de 6 meses a 11 años (hasta 1000 msnm)	11
Tabla 2	Criterios para el diagnóstico de anemia según niveles de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto)	13
Tabla 3	Criterios para el diagnóstico de la deficiencia de hierro	14
Tabla 4	Recomendaciones energéticas	15
Tabla 5	Recomendaciones de proteínas	15
Tabla 6	Recomendaciones de ingesta media de hierro por edades	16
Tabla 7	Composición nutricional de 100 g de hígado de res crudo y cocido	18
Tabla 8	Formulación de materia prima e insumo según niveles de fortificación	32
Tabla 9	Evaluación proximal de pasta de hígado de res (cocido)	32
Tabla 10	Evaluación proximal de galletas fortificadas en diferentes niveles	33
Tabla 11	Evaluación del contenido de hierro de galletas fortificadas	34
Tabla 12	Evaluación de energía metabolizable	35
Tabla 13	Resultado análisis microbiológicos	35
Tabla 14	Evaluación sensorial de nivel de satisfacción	36
Tabla 15	Niveles de hemoglobina al inicio y término de la evaluación	37
Tabla 16	Calculo de Chi – cuadrado para determinar independencia entre los Niveles de fortificación y los niveles de satisfacción	37
Tabla 17	Grado de relación entre los niveles de hemoglobina del día 0 y del día 31	38
Tabla 18	Media y desviación estándar hemoglobina día 0 y día 31	38
Tabla 19	Prueba t – Student diferencia de medias entre tratamientos	39
Tabla 20	Análisis de varianza	39

Índice de anexos

Anexo 1	Factores de ajuste por altura	47
Anexo 2	Contenido en hierro de algunos alimentos (en mg/100 g)	48
Anexo 3	Hoja de cálculo con base de datos de composición de alimentos	49
Anexo 4	Fotos de los procesos	50
Anexo 5	Normas sanitarias para criterios microbiológicos	54
Anexo 6	Formato de prueba de satisfacción	55
Anexo 7	Hoja de cálculo de formulación de galletas	56
Anexo 8	Resultados microbiológicos	57
Anexo 9	Base de datos de hemoglobina al día 0 y al día 31	58
Anexo 10	Gráfica de la comprobación del estadístico de t-Student	59
Anexo 11	Gráfica de la comprobación del estadístico de <i>F</i> -ANOVA	59

Introducción

El estado nutricional de las niñas y niños está vinculado al desarrollo cognitivo, un estado nutricional deficiente tiene efectos adversos sobre el proceso de aprendizaje y el rendimiento escolar. Asimismo, el estado nutricional está asociado directamente a la capacidad de respuesta frente a las enfermedades, un inadecuado estado nutricional incrementa tanto la morbilidad como la mortalidad en la temprana infancia. Los efectos de un mal estado nutricional en los primeros años se prolongan a lo largo de la vida, ya que incrementa el riesgo de padecer enfermedades crónicas (sobrepeso, obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares, entre otras) y está asociado a menores logros educativos y menores ingresos económicos en la adultez.

La Organización Mundial de la Salud estima que 600 millones de niños en edad preescolar y escolar sufren anemia en todo el mundo, y se estima que al menos la mitad de estos casos puede atribuirse a la carencia de hierro. Los niños son particularmente vulnerables a la anemia ferropénica debido a sus mayores necesidades de hierro en los periodos de rápido crecimiento, especialmente durante los primeros cinco años de vida. La anemia ferropénica en niños se ha relacionado con el aumento de la morbilidad en la infancia y deficiencia en el desarrollo cognitivo y el rendimiento escolar (**Vásquez et al, 2005**).

En el Perú 1 millón 25 mil 524 niños menores de 5 años padecen de anemia según cifras de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - ENDES registradas el 2014. El 44,4% representa a niños y niñas del área rural y siendo el departamento de Puno el que presenta la más alta proporción (63,5%). El departamento de San Martín registró el 24% de casos de anemia para el 2012, mostrándose un descenso para el año 2013 que fue de 22,4%. La Red de Salud San Martín reportó 929 casos de anemia en niños preescolares para el año 2013, casos que se incrementaron para el año 2014 a 1785 y en lo que va del año 2015 se reportaron 546 casos, todo ellos registrados en los centros de salud y postas medicas del Ministerio de Salud en la provincia de San Martín.

Una alternativa para prevenir la anemia es la elaboración de alimentos fortificados con hierro, los cuales deben cumplir con características mínimas para asegurar la aceptación en el consumo, siendo las galletas una opción viable por su aceptación entre la población objetivo.

El presente trabajo pretende evaluar si los niños en edad preescolar aceptan las galletas fortificadas con hígado de res como parte de su alimentación, además de conocer la eficiencia en combatir y prevenir la anemia. Aplicando para esto el análisis sensorial como

herramienta útil para encontrar diferencias significativas entre la satisfacción expresada por los niños y niñas con respecto a las galletas fortificadas en diferentes niveles como 0%, 10%, 15% y 20%.

El desarrollo del presente trabajo se hizo en tres capítulos, el primero corresponde a la parte teórica y descriptiva donde se exponen algunas generalidades sobre el hierro, sus funciones, su sistema de absorción, el metabolismo en el organismo y las causas de su deficiencia. Además de las necesidades nutricionales para niños preescolares, de la fortificación de galletas y una breve descripción de la técnica de análisis sensorial. El segundo capítulo la metodología a aplicar, la población en estudio, los materiales a emplear, los procedimientos, el análisis proximal, contenido de hierro, análisis sensorial y el diseño experimental. El tercer capítulo resume los resultados de formulación, elaboración de las galletas fortificadas, análisis proximal, contenido de hierro, evaluación sensorial y de eficiencia de las galletas fortificadas, en este mismo capítulo se discute los resultados obtenidos. Finalizando se expresan las conclusiones derivadas del trabajo.

Los objetivos establecidos para el desarrollo de esta investigación son los siguientes:

Objetivo General

Determinar el nivel más adecuado de uso del hígado de res, en galletas fortificadas para prevenir anemia en niños preescolares.

Objetivos específicos

- Determinar el aporte de hierro del hígado de res de acuerdo al nivel de fortificación.
- Determinar el valor proximal de las galletas enriquecidas con hígado de res.
- Determinar el nivel de satisfacción de las galletas fortificadas con tres niveles de porcentaje de hígado de res.
- Determinar la eficiencia de la galleta fortificada de mayor aceptabilidad.

Capítulo 1

Marco teórico

1.1. Importancia del hierro en la nutrición humana

1.1.1. Hierro

El hierro es uno de los metales más importantes en la tierra. Representa alrededor del 5% de la corteza terrestre y es el segundo metal en abundancia luego del aluminio y el cuarto elemento más abundante después del oxígeno, el silicio y el aluminio. Es el componente principal del núcleo terrestre con el 80%. Es un metal esencial para la mayoría de las diferentes formas vivientes y para la fisiología humana normal. La cantidad promedio de hierro en nuestro organismo es de alrededor de 4,5 g lo que representa el 0,005% (Behrman et al, 2006).

El hierro es uno de los minerales más importantes en la nutrición humana. Participa en funciones corporales vitales como transporte de oxígeno y forma parte de grupos prostéticos de enzimas vinculadas a la respiración celular. También juega un papel en la regulación genética (Chúa, 2012).

Se reconoce como nutriente esencial al hierro desde 1860. El 60% están formando parte de la hemoglobina, gracias al cual esta proteína es capaz de transportar el oxígeno por los glóbulos rojos desde los pulmones a los tejidos. Un 40% se encuentra almacenado en forma de ferritina y hemosiderina.

En los glóbulos rojos, la proteína hemínica que contiene Fe, se combina con el oxígeno en los pulmones y en el dióxido de carbono en los tejidos (transporte respiratorio de oxígeno y dióxido de carbono). La mioglobina es otra proteína hemínica, que proporciona oxígeno al músculo.

El hierro se asocia también con la función inmune, aunque los mecanismos implicados no son bien conocidos. Parece, asimismo ser muy importante en el estado cognitivo (atención, aprendizaje o memoria).

El hierro se conserva muy bien en el organismo y el 90% es recuperado y reutilizado. El hierro de los alimentos se encuentra en forma de sales férricas o formando parte de las ferroproteína (hemoglobina, mioglobinas,...). Sin embargo, se absorbe mejor las sales ferrosas (Vásquez et al, 2005).

1.1.2. Clasificación del hierro

Se clasifica en hierro hemínico y no hemínico:

1.1.2.1. Hierro hemínico:

El hierro en forma hemínico, o hierro hemínico, se llama así porque forma parte de la estructura del grupo hemínico, presente en las moléculas de hemoglobina, mioglobina y algunos citocromos.

La hemoglobina es una proteína presente en los glóbulos rojos (hematíes) que, gracias a la presencia del grupo hemínico con su hierro incomparable, puede llevar a cabo el transporte de oxígeno de los glóbulos rojos desde los pulmones a todos los tejidos corporales.

La mioglobina es una proteína hemínico análoga a la hemoglobina, que proporciona oxígeno a nivel muscular.

Algunas enzimas, que intervienen en el proceso de obtención de energía, como es el caso de ciertos citocromos, son igualmente proteínas hemínico.

1.1.2.2. Hierro no hemínico:

El hierro no hemínico está presente en otros componentes que no presentan grupo hemínico (por ejemplo, diversas enzimas), y generalmente está asociado a una proteína encargada de su almacenamiento, como la ferritina.

1.1.3. Funciones del hierro

Las principales funciones del hierro en el organismo son las siguientes:

- Transporta oxígeno, como constituyente de la hemoglobina: La hemoglobina, proteína de la sangre, que está compuesta de un átomo de hierro, transporta el oxígeno desde los pulmones hacia el resto del organismo.
- Intervienen en la respiración celular (o utilización del oxígeno cuando llega a la célula) formando parte de enzimas implicadas en el proceso (citocromos), que tienen al grupo hemínico en su composición.
- Participa en las funciones de defensa del organismo (funciones inmunitarias): La enzima mieloperoxidasa está presente en los neutrófilos y poseen en su composición un grupo hemínico, produce sustancias (ácido hipocloroso) que son usadas por los neutrófilos para destruir las bacterias y otros microorganismos.
- La ingesta adecuada de hierro es esencial para el funcionamiento normal del sistema inmunológico. Tanto la sobrecarga como la deficiencia de hierro pueden ocasionar cambios en la respuesta inmune.
- Es necesario para una función cerebral normal en todas las edades al participar en la función y síntesis de neurotransmisores y quizás de mielina, en funciones encefálicas relacionadas al aprendizaje y a la memoria como a ciertas funciones motoras y reguladoras de la temperatura.
- En la síntesis de ADN, ya que forma parte de una enzima (ribonucleótido reductasa) necesaria para la síntesis de ADN y para la división celular (**Mataix, 2003**).

1.1.4. Distribución del hierro en el organismo

El hierro presente en el organismo puede dividirse en dos componentes principales, el hierro funcional y el hierro almacenado:

- **Hierro funcional:**

Es en gran parte el hierro contenido en la hemoglobina circundante, con cantidades menores en los tejidos del organismo (mioglobina) y en diversas enzimas.

- **Hierro almacenado:**

Representa las reservas de este nutriente para reemplazar las pérdidas del componente funcional. Los depósitos de hierro en el organismo se encuentran en forma de ferritina y de hemosiderina en el hígado, el bazo y la médula ósea. En un hombre adulto sin deficiencia de hierro, el hierro almacenado asciende aproximadamente a una cuarta parte del hierro total de organismo. Cuando las necesidades fisiológicas de hierro son altas, como en los niños pequeños y en las mujeres durante la menstruación, los depósitos de hierro son a menudo escasos o nulos.

La falta de hierro almacenado significa que no hay hierro disponible para los requerimientos extraordinarios como: los periodos de mucho crecimiento, la gestación, las hemorragias.

La figura 1, muestra que el hierro funcional representa el 80% de la distribución en el organismo de este porcentaje el 5% se encuentra en las enzimas, el 10% en la mioglobina y el 85% en la hemoglobina. El hierro almacenado representa el 20% y se encuentra como ferritina y hemosiderina. Como hierro plasmático representa 0,1 – 0,2% y se encuentra en forma de transferrina.

1.1.5. Absorción del hierro en el organismo

Las encuestas de consumo de alimentos buscan reflejar de manera más o menos exacta la ingesta o consumo de alimentos en el individuo y la familia. Las encuestas nacionales han demostrado que hay un consumo inadecuado de hierro y otros micronutrientes en la dieta de la población peruana. El consumo promedio de hierro a nivel nacional es de 7,4 mg/día en las mujeres en edad fértil, lo cual sólo cubre un tercio de las necesidades diarias de este micronutriente. En general, el hierro consumido por las mujeres, niños y niñas peruanos es fundamentalmente de origen vegetal, cuya biodisponibilidad y absorción a nivel intestinal es baja. A esto se suma que la absorción del hierro se ve interferida por la presencia de inhibidores en la alimentación como el café, té y otras infusiones, que son de consumo habitual en nuestra población (MINSA, 2014).

La absorción de hierro tiene lugar en el duodeno y en la parte superior del yeyuno y, para que sea óptima, el hierro debe estar en forma soluble. En el caso del hierro hemínico, este es absorbido en las células de la mucosa intestinal como un complejo intacto, influyendo poco la composición de la dieta y las secreciones gastrointestinales. Sin embargo, el hierro no hemínico que, generalmente, se encuentran en forma insoluble, previamente deberá ser solubilizado. Para su solubilización se precisa un medio ácido (pH bajo), así como la presencia de ciertas proteínas capaces de romper la unión del hierro con sustancias con las que forma complejos insolubles. Su posterior unión con ácido ascórbico (vitamina C) permitirá una mejor absorción.

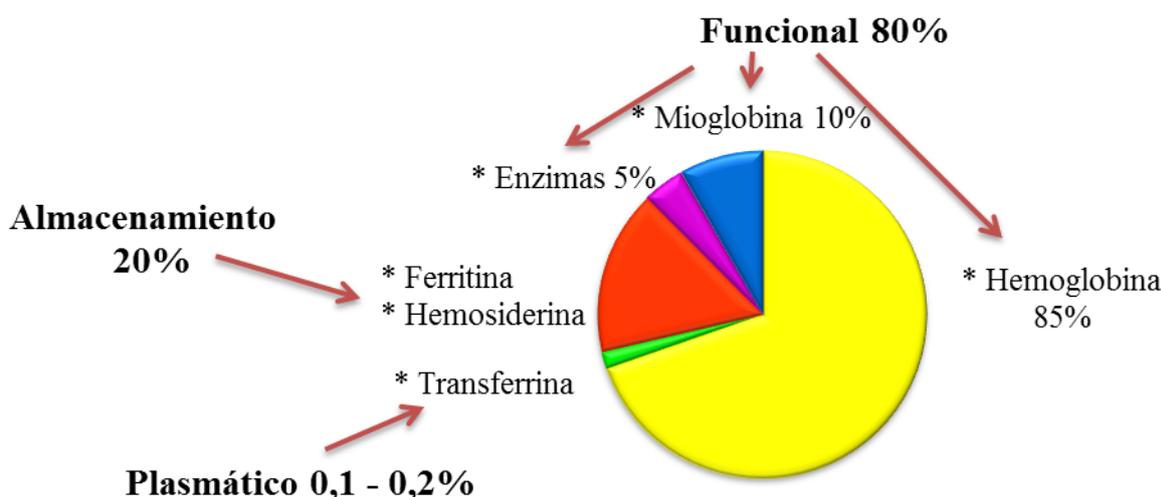


Figura 1. Distribución del hierro en el organismos
Fuente: Elaboración propia

Solo un 10%, del total del hierro ingerido, es absorbido; se pierde 1mg/día por orina y piel, por lo que es suficiente que la dieta suministre unos 10 mg/día.

La absorción de hierro es de gran interés por su alta frecuencia de anemia atribuida a su baja biodisponibilidad en las dietas. El término de biodisponibilidad describe el porcentaje de hierro en el alimento que es absorbido y utilizado para propósitos fisiológicos como formación de células rojas. La biodisponibilidad de hierro proveniente de las leguminosas, oleaginosas, cereales son baja. El rango es de 1 al 10%. Pero cuando el hierro proviene de carnes su biodisponibilidad es considerablemente más alta que los alimentos vegetales. El hierro no hemínico de las carnes, pescado, pollo e hígado pueden estar cerca al 20% de disponibilidad y el hierro hemínico de las carnes solamente pueden estar alrededor del 30% de biodisponibilidad. Todo el hierro en las plantas es hierro no hemínico y mucho del hierro presente en las carnes es también hierro no hemínico. La fuente de alimentos donde el hierro es más biodisponible es en leche humana.

Desde el punto de vista químico hay dos formas relevantes de hierro (Fe), el oxidado o férrico (Fe^{3+}) y el reducido o ferroso (Fe^{2+}), por acción del ácido clorhídrico del estómago se convierte todo a su forma reducida (Fe^{2+} , ferroso). Algunas sustancias como el ácido ascórbico, ciertos aminoácidos y azúcares que pueden conformar quelatos de hierro de bajo peso molecular facilitan la absorción intestinal del hierro (Delgado, 1998).

Existen diversos factores que afectan a la absorción intestinal de hierro, unos la facilitan mientras que otros la dificultan.

1.1.5.1. Factores que aumentan o promueven la absorción del hierro

- **Estado general de hierro en el organismos:**

La deficiencia de hierro (anemia ferropénica) producida por causas diversas como baja ingesta, hemorragias o el aumento de las necesidades (periodos de crecimiento, mujeres en edad fértil por la menstruación y embarazo), incrementan la absorción de hierro.

- **Presencia de vitamina C (ácido ascórbico):**

Es un promotor de la absorción de hierro, actúa manteniendo el hierro en forma soluble cuando el pH luminal aumenta una vez que el contenido gástrico pasa al duodeno. Cuando el hierro se encuentra en estado férrico es soluble solamente a pH ácido. Por encima de un pH 4 precipita casi todo el hierro como una solución de cloruro férrico. Sin embargo si se agrega ácido ascórbico al cloruro férrico soluble en una solución ácida, se forma un complejo de ácido ascórbico y hierro que permanece soluble en un amplio rango de valores.

En un estudio, se encontró que el contenido de ácido ascórbico en la naranja puede incrementar la absorción de hierro hasta tres veces cuando se adiciona 100 ml de jugo de naranja, y por encima de siete veces cuando se añade una fruta fresca como la papaya. Sin embargo en una comida estándar se encontró, que se triplicó la absorción de 4% a 13%.

- **Tejidos animales:**

Los alimentos de origen animal son importantes constituyentes dietarios no solamente por su alta disponibilidad de hierro hemínico sino también por ser mejoradores de la absorción de hierro no hemínico. Entre ellos tenemos: la carne bovina, pollo, pescado, cordero, hígado, carne de cerdo, entre otros.

- **Ácidos orgánicos:**

Existen otros ácidos orgánicos como: ácido cítrico, ácido láctico y ácido málico también benefician la absorción del hierro no hemínico.

- **La vitamina A:**

Mantiene el hierro soluble y disponible para que pueda ser absorbido ya que compete con otras sustancias polifenoles y fitatos (**Delgado, 1998**).

1.1.5.2. Factores que disminuyen la absorción de hierro

- **Polifenoles:**

Los taninos presentes en la dieta reducen la absorción del hierro no hemínico, debido a la formación de compuestos insolubles, tanatos de hierro, los cuales no son absorbidos por el organismo. Se ha encontrado que el té es un inhibidor potente, observándose que al añadir una taza de té a las comidas, se pudo disminuir desde 11,5% a 2,5% la absorción de hierro no hemínico. Los polifenoles se encuentran presentes en otras infusiones populares como el café y los mates. El efecto inhibitor del café es en menor potencia comparada con el té.

Los polifenoles parecen ser equivalentes en importancia a los fitatos como inhibidores en la absorción del hierro no hemínico.

- **Proteínas:**

Es el único macronutriente que tiene el efecto inhibitor sobre la absorción de hierro. Mientras que los tejidos animales mejoran la absorción del hierro no hemínico, algunas proteínas de origen animal o vegetal ejercen un efecto inhibitorio. Fuentes proteicas, de origen animal como la leche entera, caseinato y proteínas derivadas del suero de la leche, queso, huevo entero y clara de huevo o la albúmina sérica bovina purificada, disminuye la absorción entre 10 a 50%.

Dos otras proteínas vegetales que también tuvieron marcado efecto inhibitorio fueron, el gluten y la proteína de soya.

- **Fibra:**

Los componentes de la fibra ligan al hierro, sin embargo existen pocas evidencias que la fibra tenga un importante rol en la absorción de hierro. Se ha postulado que la fibra tiene un efecto inhibitorio sobre la absorción del hierro, estudios realizados con diferentes clases de fibra, pectina, celulosa y salvado observaron que la fibra tuvo un menor efecto de inhibición sobre la absorción del hierro no hemínico.

- **Calcio:**

El agregar calcio a una comida en forma de leche o sal inorgánica, disminuye la absorción de hierro no hemínico en humanos. Este efecto inhibitorio es moderado y complejo (**Delgado, 1998**).

- **Otros minerales:**

Como el zinc, manganeso, magnesio, cobre. La ingesta conjunta de alimentos ricos en dichos minerales en una misma comida puede llegar a impedir la absorción de hierro.

- **Medicamentos:**

Como la tetraciclinas y antiácidos (**Mataix, 2003**).

1.1.5.3. Factores que influyen en la pérdida de hierro

No existe mecanismo que regule la secreción de hierro. En el adulto después de cesar el crecimiento, la pérdida diaria es del orden de 0,5 mg en células que se desprende de superficies corporales internas y externas:

- La menstruación, se calcula que hay una pérdida de 28 mg de hierro.
- El embarazo, un solo feto acumula cerca de 300 mg de hierro y la placenta 70 mg, la pérdida de sangre al momento del parto tal vez representa 100 a 250 mg.
- En el amamantamiento, la leche humana contiene por litro 0,5 mg de hierro muy absorbible.
- La vía gastrointestinal como enteritis alérgica en lactantes, úlcera y erosiones pépticas, cáncer, etc.
- Trastornos de la piel como la psoriasis y dermatitis exfoliativa, en los que aumenta mucho el recambio celular.
- Hemorragia crónica, gastritis hemorrágica, úlcera péptica, neoplasias, diverticulosis, colitis ulcerosa, hemorroides, hipermenorrea, hemólisis intravascular, prótesis de valvular aórtica (**Unigarro, 2010**).

1.2. Metabolismo del hierro en el organismo

Se calcula que el cuerpo de una persona adulta contiene 4,5 g de hierro, que es regulado principalmente mediante cambios en la cantidad absorbida por la mucosa intestinal. La absorción de hierro se realiza en el duodeno y en la parte superior del yeyuno y en menor medida en el estómago, y está influenciada por la cantidad del mismo que en forma de reserva exista en el organismo, por la cantidad y naturaleza química del hierro en la dieta y por otra serie de factores dietéticos que incrementan o disminuyen la biodisponibilidad del hierro en su absorción. Cuando el contenido de hierro absorbido es la dieta es

suficiente, la mucosa intestinal regula la absorción de éste de manera que tiende a mantener su contenido constante en el organismo. En los estados deficientes, la eficacia de su absorción se incrementa.

El hierro absorbido por las células de la mucosa digestiva puede ser transferido a la sangre asociado a la transferrina, o almacenarse en la misma mucosa como ferritina. A partir de que el hierro se encuentra en la sangre se produce una distribución y posterior almacenamiento del mismo en órganos en los que ejerce una cierta función como en la médula ósea, donde se utiliza para la formación de hemoglobina. Esta hemoglobina, tras un periodo de recirculación sanguínea es degradada en el bazo a hemosiderina, y posteriormente transformada en el hígado en pigmentos biliares (**Moreno, 2000**).

El hierro puede ser absorbido rápidamente, detectándosele en los eritrocitos a las cuatro horas de la ingestión; no obstante se necesita alrededor de una semana para su incorporación completa a la molécula de hemoglobina. Una vez absorbido, el organismo retiene insistentemente el hierro y solamente se excretan cantidades muy pequeñas, a consecuencia de lo cual los requerimientos son pequeños, a no ser para reponer pérdidas de sangre.

La absorción del hierro es el 10% del ingerido en la dieta. Si la dieta contiene de 10 – 20 mg de hierro, solo se absorberá 1 – 2 mg de hierro, el cual es transportado por la transferrina que se encuentra en el plasma, para la formación de hemoglobina, el cual representa el 75% de esta absorción, entre el 10 – 20% se almacena en el hígado y en el corazón en forma de ferritina y del 5 al 15% es utilizado en otros procesos del organismo. La cantidad de hierro excretado por la orina, las heces, el sudor es solamente de 1 mg – 2 mg al día, una gran parte corresponde probablemente a hierro de la dieta no absorbido y al procedente de la destrucción de los hematíes. Ver figura 2.

El hierro que se libera a consecuencia de la destrucción de los glóbulos rojos puede usarse para la síntesis de nuevas moléculas de hemoglobina, prácticamente sin pérdidas (**Lloyd, 1982**).

1.3. Deficiencia de hierro en el organismo

El déficit de hierro aparece cuando la cantidad ingerida no satisface las necesidades del organismo, por ingesta insuficiente, absorción deficiente o aumento de pérdidas. Los grupos con mayor riesgo son los niños menores de dos años, adolescentes, embarazadas, ancianos y adolescentes gestantes (**Vásquez et al, 2005**).

La deficiencia de hierro produce anemia. La reducción del número de glóbulos rojos en la anemia puede ir acompañada de cambios en el tamaño de las células y de su contenido en hemoglobina (**Lloyd, 1982**).

1.3.1. Anemia

La anemia es una condición en la cual la sangre carece de suficientes glóbulos rojos o la concentración de hemoglobina es menor que los valores de referencia según edad, sexo

y altitud. La hemoglobina, un conglomerado de proteína que contiene hierro, se produce en los glóbulos rojos de los seres humanos y su deficiencia indica, en principio, que existe una deficiencia de hierro.

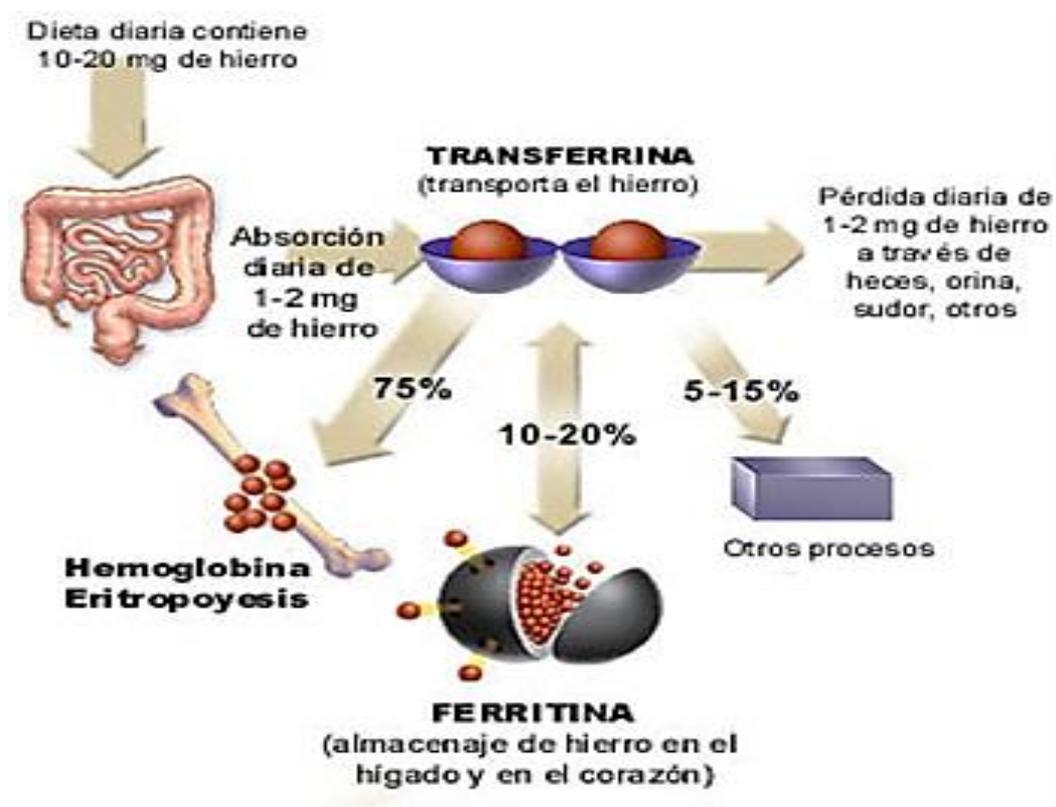


Figura 2. Metabolismo del hierro en el organismo
Fuente: Fundrepa (2014)

Si bien se han identificado muchas causas de la anemia, la deficiencia nutricional debido a una falta de cantidades específicas de hierro en la alimentación diaria constituye más de la mitad del número total de casos de anemia.

La medición de hemoglobina es reconocida como el criterio clave para la prueba de anemia. De este modo, puede aceptarse como indicador indirecto del estado nutricional de hierro en niñas y niños y se efectuó con la finalidad de fortalecer las políticas de salud pública para la prevención y manejo de la anemia nutricional, como estrategia de intervención a fin de mejorar la salud infantil.

La clasificación de la anemia se establece en severa, moderada o leve y valores normales para diferentes edades y sexo. En la tabla 1, se muestra lo valores normales de concentración de hemoglobina y grados de anemia, establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) dependiendo de la edad y sexo.

La anemia con un nivel de hemoglobina por debajo de 11,0 g/dl al nivel del mar, está asociada con una disminución del transporte de oxígeno a los tejidos y a una menor capacidad física y mental y probablemente con reducción en la resistencia contra las infecciones.

Tabla 1. Valores normales de concentración de hemoglobina y grados de anemia en niños y niñas (hasta 1000 msnm)

Población	Normal (g/dl)	Anemia por niveles de hemoglobina (g/dl)		
		Leve	Moderada	Grave
Niños de 6 a 59 meses de edad	11 - 14	10,0 – 10,9	7,0 – 9,9	< 7,0
Niños de 5 a 11 años de edad	11,5 – 15,5	11,0 – 11,4	8,0 – 10,9	< 8,0
Niños de 12 a 14 años de edad	12 a más	11,0 – 11,9	8,0 – 10,9	< 8,0
Mujeres no embarazadas (15 años o mayores)	12 a más	11,0 – 11,9	8,0 – 10,9	< 8,0
Mujeres embarazadas	11 a más	10,0 – 10,9	7,0 – 9,9	< 7,0
Varones (15 años o mayores)	13 a más	10,0 – 12,9	8,0 – 10,9	< 8,0

Fuente: OMS (2011)

El nivel requerido de hemoglobina en la sangre depende de la presión parcial de oxígeno en la atmósfera. Como el Perú es un país donde un gran número de personas vive a alturas donde la presión de oxígeno es reducida en comparación con la del nivel del mar, se requiere un ajuste a las mediciones de hemoglobina para poder evaluar el estado de anemia, es decir, el nivel mínimo requerido de hemoglobina dada la disponibilidad de oxígeno en la atmósfera (INEI, 2014).

El ajuste de los niveles de hemoglobina se realiza cuando la niña o niño reside en localidades ubicadas a partir de los 1000 metros sobre el nivel del mar. El nivel de hemoglobina ajustada es el resultado de aplicar el factor de ajuste al nivel de hemoglobina observada. La tabla de factores de ajuste por altura se muestra en el anexo 1.

$$\text{Nivel de hemoglobina ajustada} = \text{Hemoglobina observada} \times \text{Factor de ajuste por altura}$$

Las causas de la anemia pueden ser diversas. Se conocen anemias patológicas, hereditarias y nutricionales. Las anemias de origen alimentario pueden aparecer en cualquier momento de la vida pero son más frecuentes en el periodo de lactancia (Lloyd, 1982).

En el Perú para el 2014 el 35,6% de niñas y niños menores de cinco años de edad padeció de anemia, proporción mayor observada en el año 2013 (34,0%). Por tipo, el 23,6% tuvo anemia leve, 11,6% anemia moderada y el 0,4% anemia severa.

La anemia afectó al 60,7% de niñas y niños de seis a ocho meses de edad y al 63,1% de 9 a 11 meses de edad, siendo aún elevada en niñas y niños de 12 a 17 meses de edad (63,0%) y de 18 a 23 meses de edad (47,9%); mientras, que en los infantes de 24 a 59 meses de edad

los porcentajes fueron menores: 24 a 35 meses (31,5%), 36 a 47 meses (23,6%) y de 48 a 59 meses de edad, el porcentaje baja a 21,8% (**ENDES, 2014**).

La Red de Salud San Martín (2015) reportó 883 casos de anemia en niños preescolares para el año 2013, casos que se incrementaron para el año 2014 a 1750 y en lo que va del año 2015 se reportaron 537 casos, todo ellos registrados en los centros de salud y postas medicas del Ministerio de Salud en la provincia de San Martín.

1.3.1.1. Anemia Ferropénica

La anemia ferropénica constituye la causa más frecuente de consulta hematológica y es el tipo de anemia más común. La anemia ferropénica debida a causas fisiológicas (por un aumento de las necesidades o pérdidas repetidas de sangre) afecta de manera especial a las mujeres en edad fértil y a los niños en edad de crecimiento. Suele añadirse una alimentación deficiente pobre en carne y vitaminas (**Fuentes et al, 1998**).

Los síntomas que se observa en pacientes con anemia ferropénica son astenia, cansancio, irritabilidad, mareo, cefalea, debilidad, palpitaciones y disnea. Además de alteraciones tróficas de piel y mucosas, estomatitis, oca (atrofia crónica de la mucosa nasal), coiloniquia o uñas en cuchara, disfagia (síndrome de Plummer-Vinson o Patterson-Kelly) debido a la presencia de membranas hipofaríngeas o esofágicas y una alteración particular del apetito denominado pica que consiste en la ingesta de hielo (pagofagia), de tierra (geofagia) o de cal de las paredes (**Arias et al, 2000**).

También puede presentar palidez anormal o pérdida de color de la piel, taquicardia, ciclos menstruales irregulares, amenorrea, ictericia piel, ojos y boca, esplenomegalia, hepatomegalia, cicatrización lenta de heridas y tejidos. Muchos de los síntomas no se presentan si la anemia es leve, debido a que generalmente el cuerpo puede compensar los cambios graduales en la hemoglobina (**Zagaceta, 2011**).

1.4. Métodos para diagnosticar anemia

El diagnóstico de la anemia se realiza con la determinación de hemoglobina por el método de la cianometahemoglobina que es la técnica de referencia para este indicador. Diversas metodologías se han establecido teniendo en cuenta la técnica de base indicada:

- Método fotométrico, espectrofotométrico o por hemoglobinómetro. Utiliza reactivo de Drabkins (cianuro de potasio y ferricianuro de potasio).
- Método por contador automatizado, que incluye para su determinación reactivos iguales al método anterior. Los resultados hematológicos que pueden ofrecer, además de las concentraciones de hemoglobina son: hematocrito, cálculos de relación de hemoglobina con eritrocitos (VCM entre otros) y otros parámetros.
- Método de HemoCue. Este es un método en el cual se utiliza un equipo portátil para medición en terreno de hemoglobina. Requiere de pequeñas celdas, que ya contienen el reactivo seco en su interior, donde se deposita una gota de sangre del dedo y es capaz de realizar la determinación en menos de 1 minuto.

Otra metodología que ha sido ampliamente utilizada ha sido la determinación de hematocrito y a partir de ahí la inferencia de las concentraciones de hemoglobina, teniendo en cuenta la proporción que debe existir entre estos elementos. Este es un método de

aproximación y no mide exactamente las concentraciones de hemoglobina ya que son dos técnicas diferentes y depende mucho de la estabilidad de la corriente y el tiempo de centrifugación para la determinación del hematocrito. Manteniendo el control de estos parámetros se puede hacer la inferencia dividiendo el valor del hematocrito por tres y se obtiene un dato de concentración de hemoglobina en gramos por decilitros tal como se muestra en la tabla 2. Los resultados obtenidos por ambas técnicas pueden ser similares, pero no idénticos y las diferencias encontradas en las prevalencias de anemia utilizando ambos métodos añade complejidad al análisis y hace más difícil su interpretación (Pita et al, 2007).

1.5. Indicadores para estimar la deficiencia de hierro

El indicador más utilizado para evaluar la deficiencia de hierro es la hemoglobina, de hecho se han utilizado indistintamente los términos anemia, deficiencia de hierro y anemia por deficiencia de hierro. No obstante, debemos tener presente que la deficiencia de hierro no es la única causa de anemia.

Tabla 2. Criterios para el diagnóstico de anemia según niveles de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto)

Grupo por edad y sexo	Hemoglobina (Hb) (gr/dl)	Hematocrito (Hto) (%)
Niño de 6 meses a 5 años	<11,0	<33
Niño de 5 a 11 años	<11,5	<34
Niño de 12 a 14 años	<12,0	<36
Mujer a partir de 15 años (no embarazada)	<12,0	<36
Mujer embarazada	<11,0	<33
Varón a partir de 15 años	<13,0	<39

Fuente: OMS (2001).

Las formas moderadas y ligeras de deficiencia de hierro pueden causar síntomas de anemia (como es en los casos de valores normales cercanos al límite de referencia). (Ver tabla 3) pero el funcionamiento de los tejidos y procesos metabólicos dependientes del hierro se encuentran ya deteriorados. Por esta razón, las concentraciones de hemoglobina no son el único indicador de deficiencia de hierro, pues cuando estas se muestran afectadas ya estamos en presencia de la última o tercera etapa de su deficiencia. La prevalencia de la deficiencia de hierro puede ser, aproximadamente, 2.5 veces superior a la de la anemia.

El diagnóstico de la deficiencia de hierro es más complejo y requiere desde indicadores sencillos hasta otros más complejos y especializados para evaluar el estadio de la deficiencia. Entre ellos se encuentra:

- **Volumen Corpuscular Medio (VCM):**

Es una medida del volumen del eritrocito e indica deficiencia de hierro, si su valor se encuentra por debajo de los valores de referencia (microcitosis o célula más pequeña). Esta reducción en los valores del VCM es un fenómeno tardío en el proceso de deficiencia de hierro. Si el volumen se encontrara por encima de los valores de

referencia (célula mayor y por lo tanto macrocitos) sería un indicador de deficiencia de ácido fólico o vitamina B₁₂.

- **Hemoglobina Corpuscular Media (HCM):**

Es un reflejo de la síntesis de hemoglobina y de su contenido en el hematíe. En la deficiencia de hierro la hipocromía (poca coloración del eritrocito) es más frecuente que la microcitos.

- **Determinación de zinc Protoporfirina (ZPP):**

En esta determinación, la protoporfirina que es la que se une al hierro para formar el grupo hemo de la hemoglobina, cuando no encuentra suficiente hierro para la conformación de esta estructura se une al zinc, y de esta manera al hallar concentraciones de zinc Protoporfirina por encima de los valores de referencia, se puede decir que existe deficiencia de hierro y medir su severidad de acuerdo con el valor encontrado. Es una técnica fluorimétrica rápida (el resultado puede estar en un minuto aproximadamente), que no requiere de reactivo, pero sí de un equipamiento específico.

- **Receptores de Transferrina (TfR):**

Esta determinación evalúa la expresión de proteínas que son indicadores de necesidades de hierro en el organismo, su incremento progresivo se explica por la avidez por la absorción de hierro a través del sistema digestivo aún antes de estar totalmente depletadas las reservas y es la segunda etapa de expresión de la deficiencia de hierro, reflejando la intensidad de la eritropoyesis y demanda de hierro. Su ventaja es que no está afectada por la presencia de infecciones o procesos inflamatorios y no varía con la edad, género o embarazo.

- **Ferritina:**

Esta es la proteína de almacenamiento del hierro en el organismo y los bajos valores circulantes son indicadores de bajas reservas de hierro en el organismo. Esta se considera la primera etapa de deficiencia a ser evaluada y es la técnica más específica. Es importante tener en cuenta que esta es una proteína que es capaz de aumentar cuando existe un proceso de infección y, por lo tanto, los valores pudieran ser altos o no (Pita et al, 2007).

Tabla 3. Criterios para el diagnóstico de la deficiencia de hierro

Indicadores	Valores de referencia	Deficiencia
VCM	80 – 97 μm^3 (fL)	< 80
HCM	26,5 – 33,5 pg	< 26,5
ZPP niños < 5 años	\leq 70 mmol/mol hem	>70
ZPP niños > 5 años	\leq 80 mmol/mol hem	>80
Ferritina < 5 años	\geq 12 $\mu\text{g/L}$	< 12
Ferritina > 5 años	\geq 15 $\mu\text{g/L}$	< 15
TfR	No definidos, según la técnica empleada	-

Fuente: OMS (2004)

El VCM y HCM son valores que pueden tomarse de los resultados realizados por un contador automatizado que permiten calcular el número total de eritrocitos (Pita et al, 2007).

1.6. Necesidades nutricionales en niños preescolares

Se considera preescolar al niño o niña de 3 a 6 años que ya ha alcanzado una madurez completa de los órganos y sistemas que intervienen en la digestión y metabolismo de los nutrientes.

Es un periodo de crecimiento más lento y estable, en el que ganan una media de 2 kg de peso y de 5 a 6 cm de talla al año. El metabolismo basal, es menor que el de los lactantes, pero superior al del adulto (Vásquez et al, 2005).

Los niños preescolares puede tener periodos de inapetencia, poco interés por los alimentos o rechazo de nuevos sabores, puede expresar verbalmente su aceptación o rechazo como modo de mostrar su autonomía, y los hábitos familiares constituyen su principal referencia.

1.6.1. Necesidades energéticas

La estimación de las necesidades se ha realizado valorando las ingestas asociadas a un crecimiento normal. La recomendación de energía representa la media de las necesidades de una población de individuos sanos con un peso medio y talla adecuado para su edad y sexo. La tabla 4 muestra las recomendaciones de energía para niños de 4 a 6 años de edad, teniendo en cuenta el peso y talla media.

Tabla 4. Recomendaciones de energía

Edad (años)	Peso medio (kg)	Talla media (cm)	Energía (kcal/día)
4 – 6	20	112	1800

Fuente: Hernández (2001).

1.6.2. Necesidades de proteínas

Las necesidades de proteína vienen condicionadas por las demandas para un crecimiento adecuado y para mantener el contenido proteico del organismo. Las proteínas de origen animal, mucho más ricas en aminoácidos esenciales que las vegetales, deben proporcionar aproximadamente el 10% – 15% de las necesidades proteicas en el preescolar. La tabla 5 muestra las recomendaciones de proteína para niños y niñas de 4 a 6 años de edad.

Tabla 5. Recomendaciones de proteínas

Edad (años)	Peso medio (kg)	Talla media (cm)	Proteínas (g/día)
4 – 6	20	112	24

Fuente: Hernández (2001)

En algunas circunstancias fisiológicas, como el ejercicio físico intenso o patológicas, como el estrés producido por la infección, fiebre o trauma quirúrgico, aumentan las necesidades de proteínas así como las de energía (**Hernández, 2001**).

1.6.3. Necesidades de lípidos

El aporte de energía que procede de la grasa debe ser del 30% - 35% del total diario, dependiendo esta cifra máxima de la distribución de los tipos de grasa, siendo la ideal aquella en que el aporte de grasas saturadas suponga menos del 10% del valor calórico total de la dieta, los ácidos monoinsaturados el 10% – 20% y los ácidos poliinsaturados el 7% – 10%, con una relación adecuada 5 – 15 entre los ácidos grasos esenciales linoleico y linolénico.

1.6.4. Necesidades de carbohidratos

Al menos el 50 - 60% de la energía proporcionada por la dieta debe ser aportado en forma de hidratos de carbono, preferentemente de tipo complejo, con una cantidad adecuada de fibra. Se evitará un exceso de azúcares solubles, que contribuyen a incrementar la incidencia de caries.

1.6.5. Necesidades de fibra

Es importante asegurar el aporte adecuado de fibra por su beneficioso efecto sobre la función intestinal y el metabolismo glucídico y lipídico. Una cantidad en g/día igual a la edad en años más 5 se considera suficiente (**Hernández, 2001**).

1.6.6. Necesidades de hierro

Los niños y niñas preescolares requieren mayor cantidad de hierro para expandir su masa celular y tejido corporal en crecimiento. Éstos en promedio absorben entre el 5-10% del hierro de una porción de alimento. Las deficiencias de hierro tienen un impacto en la capacidad mental, reproductiva, inmunológica y física de las personas (**Latham, 1997**).

En la tabla 6 se indican las recomendaciones de ingesta de hierro en niños y niñas en edades de 1 – 3 años y de 4 – 8 años.

Tabla 6. Recomendaciones de ingesta media de hierro por edades

Edad	Hierro (mg/día)
1 - 3 años	7
4 – 8 años	10

Fuente: FAO/OMS (2001)

1.7. Principales fuentes alimentarias de hierro

La principal fuente de hierro son los alimentos de origen animal (carne, mariscos, huevos y aves), a excepción de la leche y esto es debido a su mayor biodisponibilidad. Los alimentos vegetales, como las legumbres o espinacas, también contienen hierro, pero en una forma menos absorbible (**Mataix, 2003**).

Se consideran buenas fuentes de hierro los alimentos que contienen más de 7 mg por 100 g como el hígado, cacao, miel, mariscos, entre otros. Los alimentos deficientes en hierro son la leche, queso, azúcar, dulces, harinas de cereales no enriquecidas y arroz (**Fisher, 1972**).

La leche, en contra de la noción que es el «alimento perfecto», es una fuente pobre de hierro. La leche humana contiene cerca de 2 mg de hierro por litro y la leche de vaca apenas la mitad de esta cifra (**Latham, 2002**). Ver anexo 2.

1.7.1. El hígado de res en la alimentación humana

El hígado es la glándula más voluminosa del cuerpo, desempeña importantes funciones como la regulación del contenido de glucosa de la sangre mediante la formación y desintegración del glucógeno; la parte importante que toma la bilis en la digestión de las grasas, la desaminación de los aminoácidos con desprendimiento de nitrógeno en forma amoniacal.

Además, el hígado forma la vitamina A con el caroteno proporcionado por la sangre y la almacena. Asimismo, el hígado protege al organismo contra diversas sustancias venenosas que se forman en el tubo digestivo a consecuencia de putrefacción, transformándolas en compuestos no venenosos, esta es la función antitóxica del hígado. Por último es el hígado un agente importante en la destrucción de los glóbulos rojos gastados en el empleo de la grasa como combustible por el organismo y en la formación de proteínas en la sangre (**Morrison, 1988**).

Las principales fuentes de hierro en la dieta de muchas personas incluyen la leche y el pescado. Un tipo de alimento muchas veces menospreciado, a pesar de contar un alto valor nutricional es el que se encuentra en las vísceras como el hígado de pollo y de res, la sangre o el corazón tanto de pollo como de res. Este tipo de alimentos constituyen un rico aporte de hierro, principalmente para la población que más necesita de este mineral en su dieta diaria como los bebés, niños, gestantes y mujeres en edad fértil debido a la menstruación.

El hígado de res es uno de los alimentos más complejos, riquísimos en proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales, contiene casi tanta vitamina A como el aceite de hígado de bacalao, siete veces más que la zanahoria y 50 veces más que la lechuga. Satisface sobradamente las necesidades cotidianas de vitaminas del complejo B. En riqueza de vitamina C iguala a la toronja y supera a la lechuga, el tomate y la coliflor. El hierro que contiene es el que mejor se asimila y lo acumula en tal cantidad que opaca al huevo, los frijoles y las carnes rojas. Además, es un alimento rico en vitamina B₁₂, tiene 45 veces más vitamina B₁₂ que la carne de res, 100 más que la leche y 200 más que el pollo. Se le considera una buena fuente de selenio, un mineral antioxidante muy valioso para protegernos contra el cáncer y los males cardiovasculares.

Por desgracia, el hígado de res no sólo acumula nutrientes de manera fabulosa, sino también sustancias potencialmente perjudiciales, como el colesterol y las purinas. La fábrica de colesterol en los mamíferos se halla en el hígado, por lo cual no debe sorprendernos que el hígado de res contenga casi el doble de colesterol que el huevo. Pero,

sabiamente, la naturaleza incluye en este mismo alimento sustancias lipotrópicas como la colina, la lecitina y las vitaminas B₆, C y E. Las purinas son parte de los desechos del organismo al asimilar alimentos ricos en ácidos nucleídos (hígado, riñones, sardinas, frijoles, levadura de cerveza), los mismos que se transforman finalmente en ácido úrico, el cual puede favorecer ataques de gota o formación de cálculos renales en personas susceptibles (Zagaceta, 2012).

En la tabla 7 se muestra la comparación entre la composición nutricional del hígado de res crudo con el hígado de res cocido.

Tabla 7. Composición Nutricional de 100 g de hígado de res crudo y cocido

Nutrientes	Hígado de res crudo ^a	Hígado de res cocido ^b
Energía (kcal)	127,0	204,0
Proteína (g)	20,0	26,7
Grasa cruda (g)	4,6	8,6
Carbohidratos (g)	3,3	3,1
Fibra (g)	0,0	0,0
Hierro (mg)	5,4	7,2
Vitamina A (µg)	4968,0	8082,7
Vitamina C (mg)	19,5	16,0

Fuente: ^a CENAN/INS/MINSA (2009)/

^b FUNIBER (2012)

1.8. Fortificación de galletas

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por cocimiento de la masa preparada con harina, con o sin leudante, leche, fécula, sal, huevo, agua potable, azúcar, mantequilla, saborizante, colorantes conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados (INDECOPI, 1992).

Según Latham M, (2002), la fortificación se ha definido como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objeto de reducir o controlar una carencia de nutrientes.

La fortificación de alimentos es uno de los medios más efectivos a largo plazo para combatir o prevenir las deficiencias de micronutrientes.

Los principales factores que tienen que tomarse en cuenta al seleccionarse el fortificante o el compuesto de hierro con el cual deseamos fortificar un alimento son los siguientes:

- **Que no altere las características organolépticas del vehículo:** Estas son principalmente; su sabor, color y textura.

- **La estabilidad:** El hierro es un elemento muy reactivo. Este mineral es altamente oxidante y en condiciones apropiadas de alta humedad y temperatura puede reaccionar con el vehículo volviéndolo inestable, con una vida de almacenaje muy corta y al final se puede volver rancio (**Zagaceta, 2012**).

El codex alimentarius recomienda que la composición de alimentos para infantes y niños en el caso de la fortificación debe de aportar dos tercios de la recomendación diaria por 100 g de alimentos, esto significa un porte entre el 30 – 50% del requerimiento diario de nutrientes, en dos o tres porciones al día (**FAO/WHO, 2006**).

1.8.1. Fortificación de alimentos en el Perú

Una de las estrategias actuales para la prevención y control de la anemia es la fortificación de alimentos.

- La ley N° 28324 de fortificación de harina de trigo del 23 de junio del 2006, se reglamentó la fortificación de harinas con micronutrientes, que se aplica a la harina de trigo de producción nacional, importada o donada, que se destine al consumo humano en el territorio nacional. Comprende la harina de trigo de venta directa, así como la utilizada en la fabricación de productos de panadería, pastelería, galletería, pastas alimenticias y otros productos derivados de producción nacional, importados o donados para el consumo interno.

La fortificación se deberá realizar con los siguientes micronutrientes: Hierro 55 mg/kg; Tiamina 5 mg/kg; Riboflavina 4 mg/kg; Niacina 48 mg/kg; Ácido fólico 1,2 mg/kg (**Decreto Supremo N° 012-2006-SA**).

El artículo 6° del Reglamento de esta Ley, establece que el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) del Instituto Nacional de Salud (INS), es responsable de las inspecciones, muestreos y análisis periódicos de la harina de trigo de procedencia nacional, importada y/o donada, a fin de asegurar el cumplimiento del Reglamento (**MINSA, 2014**).

- La ley N° 17387 de fortificación se aplica a la sal para consumo humano que se consume en el territorio nacional sea de fabricación nacional o importada. Es de observancia obligatoria por las personas naturales o jurídicas que intervienen en cualquiera de los procesos u operaciones relacionados con la fabricación, almacenamiento, transporte, comercialización o donación de la sal de consumo humano, así como por las entidades vinculadas a su control de calidad, como a su vigilancia sanitaria, nutricional y epidemiológica de las enfermedades originadas por deficiencia de yodo y flúor. Toda sal de consumo humano debe estar fortificada con yodo de 30 a 40 ppm y con flúor de 200 a 250 ppm (**Decreto Supremo N° 015-84-SA**).

1.9. Evaluación sensorial

El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos.

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además, la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing).

También se considera simplemente como el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología, entre otras.

1.9.1. Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas, son pruebas en donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, puede ser frente a otro. Se utilizan escalas de calificación de las muestras.

1.91.1. Prueba de satisfacción

a) Escala hedónica facial

La escala gráfica, se utiliza cuando la escala tiene un gran tamaño presentándose dificultad para describir los puntos dentro de esta, también se emplea cuando el panel está conformado por niños o por personas adultas con dificultades para leer o para concentrarse. Las escalas gráficas más empleadas son las hedónicas de caritas (Kramer y Twigg, 1972) con varias expresiones faciales.

Ventajas:

- La escala es clara para los consumidores
- Requiere de una mínima instrucción
- Resultado de respuestas con más información
- Las escalas hedónicas pueden ser por atributos

Casos en los que se aplica:

- Desarrollo de nuevos productos.
- Medir el tiempo de vida útil de los productos.
- Mejorar o igualar productos de la competencia.
- Preferencia del consumidor

(Hernández, 2005).

Capítulo 2

Parte experimental

2.1. Metodología

2.1.1. Tipo de Estudio

Se desarrolló un estudio de tipo cuasi experimental, longitudinal y prospectiva. Permitió recoger información de los panelistas, en distintos momentos (inicio y término) y determinar la efectividad de la intervención. Además es descriptivo porque permitió conocer el nivel de satisfacción de los panelistas en relación a las galletas fortificadas con hígado de res.

2.1.2. Población y tamaño de estudio

La población de estudio donde se realizó las pruebas sensoriales y las pruebas de eficiencia de las galletas fortificadas fueron alumnos del nivel inicial entre 4 a 6 años (preescolares) de la Institución Educativa Cleofe Arévalo del Águila del distrito de la Banda de Shilcayo, de la provincia de San Martín.

El tamaño de la muestra fue de 89 panelistas para la prueba de satisfacción y de 50 panelistas para la prueba de eficiencia.

2.1.3. Materiales

a) Materias Primas e insumos

- Pasta de hígado de res
- Harina de trigo
- Margarina vegetal con sal
- Azúcar
- Cocoa
- Esencias
- Sal
- Polvo de hornear

b) Materiales y equipos

- Balanza (cap. máx. 5 kg)

- Balanza analítica (cap. máx. 200 g)
- Termómetro (-10 °C a 250 °C)
- Cocina 4 hornillas
- Cocinilla
- Procesador de alimentos
- Estufa (0 °C a 250 °C)
- Mufla (0 °C a 1200 °C)
- Micro kjeldahl
- Cocina digestora
- Equipo soxhlet
- Espectrofotómetro de absorción atómica
- Horno rotativo marca Nova modelo max. 500
- Batidora de 6 velocidades
- Mesa de acero inoxidable
- Molino de disco
- Termo selladora de guillotina

c) Materiales de laboratorio:

- Matraces de 250 ml
- Buretas
- Pipetas
- Placas petri de vidrio
- Papel filtro # 42
- Pinzas
- Vaguetas
- Vaso de precipitación
- Balones
- Cápsulas de porcelana
- Cubetas de vidrio
- Embudo
- Vidrio reloj
- Equipo de baño maría

d) Reactivos:

- Hidróxido de sodio al 1.25%
- Ácido sulfúrico al 1.25%
- Ácido clorhídrico
- Ácido sulfúrico
- Éter de petróleo
- Catalizador (sulfato de fierro II, sulfato de potasio, sulfato de cobre)
- Ácido bórico al 2%
- Rojo de metilo
- Solución estándar de hierro

2.2. Experimentación

Los procesos de experimentación se realizaron en los ambientes de la planta piloto de Panadería y Pastelería, así como los análisis proximales y de contenido de hierro se realizaron en el Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

2.2.1. Formulación de galletas fortificadas con hígado de res

Para la estandarización de la fórmula de las galletas fortificadas aplicada se requirió de realizar procesos repetitivos o pruebas preliminares con variación de contenido porcentuales de los ingredientes y a su vez que estos se encuentren dentro de los requerimientos nutricionales para niños preescolares según la Organización Mundial de la Salud (OMS). La formulación final se logró en base a pruebas de evaluación sensorial informales de aceptación que se realizó teniendo en cuenta característica de textura donde se consideró la apreciación de este atributo por un grupo de personas consumidoras habituales de galletas, además de comparar con galletas de expendio comercial.

La formulación se realizó con la ayuda de una hoja de cálculo de Excel, en la cual se introdujo como base de datos los valores de la tabla peruana de composición de los alimentos establecida por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición Instituto Nacional de Salud del Ministerio de Salud (2009) y los valores obtenidos por análisis proximal en el laboratorio. El anexo 3 muestra la hoja de cálculo con la base de datos de composición de los alimentos.

Estas pruebas preliminares permitieron establecer la formulación y posteriormente la elaboración de galletas fortificadas con hierro proveniente del hígado de res. Se propusieron tres niveles de fortificación de 10%, 15% y 20%, además de una galleta sin fortificar como muestra de comparación.

Se consideró en la formulación que las galletas aportarán el 16% del requerimiento diario de los nutrientes necesarios para niños preescolares, pudiendo ser consumidos como una merienda o media mañana. Las galletas tienen forma redonda con un peso aproximado de 6 g cada una, la ración representa 4 unidades de galletas (peso total 24 g).

2.2.2. Elaboración de galletas fortificadas con hígado de res

Después de establecida la formulación de las galletas, se realizó el proceso en dos etapas iniciando con la elaboración de pasta de hígado de res, y seguido de la elaboración de las galletas en los diferentes niveles de fortificación.

2.2.2.1. Elaboración de pasta de hígado de res

Para el proceso de elaboración de pasta de hígado de res, se realizaron previamente pruebas que permitieron establecer parámetros óptimos del proceso, como la determinación del sistema de cocción, la temperatura, el tiempo y el sistema de molienda que permita obtener el hígado en pasta. Estos procesos fueron validados mediante un análisis proximal practicado a la pasta de hígado de res donde los valores de los nutrientes obtenidos estuvieron dentro de los parámetros que indicados en la tabla 7 publicados por

FUNIBER (2012). La figura 3 muestra el flujograma de los procesos realizados en la elaboración de pasta de hígado de res.

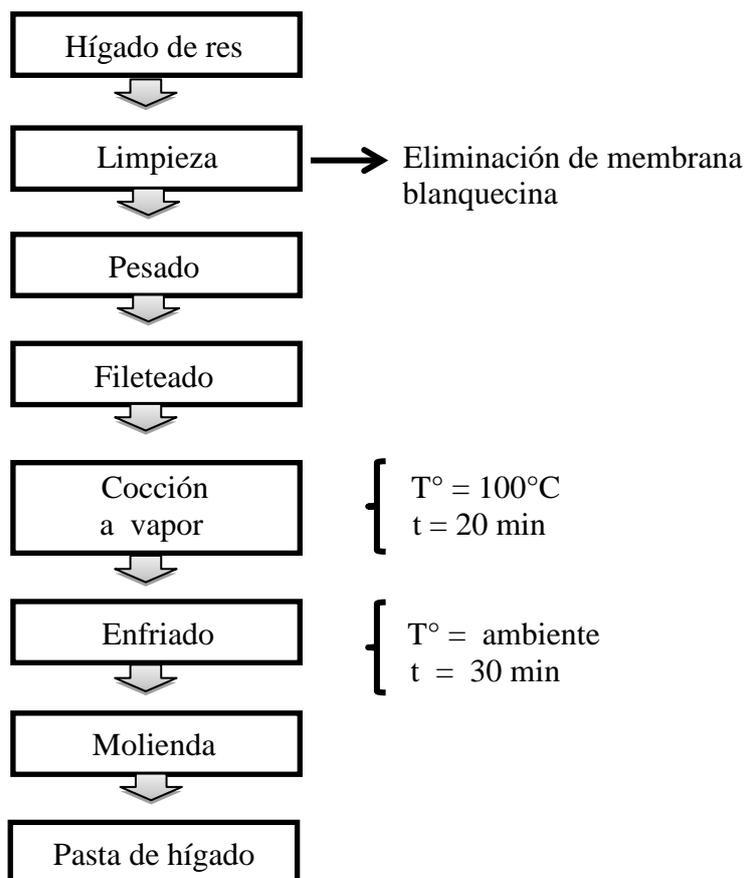


Figura 3. Flujograma de elaboración de pasta de hígado de res

Descripción del proceso:

- **Hígado de res:** Se adquirió en el camal la ciudad de Tarapoto, en estado fresco, después del sacrificio de la res. Se realizó una inspección visual del estado del hígado, observando que no presente alguna patología o la presencia de deformaciones o aspectos no característicos del hígado.
- **Limpieza:** Se realizó con la finalidad de eliminar la membrana blanquecina que cubre la parte superficial del hígado, además de retirar las partes duras de las venas, estos representan un porcentaje en desechos del proceso.
- **Pesado:** Se pesó el hígado fresco después de estar limpio, proceso que nos permitió determinar el rendimiento final. El pesado se realizó en una balanza digital.
- **Fileteado:** El hígado de res se fileteó en un espesor aproximado de 1,0 a 1,5 cm, con la finalidad de facilitar la cocción y asegurar que ésta sea homogénea en toda la superficie del filete de hígado.

- **Cocción:** El proceso se realizó por cocción a vapor, que consiste en cocinar a través de vapor con un medio líquido (agua), sin que estos entren en contacto. Se colocó una rejilla dentro del recipiente que contenía agua y se llevó a ebullición. El vapor cuece el hígado a temperatura de 100 °C por espacio de 20 minutos. Tiempo que permitió que el hígado se cocine en forma lenta y no pierda nutrientes en los fluidos. La cocción por vapor disminuye la carga microbiana, además de permitir la coagulación y facilita el ablandamiento para poder ser procesado posteriormente. Ver anexo 4.
- **Enfriado:** Se enfrió a temperatura ambiente por espacio de 30 minutos.
- **Molienda:** Se realizó en un procesador de alimentos, donde se trituró el hígado de res hasta obtener una pasta uniforme, la cual servirá como materia prima en la elaboración de las galletas fortificadas. Ver anexo 4.

2.2.2.2. Elaboración de las galletas

La pasta de hígado de res se considera como materia prima para la elaboración de las galletas fortificadas. Después de su obtención a partir de hígado de res crudo, se procedió a la elaboración de las galletas teniendo en cuenta las formulaciones ya establecidas con los niveles de 10%, 15% y 20%, además de la elaboración de la galleta sin fortificar.

En la figura 4 se muestra el flujograma del proceso de elaboración de galletas con los diferentes niveles de fortificación.

Descripción del proceso:

- **Materia prima:** Se utilizó harina de trigo pastelera de fuerza intermedia, la pasta de hígado de res que se obtuvo a partir de hígado de res fresco el cual aportará hierro a las galletas, la margarina cuya finalidad es mejorar la calidad en el aspecto organoléptico (mejor textura) y nutricional, el polvo de hornear su función es leudar la mezcla y permite que las galletas se hinchen un poco, el azúcar rubia ayuda a la formación de la corteza debido a la caramelización del azúcar y le da suavidad a la galleta, la cocoa proporciona color que permitirá camuflar el color oscuro de la pasta de hígado de res, la sal se adicionó para equilibrar el sabor de la galleta, las esencias (vainilla y chocolate), para disimular un poco el sabor característico del hígado de res. Ver anexo 4.
- **Recepción:** Las materias primas y los insumos pasaron por un proceso de inspección visual, para verificar que las materias primas e insumos no contengan algún material contaminante ni han sido adulterados, verificando la fecha de vencimiento.
- **Formulación:** La formulación y las cantidades utilizadas es la que se obtuvo de las pruebas preliminares, la formulación se estableció en función a los niveles de fortificación de 10%, 15%, 20%, además de la formulación de la galleta de 0%. La formulación de todos los ingredientes se encuentra en base a 100. Ver tabla 8.

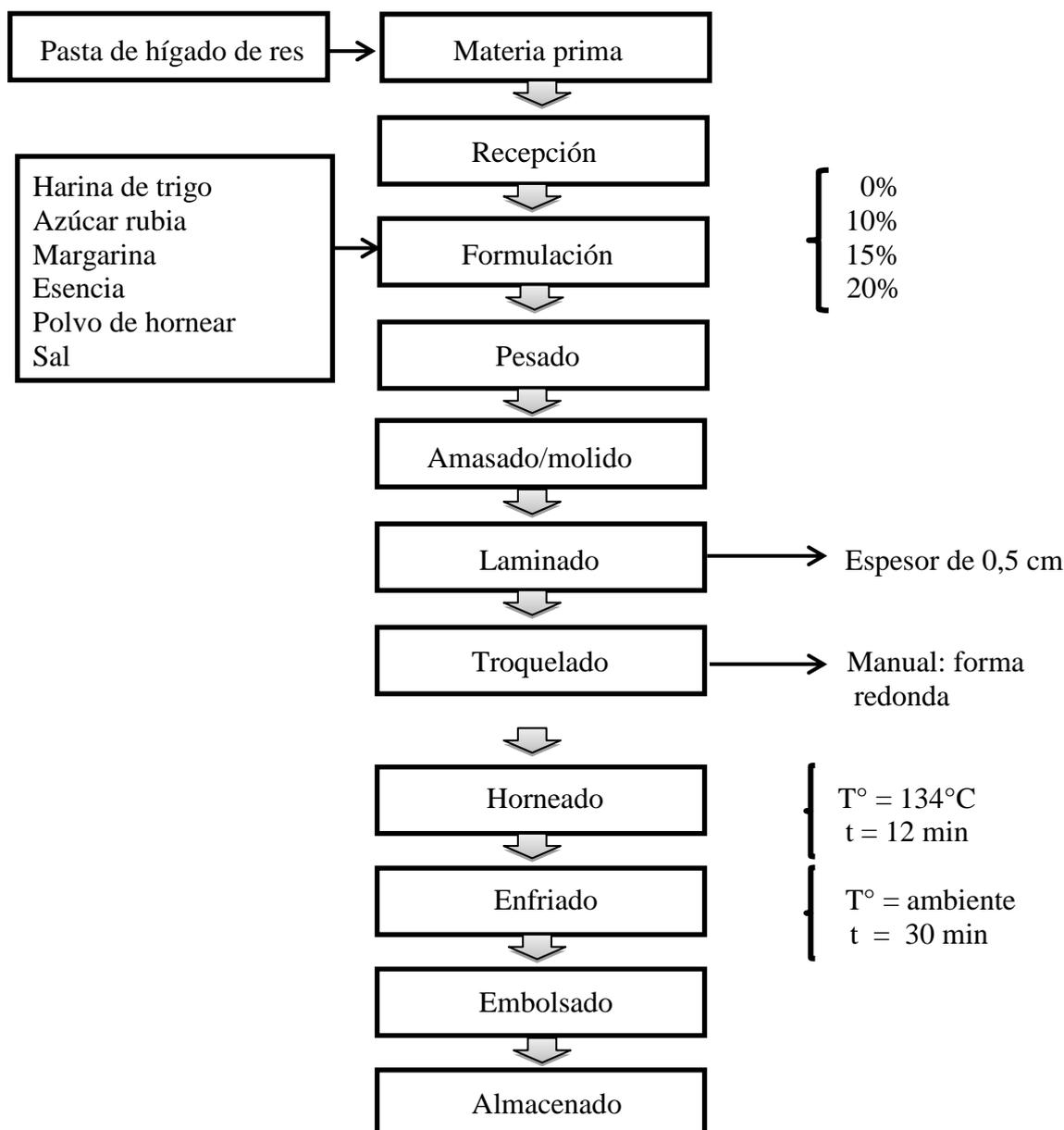


Figura 4. Flujograma de la elaboración de galletas fortificadas con hígado de res.

- **Pesado:** Se pesan las materias primas e insumos de acuerdo a la formulación. Esta operación es muy importante porque vamos a determinar el rendimiento final. El pesado de la materia prima y de los insumos se realizó en una balanza digital.
- **Amasado:** El amasado es la operación donde se incorporan todos los ingredientes a la máquina amasadora o mezcladora, teniendo en cuenta que se mezclen adecuadamente cada uno de ellos.

Donde primero se mezcla la margarina con el azúcar rubia hasta obtener una pasta cremosa, luego se incorpora la harina de trigo con la pasta de hígado de res, la cocoa y el polvo de hornear y la sal. La amasadora se trabaja inicialmente en la primera

velocidad para evitar que la masa se caliente y así mantener intacto el gluten, cuando la masa presenta la unión de todos los ingredientes se incrementó la velocidad. El tiempo de amasado es dependiendo de la formación de masa. Es necesario después de amasar pasar la masa por un molino de discos que permita que la textura o granulometría de la masa sea más fina. Ver anexo 4.

- **Laminado:** En este proceso, se realizó en forma manual, donde el objetivo es estirar la masa hasta un espesor de 0,5 cm aproximadamente, debiendo realizar este proceso rápidamente para evitar que la masa se enfríe y se endurezca perdiendo elasticidad. Ver anexo 4.
- **Troquelado:** Se realizó en forma manual haciendo uso de un cortador circular de diámetro 4,5 cm y colocándola en las bandejas de horneado con ayuda de una espátula. Ver anexo 4.
- **Horneado:** Las bandejas de galleta se colocó en el horno a una temperatura de 134°C por un tiempo de 20 minutos. Lo que conlleva a la evaporación de parte del agua contenida en la galleta. Ver anexo 4

Se vigiló el tiempo y temperatura para que esta se mantenga constante, demasiado calor podría quemar las galletas y demasiada humedad haría la galleta muy blanda.

En los primeros 6 minutos se aprecia que la masa se empezó a hinchar ligeramente, lo característico de una galleta, y a los 8 minutos se evapora el agua de la galleta y a los 12 minutos la galleta esta cocinada, lista para retirar del horno.

- **Enfriado:** Después del horneado de las galletas, éstas son retiradas del horno y colocadas en una zona fresca, seca, fría y libre de contaminación. Durante el enfriamiento la humedad interior de la galleta sale al exterior a través de la corteza. Las galletas se enfrían por un espacio de 30 minutos a temperatura ambiente antes de ser embolsados. Ver anexo 4.
- **Embolsado:** Luego de enfriadas las galletas, se envasaron en bolsas polipropileno de alta densidad (tipo cristal), los cuales son los más adecuados para conservar las características organolépticas de la galleta, así como evitar cambios fisicoquímicos, se sellaron herméticamente con ayuda de una termoselladora de guillotina. El embolsado se realiza manualmente colocando 4 unidades en cada paquete teniendo un total en peso de 24 g aproximadamente. Ver anexo 4.
- **Almacenamiento:** El almacenamiento de las galletas se realizó a temperatura ambiente en un lugar limpio, alejado de olores extraños para evitar que cambien las características sensoriales. Después de cuatro semanas de almacenamiento se evaluó las características sensoriales y microbiológicas.

2.2.3. Evaluación nutricional de galletas fortificadas

Las galletas fortificadas con hígado de res en sus diferentes niveles de fortificación de 10%, 15% y 20%, además de la galleta sin fortificación, fueron sometidas análisis proximal, en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto (FIAI), para determinar su composición proximal.

2.2.3.1. Análisis proximal

Con las tres muestras de galletas fortificadas y la muestra sin fortificar se determinó el análisis proximal de acuerdo a los siguientes métodos:

- Humedad (g/100 g): Se utilizó método de estufa a presión atmosférica AOAC 934.01
- Proteína (g/100 g): Se utilizó el método kjeldahl AOAC 978.04
- Grasa (g/100 g): Se utilizó el método soxhlet AOAC 930.9
- Cenizas (g/100 g): Se utilizó el método gravimétrico AOAC 930.05
- Fibra (g/100 g): Se utilizó método gravimétrico AOAC 930.10
- Carbohidrato (g/100 g): Se determinó por diferencia

2.2.3.2. Contenido en hierro

Se determinó el contenido de hierro a la pasta de hígado de res y a las galletas fortificadas con hígado de res con los niveles de fortificación de 10%, 15% y 20%, también la muestra no fortificada. Se utilizó el siguiente método:

- Hierro: Método de espectrofotometría de absorción atómica AOAC 999.11

2.2.3.3. Energía metabolizable

La energía metabolizable se calculó utilizando el factor de Atwater (**Mataix, 2003**).

- Proteínas: factor 4,0 kcal/g.
- Carbohidratos: factor 4,0 kcal/g.
- Grasas: factor 9,0 kcal/g.

2.2.4. Pruebas microbiológicas

Las pruebas microbiológicas se realizaron después de treinta días de almacenamiento de las galletas y se llevaron a cabo en el laboratorio referencial del Ministerio de Salud, que permitió determinar la presencia o no de los siguientes microorganismos, según las normas sanitarias para criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano establecidas por el Ministerio de Salud, Ver anexo 5.

- *Escherichia coli* (NMP/g), según método ISO 7251-2005
- Mohos (UFC/g), según método ICMSF:2000
- Levaduras (UFC/g), según método ICMSF:200
- *Staphylococcus aureus* (UFC/g); según método ISO 6888-1:1999
- *Salmonella sp*; según método ISO 6579:2000

2.2.5. Evaluación sensorial de galletas fortificadas

La evaluación sensorial se realizó teniendo previo consentimiento de la dirección de la Institución Educativa Cleofe Arévalo del Águila, del distrito de la Banda de Shilcayo, provincia de San Martín para la prueba de satisfacción, donde se procedió a formar el panel considerando que son panelistas no entrenados y estuvo conformado por 89 niños y niñas

del nivel de inicial de la institución de los turnos mañana y tarde. Para esta evaluación no se realizó ninguna selección, se consideró la apreciación de todos los panelistas como válida.

2.2.5.1. Prueba de satisfacción de las galletas fortificadas

La aplicación de la prueba de satisfacción se realizó en horario de refrigerio de los niños, considerando que las galletas están destinadas preferentemente para ser consumidas en media mañana o como merienda.

Los panelistas recibieron de manera ordenada los tres tipos de galletas fortificadas (10%, 15%, 20%), además de la galleta sin fortificar (0%), cada muestra con un peso aproximado de 6 g y se presentaron dentro de platos plásticos descartables, debidamente codificadas.

Cada panelista recibió una hoja de satisfacción donde se muestra la escala hedónica de 3 puntos que van desde: Me disgusta, ni me gusta ni me disgusta, me gusta, que incluye para los cuatro tipos de muestras de galletas de forma clara y sencilla para que pueda marcar de acuerdo a su grado de satisfacción de manera personal. No se les impuso tiempo límite para permitir que los panelistas pudiera degustar en varias oportunidades y sin presión. Ver formato de satisfacción en anexo 6.

Se contó con el apoyo para la aplicación de la encuesta de estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

2.2.6. Evaluación de eficiencia de galletas fortificadas contra la anemia

Para las pruebas de eficiencia se contó con la autorización de la dirección de la Institución Educativa, además de la autorización de los padres de familia. El grupo de intervención estuvo conformada por 50 niños y niñas, solo se consideró aplicar la evaluación en el grupo del turno de la mañana como un refrigerio. No se realizó ningún tipo de selección.

La evaluación de eficiencia se realizó con la galleta que presentó mayor grado de satisfacción para los niños y niñas que intervinieron como panelistas. Se realizó un proceso de sensibilización previo con los padres de familia para indicar algunos parámetros de la evaluación como mantener la alimentación habitual y familiar, comunicar algún cambio en la salud durante el proceso de ingesta de las galletas, además de desparasitar a los niños y niñas treinta días antes de iniciar la evaluación.

La determinación de la eficiencia se inició recolectando muestras sanguíneas a los 50 niños y niñas que participaran de la evaluación, permitiendo conocer los niveles de hemoglobina inicial de cada uno de ellos. Las muestras de sangre se extrajeron el día 0, durante la mañana en el tópic del colegio y no fue necesario el ayuno, este proceso fue realizado por un personal capacitado de un laboratorio de análisis clínico de la ciudad. Ver anexo 4.

El método para determinar hemoglobina fue utilizando el equipo manual y digital HemoCue, donde con una gota de sangre que se extrajo del dedo de cada niño, el equipo mide el nivel de hemoglobina dando el resultado rápido y preciso.

La administración de las galletas fortificadas a los niños y niñas se realizó durante el periodo de treinta días, sin considerar sábados ni domingos. Las raciones fueron de 4 galletas por niño, las cuales se acompañaban de una bebida libre de hierro.

2.3. Diseño experimental

2.3.1. Diseño para la prueba de satisfacción

La prueba de satisfacción se evaluó por conveniencia (determinístico), donde los niños y niñas que participaron como panelistas cumplieron con las características requeridas para los objetivos planteados por el estudio, tal como sugiere **Kerlinger y Lee (2002)**.

Se considera la investigación, sobre los niveles fortificación 0%, 10%, 15% y 20% con hígado de res para obtener galletas, a los cuales se les aplicará una evaluación sensorial a través del grado de satisfacción, para cada nivel de fortificación.

El estudio de la satisfacción se realizó con 89 niños y niñas en edad preescolar, de la Institución Educativa Cleofe Arévalo de Águila del distrito de la Banda de Shilcayo, se utilizó el método de análisis afectivo, utilizando un formulario estilo hedónico de caritas con una escala de tres puntos para característica su satisfacción.

Para los resultados obtenidos se aplicó el estadístico de la prueba de Chi-cuadrado que permitió conocer si existe independencia entre los tratamientos y los puntos de satisfacción a un nivel de significación del 5%.

2.3.2. Diseño para la prueba de eficiencia

El estudio se aplicó a 50 niños y niñas preescolares, de la Institución Educativa Cleofe Arévalo de Águila del distrito de la Banda de Shilcayo, se realizó muestreo de sangre al inicio y al término de la ingesta de la galleta que presentó mayor grado de satisfacción en los panelistas.

A los resultados obtenidos se calculó la media y la desviación estándar, además de la correlación existente entre los niveles de hemoglobina tomadas en el día 0 y los niveles de hemoglobina tomados en el día 31. Para establecer las diferencias significativas entre muestras y determinar la eficiencia se realizaron análisis estadísticos con la distribución t-Student para datos emparejados y la F de Fisher en el Análisis de Varianza, en ambos casos con niveles de significancia del 5% con efectos de significación $p < 0,05$. Para ello se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Stastics v. 22.

Capítulo 3

Resultados y discusiones

3.1. Formulación de las galletas fortificadas

La formulación se estableció después de realizar procesos repetitivos preliminares teniendo en cuenta niveles de fortificación de 10%, 15%, 20% y sin fortificación como muestra de comparación.

Estos niveles de fortificación fueron establecidos considerando que la Organización Mundial de la Salud (2001) recomiendan que niños de 4 - 8 años, deben ingerir 10 mg de hierro al día y el contenido en hierro de las galletas fortificadas al 10% contienen 6,1 mg, galletas al 15% contienen 6,6 mg y galletas al 20% contienen 6,9 mg, en base a 100 g.

Se consideró como una característica importante la textura para establecer las cantidades de los ingredientes a utilizar, este atributo se evaluó en pruebas preliminares donde se tomó en cuenta la apreciación en evaluaciones sensoriales informales con un grupo de consumidores habituales de galletas, también considerando comparar con galletas de expendio comercial. En tabla 8 se muestra la cantidad en porcentaje de materia prima e insumos utilizados en la elaboración de galletas de acuerdo a los diferentes niveles de fortificación.

La formulación se realizó en una hoja de cálculo de Excel, previamente se ingresaron como base de datos la composición de los ingredientes utilizados extraídos de la tabla peruana de composición de los alimentos del MINSA y los obtenidos por los procesos de evaluación proximal. En el anexo 7 se muestra la hoja de cálculo aplicada y la formulación obtenida.

3.2. Evaluación nutricional de las galletas fortificadas

3.2.1. Evaluación de pasta de hígado de res

- **Rendimiento de la materia prima**

La obtención de pasta de hígado de res se realizó a través de un tratamiento térmico a vapor a la temperatura de 100°C y 20 minutos, los cuales se establecieron por pruebas preliminares, luego se realizó la molienda para la obtención de la pasta, teniendo un rendimiento del 51% y una pérdida del 49% representada por humedad, la membrana

blanquecina que recubre al hígado, así como las partes duras de las venas, entre otros, obteniendo una pasta homogénea y de color uniforme.

Tabla 8. Formulación de materia prima e insumos según niveles de fortificación

Materia prima e insumos	Cantidad en porcentaje para cada nivel de fortificación			
	T0%	T10%	T15%	T20%
Pasta de hígado de res	0	10	15	20
Harina de trigo	48,74	38,74	33,74	28,74
Margarina	25,30	25,30	25,30	25,30
Azúcar rubia	21,43	21,43	21,43	21,43
Cocoa	3,03	3,03	3,03	3,03
Polvo de hornear	0,20	0,20	0,20	0,20
Sal	0,10	0,10	0,10	0,10
Esencias	1,20	1,20	1,20	1,20

Fuente: Elaboración propia

- **Evaluación proximal de la pasta hígado de res**

Las pruebas proximales de laboratorio realizadas a la pasta de hígado de res se muestran en la tabla 9, según la **FUNIBER (2012)** la proteína del hígado de res cocida equivale a 26,7 g, este valor es concordante con los resultado obtenidos en las pruebas de análisis proximales de la pasta de hígado de res que equivale a 24,04 g, caso similar se puede apreciar en relación al hierro presente en el hígado de res cocido que equivale a 7,2 mg y la pasta de hígado de res equivale a 4,3 mg, la diferencia existente para ambos componentes importantes en el hígado de res puede deberse al contenido de agua que estos presentan, ya que el contenido en agua en los alimentos dispersan o concentra los demás nutrientes.

Tabla 9. Evaluación proximal de pasta de hígado de res (cocido)

Nutrientes	Pasta de hígado de res
Energía (kcal)	131,31
Proteína (g)	24,04
Grasa (g)	3,19
Carbohidratos (g)	1,61
Humedad (g)	69,59
Cenizas (g)	1,57
Fibra (mg)	0,00
Hierro (mg)	4,30

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla peruana de composición de los alimentos del CENAN/INS/MINSA, nos muestra datos de hígado de res crudo, donde las proteínas muestra valores de 20 g los

cuales son menores en relación a la pasta de hígado de res de 24,04 g esto es debido al contenido de agua presente en el hígado crudo que es mayor, en cuanto al contenido en hierro el hígado de res crudo posee valores de 5,4 mg y la pasta de hígado de 4,3 mg esto podría deberse al tipo de alimentación del animal. **Moreno (2000)** indica que cuando el contenido en hierro absorbido en la alimentación es suficiente, esta se almacena en el hígado. Es por esta razón que los valores pueden variar de un animal a otro, también puede influir la temperatura de la zona de crianza por las pérdidas que ocurre en las heces, orina, sudor, otros, además durante la cocción puede ser transferida por arrastre al vapor de agua.

3.2.2. Análisis proximal de las galletas fortificadas

Los resultados obtenidos del análisis proximal se muestran en la tabla 10 donde se puede apreciar que el contenido de proteínas aumenta conforme aumentan los niveles de fortificación, esto debido al incremento de la pasta de hígado que aporta más proteínas, ocurre lo contrario con relación a las fibras y carbohidratos, ya que disminuye el contenido de harina de trigo y se incrementa el contenido de agua por la proteína que aporta el hígado de res que captura agua durante la gelificación.

Tabla 10. Evaluación nutricional de galletas fortificadas en diferentes niveles

Niveles de fortificación	Contenido en nutrientes					
	Humedad (g)	Proteína (g)	Carbohidrato (g)	Grasa (g)	Cenizas (g)	Fibra (g)
T0%	3,8	2,69	68,69	22,9	0,86	1,06
T10%	5,3	7,40	61,51	23,8	1,05	0,94
T15%	7,4	8,02	58,46	24,2	1,17	0,75
T20%	7,9	8,62	56,41	24,8	1,23	0,69

Fuente: Elaboración propia

En estudios realizados por **Lucas (2005)**, concluyó que La fortificación de galletas con sangre bovina secada por atomización (SBSA) incrementa notablemente el contenido proteico. Esto también se demuestra en las galletas fortificadas con hígado de res donde se puede apreciar que la galleta al 10% de fortificación presenta niveles 7,4 g de proteína, la galleta de 15% de fortificación presenta 8,02 g de proteína y la galleta al 20% de fortificación presenta 8,62 g de proteína, se debe al incremento en cantidad del hígado de res fuente importante de proteína.

3.2.3. Contenido de hierro de las galletas fortificadas

La determinación de hierro en las galletas fortificadas se realizó por espectrofotómetro de absorción atómica. En la tabla 11 se muestra los valores de hierro en las galletas en los diferentes niveles de fortificación.

Según **Lucas (2005)**, en su trabajo de investigación sobre galletas fortificadas con harina de sangre bovina al 5% y al 8% indica que, la mayor parte del hierro de las galletas fortificadas es hierro hemínico. Esto se entiende por considerarse la sangre de origen animal al igual que el hígado de res, ambos casos el nivel de absorción es mayor que el

hierro no hemínico, en cambio, el hierro de las galletas no fortificadas proviene de la harina de trigo que generalmente se fortifican con sulfato ferroso.

Tabla 11. Evaluación del contenido en hierro de galletas fortificadas

Niveles de fortificación	Hierro (mg)
T0%	5,6
T10%	6,1
T15%	6,6
T20%	6,9

Fuente: Elaboración propia

Galarza (2011) en su estudio de un producto extruido fortificado con harina de sangre bovina planteo niveles de 10% y 15% de fortificación, donde presentaron contenido de hierro de 31,87 mg/100 g y 38,08 mg/100 g respectivamente, comparando para los mismos niveles de fortificación de este estudio donde al 10% es de 6,1 mg/100 g y al 15% es de 6,6 mg/100 g, este menor contenido puede deberse a que en el hígado de res se almacena el hierro en un 10 – 20% de la absorción diaria, en comparación con el 75% que se destina a la sangre, esto hace que la cantidad de hierro disponible en el hígado de res sea menor que en la sangre.

En el Perú la legislación establece de acuerdo al Decreto Supremo N° 012-2006-SA, que toda harina comercializada en el país deberá estar fortificada con 55 mg de hierro por kilogramo de producto. Este hierro adicionado en la harina de trigo se refleja en el valor de 5,6 mg de hierro que tiene la galleta sin fortificar, considerando que la harina sin fortificar solo posee 1 mg de hierro.

3.2.4. Energía metabolizable de galletas fortificadas

El aporte energético metabolizable se determinó por diferencia teniendo en cuenta el factor de Atwater (**Mataix, 2003**), proteínas: factor 4,0 kcal/g, carbohidratos: factor 4,0 kcal/g, grasas: factor 9,0 kcal/g. En la tabla 12 se muestra los valores de energía metabolizable obtenido.

La energía que aportan las galletas fortificadas con hígado de res está representada por los valores que aportan las proteínas, grasas y carbohidratos. **Galarza (2011)** muestra los niveles de energía que aporta un producto extruido y fortificado con harina de sangre de bovino, estos valores van disminuyendo conforme va aumentando el nivel de fortificación (0% = 365,43 kcal; 10% = 360,88 kcal; 15% = 357,68 kcal). Los valores obtenidos en los mismo niveles fortificadas con hígado de res (0% = 491,62 kcal; 10% = 489,84 kcal; 15% = 483,73 kcal), este incremento energético de las galletas fortificadas con hígado de res se deben al mayor contenido en materia grasa (25,3% de margarina).

La diferencia energética entre los niveles de fortificación de este estudio se debe a la disminución del contenido en carbohidratos de las galletas, esto ocurre por el incremento de pasta de hígado de res y a su vez la disminución de la harina de trigo que es la mayor aportante de carbohidratos.

Tabla 12. Evaluación de energía metabolizable.

Niveles de fortificación	Energía (kcal)
T0%	491,62
T10%	489,84
T15%	483,73
T20%	472,22

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Evaluación microbiológica de galletas fortificadas

La evaluación microbiológica se realizó después de treinta días de almacenamiento en empaques sellados obteniéndose los siguientes resultados, los cuales se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Resultado análisis microbiológicos

Muestra	Numeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	Numeración de mohos (UFC/g)	Numeración de levaduras (UFC/g)	Numeración <i>S.aureus</i> (UFC/g)	<i>Salmonella sp.</i> en 25 g
Galleta fortificada	< 3	10	<10	<100	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

La observación brindada por el Laboratorio Referencial del Ministerio de Salud, fue que la muestra se encuentra dentro de los límites bacteriológicos permisible y es apto para el consumo humano teniendo como referencia NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01/VIII.1 (ver anexo 5).

Los resultados del análisis microbiológico de las galletas que se muestran en el anexo 8, indican que el tratamiento térmico empleado en la elaboración de la pasta de hígado de res, el horneado de las galletas, el almacenamiento y las buenas prácticas de manufactura aplicada en el presente estudio son adecuados para obtener un producto inocuo.

3.3. Evaluación sensorial de galletas fortificada

3.3.1. Prueba de satisfacción de galletas fortificadas

La prueba hedónica que se aplicó fue de 3 puntos que van desde: Me disgusta, ni me gusta ni me disgusta y me gusta y representada por caritas.

La prueba que se aplicó para determinar la satisfacción de las galletas fortificadas, permitió obtener por proceso de tabulación de datos que el 82% de los panelistas expresaron mayor satisfacción por la galleta fortificada con 15% de hígado de res, las galletas sin fortificar presentaron un grado de satisfacción del 79,8%, las galletas al 20% de fortificación presentaron grado de satisfacción de 76,4% y por ultimo las galletas al 10% presentaron

grado de satisfacción del 75,3%. En la tabla 14 se muestra los resultados de esta evaluación.

Tabla 14. Evaluación sensorial del nivel de satisfacción

Niveles de fortificación	Puntos de satisfacción					
	Me disgusta		Ni me disgusta ni me gusta		Me gusta	
	1		2		3	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
T0%	13	14,6	05	5,6	71	79,8
T10%	15	16,9	07	7,8	67	75,3
T15%	08	9,0	08	9,0	73	82,0
T20%	16	18,0	05	5,6	68	76,4

Fuente: Elaboración propia

En las pruebas de aceptabilidad realizadas por Lucas (2005) encontró que la galleta control (0%) fue más aceptable y dentro de los niveles de fortificación la galleta de 5%, fue la de mayor aceptabilidad por los panelistas, quien concluye que los resultados de las pruebas sensoriales indican que la fortificación de galletas con sangre de bovino secado por atomización afecta negativamente el sabor, apariencia general y aceptabilidad, pero no afecta el olor de las galletas, efectos que disminuyen conforme disminuye el nivel de fortificación.

Para Galarza (2011) el nivel de fortificación al 10% fue el que presentó mayor aceptabilidad, esto debido al efecto de la harina de sangre bovina sobre el sabor y olor. Ambos trabajos coinciden en que a menor nivel de fortificación es más aceptable y está relacionado al atributo de sabor, en comparación a la presente investigación el nivel de fortificación al 15% presentó mayor satisfacción, siendo mínima la diferencia con respecto a los demás niveles de fortificación, esto puede deberse a que el sabor y olor del hígado es menos penetrante que el de la sangre y se puede camuflar con saborizantes.

3.4. Evaluación de eficiencia de las galletas fortificadas

La evaluación se realizó a 50 niños y niñas, a los que se les tomó una muestra de sangre al inicio y al término de la intervención. La administración de las galletas fortificadas fue diariamente por treinta días a la misma hora, donde cada niño y niña recibió una ración compuesta por 4 galletas fortificadas al 15% con hígado de res.

Se pudo determinar que el 72% que se encontraban con niveles de anemia moderada al inicio de la evaluación, niveles que disminuyeron después de la intervención al 26%, además se pudo apreciar el incremento de estos valores a niveles normales representa el 44%.

En la tabla 15 se muestra los resultados en cantidad y en porcentaje de hemoglobina obtenida al inicio y al término de la evaluación, los cuales se pueden apreciar en el anexo 9.

El estudio realizado por **Zagaceta (2012)**, indica que antes de la intervención los niveles de hemoglobina con el grupo de 100 g hígado de res fueron de 10,6 g/dL y después de veintidós días de ingesta fue de 12,0 g/dL, concluyendo que existió incremento en los niveles de hemoglobina en el grupo analizado. Resultados que se comprueban en la presente investigación donde también los niveles de hemoglobina se incrementaron notoriamente después de la intervención con la administración de galletas fortificadas. Este incremento se podría afirmar que es debido a la biodisponibilidad que tiene el hierro presente en el hígado de res.

La limitación encontrada fue que los niños y niñas no asistían a la institución ni sábados, ni domingos, haciendo que la ingesta no sea continua. Se compensó completando a treinta días la administración de las galletas (mes y medio).

Tabla 15. Niveles de hemoglobina al inicio y término de la evaluación

Clasificación	Inicio (día 0)		Término (día 31)	
	Cantidades (niños)	Porcentaje (%)	Cantidades (niños)	Porcentaje (%)
Severa o grave (< 8 g/dl)	0	0	0	0
Moderada (8 – 10.9 g/dl)	36	72	13	26
Leve (11 – 11.4 g/dl)	12	24	15	30
Normal (11.5 – 15.5 g/dl)	2	4	22	44

Fuente: Elaboración propia

3.5. Diseño experimental

3.5.1. Diseño para la prueba de satisfacción

La población evaluada pertenece a un nivel socio económico similar, con un promedio de número de miembros en su familia semejante, con una canasta básica alimenticia similar.

Con los resultados de la prueba de satisfacción por parte de los panelistas y al analizarlos estadísticamente se obtuvo que no hay relación significativa entre los tratamientos y los puntos de satisfacción. Esto nos permite afirmar al 5% de significación que los tratamientos son independientes de la satisfacción ($p=0,632$) y con ello garantiza la aleatoriedad de la prueba de satisfacción. Ver tabla 16.

Tabla 16. Cálculo de Chi – cuadrado para determinar independencia entre los niveles de fortificación y los niveles de satisfacción

	Valor	gl	Sig. asintótica
Chi – cuadrado de Pearson	4,329	6	0,632
N° casos validos	356		

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los resultados obtenidos nos indica que no existió influencia en los panelistas para indicar el nivel de satisfacción (me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me disgusta), con relación a los niveles de fortificación (0%, 10%, 15%, 20%), siendo los resultado confiables para la investigación, aceptando que las galletas fortificadas con hígado de res al 15% fueron las de mayor satisfacción.

3.5.2. Diseño para la prueba de eficiencia

La evaluación con ingesta de la galleta fortificada al 15% muestra que los niveles de hemoglobina a los treinta días se incrementan haciendo que se acepte el nivel de fortificación de la galleta, por ser significativo.

Los resultados de correlación entre los valores de hemoglobina del día 0 y del día 31 fue de $r = 0,587$, el cual nos indica que existe una correlación positiva moderada o regular y considerable a tendencia fuerte e intensa; es decir es una relación estadísticamente significativa ($p = 0,000$), que permite asegurar la eficiencia de las galletas. Ver tabla 17.

Tabla 17. Grado de relación entre los niveles de hemoglobina del día 0 y del día 31

	N	Correlación	Significancia
Día 0 / Día 31	50	0,587	0,000

Fuente: Elaboración propia

Conociendo la correlación del estudio que al ser positiva con tendencia a fuerte e intensa, permitió comprobar la eficiencia de la galleta fortificada con hígado de res, utilizando diferencia de medias y desviación estándar para los valores de hemoglobina al día 0 y al día 31 (Ver tabla 18), este cálculo permitió obtener información preliminar o evidencia que no hay mucha variabilidad, ni dispersión y es un grupo homogéneo empírica y significativa del incremento de los niveles de hemoglobina.

Tabla 18. Media y desviación estándar de los niveles de Hemoglobina día 0 y día 31

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar	Mínimo	Máximo
Hemoglobina día 0	10,5920	50	0,46107	0,06521	9,60	11,80
Hemoglobina día 31	11,2540	50	0,50677	0,07167	10,10	12,60

Fuente: Elaboración propia

El estadístico t-Student, nos muestra que existe significancia al 5% en el incremento de hemoglobina en los niños al día 31 de la ingesta de las galletas, obteniéndose valores de $t_{calculado} = 10,599$, $p=0,000$, con 49 g.l, mostrando así la eficiencia (ver tabla 19). En el anexo 10 se muestra la gráfica donde se comprueba que la media es mayor al día 31 de la ingesta por lo tanto se demuestra la eficiencia.

Tabla 20. Prueba t- Student - Diferencia de medias entre los tratamientos

Diferencias emparejadas					t	gl	Significancia
Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior			
0,66200	0,44165	0,06246	0,53648	0,78752	10,599	49	<i>p = 0,000</i>

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se realizó el análisis de varianza para probar las diferencias entre las dos medias de los tratamientos, resultando igual la significancia al 5%, con $p = 0,000$, obteniendo datos de $F_{\text{tabulado}}(0.95, 1, 98) = 3,94$; $F_{\text{calculado}} = 46,680$. Existiendo un efecto asociado al nivel de la hemoglobina y los tratamientos, por lo tanto las diferencias de tratamientos son significativas (ver tabla 20). En el anexo 11 se muestra la gráfica donde se prueba que la ingesta de galletas fortificadas con hígado de res por un periodo de treinta días si es efectiva en combatir o prevenir la anemia en niños preescolares.

Tabla 21. Análisis de varianza

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

TRATAMIENTOS

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos, A	10,956	1	10,956	46,680	<i>p = 0,000</i>
Dentro de grupo, E	23,001	98	0,235		
Total	33,957	99			

Fuente: Elaboración propia

Según **Zagaceta (2005)**, en el estudio de los niveles promedio de hemoglobina se incrementan con mayor prevalencia en los que consumieron hígado de res 100 g que subió en promedio de 10,6 g/dL antes de la intervención a 12,0 g/dL después de la intervención. Esto son datos que podemos corroborar con este estudio donde se demostró que los niveles promedio de hemoglobina en niños y niñas preescolares fueron de 10,59 g/dL al inicio y de 11,25 g/dL al término de la intervención, esto demuestra que las galletas son efectivas, hasta en periodos cortos de ingesta (treinta días).

CONCLUSIONES

- La galleta fortificada con 10% de hígado de res presentó un contenido de hierro que fue de 6,1 g/100 g, en la galleta fortificada al 15% fue de 6,6 g/100 g, en la galleta fortificada al 20% fue de 6,9 g/100 g, mientras que en la galleta sin fortificar el contenido en hierro fue de 5,6 g/100 g.
- Las galletas presentaron valores proximales dependiendo del nivel de fortificación, donde la galleta fortificada al 10% presentó valores de proteínas de 7,4 g/100 g, carbohidratos de 61,51 g/100 g, grasa de 23,8 g/100 g, fibra de 0,94 g/100 g, cenizas de 1,05 g/100 g, humedad de 5,3 g/100 g; la galleta fortificada al 15% presentó valores de proteína de 8,02 g/100 g, carbohidratos 58,46 g/100 g, grasa de 24,2 g/100 g, fibra de 0,75 g/100 g, cenizas de 1,17 g/100 g, humedad de 7,4 g/100 g; la galleta fortificada al 20% presentó valores de proteínas de 8,62 g/100 g, carbohidratos de 56,41 g/100 g, grasa de 24,8 g/100 g, fibra de 0,69 g/100 g, cenizas de 1,23 g/100 g, humedad; en comparación con la galleta sin fortificación (0%) presentó valores de proteínas de 2,69 g/100 g, carbohidratos de 68,69 g/100 g, grasa de 22,9 g/100 g, fibra de 1,06 g/100 g, cenizas de 0,86 g/100 g, humedad de 3,8 g/100 g.
- La galleta fortificada con hígado de res al 15% presentó una buena calidad nutricional y un nivel de satisfacción del 82%, seguido de la galleta sin fortificar (0%) con un nivel de satisfacción del 79,8%, continúa la galleta fortificada al 20% con 76,4% de satisfacción y por último la galleta al 10% con 75,3% de satisfacción.
- La galleta fortificada al 15% fue la de mayor satisfacción, con la cual se determinó la eficiencia en niños y niñas preescolares quienes presentaron niveles promedios de hemoglobina al inicio del tratamiento de 10,59 g/dL y al término del tratamiento se encontraron niveles promedios de 11,25 g/dL, pudiendo demostrar que las galletas son efectivas para combatir o prevenir la anemia.
- Las galletas fortificadas con hígado de res, son aceptables y eficientes contra la anemia pudiendo ser distribuidas por los programas sociales que brinda el estado peruano como Cuna más, Qali Warma (programa nacional de alimentación escolar) o los programas del vaso de leche que brindan las municipalidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Behrman, R, Kliegman, R, Jenson, H. (2006). *Nelson tratado de pediatría* (18a ed.). Madrid, España. Editorial Elsevier.
- CENAN/INS/MINSA (2009). *Tabla peruana de composición de alimentos* (8° ed.). Lima, Perú.
- CHUA, C. (2012). El hierro en la Nutrición Humana. Recuperado 26 de mayo del 2015. Medpharma. <http://medpharma.com.gt/home/el-hierro-en-la-nutrición-humana-dr-carlos-chua-msc-ma/>.
- FUNDREPA (2014). Hemoglobina. Consultado el 24 de mayo del 2015, de: www.fundrepa.org/hemoglobina-anormales/drepanocitosis/sobrecarg-de-hierro/.
- FUNIBER (2012). Base de datos internacional de composición de alimentos – Ecuador. Consultado el 30 de mayo del 2015, de: composicionnutricional.com/alimentos/RES-HIGADO-COCIDO-5.
- GALARZA, R. (2011). Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina. Tesis de título Universidad Nacional Mayor de San Marco. Lima, Perú
- HERNANDEZ, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá, Colombia. Editorial UNAD.
- INDECOPI (1992). Galletas Requisitos Norma Nacional 206 – 001. Perú.
- INEI (2015). Encuesta Demográfica y de Salud Familiar ENDES – 2014. Nacional y Departamental”. Consultada el 20 de mayo del 2015, de: http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1211/pdf/Libro.pdf
- LATHAM, M. (2002). *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo*” Colección FAO. Ithaca. New York. Estados Unidos. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s10.htm>.

- LATHAM, M. (2002). *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo* Colección FAO. Ithaca. New York. Estados Unidos. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s10.htm>.
- LEE, R. (1976). *Análisis de los Alimentos* (2° ed). España. Editorial Acribia.
- LUCAS, O. (2005). Evaluación nutricional de galletas fortificadas con sangre de bovino por atomización. Tesis de magister en ciencias y alimentos Universidad Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- MATAIX, J. (2003). *Nutrición para educadores. Series salud y nutrición* (2° ed). España. Editorial Díaz de Santos.
- MINSA (1984). Ley de la yodación obligatoria de la sal para consumo humano y animal. Ley N° 17387. Decreto supremo N° 015-84-SA. Consultado el 31 de mayo del 2015, de: <ftp://ftp2.minsa.gob.pe/docconsulta/documentos/Reglamento%20SAL.doc>.
- MINSA (2006). Ley que dispone la fortificación de harina con micronutrientes. Ley N° 28314. Decreto supremo N° 012-2006-SA. Consultado el 31 de mayo del 2015, de: <ftp://ftp2.minsa.gob.pe/normaslegales/2006/DS012-2006.pdf>
- MINSA (2014), Documento técnico: plan nacional para la reducción de la desnutrición crónica infantil y la prevención de la anemia en el país, periodo 2014 – 2016. Consultado el 16 de enero del 2015, de: <http://www.unfpa.org.pe/Legislacion/PDF/20140331-MINSA-Plan-Nacional-Reduccion-Desnutricion-Cronica-Infantil.pdf>
- MINSA (2015), Aprobación Guía Técnica: Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro en niñas, niños y adolescentes en establecimientos de salud del primer nivel de atención. Resolución Ministerial N° 028-2015. Consultado el 16 de enero del 2015, de: www.minsa.gob.pe/dgsp/documentos/Guias/RM028-2015-MINSA-guia.pdf
- MORRISON, F. (1988). *Alimentos y Alimentación del ganado* (2ª ed). México. Editorial UTEHA.
- OMS (2011). Concentración de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Consultado el 25 de mayo del 2015, de: www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf.
- PEARSON, O. (1976). *Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos*. España. Editorial Acribia.
- PITA, G., BASABE, B., JIMENEZ, S. & MERCADER, O. (2007). La anemia: Aspectos nutricionales. Conceptos actualizados para su prevención y control. UNICEF – Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos (INHA)

- URDAMPILLETA, A., MARTINEZ, JM. & GONZALES-MUNIESA, P. (2010). Intervención dietético – nutricional en la prevención de la deficiencia de hierro. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*. 30(3): 27:41.
- VASQUEZ, C., DE COS, A. & LÓPEZ – NOMDEDEU, C. (2005). Alimentación y nutrición: Manual teórico – práctico (2^a ed). España. Editorial Díaz de Santos.
- ZAGACETA, Z. (2012), Efecto de la ingesta de hígado de res o de pollo en estudiantes de obstetricia con anemia ferropénica - Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2011. Tesis de doctorado en ciencias de la salud Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 01: Factores de ajuste por altura

Altura (msnm)	Ajuste por altura
1000	0.1
1100	0.2
1200	0.2
1300	0.3
1400	0.3
1500	0.4
1600	0.4
1700	0.5
1800	0.6
1900	0.7
2000	0.7
2100	0.8
2200	0.9
2300	1.0

Altura (msnm)	Ajuste por altura
2400	1.1
2500	1.2
2600	1.3
2700	1.5
2800	1.6
2900	1.7
3000	1.8
3100	2.0
3200	2.1
3300	2.3
3400	2.4
3500	2.6
3600	2.7
3700	2.9

Altura (msnm)	Ajuste por altura
3800	3.1
3900	3.2
4000	3.4
4100	3.6
4200	3.8
4300	4.0
4400	4.2
4500	4.4
4600	4.6
4700	4.8
4800	5.0
4900	5.2
5000	5.5

Fuente: Resolución ministerial N° 028-2015/MINSA

Anexo 02: Contenido en hierro de algunos alimentos (en mg/100 g)

Origen	Alimentos	Contenido en hierro
Origen animal	Sangre	50,00
	Levadura seca	35,00
	Hígado de res	5,40
	Riñón de res	6,00
	Carne de res	3,40
	Carne de pollo	1,50
	Sangre de pollo cocido	29,50
	Huevos	3,00
	Leche	2,50
	Pescado anchoveta	3,04
	Pescado seco	8,70
	Pavo, pulpa	3,80
	Pollo, pulpa	1,50
	Origen vegetal	Espinacas (frescas)
Harina blanca (no enriquecida)		1,00
Arroz blanco		0,30
Quinoa		7,50
Espárragos		1,20
Lentejas		4,80
Garbanzos		8,30
Maca		14,70
Papa		0,50

Fuente: Tabla peruana de composición de alimentos. CENAN/INS/MINSA (2009).

Anexo 04: Fotos de los procesos



1) Cocción a vapor del hígado de res



2) Pasta de hígado de res



3) Ingredientes para la elaboración



4) Pesado de ingrediente



5) Amasado o mezclado



6) Laminado y troquelado de la masa



7) Galletas en el horno



8) Galletas horneadas



9) Galletas en diferentes niveles de fortificación



10) Galletas embolsadas



11) Prueba de satisfacción



12) Toma de muestra de hemoglobina

Anexo 05: Norma sanitaria para criterios microbiológicos

NTS N° 071 - MINSADIGESA-V.01
 NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD
 PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

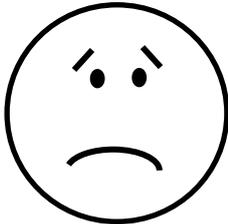
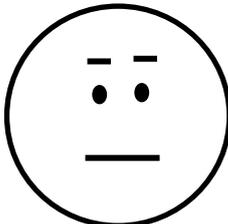
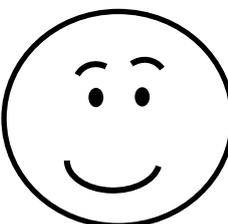
VII.4 Turrón blando o duro de confitería, barras de cereales.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	3 x 10 ³
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (**)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
(*) Sólo para productos que contienen leche.						
(**) Sólo para productos que contienen cereales.						
VII.5 Cacao en pasta (Licor de cacao/Chocolate) y torta de cacao.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g ó mL	
					m	M
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
VIII. PRODUCTOS DE PANADERÍA, PASTELERÍA y GALLETERÍA.						
VIII.1 Productos de panadería y pastelería con o sin relleno y/o cobertura que no requieren refrigeración (pan, galletas y panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, galletas, obleas, otros).						
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	---
(*) Para productos con relleno.						
(**) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales.						
VIII.2 Productos de pastelería dulce y salado que requieren refrigeración (pasteles, tortas, empanadas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	10	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	---
(*) Para aquellos productos con rellenos de carne y/o vegetales.						
IX. ALIMENTOS PARA RÉGIMENES ESPECIALES.						
IX.1 Preparaciones en polvo para lactantes (fórmulas infantiles y sucedáneos de la leche materna).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Enterobacteriaceas</i>	8	3	5	1	<10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	< 3	10
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	< 10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	12	2	60 (*)	0	Ausencia /25 g	---
(*) Hacer compósito para analizar n = 5.						

Anexo 06: Formato de prueba de satisfacción

N°
Fecha:

Nombre:	Edad:
Grado:	Sección:

INSTRUCCIONES: Por favor anote el número de muestra de los tres productos y pruebe uno de ellos, luego marque la carita según su opinión, de igual manera con los otros dos productos.

PRODUCTO	GRADO DE SATISFACCIÓN		
	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta
	1	2	3
N° de muestra: _____			

OBSERVACIONES:

Muchas gracias.

Anexo 08: Resultados microbiológicos



PERÚ

Ministerio
de Salud

DIRECCION REGIONAL DE SALUD-SAN MARTIN
LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL
Jr. Tupac Amaru 5ta Cdra. sin - Morales
Telefax: 042-526589 / Telef. 042-526451

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

INFORME DE ENSAYO N° 096 - P /2015

SOLICITANTE: KAREN GRABIELA DOCUMET PETRLIK					
Dirección: Jr. Martínez de Compagnón N° 1592 - Tarapoto					
Tesis: "Evaluación nutricional y sensorial de galletas fortificadas con hígado de res"					
DATOS DE LA MUESTRA (proporcionados por el solicitante)				CONTROL DEL AREA ANALITICA	
Grupo alimenticio	Alimentos para Regimenes Especiales			Muestra prototipo: 200 g	
Muestra:	Galleta fortificada				
Descripción:	Galleta a granel en bolsa de polipropileno de primer uso			Fecha recepción: 12.05.2015	
Muestreador	Interesado				
Punto de muestreo	Sala de producción panadería Delicia			Fecha análisis: 12.05.2015	
Fecha de muestreo	12/05/2015				
R E S U L T A D O					
ENSAYO MICROBIOLÓGICO					
COD. LAB	Numeración de Escherichia coli (NMP/g)	Numeración De Mohos (UFC/ g)	Numeración De Levaduras (UFC/ g)	Numeración S. aureus (U FC/g)	Salmonella sp. En 25 g
217	<3	10	<10	<100	Ausencia/25 g
Método	ISO 7251-2005	ICMSF: 2000	ICMSF: 2000	ISO 6888-1.1999 / Amd. 1. 2003.	ISO -6579:2002 / Cor.1:2004.
Nota: <3,< 10, <100, es el límite inferior de detección del método					

NOTA: Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden sólo a la cantidad de muestra sometida a ensayo (200 g).

OBSERVACION: La muestra se encuentra dentro del límite bacteriológico permisible de la Referencia.
NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 /VIII.1

Morales, 18 de Mayo del 2015

San Martín
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
Mg. Delia E. Portillo Melgarejo
Médico ALIMENTOS Y AGUA

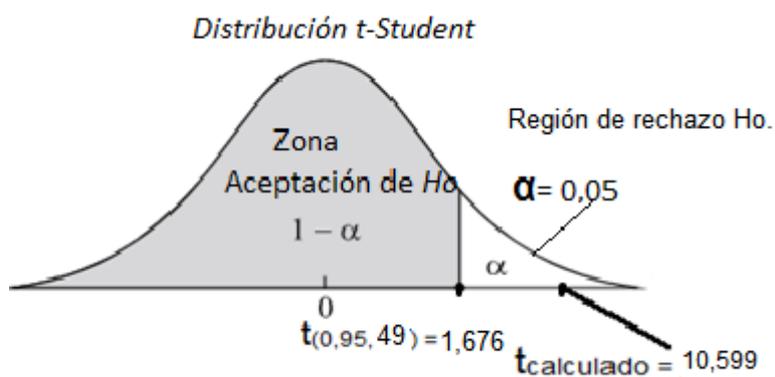


San Martín
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
Mg. MSc. Heriberto Arvalo Ramirez
DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.S.M

Anexo 9: Base de datos de hemoglobina al día 0 y al día 31

N° Niño	Hemoglobina Inicio	Hemoglobina Término	N° Niño	Hemoglobina Inicio	Hemoglobina Término
	Día 0	Día 31		Día 0	Día 31
01	10,8	11,0	26	10,9	11,8
02	11,8	12,6	27	10,8	11,8
03	10,5	11,8	28	9,8	10,5
04	10,1	10,9	29	11,1	11,3
05	10,2	11,6	30	10,2	11,2
06	11,2	11,5	31	11,0	12,0
07	10,5	11,2	32	10,8	11,4
08	10,8	11,2	33	10,7	11,3
09	11,5	12,0	34	10,5	11,8
10	11,5	11,5	35	10,5	11,5
11	9,8	11,0	36	11,1	12,3
12	10,2	10,1	37	9,8	10,4
13	10,5	10,8	38	10,2	10,8
14	10,5	10,8	39	10,8	10,8
15	10,5	11,5	40	11,0	11,5
16	10,2	11,5	41	10,7	11,6
17	10,2	11,5	42	10,3	11,0
18	10,0	11,5	43	10,2	11,1
19	11,1	11,8	44	10,0	10,6
20	10,8	11,6	45	11,1	11,0
21	11,2	11,7	46	10,2	10,9
22	11,0	11,5	47	10,9	11,3
23	10,2	10,2	48	10,7	11,1
24	10,5	11,0	49	10,8	10,8
25	11,1	11,3	50	10,2	10,8

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Grafica de la comprobación del estadístico t-Student**Anexo 11: Grafica de la comprobación del estadístico F- ANOVA**