

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION**

**FACULTAD DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BROMATOLOGIA Y NUTRICIÓN**



**TESIS**

**“ANÁLISIS NUTRICIONAL DE GALLETAS DE AVENA (*Avena sativa*) FORTIFICADA  
CON CONCENTRADO PROTEICO FOLIAR DE BETARRAGA (*Beta vulgaris*)”.**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. GEORGINA YESENIA ESPINOZA CHUNGA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN**

**ASESORA: M(O). MEJÍA DOMINGUEZ, CECILIA MAURA**

**HUACHO – PERÚ**

**2018**

“ANÁLISIS NUTRICIONAL DE GALLETAS DE AVENA (*Avena sativa*) FORTIFICADA  
CON CONCENTRADO PROTEICO FOLIAR DE BETARRAGA (*Beta vulgaris*)”

ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO



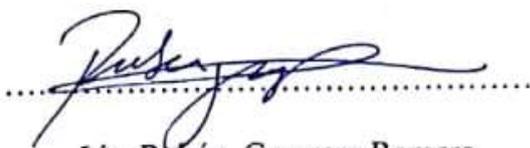
M(O). Cecilia Maura Mejía Domínguez

Asesora



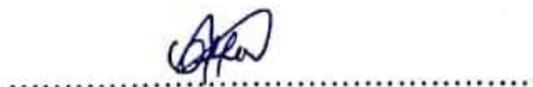
Lic. Elfer Orlando Obispo Gavino.

Presidente



Lic. Rubén Guerrero Romero.

Secretario



Lic. Héctor Hugo Toledo Acosta

Vocal

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme alcanzar uno de mis sueños y poder desarrollarme como mujer en este ámbito muy importante para mí.

A mi madre, por su incondicional apoyo en todos los aspectos, por enseñarme con su ejemplo a ser una gran mujer, por guiarme por el arduo camino para lograr llegar a donde estoy, por ser mi mejor amiga, por confiar en mí y dedicarme tanto tiempo, por ser la mejor mamá del mundo y ser una mujer ejemplar. Te quiero mamá.

A mi padre y a mi familia, con la que eh convivido a lo largo de mi carrera, por todo su apoyo incondicional especialmente a mis tíos Ñaña, Lili y Elena por mostrarme cual era el camino a seguir en mis momentos difíciles, les agradezco todo el apoyo incondicional que me dieron desde el comienzo hasta el final de este proyecto.

A mis hermanas quienes me enseñaron con sus consejos a ser fuerte y a salir victoriosa de los momentos difíciles y quiénes me dieron todo su amor y su apoyo en los momentos de duda y cansancio. A toda mi familia gracias por todo su apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la fortaleza y voluntad que me diste para terminar esta carrera y por haberme permitido terminar éste proyecto satisfactoriamente para lograr sentirme plena.

A la Facultad de Bromatología y Nutrición por brindarme los laboratorios y la planta de panificación para llevar a cabo la ejecución de esta investigación.

A mi asesora, profesora y amiga M(o). Cecilia Maura Mejía Domínguez por su apoyo, en todo mi proyecto de investigación.

## INDICE

	Página
Portada	i
Título	ii
Asesor y Miembros del Jurado	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice General	vi
Índice de Tablas	viii
Índice de Figuras	x
Resumen	xi
Abstract	xii
<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
1.1. Identificación del Problema	3
1.2. Formulación del Problema	4
1.2.1. Problema General	4
1.2.2. Problemas Específicos	4
1.3. Objetivos de la Investigación	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Justificación de la investigación	6
1.5. Delimitación del estudio	6
1.6. Viabilidad del estudio	7
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO</b>	<b>8</b>
2.1. Antecedentes de la Investigación	8
2.2. Bases Teóricas	15
2.2.1. La Avena	15
2.2.2. Concentrado proteico foliar y su valor nutricional	17
2.2. 3. Composición nutricional de la hoja y concentrado proteico	

Foliar de betarraga	23
2.2.4. Galletas	25
2.2.5. Fortificación de alimentos	26
2.2.6. Calidad de las Proteínas	28
2.2.7. Evaluación Sensorial	30
2.2.7.1. Clasificación	31
2.2.7.2. Pruebas Orientadas al Consumidor	31
2.3. Definiciones conceptuales (definición de términos básicos)	32
2.4. Formulación de la hipótesis	33
<b>CAPITULO III: METODOLOGIA</b>	<b>34</b>
3.1. Diseño Metodológico	34
3.1.1. Tipo	34
3.1.2. Enfoque	34
3.2. Población y muestra	34
3.3. Operacionalización de Variables e indicadores	35
3.4. Diseño experimental	36
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
3.5.1. Técnicas a emplear	42
3.5.2. Descripción de los instrumentos	46
3.6. Técnicas para el procesamiento de la información	49
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS</b>	<b>50</b>
<b>CAPITULO V. DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>69</b>
5.1. Discusión	69
5.2. Conclusiones	75
5.3. Recomendaciones	76
<b>CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>82</b>
01. Obtención del concentrado proteico foliar de betarraga	82
02. Elaboración de galletas de avena fortificada con concentrado proteico Foliar de betarraga	83
03. Galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga de mayor aceptabilidad con una formulación del 7,5%.	84

04. Ficha de datos de aceptabilidad global de la galleta de avena fortificada	85
05. Matriz de consistencia	86

## INDICE DE TABLAS

	Página
<b>Tabla 1:</b> Composición de la harina de avena.....	14
<b>Tabla 2:</b> Composición Química del CPF de yuca* (g/100 materia seca).....	17
<b>Tabla 3:</b> Composición Nutricional de Concentrados Proteicos Foliars (materia seca).....	18
<b>Tabla 4:</b> Contenido de aminoácidos en g/100 g de proteína del Concentrado Proteico Foliar comparado con la harina de Trigo.....	19
<b>Tabla 5:</b> Composición nutricional de la betarraga (raíz) por 100 g de parte comestible y hojas frescas. ....	22
<b>Tabla 6:</b> Diseño simplex reticular (3,2) con centroide ampliado para una mezcla de harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga	36
<b>Tabla 7:</b> Transformación de pseudocomponentes a componentes.....	40
<b>Tabla 8:</b> Formulación utilizada en la elaboración de galleta.....	42
<b>Tabla 9:</b> Diseño simplex reticular (3,2) aumentado para la formulación de las galletas fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.....	48
<b>Tabla 10:</b> Valores para la aceptabilidad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.....	49
<b>Tabla 11:</b> Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta de aceptación de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.....	50
<b>Tabla 12:</b> Análisis de ANOVA para el modelo cúbico de mezcla.....	50
<b>Tabla 13:</b> Estadísticas de ajuste del modelo cúbico para la variable respuesta de aceptabilidad.....	51
<b>Tabla 14:</b> Coeficientes de regresión del modelo cubico aplicado a la aceptabilidad de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.....	52
<b>Tabla 15:</b> Valores observados y estimados para la aceptabilidad sensorial de las galleta de avena fortificada.....	54

<b>Tabla 16:</b> Valores para humedad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.....	55
<b>Tabla 17:</b> Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta de humedad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.....	56
<b>Tabla 18:</b> Análisis de varianza del modelo cuadrático de mezclas.....	56
<b>Tabla 19:</b> Estadística de ajuste del modelo cuadrático para la variable respuesta humedad.....	57
<b>Tabla 20:</b> Coeficientes de regresión del modelo cubico aplicado a la humedad de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.....	58
<b>Tabla 21:</b> Valores de textura de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.....	60
<b>Tabla 22:</b> Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta de textura de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.....	61
<b>Tabla 23:</b> Coeficientes de regresión del modelo cúbico aplicado a la textura de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.....	62
<b>Tabla 24.</b> Análisis químico proximal de las galletas de avena ( <i>Avena sativa</i> ) Fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga ( <i>Beta vulgaris</i> ) (g/100g).....	64
<b>Tabla 25.</b> Porcentaje de Hierro, calcio, magnesio y B-caroteno de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga y concentrado proteico foliar.....	65
<b>Tabla 26.</b> Análisis microbiológico de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.....	65

## INDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1:</b> Diseño Simplex Reticular (3,2) con centroide ampliado.....	34
<b>Figura 2:</b> Grafico del diseño simplex con centroide ampliado para la mezcla de harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga con los nuevos componentes.....	39
<b>Figura 3:</b> Flujograma de la producción del concentrado proteico foliar.....	41
<b>Figura 4:</b> Elaboración de Galletas de avena enriquecidas con Concentrado Proteico Foliar de Betarraga.....	43
<b>Figura 5:</b> Valores de aceptabilidad representados por áreas.....	53
<b>Figura 6:</b> Valores de aceptabilidad en representación gráfica en tres dimensiones.....	53
<b>Figura 7:</b> Valores de humedad representados por área.....	59
<b>Figura 8:</b> Valores de Humedad en representación gráfica en tres dimensiones	59
<b>Figura 9:</b> Valores de textura representados por áreas.....	62
<b>Figura 10:</b> Valores de textura en representación gráfica en tres dimensiones.	63

## RESUMEN

El *objetivo* de esta investigación fue Elaborar galletas de avena (*Avena sativa*) fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga (*Beta vulgaris*) de alto valor nutricional. *Metodología:* Se formuló y optimizó el porcentaje de sustitución de la harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga, usando el Diseño de mezclas. Para seleccionar la mejor formulación se establecieron 10 mezclas y se contó con 10 panelistas semi entrenados para la evaluación sensorial de aceptabilidad global, y textura mediante la escala de 9 puntos; el análisis estadístico para la evaluación sensorial, humedad y textura se aplicó el Software Design Expert versión 10.0.001. Se determinó la calidad nutricional de la galleta de mayor aceptabilidad en cuanto a proteína, hierro,  $\beta$ -caroteno y digestibilidad. *Resultados:* Se formuló y elaboró la galleta enriquecida, obteniendo el mayor grado de aceptabilidad la muestra correspondiente al 30% de harina de trigo, 62,5% de avena en copos y 7,5% de concentrado proteico foliar de betarraga. Se halló que la formulación obtenida de mayor aceptabilidad (T<sub>6</sub>), tuvo un contenido proteico (12,0%), hierro (4.3 mg%), calcio (60,6 mg%), caloría 443,7Kcal, fibra (0.7%), grasas (16,9%). *Conclusión:* Es factible la formulación y elaboración de una galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga con un máximo de 7,5% siendo de mayo aceptabilidad.

**Palabras claves:** concentrado proteico foliar, betarraga, Aceptabilidad, fortificación, diseño de mezclas.

## ABSTRACT

The *objective* of this research was to elaborate oatmeal cookies (*Avena sativa*) fortified with foliar protein concentrate of beet (*Beta vulgaris*) of high nutritional value. *Methodology*: The substitution percentage of wheat flour, oats in flakes and bean protein concentrate was formulated and optimized, using Mix Design. To select the best formulation, 10 mixtures were established and there were 10 semi-trained panelists for the sensory evaluation of global acceptability, and texture using the 9-point scale; the statistical analysis for sensory, moisture and texture evaluation was applied to Software Design Expert version 10.0.001. The nutritional quality of the biscuit of greater acceptability was determined in terms of protein, iron,  $\beta$ -carotene and digestibility. *Results*: The enriched biscuit was formulated and elaborated, obtaining the highest degree of acceptability the sample corresponding to 30% of wheat flour, 62.5% of oats in flakes and 7.5% of foliar protein concentrate of beet. It was found that the formulation with the highest acceptability (T6) had a protein content (12.0%), iron (4.3 mg %), calcium (60.6 mg%), calorie 443.7Kcal, fiber (0.7%) , fats (16.9%). *Conclusion*: It is feasible the formulation and elaboration of a oatmeal cookie fortified with foliar protein concentrate of beet with a maximum of 7.5% being of greater acceptability.

**Keywords:** foliar protein concentrate, beet, Acceptability, fortification, mix design.

## INTRODUCCION

El estado viene promoviendo el consumo de diferentes productos panificados con sustitución parcial de la harina de trigo por harinas sucedáneas que reúnen características apropiadas para ser utilizadas por el consumo humano. En nuestro país el consumo per cápita anual de harina de trigo es de 1,4 Kg/persona, especialmente entre los sectores de bajos ingresos, siendo los productos de panificación (panes, galletas, bizcochos) las principales formas de consumo, proporcionando un alto porcentaje de calorías a la población (INEI, 2009). Sin embargo las proteínas provenientes del trigo tienen un bajo valor biológico atribuible a una inadecuada proporción de lisina y treonina.

Diversos estudios sugieren que el consumo de avena (*Avena sativa* L) tiene efectos que promueven la salud, ya que es uno de los pocos cereales que contiene tanto fibra soluble como insoluble, tales como  $\beta$ -glucano, arabinoxilanos y celulosa, además de su contenido de proteínas, lípidos (ácidos grasos insaturados), vitaminas, antioxidantes y compuestos fenólicos (Ortega, Barboza, Piñero & Parra, 2016).

En la formulación y obtención de galletas de cereales, han trabajado diferentes grupos de investigación, incorporando ingredientes tales como quinua, kiwicha, amaranto, maíz, avena y leguminosas. Recientes investigaciones muestran que se están utilizando el concentrado proteico foliar como insumo para la formulación de diversos alimentos, debido a que son fuente de vitaminas, minerales y proteína las cuales complementarias con la proteína de los cereales en relación a los aminoácidos esenciales (Ortega, Barboza, Piñero & Parra, 2016; Mejía, 2009).

Según Jousse, [2008] el desarrollo de nuevos productos es un constante desafío para la investigación científica y aplicada y se ha observado que el diseño de alimentos es esencialmente una forma de optimizar los ingredientes claves para generar la mejor formulación. En la formulación de alimentos el criterio más importante en la selección del nivel de incorporación de cualquier ingrediente, es la contribución que éste tendrá en la aceptación del producto final (Bravo & Pérez, 2016).

Por tanto, el objetivo principal del presente trabajo de tesis fue: evaluar y determinar la formulación óptima de una galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga, así como su valor nutricional; por lo que la obtención de este producto nos permitirá contar con un producto de gran valor nutritivo.

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

En el mundo existen más de 2,000 millones de personas que sufren deficiencias de vitaminas y minerales, entre las más comunes son las deficiencias de vitamina A, yodo, hierro y zinc. Estos problemas se presentan más en países pobres y en vías de desarrollo ya que no tienen acceso a una dieta balanceada rica en nutrientes, afectando principalmente la salud de mujeres gestantes, mujeres en lactancia y niños (WHO/WFP/UNICEF, 2007).

La malnutrición carencial puede provocar graves problemas de salud sobre todo en el caso de los niños, como son: insuficiencias ponderales, retrasos de crecimiento, deficiencias mentales y debilitación de las resistencias inmunitarias.

La FAO refiere que se está dando considerable atención a la búsqueda y desarrollo de nuevos alimentos de origen vegetal de alta calidad nutritiva y bajo costo, ya que uno de los problemas más comunes es, sin duda, la desnutrición ocasionada por la deficiencia de proteínas en la alimentación humana (FAO 1975).

Se han realizado diversas investigaciones sobre fortificación y enriquecimientos de alimentos, usando materia prima de origen vegetal con la finalidad de aprovechar los efectos de complementación proteica y obtener productos de consumo masivo de bajo costo. (Auquiñivin y Castro 2015).

La fortificación de la harina de trigo de gran consumo, brinda la posibilidad de mejorar el estado nutricional de un alto porcentaje de la población y cuando esta fortificación se aplica de manera adecuada es una estrategia eficaz, sencilla y barata para el aporte de vitaminas y minerales a la alimentación de grandes segmentos de la población (Allen et al, 2006).

La producción de alimentos nuevos, baratos y biológicamente aceptables es de gran importancia; por lo que se hace necesario buscar nuevas alternativas para cubrir las necesidades alimentarias de la población, por lo que la inclusión del concentrado proteico foliar se puede considerar en la fortificación y enriquecimiento de alimentos de consumos masivo como los productos de panificación como las galletas que son de fácil accesibilidad y de bajo costo surge la propuesta de desarrollar galletas fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga de alta aceptabilidad, pero con valor nutricional mejorado que aseguren un adecuado aporte de nutrientes, a fin de contribuir a un buen estado nutricional de la población.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General:**

¿Se podrá elaborar galletas de avena (*Avena sativa*) fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga (*Beta vulgaris*) de alto valor nutricional?

### **1.2.2. Problemas Específicos:**

- ¿Cuál es la formulación óptima de una galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga maximizando su aceptabilidad sensorial?

- ¿Cómo afecta los diferentes porcentajes de inclusión de harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga sobre la aceptabilidad sensorial aplicando el diseño de mezclas?
- ¿Cuál es la calidad nutricional de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga de mayor aceptabilidad (proteína, digestibilidad, valor energético, calcio, hierro, magnesio y  $\beta$ -caroteno)?
- ¿Cuál es la calidad microbiológica de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga?

### **1.3. Objetivos de la Investigación:**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

- Elaborar galletas de avena (*Avena sativa*) fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga (*Beta vulgaris*) de alto valor nutricional.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Optimizar la formulación de una galleta fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga maximizando su aceptabilidad sensorial.
- Evaluar el efecto de diferentes porcentajes de inclusión de harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga sobre la aceptabilidad sensorial aplicando el diseño de mezclas.
- Evaluar la calidad nutricional de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga de mayor aceptabilidad (proteína, digestibilidad, valor energético, calcio, hierro, magnesio y  $\beta$ -caroteno).
- Evaluar la calidad microbiológica de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.

#### **1.4. Justificación**

La desnutrición crónica que afecta a la población infantil y de manera particular en cuanto a micronutrientes como hierro, vitamina A y yodo hace necesario la búsqueda de alternativas de solución por parte del gobierno, industria de alimentos y centros académicos. Una de estas alternativas son la fortificación o enriquecimiento de alimentos de consumo masivo como son las galletas, arroz o fideos. El concentrado proteico foliar es una de las fuentes alimentarias que hasta el momento se han evaluado y demostrado su calidad nutricional en diversos estudios realizados a nivel mundial, específicamente en países de extrema pobreza con alto índice de desnutrición, obteniendo resultados favorables en la recuperación de la salud en niños y adolescentes con problemas de desnutrición y anemia. Por tal motivo en esta investigación se ha considerado fortificar galletas de avena con concentrado proteico foliar de betarraga, la cual aporta nutrientes adecuados de proteína, hierro y  $\beta$ -caroteno, tal como se demuestra en los resultados obtenidos.

#### **1.5. Delimitación del estudio:**

##### **1.5.1. Temporal:**

El estudio tuvo una duración de un año a partir de la aprobación del plan de tesis.

##### **1.5.2. Espacial**

Se realizó en el centro de panificación de la Facultad de Bromatología y Nutrición y en los laboratorios de control de alimentos y técnica dietética. Los análisis de micronutrientes se realizaron en los laboratorios de Molina Calidad-Lima.

##### **1.5.3. Social**

Se logró un producto alimenticio de fácil acceso y disponibilidad de buena calidad nutricional y dirigida para la población con problema so deficiencias nutricionales.

#### **1.5.4. Tecnológico**

La formulación y elaboración de las galletas se hizo a través de un diseño de mezclas y a nivel de laboratorio para optimizar los niveles de fortificación con proteínas foliar de betarraga manteniendo las características de calidad de la galleta.

#### **1.6. Viabilidad del estudio**

Para la ejecución de la investigación se contó con la disponibilidad de los ambientes de los laboratorios de la Facultad de Bromatología y Nutrición para los análisis fisicoquímicos correspondientes de la galleta, así como de los ambientes del centro de investigación panadería en donde se elaboró las galletas enriquecidas. Asimismo, la materia prima o insumos como el concentrado proteico foliar de betarraga se obtuvo a nivel de laboratorio, también se cuenta con las técnicas instrumentales y equipos necesarios para lograr los objetivos trazados en este estudio.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### A nivel Internacional.

Turcios y Castañeda (2010), ejecutaron una investigación cuyo objetivo fue desarrollar una galleta fortificada a base de másica (*Brosimum alicastrum*) y evaluarla como vía de fortificación para niños de la Escuela Lempira, Lizapa, Honduras. Elaboraron 3 formulaciones de galletas siendo la de mayor aceptación cuya formación fue: Harina másica 8%, harina de trigo 23,92% y avena en hojuelas 13,29%. Determinaron la composición nutricional de macro y micronutrientes en la galleta. Los resultados fueron: proteína 7,48%, humedad 6%, ceniza 1,62%, Extracto etéreo 25,21%, retinol 771,067 ug% En relación a hierro, en la galleta sin fortificar tuvo 3,65% mg% y en la fortificada 15,29 mg% de la galleta sin fortificar.. Concluyeron que la galleta a base de másica resultó ser una buena fuente de proteínas al ser comparada con dos marcas comerciales de galletas de avena y que éstas funcionaron como vehículo de fortificación con buena aceptación sensorial y calidad nutricional.

Caballero, Maldonado & Maldonado (2011), realizaron un estudio sobre el efecto de la adición de avena y café soluble en las características sensoriales de una galleta tipo dulce, con el objetivo de diversificar el uso de la harina de avena evaluando su potencialidad en la elaboración de una galleta típica, tipo dulce (rizada), con la adición de café soluble partiendo de una harina compuesta de trigo con 10%, 20% y 30% de harina de avena. Determinaron en las galletas las características físicas como el olor, color, sabor y textura, así como el grado de preferencia, originando cambios en la textura de la galleta

horneada al compararla con la galleta de trigo. Los resultados mostraron mayor preferencia por las galletas formuladas con una harina compuesta de 20% de harina de avena, un 3% de café soluble y 80% de harina de trigo, presentando mejor color, aspecto, fragilidad con una evaluación global de me gusta mucho con un 80%. Concluyeron que la galleta típica tipo dulce adicionada con harina de avena y café soluble, es una buena opción para el consumidor en general, constituyendo una alternativa como fuente de fibra dietética y una forma de aprovechamiento de este material amiláceo.

Morones (2012), en su investigación evaluó el Efecto de la fortificación de galletas de avena con harina de lenteja y aceite de linaza y su impacto en la vida de anaquel, cuyo objetivo nutricional fue la elaboración de un alimento funcional, para lo cual modificó una receta de galletas de avena casera. Elaboró cinco formulaciones de galletas, la F1 era la receta casera, F2 contenía 50 g de aceite de linaza per se, F3 50 g de aceite de linaza microencapsulado, F4 50 g de aceite de linaza per se, también realizó una sustitución de 40% de harina de trigo por harina de lenteja, la F5 contiene 50 g de aceite de linaza microencapsulado más la sustitución de 40% de harina de trigo por harina de lenteja. La finalidad de adicionar el aceite de linaza fue para agregar ácidos grasos poliinsaturados (principalmente ácido  $\alpha$ -linolénico) a las galletas y la harina de lenteja para incrementar el contenido en proteína, además de retardar la oxidación por el contenido en polifenoles (de la lenteja). Los resultados que obtuvo fue un incremento en el contenido de proteína de  $7.29 \pm 0.07$  de la F1 a  $10.26 \pm 0.03$  de la F5, lo cual representó un 40.74% de aumento; en cuanto al contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico, la F5 teóricamente contenía 1.03% a diferencia de un 0% de la F1, lo anterior representó un 38.75% por porción de la IDR para éste ácido graso esencial. En relación al estudio sensorial obtuvo que el orden de preferencia de menor a mayor fue F2, F1, F5, F4 y F3. Aunque la F5 que fue la mejor nutricionalmente,

no fue la más aceptada, tuvo una preferencia sobre la F1, y se puede aumentar el nivel de aceptación mediante la adición de saborizantes. La F5 tuvo una vida de anaquel de entre 50 y 90 días, comparada con la F1 35 – 70 días.

**Hernández-Monzón, García- Pedroso, Calle-Dominguez y Duarte (2014) en la Habana, desarrollaron una galleta dulce con ajonjolí tostado y molido con buenas características sensoriales y nutricionales. La adición del ajonjolí tostado y molido fue a dosis de 10, 15 y 20 % a la formulación de una galleta dulce. A las galletas obtenidas se le efectuó una evaluación sensorial por siete jueces adiestrados para determinar la dosis más adecuada según la impresión general de calidad obtenida. A la formulación aceptada le determinaron humedad, proteínas, grasa, cenizas, calcio, hierro, cinc y análisis de textura. La mejor formulación resultó la del 15 % de ajonjolí para la obtención de un producto con una aceptabilidad de excelente, el cual presento las siguiente composición química: Agua (g) 2,20, Proteínas (g) 11,43; Grasa (g) 19,53 Cenizas (g) 2,09; Calcio (mg) 108.0; Hierro (mg) 5,62 y Cinc (mg) 2,76. La galleta obtenida se caracterizó sensorialmente por poseer olor y sabor definidos a ajonjolí, buena crujencia y armonía entre sus componentes, dureza muy agradable y peso y espesor similares a la de otras galletas dulces.**

**Ortega, Barboza, Piñero y Parra (2016), realizaron una investigación cuyo objetivo fue evaluar un producto tipo galleta elaborado con linaza, (*Linum usitatissimum*), avena (*Avena sativa* L) y el pseudofruto del cauñil (*Anacardium occidentale*) como ingredientes funcionales. A todos los productos le determinaron su contenido de proteínas, grasa, fibra, humedad y cenizas, del mismo modo determinaron su grado de aceptabilidad y la calidad microbiológica mediante la**

numeración de aerobios mesófilos, coliformes totales, *Echerichia coli*, mohos y levaduras. Los resultados mostraron diferencias significativas en el contenido de grasa y humedad ( $P < 0,05$ ) entre la galleta formulada y la comercial. No encontraron diferencias significativas en proteína y fibra ( $P > 0,05$ ). La galleta formulada contenía 8,98% de proteínas, 14,23 de grasas, 53,79 carbohidratos, 2,79 de fibra cruda, y humedad 8,03. El sabor fue el parámetro sensorial más aceptado (50%) seguido por el color (50%) y aroma (40%). Por otro lado, el análisis microbiológico resultó dentro de los límites permisibles. Concluyeron que la galleta formulada es un producto con excelente aporte nutricional, óptimas condiciones higiénico-sanitarias y aceptabilidad lo que lo hace un producto funcional con amplias cualidades nutricionales.

Barbosa-Martín, Franco-Carrillo, Cabrera-Amaro, Moguel-Ordoñez, & Betancur-Ancona, (2018), desarrollaron una investigación sobre la Evaluación de la calidad de galletas reducidas en calorías endulzadas con hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni- México cuyo objetivo fue elaborar galletas de avena y chocolate utilizando hojas de estevia como edulcorante. Prepararon dos formulaciones (Formulación A: 23,58% de avena y 2% de estevia y Formulación B: 23.47% de avena y 2,5% de estevia), realizaron su evaluación química, sensorial y microbiológica, y estimaron su estabilidad en almacenamiento. El diseño experimental aplicado fue unifactorial con una distribución completamente al azar. Los resultados que obtuvieron fue que la formulación con 2,5% de Estevia tuvo la mayor aceptabilidad y su composición química fue de carbohidratos 40,56%; grasa 25,79%; fibra cruda 21,14%; proteína 11,15% y cenizas 1,35%. La valoración microbiológica, después de seis meses de almacenamiento, revelaron la inocuidad de las muestras. La evaluación de estabilidad indicó una vida de anaquel de ~4 meses.

## A nivel Nacional

Mejía (2009), elaboró de galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria (*Daucus carota*), Huacho-Perú. Su objetivo fue evaluar la calidad nutricional de galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria (CPFZ). Para ello determinó la composición proximal, contenido de hierro, calcio, magnesio y B-caroteno y formuló 3 niveles de enriquecimiento: 5% (T1); 10% (T2) y 15% (T3) y un grupo control de galletas no enriquecidas (T0). Los resultados que halló fue que el CPFZ tuvo un alto contenido proteico (43,8%), hierro (117mg%), calcio (1800mg%), B-caroteno (2,3mg%). Presentó un perfil de aminoácidos favorable excepto para triptófano y metionina. La galleta T3 tuvo el más alto contenido proteico (11,33%), le siguió la galleta T2 (10,21%), galleta T1 (8,84%) y por último la galleta T0 (7,39%); similar tendencia observó en el contenido de hierro, calcio, magnesio y  $\beta$ -caroteno. En la prueba sensorial, la galleta enriquecida con 5% (T1) tuvo la mayor aceptación (87%), y la galleta enriquecida con 15% (T3) tuvo un 80% de inaceptabilidad. Concluyó que el enriquecimiento de galletas con CPFZ es aceptable hasta un 5% (T1) cuyo contenido de hierro fue 3,80mg%, calcio 67,13 mg% y magnesio 99,07 mg% y de B caroteno 0,10 mg%, siendo una buena alternativa de sustitución para la elaboración de productos de panificación u otros alimentos.

Navarro, Nilsson & Ruiz (2012), elaboraron galletas para niños a base de trigo con sustitución parcial de quinua (*Chenopodium quinoa*) y camote (*Ipomoea batata*)” en Yarinacocha. Elaboraron 2 tipos de galletas con diferentes proporciones de harina en base a 300g de las cuales son de 3 tipos: trigo, camote y quinua (previamente tostada, molida y tamizada). La galleta A (corazón) se formuló de la siguiente manera: 60% de trigo; 30% de quinua y 10% de camote, y la galleta B (flor) contenía 60% de trigo; 20% de quinua y

20% de camote. Concluyeron que la Galleta A tenía mayor aceptabilidad para dichos niños encuestados por su olor, sabor, color y consistencia agradable. En el análisis físico-químico la galleta B tiene mayor porcentaje de cenizas que indica su alto contenido en minerales.

Cabezas (2010), determinó el valor nutritivo de las galletas elaboradas con quinua y guayaba deshidratada frente a una galleta testigo, mediante los análisis bromatológico, microbiológico y la evaluación sensorial. Preparó tres formulaciones para la elaboración de las galletas: al 20% 25% 30% de quinua y 20% 15% 10% de guayaba deshidratada. La prueba de degustación lo realizó con una población de 70 alumnos de séptimo año de educación básica de la Escuela Fiscal San Felipe Neri. Para este efecto aplicó el Test de Ordenamiento o Ranking, el cual abarco tres parámetros importantes que son: sabor, color y textura. La galleta con el 25% de quinua y 15% de guayaba deshidratada fue la de mayor aceptabilidad la misma que presentó la siguiente composición: 10,83% proteína, 1,3% humedad, 1,22% cenizas, 1,28% fibra, 28,28% de extracto etéreo, 23,96% Azúcares Totales, 57,05% de extracto libre no nitrogenado, 0,06 mg/g de vitamina C, 6,25 pH, 0,32% acidez. A los niños que participaron en la degustación les agradó la galleta, presentando porcentajes superiores en el sabor (35%), color (35%), y textura (35%), a relación a las otras formulaciones. Concluyó que la harina de quinua y la guayaba deshidratada son un complemento ideal para enriquecer galletas obteniendo un producto de alto valor nutritivo.

Criollo & Fajardo (2010) en su investigación “Valor nutritivo y funcional de la harina de amaranto (*Amaranthus Hybridus*) en la preparación de galletas” tuvo como finalidad determinar el nivel óptimo de sustitución de harina de trigo por harina integral de amaranto tostado (*Amaranthus hybridus*) para la elaboración de galletas dulces.

Establecieron 5 formulaciones de galletas en base a distintos porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina integral de amaranto tostado, cuyos niveles de sustitución fueron del 0, 20, 25, 30 y 35%. Evaluaron las características microbiológicas, fisicoquímicas, bromatológicas en la materia prima harina integral de amaranto tostado, comparándola con la harina de trigo, así como también evaluaron las características microbiológicas, fisicoquímicas, bromatológicas y sensoriales del producto “Galletas de Amaranto” comparándola con una galleta testigo (100% harina de trigo). La galleta de mayor aceptabilidad fue la formulación 70% harina de trigo y 30% harina integral de amaranto tostado, cuya composición química es (g%): humedad 3,48; proteína 9,23; lípidos 22,7; fibra cruda 1,647, cenizas 1,67% y calcio 234,57 mg%.

Auquiñivin & Castro (2015), elaboraron galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos. Chachapoyas, región Amazonas. Su objetivo fue fomentar a la innovación de productos propios de la zona, y de esta manera aprovechar las potencialidades de las propiedades que muestran estos productos y la importancia de uso en la nutrición de alimentación infantil. El objetivo específico de esta investigación fue enriquecer las galletas a nivel nutricional y sabor, para cumplir este objetivo se sustituyó en parte la harina de trigo por productos de la zona como el Pajuro y la Oca. Evaluaron contenido de proteína total, humedad y ceniza de las diferentes galletas formuladas. Así mismo, se realizó el análisis sensorial donde participaron 31 niños de 10 años de edad, preseleccionados y entrenados, quienes evaluaron el sabor, mediante la técnica hedónica. Concluyeron que la sustitución parcial de harina de pajuro y pasta de oca influye en la calidad de sabor y aceptación de la galleta. La formulación de mayor aceptabilidad es de 40% de harina de trigo, 30% de harina de pajuro y 30% de harina de

oca, además de tener un alto contenido de proteína también está dentro del promedio de aceptación del análisis sensorial.

Bravo & Pérez (2016), realizaron un estudio sobre Evaluación del grado de sustitución de harina de avena (*Avena sativa*) y harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) para formular una galleta enriquecida, con el objetivo de Evaluar la calidad nutricional de galleta enriquecida a través de su composición proximal, contenido de hierro y calcio. Para seleccionar la mejor formulación establecieron 8 mezclas y contaron con panelistas semi entrenados. Los resultados que obtuvieron fueron: la mayor aceptabilidad la tuvo la galleta cuya formulación era de 80% de harina de trigo. 10 % harina de hoja de quinua y 10 % de harina de avena y cuya composición proximal fue: proteína (14.4%), hierro (4.3 Fe mg/Kg), calcio (83.2 Ca mg/Kg), fibra (0.7%) y grasas (6%).

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. La Avena (*Avena sativa*)**

Pagés (2015), indica que la avena es la más cultivada alrededor del mundo y se utiliza para la elaboración de cereales para el desayuno por su alto contenido de fibra. Su grano tiene un aporte biológico importante al contener varios aminoácidos esenciales, hidratos de carbono de fácil absorción, fibra soluble ( $\beta$ -glucanos) e insoluble, grasas (en su mayor parte insaturadas); y, también es relevante su contenido de vitaminas del complejo B (Vitamina B<sub>1</sub>: 0,6mg, B<sub>2</sub>: 0,14mg y niacina: 1,3mg por cada 100g de avena), minerales, siendo este superior al grano de otros cereales.

La avena ha sido utilizada ampliamente en galletería. Existen dos formas de utilizarla en los productos horneados. La harina de avena, llamada también sémola es una harina gruesa que contiene salvado, y los copos de avena o avena laminada son partículas relativamente grandes y gruesas obtenidas del laminado de fragmentos sacados del grano. En la tabla 1 se muestra la composición de la harina de avena por cada 100g.

**Tabla 1.** Composición de la harina de avena

<b>Composición</b>	<b>Cantidad (g%)</b>
Hierro	3,80
Caloría (Kcal)	334
Grasa total	6,40
Proteína	15
Hidratos de carbono	57,70
Fibra	10

Fuente: Base de datos Internacional de Composición de Alimentos (citado por Caballero, Maldonado & Maldonado, 2011)

La harina de avena se caracteriza porque contiene dos tipos de fibra: fibra insoluble, muy adecuada para facilitar el tránsito intestinal y evitar el estreñimiento; y fibra soluble, que resulta también muy recomendable para reducir el colesterol. (Caballero, Maldonado & Maldonado, 2011).

Por su composición y la fibra que contiene, la avena puede reducir el nivel de colesterol en la sangre debido al principal ingrediente activo que es la fibra soluble (1 - 3) (1 - 4)- $\beta$ -D-glucanas o  $\beta$ -glucanas, que forman una capa protectora en el epitelio del tracto digestivo, disminuyen el colesterol y las LDL colesterol (Patiño, Gallardo & Hernández, 2008).

Se ha sugerido una ingesta diaria mínima de 3 g de  $\beta$ -glucanas por día, que pueden variar de acuerdo a la población y a las necesidades fisiológicas; contribuyendo a la prevención y tratamiento de enfermedades crónico degenerativas como la diabetes mellitus y cardiopatías; además de que regula la función gastrointestinal (Johansson, Toumainen, Ekholm, & Virkki, 2004). La mayoría de los cereales son fuente importante de vitaminas, como la tiamina, niacina, riboflavina, piridoxina, ácido pantoténico y tocoferol. Con respecto al contenido de minerales se tiene sustancias elementales como el fósforo, el potasio y el magnesio.

Según Ortega et al., (2016) diversos estudios sugieren que el consumo de avena (*Avena sativa L*) tiene efectos que promueven la salud, ya que es uno de los pocos cereales que contiene tanto fibra soluble como insoluble, tales como  $\beta$ -glucano, arabinoxilanos y celulosa, además de su contenido de proteínas, lípidos (ácidos grasos insaturados), vitaminas, antioxidantes y compuestos fenólicos. Así mismo Lambo, Oste y Nyman (2005), manifiestan que la fibra soluble (inulina, pectina; gomas y fructooligosacaridos) captan agua y son capaces de formar geles lo que acelera el tránsito intestinal y enlentece el vaciamiento gástrico, como el caso de la avena.

### **2.2.2 Concentrado Proteico Foliar y su valor nutricional**

El concentrado proteico foliar representa un complemento alimenticio que contribuye de manera muy eficaz a un mejoramiento de la salud de las poblaciones pobres, restableciendo su equilibrio alimentario.

Según Abely, (1995) el concentrado foliar es rica en  $\beta$ -caroteno, hierro y proteína de muy buena calidad y es muy eficaz en combatir la desnutrición, particularmente la anemia y la deficiencia de la vitamina A, que son tan fáciles de encontrar en los niños y mujeres embarazadas de la mayoría de los países.

El concentrado proteico foliar desecado contienen alrededor del 40% de proteína bruta, de la cual unas tres cuartas partes son proteína pura. La composición de aminoácidos es notablemente constante, cualquiera que sea el forraje verde utilizado como materia prima. El valor biológico de la proteína foliar es intermedio entre la soya y el de la leche.

Existen diversos procedimientos para la obtención de un concentrado proteico foliar. Estos procesos consisten básicamente, de una extracción utilizando una solución extractora combinada con una operación mecánica que produce una ruptura celular para la liberación de los nutrientes solubles, produciendo un jugo verde y un residuo fibroso. El residuo fibroso es separado del jugo verde por medio de métodos convencionales de filtración o prensado. La siguiente etapa es la precipitación del jugo seguido de centrifugación, obteniéndose un sobrenadante y el CPF terminando con la deshidratación.

SOYNICA (2005), reportan que el extracto foliar es muy rico en vitaminas y minerales, especialmente en Vitamina A y Hierro, presentan también proteínas de alta calidad (aminoácidos esenciales) ácido fólico, vitamina E y otros minerales, incluyendo calcio, zinc, magnesio y cobre.

En un estudio realizado en Bolivia determinaron que la composición del concentrado de hojas en % de base seca fue: Proteína 60,31; Energía Kcal 343,43; Calcio 191,48 mg; Hierro 96,30 mg y Vitamina A 14,57 mg R (Lowe, 2002)

Pico (2008) y Fasuyi & Aletor (2005), encontraron valores de proteínas en el concentrado proteico foliar de yuca de 40,8% y 47% respectivamente. En relación a micronutrientes los concentrados proteicos foliares de yuca, camote, frijol y alfalfa contiene niveles considerables, siendo mayor contenido de hierro en el CPF de frijol, seguido del camote y en cuanto a B caroteno el CPF de yuca presenta 622,2 ug/g y en menor cantidad el camote con 44,56ug/g (Tablas 2 y 3).

**Tabla 2.** *Composición Química del CPF de yuca\* (g/100 materia seca)*

<b>Nutrientes</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Proteína	47
Fibra cruda	2,0
Extracto etéreo	21,6
Cenizas	7,8
Extracto libre de nitrógeno	15,9
Energía bruta (MJ/Kg)	524,3
Energía digestible	461,0

Fuente: Fasuyi y Aletor (2005)

**Tabla 3.** *Composición Nutricional de Concentrados Proteicos Foliar*  
(Materia seca)

Nutriente	Concentrado proteico foliar			
	Yuca	camote	Frijol	Alfalfa
Nitrógeno x 6.25	40,8	22,6	24,1	51,8
Hierro (mg%)	36,9	55,7	100,62	32,7
Zinc (mg%)	41,0	9,24	3,69	1,16
Triptófano (%)	0,142	---	0,23	0,374
$\beta$ -caroteno	622,2	44,56	595,8	57,54
Digestibilidad	71,18			78,06

Fuente: Pico, 2008

El concentrado proteico foliar desecado contienen alrededor del 40% de proteína bruta, de la cual unas tres cuartas partes son proteína pura. La composición de aminoácidos es notablemente constante, cualquiera que sea el forraje verde utilizado como materia prima (Tabla 4). El valor biológico de la proteína foliar es intermedio entre la soya y el de la leche.

Mejía (2009), evaluó el concentrado proteico foliar de zanahoria encontrando los siguientes valores: Proteína (43,8%), hierro (117mg%), calcio (1800mg%) y  $\beta$ -caroteno (2,3mg%) y presenta un perfil de aminoácidos favorable excepto para triptófano y metionina.

Blas y Moreno (2014), investigaron sobre la composición físico químico de concentrado proteico foliar de nabo encontrando los siguientes resultados en base seca: humedad 16,28%; proteína 49,67%; grasa 4,05%; cenizas 4,50%; fibra 3,01%; carbohidratos 22,50%; calcio 821,5mg%; magnesio 114,6mg%; hierro 68,9mg% y  $\beta$ -caroteno 103,5 ug% y su digestibilidad in vitro fue de 89,3%.

**Tabla 4.** *Contenido de aminoácidos en g/100 g de proteína del Concentrado Proteico Foliar comparado con la harina de Trigo.*

Aminoácidos	Harina de trigo <sup>1</sup>	CPF de yuca <sup>2</sup>	CPF de alfalfa <sup>3</sup>
Fenilalanina	5,30	6,26	2,50
Triptófano	1,20	2,31	1,0
Metionina	1,60	2,48	1,12
Leucina	7,70	9,65	4,43
Isoleucina	4,0	5,61	2,42
Valina	4,50	6,30	3,08
Lisina	2,30	6,30	3,2
Treonina	2,90	5,03	3,39
Arginina		6,13	
Histidina		2,77	
Ácido aspártico		7,87	
Acido glutámico		11,34	
Serina		5,08	
Glicina		5,84	
Alanina		6,34	
prolina			
Tirosina		4,84	2,42
Cistina		1,25	5,9
<b>Proteínas (g%)</b>	<b>10,9</b>	<b>47</b>	<b>51</b>

<sup>1</sup> Tablas peruanas de composición de alimentos 1999

<sup>2</sup> Fasuyi y Aletor, 2005

2. APEF, LUZERNE – Francia 2009

Los primeros resultados obtenidos, resaltan la capacidad nutricional de estos concentrados; los extractos foliares consumidos en bajas proporciones (6 a 10 gramos por día), corrigen eficazmente las carencias debidas a una mala nutrición, mejoran la salud de las personas y el desarrollo de los niños; permiten al igual, evitar algunas enfermedades originadas por una mal nutrición, como la anemia, las diarreas, las infecciones respiratorias y la ceguera. El extracto foliar contribuye a la economía familiar por medio de la prevención de desnutrición, anemia y enfermedades infecciosas. Promueve un buen crecimiento y aumento de peso en niñas/os menores.

Lowe (2002) indica que el extracto incrementa el nivel de hemoglobina y de la vitamina A. El extracto de hojas verdes es la fuente más rica de caroteno, el cual se transforma en vitamina A en el organismo humano.

La cantidad recomendada por el profesor Jean Claude Dillon, de extracto foliar de 10 gramos diarios para un(a) niño(a) de 10 kg de peso corporal aporta 300% de sus necesidades de vitamina A, 100% de hierro, 50% de ácido fólico, 40% de Vitamina B y 20% de sus necesidades en proteínas. Las cantidades recomendadas de extracto foliar son:

5 gramos por persona como complemento alimentario diario.

10 a 15 g diario para personas (niños(as) y adultos) desnutridos y/o anémicas como alimento de recuperación

10 a 15 g diario para mujeres embarazadas y madres lactantes

10 g diarios para personas convalecientes.

### **2.2.3 Composición nutricional de la hoja y concentrado proteico foliar de la betarraga (*Beta vulgaris*).**

En nuestro país, de acuerdo a las costumbres y por desconocimiento, las hojas de betarraga no son consumidas por las personas, sino que son utilizadas como forraje para el ganado. Estas hojas pueden ser utilizadas en diferentes preparaciones mejorando el valor nutritivo en la alimentación. Por otro lado, el consumo de las hojas verdes y tiernas situadas en la parte superior de la raíz aporta principalmente  $\beta$ -carotenos, calcio y hierro (Asociación Regional de Exportadores de Lambayeque, AREX, 2015).

Las hojas de betarraga en cuanto a su composición reporta una buena cantidad de nutrientes, es decir, tiene un valor nutritivo más elevado que el tubérculo., tiene un valor proteico mayor (3,4%), aunque el contenido de grasa es escaso y presenta un valor bajo de calorías y carbohidratos, pero posee una buena fuente de fibra. En cuanto a vitaminas, las hojas de remolacha contienen una buena cantidad de Vitamina A (6,700 UI) y vitamina C (23 mg%), lo que escasea en el tubérculo. Las del complejo B también tienen un valor un poco elevado que el anterior exceptuando la folacina que tiene un valor bajo. Por otro lado, son una fuente muy buena en calcio y hierro. (Tabla 5).

Navarrete & Tamayo (2014), evaluaron la composición químico proximal, minerales y  $\beta$ -caroteno de las hojas de betarraga en base seca, siendo: humedad 4,8%; fibra cruda 9,7%; cenizas 18,8%; carbohidratos 46,8%, proteína 26,5% y grasa 3,9%; calcio 2204,7 mg%; magnesio 1009.4 mg%; hierro 24,5 mg% y  $\beta$ -caroteno (Vitamina A) 58,0 ug%.

También obtuvieron concentrado proteico foliar de betarraga y evaluaron su composición con una composición nutricional de: humedad 14,0%; proteína 49,8%; grasa 3,9%, fibra dietaria 10,2%; cenizas 12%, carbohidratos 20,3%, calcio 233.3 mg%; magnesio 30,3mg%; hierro 134.6 mg% y  $\beta$ -caroteno (Vitamina A) 8480 ug%.

**Tabla 5.** *Composición nutricional de la betarraga (raíz) por 100 g de parte comestible y hojas frescas.*

<b>Componente</b>	<b>Raíz<sup>1</sup> (%)</b>	<b>Hoja<sup>2</sup> (%)</b>
Agua	72,2 g	88,4 g
Energía (Kcal)	112 Kcal	34 Kcal
Grasa	1,5 g	0,5 g
Proteína	1,8 g	3,4 g
Carbohidratos	23,5 g	5,9 g
Fibra dietaria	4,1 g	1,1-3,7 g
Cenizas	1,0	
Fosforo	30 mg	56 mg
Calcio	3 mg	139 mg
Magnesio	-	72 mg
Hierro	0,70 mg	2,8 mg
Zinc	0,24 mg	0,36 mg
Vitamina A	7,0 $\mu$ g	
Tiamina	0,09 mg	0,3 mg
Riboflavina	0,03 mg	
Niacina	0,44 mg	
Vitamina C	4,90 mg	

<sup>1</sup>Fuente: tablas peruanas de composición de alimentos.

<sup>2</sup>Ministerio de Salud /Instituto Nacional de Nutrición y Martínez (2000)

<sup>2</sup>Elaboración: Asociación Regional de Exportadores- AREX.

En cuanto al perfil aminoácido del concentrado proteico foliar de betarraga es deficiente en metionina y triptófano. Los niveles de aminoácidos esenciales que presenta (g/100g de concentrado proteico) son: isoleucina, 0,20; leucina 3,79; lisina 2,66; metionina 0,98; fenilalanina 2,65; Treonina 2,27; triptófano 0,75; Valina 2,45 e Histidina 1,92 (Navarrete & Tamayo, 2014).

#### **2.2.4 Galletas.**

Según Manley (1983), define la Galleta como el producto elaborado fundamentalmente, por una mezcla de harina, grasas y aceites comestibles o sus mezclas y agua, adicionada o no de azúcares, de otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos, sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada caracterizado por su bajo contenido en agua.

La fabricación de galletas es uno de los sectores importantes de la industria alimentaria. Las galletas son muy atractivas gracias a su gran variedad de tipos y además son un producto con un alto nivel nutritivo y de conservación prolongada.

Dentro de las materias primas para la elaboración de galletas, se encuentran los cereales tales como el trigo y la avena, en combinación con la leche se incrementa notablemente el valor biológico de la proteína de la avena, puesto que el valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, al ser la avena más rica en aminoácidos indispensables, especialmente en lisina.

La composición proximal de la galleta de avena dulce con harina de trigo es: Energía 475 (Kcal); Agua 4,2%, Proteína 7 %; Grasa 20,9%; carbohidratos 66,2%; fibra 0,7% y ceniza 1,7% (Bejarano, Bravo, Huamán, Huapaya, Roca & Rojas, 2002).

El contenido en proteínas digeribles del grano de avena es mayor que en maíz y también tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo (Muñoz, Ledesma, Chávez & Pérez-Gil, 2002).

#### **2.2.5. Fortificación de alimentos:**

La fortificación de alimentos es la adición de uno o más nutrientes esenciales que normalmente no están presentes en el alimento, con el propósito de prevenir o corregir una deficiencia demostrada en la población o grupos específicos de ella. 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 alimento, esto significa un aporte entre el 30-50% del requerimiento diario de nutrientes, en dos o tres porciones al día. (WHO y FAO, 2006)

La fortificación con micronutrientes de alimentos de gran distribución y consumo brinda la posibilidad de mejorar el estado de nutrición de un alto porcentaje de la población y no requiere la modificación de los hábitos de alimentación ni la decisión individual para su aceptación. Las cuestiones tecnológicas para la fortificación de los alimentos, especialmente en referencia a los niveles adecuados de nutrientes, la estabilidad de la fuente del micronutriente, las interacciones entre

nutrientes, las propiedades físicas y la aceptabilidad por parte de los consumidores aún no se resuelven totalmente (OMS/FAO, 2006).

De acuerdo a los "Principios Generales para la Adición de Nutrientes Esenciales a los Alimentos" (FAO/WHO 1995), éstos pueden añadirse a los alimentos con el fin de alcanzar la restauración de nutrientes perdidos en el procesamiento, fortificación o garantizar la composición de nutrientes adecuados. (FAO - WHO y Codex Alimentarius, 1995)

#### **2.2.5.1. Tipos de Fortificación**

Hay diferentes enfoques para el proceso para la fortificación de alimentos como por ejemplo la fortificación de alimentos que son de consumo masivo para la población en general, llamada fortificación masiva; la fortificación de alimentos para grupos específicos, es llamada fortificación dirigida; y la fortificación voluntaria de los alimentos disponibles en el mercado, es llamada fortificación impulsada por el mercado.

Para realizar un proceso de fortificación se tiene que tomar en cuenta también la Ingesta Diaria Recomendada (IDR), valor que se utiliza para evaluar la ingesta de nutrientes en personas sanas. Al mismo tiempo existen tres referencias incluidas en la IDR, que es la Ingesta Dietética Recomendada (RDA), Ingesta Adecuada (AI), y el nivel de Ingesta Máxima Recomendable. (WHO y FAO, 2006)

Para la fortificación dirigida, es permitido aportar por porción del 30% a 50% de nutrientes de la Ingesta Diaria Recomendada. (Nutrition Review, 2002)

Los requisitos que se deben tener en cuenta para aplicar la fortificación a un alimento en específico deben ser los siguientes:

- Que sea comúnmente consumido por la población objetivo.
- El estado nutricional de la población objetivo (química y bioquímicamente).
- Datos de los patrones de consumo y dietas.
- Información detallada de los micronutrientes que usualmente se consumen.
- Composición química de las materias primas a utilizar.
- Buena estabilidad durante el almacenamiento.
- Relativamente de bajo costo. (FAO, 1996)

### **2.2.6 Calidad de Proteínas**

Según la FAO (2005) existen tres métodos posibles para la medición de calidad proteica, así se tiene:

- Contenido en aminoácidos de la proteína alimentaria.
- Digestibilidad.
- Requerimientos de aminoácidos basados en un patrón estándar de requerimientos de aminoácidos para un grupo de edad determinado, y en los requerimientos para preescolares de 2- 5 años usados como estándar para toda la población a partir de un año de edad.

Según Lenhinger (2002) la calidad de las proteínas alimentarias depende su digestibilidad y de su capacidad para proveer todos los aminoácidos esenciales necesarios para cubrir los requerimientos humanos.

Los métodos biológicos tradicionales que existen son: el Valor biológico (BV), la utilización de las proteínas neta (NPU) y el coeficiente de eficacia biológica (PER). Una nueva metodología eficaz es la Puntuación de los aminoácidos de las proteínas corregida según su digestibilidad (PDCAAS) (Cheftel et al., 1996).

**La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2013) ha publicado un informe que recomienda un método nuevo y avanzado para evaluar la calidad de las proteínas de la dieta. El informe "Evaluación de la calidad de las proteínas dietéticas en la nutrición humana", recomienda que la Puntuación de aminoácidos indispensables digeribles (DIAAS) reemplace la Puntuación de los aminoácidos corregida según la digestibilidad de las proteínas (PDCAAS) como método preferente para medir la calidad de las proteínas.**

La proteína es vital para apoyar la salud y el bienestar de las poblaciones humanas. No obstante, no todas las proteínas son iguales ya que varían de acuerdo con su origen (animal, vegetal), su composición individual de aminoácidos y su nivel de bioactividad aminoacídica. "Proteínas de alta calidad" son aquellas que se digieren fácilmente y contienen los aminoácidos esenciales alimentarios en cantidades que se corresponden con los requisitos de los seres humanos.

La recomendación del método DIAAS es un cambio drástico que proporcionará finalmente una medida exacta de las cantidades de aminoácidos absorbidos por el organismo y la contribución individual de las fuentes proteínicas a los requisitos de aminoácidos y nitrógeno de los seres humanos.

**Con el método DIAAS, se pueden ahora diferenciar fuentes proteínicas de acuerdo con su capacidad de suministrar aminoácidos que el organismo pueda utilizar.** Por ejemplo, el método DIAAS fue capaz de demostrar la mayor biodisponibilidad de las proteínas lácteas, en comparación con las fuentes de proteínas de origen vegetal. Los datos en el informe de la FAO mostraron que la leche entera en polvo tiene una puntuación DIAAS de 1,22, más alto que los guisantes (0,64) y el trigo (0,40).

DIAAS determina la digestibilidad de los aminoácidos, en el extremo del intestino delgado, proporcionando una medida más precisa de las cantidades de aminoácidos absorbidos por el cuerpo y la contribución de la proteína para los requerimientos de aminoácidos y de nitrógeno. PDCAAS se basa en una estimación de la digestibilidad de proteína cruda determinada a lo largo del tracto digestivo total, y los valores establecidos con este método generalmente sobreestiman la cantidad de aminoácidos absorbidos. Algunos productos alimenticios pueden señalar un alto contenido en proteínas, pero dado que el intestino delgado no absorbe todos los aminoácidos del mismo modo, no están proporcionando la misma contribución a las necesidades nutricionales de un ser humano.

### **2.2.7 Evaluación Sensorial:**

Anzaldúa (1994), manifiesta que la evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos y es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos.

Watts et al., (2001) indica que la evaluación sensorial es una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento o material. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos.

#### **2.2.7.1 Clasificación**

Las pruebas sensoriales han sido descritas y clasificadas de diferentes formas; la clasificación estadística de las evaluaciones sensoriales las dividen en pruebas paramétricas y no paramétricas, de acuerdo al tipo de datos obtenidos con la prueba. Los especialistas en pruebas sensoriales y los científicos de alimentos clasifican las pruebas en afectivas (orientadas al consumidor) y analíticas (orientadas al producto), en base al objetivo de la prueba. Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimentarios se conocen como “pruebas orientadas al consumidor”. Las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales se conocen como “pruebas orientadas al producto”. (Watts et al, 2001)

### 2.2.7.2 Pruebas Orientadas al Consumidor

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen pruebas de preferencia, aceptabilidad y hedónicas.

- a. Pruebas de Preferencia.-** Las pruebas de preferencia le permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia.
- b. Pruebas de Aceptabilidad.-** Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores.
- c. Pruebas Hedónicas.-** Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada.

## 2.3. Definiciones Conceptuales

### a) Galleta:

El término galleta proviene del francés “galette” y hace referencia a un pastel horneado, hecho con una pasta a base de harina, mantequilla, azúcar y huevos. Su fabricación ha sido discutida por Wade y Watkin (1966) y Stafford (1968). Los ingredientes básicos comunes para su elaboración son la harina, grasa, azúcar y jarabes, agentes aereadores (polvos para hornear) y leche o agua; todos los anteriores, gracias a sus propiedades

funcionales permiten elaborar al producto terminado que se puede definir como galleta (Kirk et al., 2004). El concepto galleta hace referencia a pequeños pastelitos elaborados a partir de una harina insuficientemente viscosa como para permitir a los pedazos de harina hornearse en una superficie plana (Plyer, 1988).

**b) Concentrado Proteico foliar:**

Es un alimento extremadamente nutritivo que se obtiene machacando hojas normales, para obtener jugo, que luego se coagula con agua caliente. La proteína resultante es un sólido, verde oscuro, de sabor fuerte, parecido al té o el heno y con textura similar a la del queso (Guzmán & Blanco, 1981).

**c) Fortificación de los alimentos:**

Aquel proceso en el que se escoge un alimento de consumo masivo, el cual es utilizado para agregarle los micronutrientes seleccionados y que ese vehículo no los contiene en forma natural.

**d) Enriquecimiento de los alimentos:**

Es el proceso en el cual se adicionan los micronutrientes que han perdido o disminuido en su potencia los productos que de forma natural los contiene, estas pérdidas son generadas por el proceso de transformación industrial.

**2.4. Formulación de la Hipótesis:**

**Hipótesis:**

Hi: Las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga presentan un alto valor nutricional.

Ho: Las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga no presenta un alto valor nutricional.

## CAPITULO III: METODOLOGIA

### 3.1. Diseño Metodológico:

#### 3.1.1. Tipo de estudio:

Es una investigación Experimental Aplicada y Comparativo

#### 3.1.2. Enfoque:

Es de tipo cuantitativo.

### 3.2. Población y muestra:

#### 3.2.1 Población:

Galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.

#### 3.2.2 Muestra:

5 Kg de galletas de avena fortificada.

### 3.3. Operacionalización de variables e indicadores:

#### Variables:

##### a) Variable independiente

Formulación de galleta de avena en copos, harina de trigo y concentrado proteico foliar de betarraga (CPF)

##### b) Variable dependiente

Calidad nutricional y aceptabilidad de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga

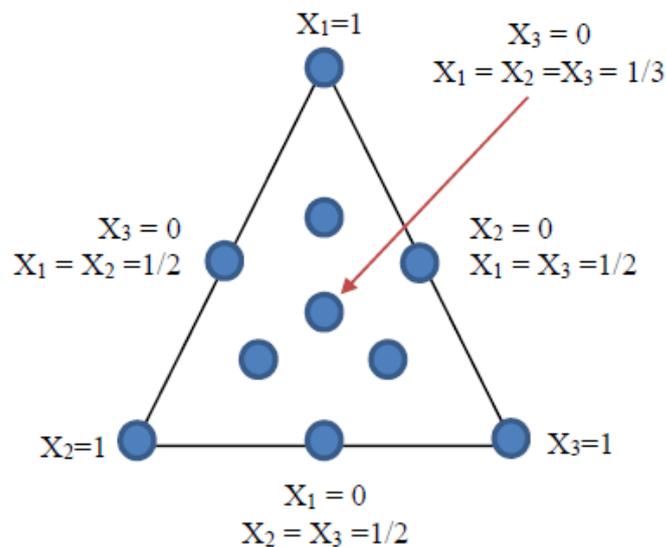
## Operacionalización de Variables:

Variable	Dimensión	Indicadores	Metodología o instrumentos de medición
<p><b>V. Independiente</b></p> <p>Formulación de galleta de avena en copos, harina de trigo y concentrado proteico foliar de betarraga (CPFB)</p>	<p>Nivel de mezcla</p>	<p>Formulación adecuada de harina de trigo, avena y concentrado proteico foliar de Betarraga.</p>	<p>Diseño de Mezclas:</p> <p>Formulación porcentual en base a avena en copos, harina de trigo y concentrado proteico foliar de betarraga.</p>
<p><b>V. Dependiente</b></p> <p>Calidad nutricional y aceptabilidad de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga</p>	<p>Calidad Nutricional</p>	<p>Proteína</p> <p>Hierro</p> <p><math>\beta</math>-caroteno</p> <p>Digestibilidad in vitro</p>	<p>Semi microkjeldahl</p> <p>Espectrofotometría de absorción atómica</p> <p>HPLC</p> <p>Método enzimático</p>
	<p>Calidad Sanitaria</p>	<p>Calidad Sanitaria</p>	<p>Análisis Microbiológico</p>
	<p>Aceptabilidad</p>	<p>Aceptabilidad</p>	<p>Evaluación sensorial – Panel de degustación</p>

### 3.4. Diseño Experimental

#### 3.4.1. Diseño Metodológico:

El esquema experimental empleado para la elaboración de galleta de avena enriquecida con concentrado proteico foliar de betarraga correspondió en el desarrollo de un “diseño de mezclas” denominado “Diseño simplex reticular (3,2) con centroide ampliado” (Figura 1) dentro de la metodología “Superficie de respuesta”.



**Figura 1.** Diseño Simplex Reticular (3,2) con centroide ampliado

Fuente: Montgomery (2004)

El número de tratamientos en el diseño simplex reticular (p,m) se calculó de la siguiente manera:

$$N = \frac{(p + m - 1)!}{m! (p - 1)}$$

Donde:

N = Numero de tratamientos a realizar

p = Numero de factores

m = Numero de niveles de los factores

Para este diseño simplex reticular (3,2), el número de tratamientos se calculó de la siguiente manera:

$$N = \frac{(3 + 2 - 1)!}{2! (3 - 1)}$$

$$N = 6$$

Un diseño simplex reticular (3,2) consta de los puntos definidos por los siguientes arreglos de las coordenadas: las proporciones asumidas por cada componente toman los niveles  $m + 1$  valores que están separados por una distancia igual de 0 a 1.

En la tabla 6 se presentan los datos que brindó el software Design Expert versión 10.0.01 al ingresar los datos:  $p$  (factores) = 3, correspondientes a harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga y  $m$  (niveles) = 2, correspondientes a las concentraciones: 0 y 1. Estos datos parten de mezclas puras (1,0,0); (0,1,0); (0,0,1) hasta mezclas binarias (1/2,1/2,0); (0,1/2,1/2); (1/2,0,1/2); correspondientes a un total de 6 tratamientos. Con el fin de abarcar mayor región experimental se incluyó el centroide correspondiente a la mezcla ternaria (1/3, 1/3, 1/3) y otras correspondientes al centroide ampliado (0,67; 0,17; 0,17); (0,17; 0,67; 0,17); y, (0,17; 0,17; 0,67); obteniéndose un total de 10 tratamientos.

Este diseño responde al siguiente modelo matemático:

- a. Lineal: El número de corridas en el diseño base si el modelo más complicado se ajusta a un modelo lineal. Un modelo lineal tiene la forma:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$$

**Tabla 6.** *Diseño simplex reticular (3,2) aumentado para una mezcla de harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga.*

Tratamiento	Variables Independientes (%) (Pseudocomponentes)			Respuesta	Datos de Control	
	Harina de trigo	Avena en copos	Concentrado proteico foliar de betarraga	Aceptabilidad	Humedad	Textura
<b>T1</b>	1	0	0			
<b>T2</b>	0	1	0			
<b>T3</b>	0	0	1			
<b>T4</b>	0,5	0,5	0			
<b>T5</b>	0,5	0	0,5			
<b>T6</b>	0	0,5	0,5			
<b>T7</b>	0,67	0,17	0,17			
<b>T8</b>	0,17	0,67	0,17			
<b>T9</b>	0,17	0,17	0,67			
<b>T10</b>	0,33	0,33	0,33			

- b. Cuadrático: El número de corridas en el diseño base si el modelo más complicado se ajusta a un modelo cuadrático. Un modelo cuadrático tiene la forma:

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

- c. Cúbico: Especial: El número de corridas en el diseño base si el modelo más complicado se ajusta a un modelo cubico especial. Un modelo cubico especial tiene la forma:

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

d. Cúbico: El número de corridas en el diseño base si el modelo más complicado se ajusta a un modelo cubico completo. Un modelo cubico completo tiene la forma:

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

Los términos de estos modelos tienen interpretaciones relativamente simples. En todas las ecuaciones, el parámetro  $\beta_i$  representa la respuesta esperada para la mezcla pura  $X_i = 1$  y  $X_j = 0$  cuando  $j \neq i$ . A la porción  $\sum \beta_i X_i$  se llama porción de mezcla lineal. Cuando hay una curvatura derivada de una mezcla no lineal entre pares de componentes, los parámetros  $\beta_{ij}$  representan una mezcla sinérgica o bien antagónica. Los términos de órdenes superiores suelen ser necesarios en los modelos para mezclas porque 1) los fenómenos estudiados pueden ser complejos y 2) la región experimental con frecuencia es la región de operabilidad completa y en consecuencia, es grande y requiere un modelo elaborado.

Donde:

$X_j$  = cantidad del componente j en la mezcla,

$Y$  = en el valor esperado de la variable de respuesta.

Observe que términos tal como la constante y factores elevados a la segunda potencia no aparecen. Debido a la restricción sobre la suma de los componentes, el modelo polinomial completo puede ser sobre-parametrizado. El modelo cubico especial es popular y puede representar muchos tipos de superficies de respuesta.

Como es evidente, no se puede lograr una mezcla con 100% de harina de trigo, 100% de avena en copos o 100% de concentrado proteico foliar por lo que el diseño definido anteriormente corresponderá a un triángulo q tenga la misma distribución,

pero inscrito en otro triángulo que represente todo el universo de posibilidades de mezclas; es decir, se tendrá un diseño de mezclas con restricciones.

Las restricciones corresponden a los límites máximos y mínimos de cada uno de los componentes, los mismos que serán definidos posteriormente. A las coordenadas iniciales del diseño se le llamara: Pseudocomponentes y a las coordenadas del triángulo inscrito:

Componentes:

Se restringió de la siguiente manera, para garantizar la participación de los tres componentes.

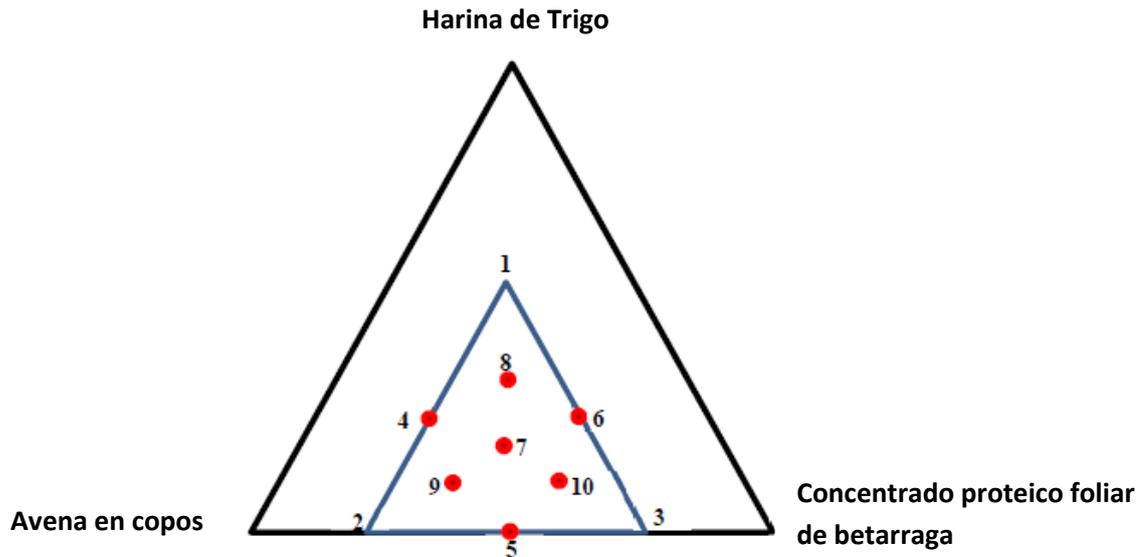
Harina de trigo (X1): 25 a 30%

Avena en copos (X2): 60 a 65%

Concentrado proteico foliar de betarraga (X3): 5 a 10%

El triángulo inscrito tiene necesariamente que ser un triángulo equilátero de tal modo que se cumpla el principio que la suma de los componentes debe ser necesariamente igual a 100, como se observa en la Figura 2.

Las restricciones para harina de trigo, se establecieron entre 25 a 30%, avena en copos: 60 a 65% y concentrado proteico foliar de betarraga: 5 a 10%. Para establecer el límite máximo se tuvo en consideración los trabajos previos de Mejia (2009) y Mejia et al (2013) quienes encontraron que la concentración aceptable de concentrado foliar entre 5 a 10 % en la elaboración de galletas enriquecidas con este concentrado.



**Figura 2.** Grafico del Diseño simplex reticular (3,2) aumentado para la mezcla de harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga con los nuevos componentes.

Una vez definidas las coordenadas de los pseudocomponente, así como los límites de Harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar, se establecieron ecuaciones que permitieron las transformaciones de pseudocomponentes a componentes. Para tal fin se utilizó el Software Design-Expert 10.0.01 versión de prueba, como se detalla en la tabla 7 mostrado a continuación:

**Tabla 7.** Transformación de pseudocomponentes a componentes

Tratamiento	Variables Independientes (% Pseudocomponentes)			Variables Independientes (% componentes)			Datos de Control		Respuestas
	Harina de trigo	Avena en copos	Concentrado Proteico foliar de betarraga	Harina de trigo	Avena en copos	Concentrado Proteico Foliar de betarraga	Humedad	Textura	Aceptabilidad
T1	1	0	0	25,0	65,0	10,0			
T2	0	1	0	30,0	60,0	10,0			
T3	0	0	1	30,0	65,0	5,0			
T4	0,5	0,5	0	27,5	62,5	10,0			
T5	0,5	0	0,5	27,5	65,0	7,5			
T6	0	0,5	0,5	30,0	62,5	7,5			
T7	0,67	0,17	0,17	26,7	64,2	9,2			
T8	0,17	0,67	0,17	29,2	61,7	9,2			
T9	0,17	0,17	0,67	29,2	64,2	6,7			
T10	0,33	0,33	0,33	28,3	63,3	8,3			

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

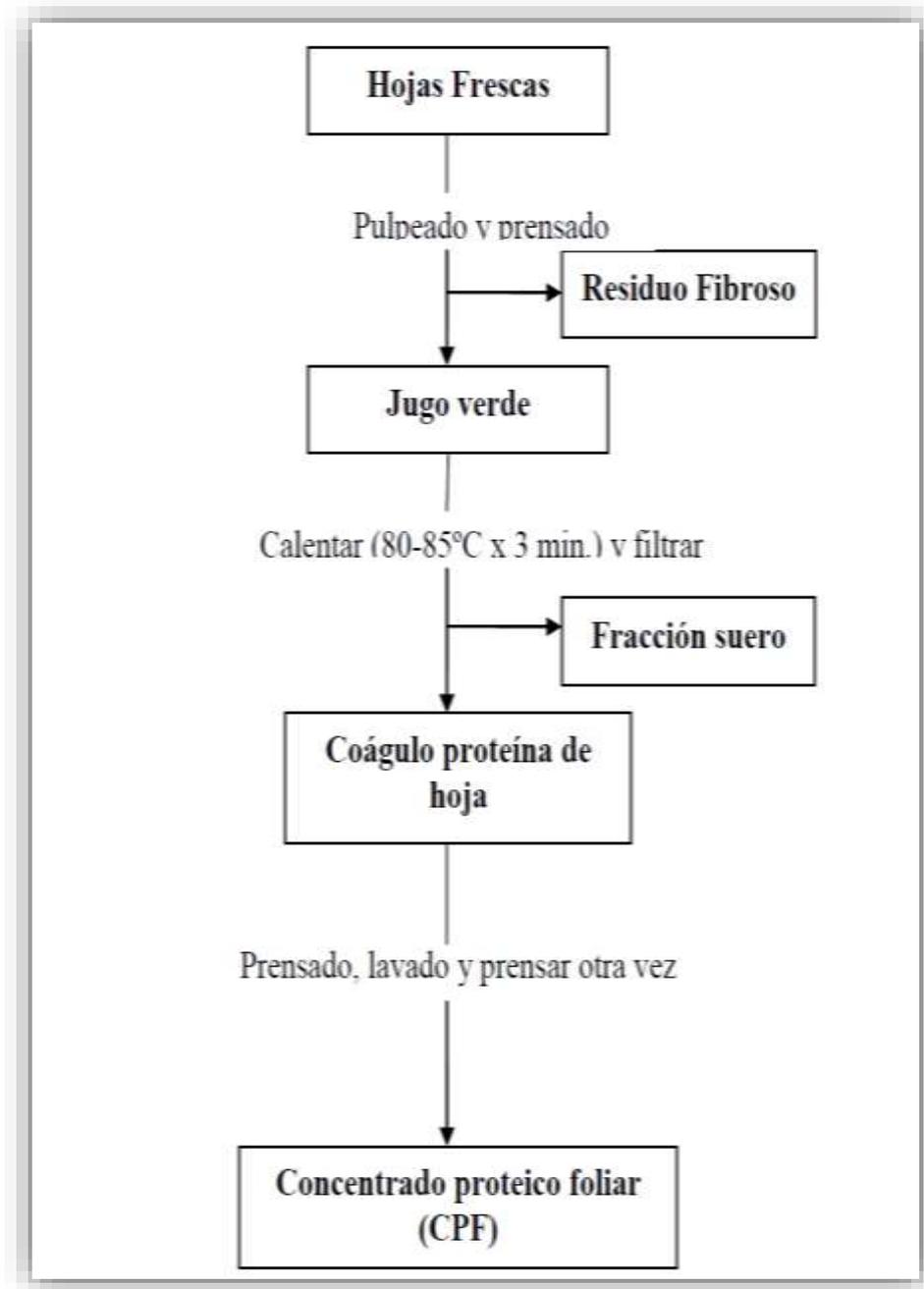
#### 3.5.1. Técnicas a emplear

Descripción general del proceso de la elaboración de galleta de avena enriquecida con concentrado proteico foliar de betarraga.

**a) Obtención del Concentrado proteico foliar de betarraga, según Figura 3:**

**b) Formulación de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga**

La formulación de galleta se realizó según como se indica en el diseño experimental obteniéndose 10 tratamientos para las galletas.



**Figura 3.** Flujograma de la producción del concentrado proteico foliar.

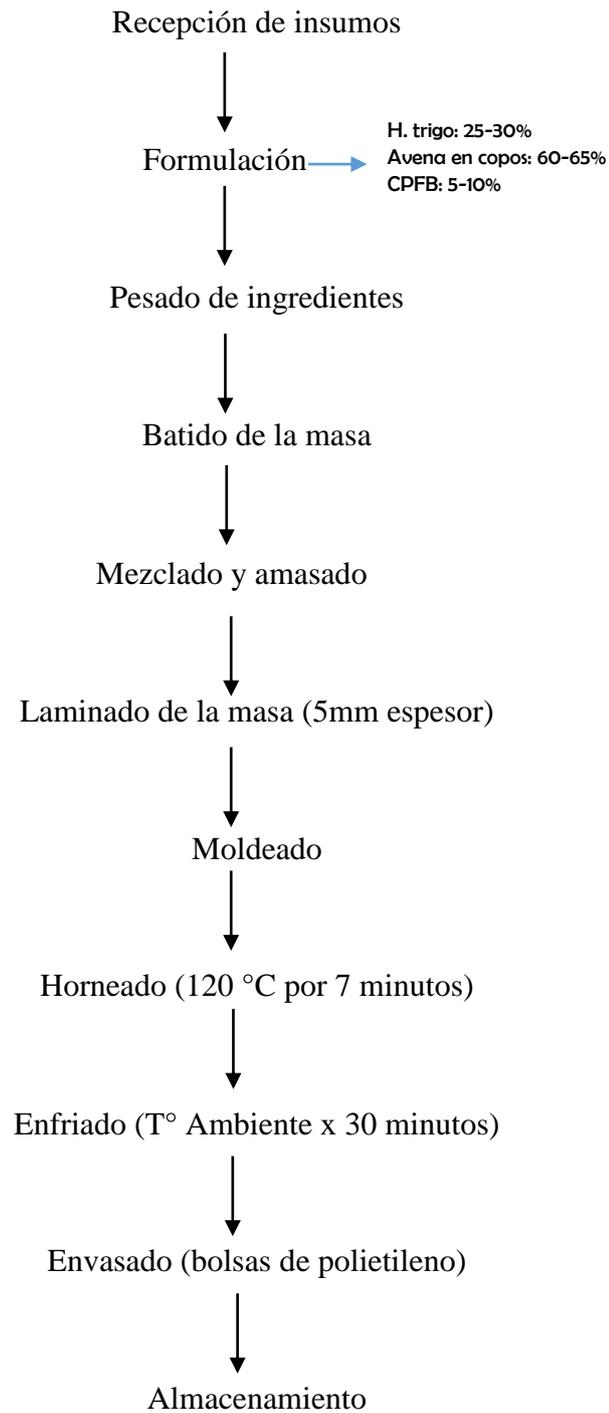
### c) Procedimiento para la elaboración de galletas experimentales

Las galletas fueron elaboradas siguiendo el diagrama indicando en la tabla 8. A partir de una formulación de galletas obtenidas según lo descrito en la figura 4.

Se obtuvo a partir de una mezcla a base de harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga manteniendo constantes los demás ingredientes de la galleta enriquecida.

**Tabla 8.** *Formulación utilizada en la elaboración de galletas*

<b>Materia prima e insumos</b>	<b>Cantidad (% en función a la masa total)</b>	<b>Cantidad (% en función a la masa principal)</b>
Harina de trigo	X1 = 13.1	X1 = 13.1
Avena en copos	X2 = 27.4	X2 = 27.4
Concentrado proteico foliar	X3 = 3.2	X3 = 3.2
Masa principal		<b>100</b>
Manteca tropical	13.1	30
Azúcar blanca	13.1	30
Huevo de gallina	19.7	45
Chips de chocolate	2.1	5
Esencia de vainilla	2.1	5
Ralladura de naranja	4.3	10
Bicarbonato de sodio	0.4	1
Polvo de hornear	0.4	1
Sal	0.4	1
<b>Masa total</b>	<b>100</b>	<b>228</b>



**Figura 4.** Elaboración de galletas de Avena enriquecidas con concentrado proteico foliar de betarraga.

Los procedimientos son descritos a continuación:

**1. Recepción y pesaje de materia prima e insumos:**

Consistió en el pesado, cernido y tamizado de cada uno de los ingredientes necesarios para la elaboración de galletas. Se trabajó en base a la formulación indicada en la tabla 7 en función al % de la masa principal (harina de trigo + avena en copos + concentrado proteico foliar de betarraga), en ella se usó una balanza electrónica para el control de calidad de la materia prima.

**2. Batido de la masa:**

Comprendió en la mezcla de azúcar blanca y manteca tropical al cual posteriormente se agregaron los demás ingredientes tales como harina de trigo, avena en copos, concentrado proteico foliar de betarraga, esencia de vainilla, huevo de gallina, chips de chocolate, ralladura de naranja, bicarbonato de sodio, polvo de hornear y sal. Toda esta mezcla se amasa hasta que tome forma consistente, se usó una maquina amasadora.

**3. Laminado de la masa:**

El laminado presentó un espesor de 5 mm. Se utilizó un maquina laminadora.

**4. Moldeado:**

La masa laminada fue moldeada en forma circular.

**5. Horneado:**

Las galletas fueron horneadas durante 7 minutos a una temperatura de 120 °C. El horno trabajo al 80% de su capacidad, no se presentó pérdidas durante el horneado.

**6. Enfriado:**

Las galletas después de retirarlas del horno fueron enfriadas a temperatura ambiente.

## **7. Envasado:**

Las galletas frías fueron envasadas en los empaques adecuados hasta que se realizaron las pruebas sensoriales y fisicoquímicas.

**3.6. Método de análisis:** Se analizaron las muestras de galletas fortificadas según los métodos indicados a continuación:

### **1º. Análisis Físico-Químico de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.**

- Humedad: Método Gravimétrico (NTP 206.011.1981) (Revisada al 2016)
- Azúcares reductores totales: NTP 209.173:1999
- Acidez Titulable: NTP 206:013:1981. Revisado el 2011.
- Fibra Cruda: Hidrólisis ácida-básica (NTP 205.003 – 1980) Revisada al 2011.
- Cenizas: Método de Incineración directa (AOAC 935.39. 2012).
- Carbohidratos: Por diferencia MS-INN Collazos 1993
- Determinación de Grasa; Método según NTP.206.017 -1981). Revisada el 2011.

### **2º. Análisis Nutricional de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga:**

- Proteínas: Método Kjeldahl (AOAC 935.39 (C): 2012
- Hierro, calcio y magnesio: Método por Espectrofotometría de Absorción Atómica (AOAC- 985.35-2012)
- $\beta$ -caroteno: Método HPLC (AOAC 970.64:2012)
- Digestibilidad in vitro: Según Max Becker 1981.

### **3°. Análisis microbiológico de la galleta de avena fortificada:**

Se realizó siguiendo los métodos recomendados por la Comisión Internacional sobre especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF) y comprendió la numeración de aerobios mesófilos, numeración de Hongos y numeración de coliformes, tal como se indica a continuación:

- Numeración de Coliformes Totales; Método Norteamericano (ICMSF. 2000)
- Recuento de Mohos y Levadura según método Howard (ICMSF. 2000)
- Recuento Aerobios Mesófilos viables según método Norteamericano (ICMSF. 2000).
- Recuento de mohos y levaduras y Recuento de mesòfilos (ICMSF, 2000).

### **4° Evaluación sensorial:**

- Prueba de Aceptabilidad; Método ISO 4121.ITEM 6.3.2. 2003. Sensory Analysis - Guidelines for the use of quantitative response scale, aplica escala Hedónica de 9 puntos (9 = me gusta muchísimo y 1= me disgusta muchísimo)

### **3.7 Técnicas de recolección de datos**

- Se utilizaron fichas bibliográficas y de resúmenes.
- Protocolo de Análisis bromatológico de la materia prima y del producto terminado.
- Protocolo de Análisis Microbiológico del producto terminado.
- Aplicación de técnicas experimentales a nivel de laboratorio.
- Ficha técnica para la opinión de los consumidores según la Escala Hedónica de 9 puntos adaptado de Anzaldúa – Morales, A (1994), según Formato del Anexo 1 y 2.

### **3.7.1. Descripción de los instrumentos**

- Balanza analítica de 0.0001 g de precisión
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica
- Cromatógrafo Líquido de Alta resolución (HPLC)
- Estufa 5°C hasta 250°C
- Mufla
- Deshidratadores con ventilación
- Molinos
- Tamizadores
- Equipo Soxhlet
- Equipo Kjeldahl
- Cocina semi-industrial
- Licuadora semi-industrial
- Horno de panificación
- Amasadora
- Materiales de vidrio y reactivos necesarios para los análisis.

### **3.8. Técnicas para el procesamiento de la información**

Procesamiento de los datos se analizarán con el Software Design-Expert 10.0.01 versión de prueba,

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Diseño y optimización de la formulación de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga

Con la finalidad de diseñar una formulación de galletas fortificadas con características óptimas se utilizó el Software Design Expert 10.0.01, obteniéndose un diseño con 10 corridas. Las variables respuestas, humedad, textura y aceptabilidad fueron obtenidas luego de realizar los análisis respectivos, tal como se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9.** *Diseño simplex reticular (3,2) aumentado para la formulación de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.*

Tratamiento	Variables Independientes (% Pseudocomponentes)			Variables Independientes (% componentes)			Datos de Control		Respuestas
	Harina de trigo	Avena en copos	Concentrado Proteico foliar de Betarraga	Harina de trigo	Avena en copos	Concentrado Proteico Foliar de Betarraga	Humedad (%)	Textura	Aceptabilidad
T1	1	0	0	25,0	65,0	10,0	5.9	6	6.3
T2	0	1	0	30,0	60,0	10,0	4.6	6.1	6.3
T3	0	0	1	30,0	65,0	5,0	7.8	3.2	4.8
T4	0,5	0,5	0	27,5	62,5	10,0	6.3	5.4	6.2
T5	0,5	0	0,5	27,5	65,0	7,5	4.8	6.1	6.5
T6	0	0,5	0,5	30,0	62,5	7,5	4	6.2	7.9
T7	0,67	0,17	0,17	26,7	64,2	9,2	5.3	5.2	6.1
T8	0,17	0,67	0,17	29,2	61,7	9,2	5.4	5	6.1
T9	0,17	0,17	0,67	29,2	64,2	6,7	5.5	6	6.8
T10	0,33	0,33	0,33	28,3	63,3	8,3	5.9	5.2	6

Los niveles de humedad en las galletas de los diversos tratamientos están en el rango de 4,0 a 7,80% valores dentro o del máximo permisible de 12% según DIGESA (2010).

#### 4.2. Evaluación de la Aceptabilidad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga:

Como respuesta de los 10 jueces semientrenados en cuanto a la aceptabilidad se puede observar en la Tabla 10 que las 10 muestras de galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga son significativamente diferentes, pues varían de 4,8 a 7,9 y el tratamiento T<sub>6</sub> es el que representa la mayor aceptabilidad de 7,9.

**Tabla 10:** Valores para la aceptabilidad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.

Tratamiento	Harina de trigo	Avena en copos	Concentrado Proteico foliar de Betarraga	Aceptabilidad
T1	25,0	65,0	10,0	6,3
T2	30,0	60,0	10,0	6,3
T3	30,0	65,0	5,0	4,8
T4	27,5	62,5	10,0	6,2
T5	27,5	65,0	7,5	6,5
T6	30,0	62,5	7,5	7,9
T7	26,7	64,2	9,2	6,1
T8	29,2	61,7	9,2	6,1
T9	29,2	64,2	6,7	6,8
T10	28,3	63,3	8,3	6,0

En la tabla 11 se presentan los resultados del análisis de varianza de los modelos para la variable respuesta de aceptabilidad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.

**Tabla 11:** *Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta de aceptación de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.*

<b>Modelo</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grado de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Lineal	1,03	2	0,52	0,85	0,4662	0,1959
Cuadrático	4,32	5	0,86	3,58	0,1200	0,8175
<b>Cúbico</b>	<b>5,28</b>	<b>8</b>	<b>0,66</b>	<b>13463,68</b>	<b>0,0067</b>	<b>1,0000</b>

El modelo seleccionado fue el modelo cúbico, ya que fue el que más de ajusto a la aceptabilidad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga, con un valor p igual a 0,0067 ( $p < 0,05$ ) y un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 1,0000.

En la tabla 12 se muestra que los valores de "Prob> F" inferiores a 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos.

**Tabla 12. Análisis de ANOVA para el modelo cúbico de mezcla**

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>df</b>	<b>Mean Square</b>	<b>F Value</b>	<b>p-valor Prob &gt; F</b>	
Modelo	5.28	8	0.66	13463.87	0.0067	significativo
<i>AB</i>	<i>6.754E-003</i>	<i>1</i>	<i>6.754E-003</i>	<i>137.79</i>	<i>0.0541</i>	
<i>AC</i>	<i>0.60</i>	<i>1</i>	<i>0.60</i>	<i>12301.54</i>	<i>0.0057</i>	
<i>BC</i>	<i>3.69</i>	<i>1</i>	<i>3.69</i>	<i>75320.82</i>	<i>0.0023</i>	
<i>ABC</i>	<i>0.90</i>	<i>1</i>	<i>0.90</i>	<i>18304.22</i>	<i>0.0047</i>	
<i>AB(A-B)</i>	<i>0.055</i>	<i>1</i>	<i>0.055</i>	<i>1115.82</i>	<i>0.0191</i>	
<i>AC(A-C)</i>	<i>0.044</i>	<i>1</i>	<i>0.044</i>	<i>893.27</i>	<i>0.0213</i>	
<i>BC(B-C)</i>	<i>0.000</i>	<i>0</i>				
Residual	4.902E-005	1	4.902E-005			
Total	5.28	9				

En este caso, A, B, C, AC, BC, ABC, AB (A-B), AC (A-C) son términos de modelos significativos.

Los valores superiores a 0,1000 indican que los términos del modelo no son significativos.

En la Tabla 13 se presentan las Estadísticas de ajuste del modelo cubico para la variable respuesta aceptabilidad, El  $R^2$  predecido de 0.9927 concuerda razonablemente con el  $R^2$  ajustado de 0.9999; es decir, la diferencia es menor a 0.2, pues según Montgomery ( 2013), Una diferencia mayor que 0.20 entre la " $R^2$  predecido " y la " $R^2$  ajustado" indica un posible problema con el modelo y/o los datos.

Montgomery ( 2013), indica que la "Precisión adecuada" (Adeq Precision) mide la relación señal / ruido, se calcula dividiendo la diferencia entre la respuesta predecida máxima y la respuesta predecida mínima por la desviación estándar promedio de todas las respuestas predecida. Son deseables valores grandes de esta cantidad, y los valores que exceden a 4 indican por lo general que el modelo tendrá un desempeño razonable en la predicción. La relación de 466,645 indica una señal adecuada para usar este modelo para navegar por el espacio de diseño.

*Tabla 13. Estadísticas de ajuste del modelo cúbico para la variable respuesta aceptabilidad*

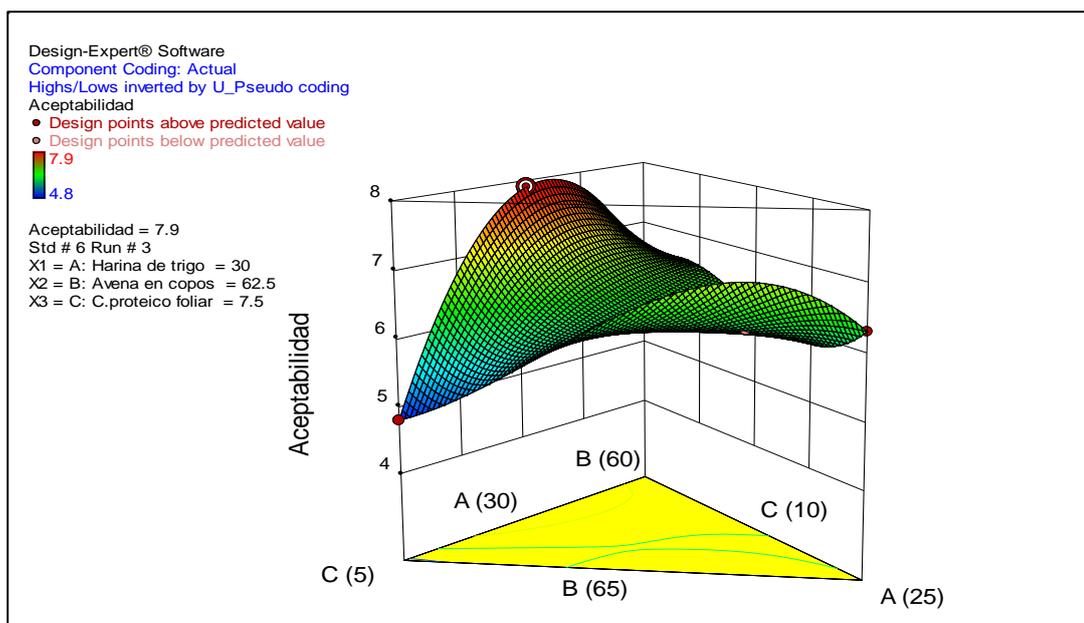
Desviación estándar	7.001E-003
Media	6.30
C.V. %	0.11
$R^2$	1,0000
$R^2$ ajustado	0,9999
$R^2$ predicha	0.9927
Valor de precisión adecuado (Adeq Precision)	466.645

En la Tabla 14 se presenta los coeficientes de la regresión del modelo cubico aplicado a la aceptación sensorial, Según Cornell (2011), la estimación del coeficiente representa el cambio esperado en la respuesta por unidad de cambio en el valor del factor cuando todos los factores restantes se mantienen constantes. La intersección en un diseño ortogonal es la respuesta promedio general de todas las carreras. Los coeficientes son ajustes en torno a ese promedio en función de la configuración del factor. Cuando los factores son ortogonales, el factor de inflación de la varianza (VIF) es 1; Los VIF mayores que 1 indican multicolinealidad, cuanto mayor es el VIF, más grave es la correlación de los factores. Como regla general, las VIF inferiores a 10 son tolerables.(Cornell, 2011)

**Tabla 14:** *Coeficientes de regresión del modelo cubico aplicado a la aceptabilidad de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.*

Componente	Coeficiente Estimado	Grado de libertad (GL)	Error estándar	95 % límite de confianza	+95 % límite de confianza	VIF
A-Harina de trigo	6.30	1	6.984E-003	6.21	6.39	2.10
B-Avena en copos	6.30	1	6.984E-003	6.21	6.39	2.10
C- Conc. proteico foliar	4.80	1	6.984E-003	4.71	4.89	2.10
AB	-0.40	1	0.034	-0.84	0.033	2.40
AC	3.80	1	0.034	3.36	4.23	2.40
BC	9.40	1	0.034	8.96	9.83	2.40
ABC	-30.39	1	0.22	-33.24	-27.53	2.47
AB(A-B)	-3.80	1	0.11	-5.25	-2.35	1.63
AC(A-C)	3.40	1	0.11	1.95	4.85	1.63
BC(B-C)	= BC(B-C) - AB(A-B) + AC(A-C)					





**Figura 6:** Valores de aceptabilidad en representación gráfica en tres dimensiones

la tabla 15 se muestran los valores observados y estimados para la Aceptabilidad sensorial de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.

**Tabla 15.** Valores observados y estimados para la Aceptabilidad sensorial de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.

Tratamiento	Harina de trigo	Avena en copos	Concentrado Proteico foliar de Betarraga	Aceptabilidad sensorial observada	Aceptabilidad sensorial estimada	Residual	Desviación (%)
T <sub>1</sub>	25,0	65,0	10,0	6,3	6,56	-0,3	4,08
T <sub>2</sub>	30,0	60,0	10,0	6,3	6,43	-0,1	2,14
T <sub>3</sub>	30,0	65,0	5,0	4,8	6,49	-1,7	35,11
T <sub>4</sub>	27,5	62,5	10,0	6,2	6,50	-0,3	4,77
T <sub>5</sub>	27,5	65,0	7,5	6,5	6,51	0,0	0,21
T <sub>6</sub>	30,0	62,5	7,5	7,9	6,46	1,4	18,23
T <sub>7</sub>	26,7	64,2	9,2	6,1	6,53	-0,4	7,01
T <sub>8</sub>	29,2	61,7	9,2	6,1	6,47	-0,4	6,05
T <sub>9</sub>	29,2	64,2	6,7	6,8	6,49	0,3	4,53
T <sub>10</sub>	28,3	63,3	8,3	6,0	6,48	-0,5	8,05

Los valores observados para la Aceptabilidad sensorial son aquellos que fueron calculados experimentalmente; mientras, que los valores estimados fueron calculados aplicando la ecuación matemática correspondiente al modelo cubico.

$$Y= 6,30*A + 6,30*B + 4,80*C - 0,40*A*B + 3,80*A*C + 9,4*B*C - 30,39*A*B*C - 3,80*A*B(A-B) + 3,40*A*C(A-C) + 0*B*C(B-C).$$

Reemplazando:

$$Y= 1,575 + 4,095 + 0,48 - 0,065 + 0,095 + 0,611 - 0,4938 + 0,247 + 0,01275 + 0$$

$$Y= 6,56$$

#### 4.3. Evaluación de Humedad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga:

Se puede observar que las 10 muestras de galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga son significativamente diferentes, y se observa que el tratamiento T<sub>3</sub> es el que representa el mayor % de humedad encontrándose dentro de los límites permitidos. (Tabal 16)

**Tabla 16:** Valores para humedad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.

Tratamiento	Harina de trigo	Avena en copos	Concentrado Proteico foliar de Betarraga	Humedad (%)
T1	25,0	65,0	10,0	5.9
T2	30,0	60,0	10,0	4.6
T3	30,0	65,0	5,0	7.8
T4	27,5	62,5	10,0	6.3
T5	27,5	65,0	7,5	4.8
T6	30,0	62,5	7,5	4
T7	26,7	64,2	9,2	5.3
T8	29,2	61,7	9,2	5.4
T9	29,2	64,2	6,7	5.5
T10	28,3	63,3	8,3	5.9

En la tabla 17 se presentan los resultados del análisis de varianza de los modelos para la variable respuesta de humedad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.

**Tabla 17:** *Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta de humedad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.*

<b>Modelo</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grado de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Lineal	2,39	2	1,19	1,12	0,3774	0,2430
Cuadrático	9,01	5	1,80	8,81	0,0278	0,9167
Cúbico especial	9,43	6	1,57	11,93	0,0336	0,99598
Cúbico	9,72	8	1,22	11,72	0,2224	0,9894

El modelo seleccionado fue el modelo cuadrático, ya que fue el que más de ajusto a la humedad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga, con un valor p igual a 0,0278 y un coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) de 0,9167.

En la Tabla 18 se presentan los resultados del ANOVA para el modelo cuadrático se presentan, con una significancia de  $p < 0,05$ , El valor F de 8,81 implica que el modelo es significativo. Solo existe un 2,78% de posibilidades de que un valor F tan grande pueda ocurrir debido al ruido, y los valores P inferiores a 0.05 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, AB, AC y BC son términos significativos del modelo.

**Tabla 18. Análisis de varianza del modelo para la variable respuesta humedad**

Fuente	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Valor F	Valor p	
Model	9.01	5	1.80	8.81	0.0278	significativo
<i><sup>1</sup>Linear Mixture</i>	2.39	2	1.19	5.84	0.0651	
AB	1.53	1	1.53	7.47	0.0523	
AC	2.48	1	2.48	12.12	0.0253	
BC	2.60	1		12.69	0.0235	
			2.60			
Residual	0.82	4	0.20			
Total	9.82	9				

<sup>(1)</sup> La inferencia para mezclas lineales usa sumas de cuadrados tipo I.

En la Tabla 19 se presentan las Estadísticas de ajuste del modelo cuadrático para la variable respuesta humedad, El  $R^2$  predecido de -0.1576 concuerda razonablemente con el  $R^2$  ajustado de 0.8127; es decir, la diferencia es -0,9703, ligeramente menor a 0.2, pues según Montgomery (2013), Una diferencia mayor que 0.20 entre la " $R^2$  predecido" y la " $R^2$  ajustado" indica un posible problema con el modelo y/o los datos, por ello se creyó conveniente utilizar el valor "Precisión adecuada" (Adeq Precision) para una mejor decisión pues también Montgomery (2013), "Adeq Precision" "mide la relación señal / ruido. Es deseable una relación superior a 4. En este caso la relación de 9.614 indica una señal adecuada. Este modelo se puede utilizar para navegar por el espacio de diseño.

**Tabla 19. Estadísticas de ajuste del modelo cuadrático para la variable respuesta humedad**

<b>Desviación estándar</b>	0.45
<b>Media</b>	5,55
<b>C.V. %</b>	8,15
<b><math>R^2</math></b>	0.9167
<b><math>R^2</math> ajustado</b>	0.8127
<b><math>R^2</math> predecido</b>	-0.1576
<b>Valor de precisión adecuada (Adeq Precision)</b>	9,614

La ecuación ajustada del modelo cuadrático para la variable respuesta de humedad es la siguiente: (Tabla 20 y Figuras 7 y 8).

$$Y = 5,75*A + 4,67*B + 7,82*C + 5,49*A*B - 7,0*A*C - 7,16*B*C$$

**Donde:**

- Y** : % Humedad
- A** : Harina de trigo (%)
- B** : Avena en copos (%)
- C** : Concentrado proteico foliar de betarraga (%)

En la Tabla 20 se presenta los coeficientes de la regresión del modelo cuadrático aplicado a la humedad. Los factores de inflación de la varianza (VIF) mayores que 1 indican multicolinealidad, cuanto mayor es el VIF, más grave es la correlación de los factores. Como regla general, las VIF inferiores a 10 son tolerables.

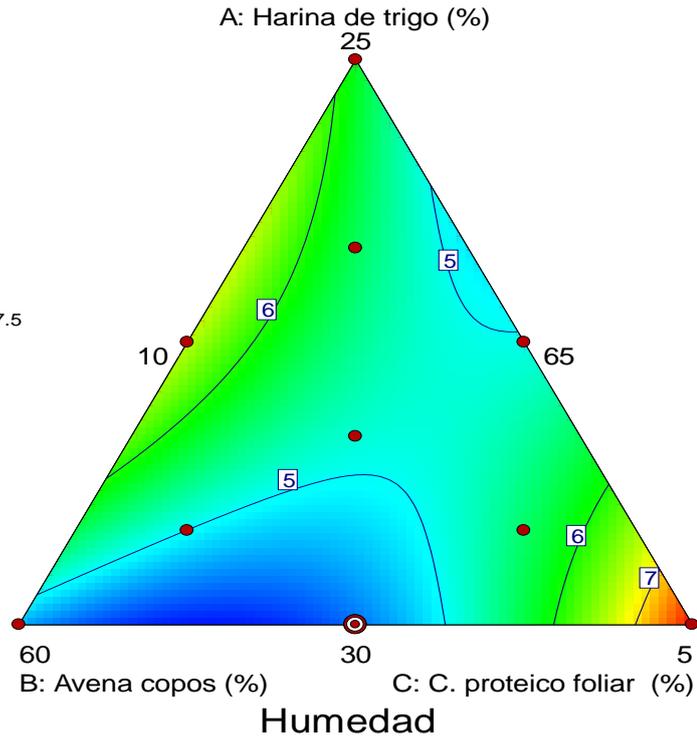
**Tabla 20:** *Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la humedad de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.*

<b>Componente</b>	<b>Coeficiente Estimado</b>	<b>Grado de libertad (GL)</b>	<b>Error estándar</b>	<b>95 % límite de confianza</b>	<b>+95 % límite de confianza</b>	<b>VIF</b>
A-Harina de trigo	5.75	1	0.44	4.54	6.96	1.96
B-Avena en copos	4.67	1	0.44	3.46	5.88	1.96
C-Concentrado proteico foliar de betarraga	7.82	1	0.44	6.61	9.03	1.96
AB	5.49	1	2.01	-0.088	11.07	1.98
AC	-7.00	1	2.01	-12.58	-1.42	1.98
BC	-7.16	1	2.01	-12.74	-1.58	1.98

Design-Expert® Software  
 Component Coding: Actual  
 Highs/Lows inverted by U\_Pseudo coding  
 Humedad  
 ● Design Points  
 7.8  
 4

Humedad = 4  
 Std # 6 Run # 5

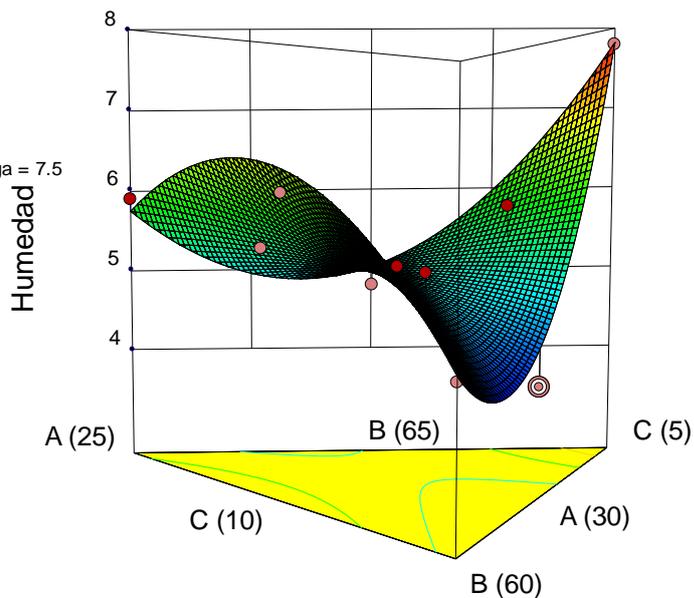
X1 = A: Harina de trigo = 30  
 X2 = B: Avena en copos = 62.5  
 X3 = C: Concentrado proteico foliar de betarraga = 7.5



**Figura 7.** Valores de humedad representados por áreas

Design-Expert® Software  
 Component Coding: Actual  
 Highs/Lows inverted by U\_Pseudo coding  
 Humedad  
 ● Design points above predicted value  
 ● Design points below predicted value  
 7.8  
 4

Humedad = 4  
 Std # 6 Run # 5  
 X1 = A: Harina de trigo = 30  
 X2 = B: Avena en copos = 62.5  
 X3 = C: Concentrado proteico foliar de betarraga = 7.5



**Figura 8:** Valores de Humedad en representación gráfica en tres dimensiones.

#### 4.4. Evaluación de Textura de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga:

Se puede observar que las 10 muestras de galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga son significativamente diferentes, y se observa que el tratamiento T6 es el que representa el mayor valor de textura (Tabla 21)

**Tabla 21.** *Valores de textura de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.*

Tratamiento	Harina de trigo	Avena en copos	Concentrado Proteico foliar de Betarraga	Textura
T1	25,0	65,0	10,0	6
T2	30,0	60,0	10,0	6.1
T3	30,0	65,0	5,0	3.2
T4	27,5	62,5	10,0	5.4
T5	27,5	65,0	7,5	6.1
T6	30,0	62,5	7,5	6.2
T7	26,7	64,2	9,2	5.2
T8	29,2	61,7	9,2	5
T9	29,2	64,2	6,7	6
T10	28,3	63,3	8,3	5.2

En la tabla 22 se presentan los resultados del análisis de varianza de los modelos para la variable respuesta de textura de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.

**Tabla 22:** *Análisis de varianza de los modelos aplicados a la variable respuesta de textura de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.*

Modelo	Suma de cuadrados	Grado de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	F	p	R <sup>2</sup>
Lineal	3,20	2	1,60	2,67	0,1376	0,4326
Cuadrático	6,28	5	1,26	4,49	0,0853	0,7405
Cúbico especial	6,96	6	1,16	7,84	0,0597	0,9400
Cúbico	7,40	8	0,93	2097,68	0,0169	0,9999

El modelo seleccionado fue el modelo cubico, ya que fue el que más se ajustó a la textura de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga, con un valor p igual a 0,0169 y un coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) de 0,9999

La ecuación ajustada del modelo cubico para la variable respuesta de textura es la siguiente: (Tabla 22, Tabla 23 y Figuras 9 y 10).

$$Y = +6,00*A + 6,10*B + 3,20*C - 2,61*A*B + 5,99*A*C + 6,19*B*C - 26,36*ABC - 6,00*AB(A-B) - 4,80*AC(A-C) + 0,000*BC(B-C)$$

**Donde:**

- Y** : % Textura
- A** : Harina de trigo (%)
- B** : Avena en copos (%)
- C** : Concentrado proteico foliar de betarraga (%)

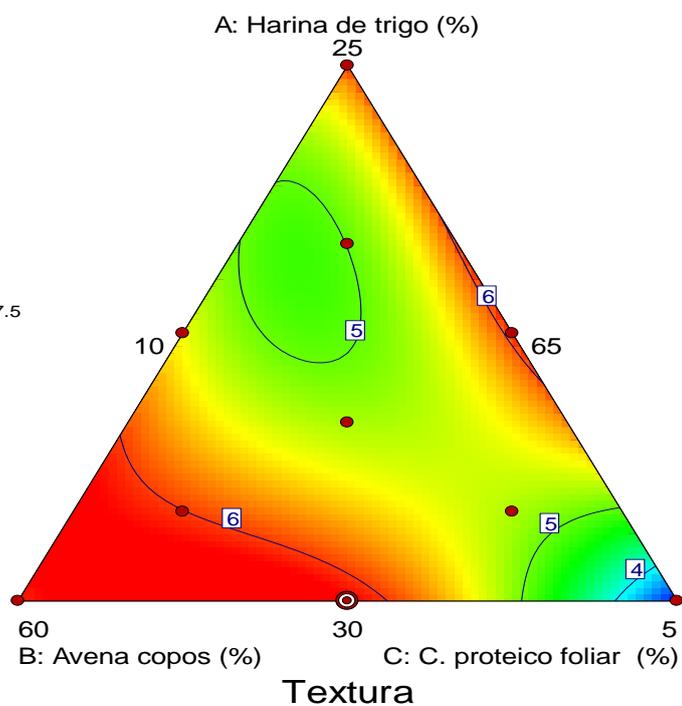
**Tabla 23:** Coeficientes de regresión del modelo cubico aplicado a la textura de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.

Componente	Coefficiente Estimado	Grado de libertad (GL)	Error estándar	95 % límite de confianza	+95 % límite de confianza	VIF
A-Harina de trigo	6.00	1	0.021	5.73	6.26	2.10
B-Avena en copos	6.10	1	0.021	5.83	6.36	2.10
C-C. proteico foliar de betarraga	3.20	1	0.021	2.93	3.46	2.10
AB	-2.61	1	0.10	-3.91	-1.30	2.40
AC	5.99	1	0.10	4.69	7.30	2.40
BC	6.19	1	0.10	4.89	7.50	2.40
ABC	-26.36	1	0.67	-34.93	-17.80	2.47
AB(A-B)	-6.00	1	0.34	-10.34	-1.66	1.63
AC(A-C)	-4.80	1	0.34	-9.14	-0.46	1.63
BC(B-C)	= BC(B-C) - AB(A-B) + AC(A-C)					

Design-Expert® Software  
 Component Coding: Actual  
 Highs/Lows inverted by U\_Pseudo coding  
 Textura  
 ● Design Points  
 6.2  
 3.2

Textura = 6.2  
 Std # 6 Run # 5

X1 = A: Harina de trigo = 30  
 X2 = B: Avena en copos = 62.5  
 X3 = C: Concentrado proteico foliar de betarraga = 7.5



**Figura 9.** Valores de textura representados por áreas

Design-Expert® Software  
 Component Coding: Actual  
 Highs/Lows inverted by U\_Pseudo coding

Textura

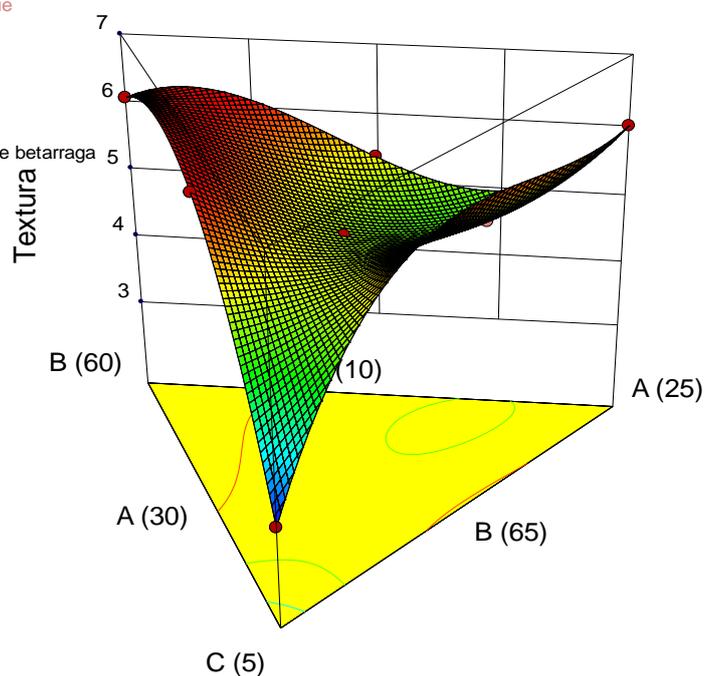
● Design points above predicted value  
 ○ Design points below predicted value



X1 = A: Harina de trigo

X2 = B: Avena en copos

X3 = C: Concentrado proteico foliar de betarraga



**Figura 10.** Valores de textura en representación gráfica en tres dimensiones.

#### 4.5. Composición químico Proximal:

En la Tabla 24 se presentan los resultados de la composición químico proximal de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga (CPFB) de mayor aceptabilidad, con 7,5% de concentrado proteico foliar de betarraga, los valores promedios indican un 12% de proteína; 0,7% de fibra y una digestibilidad de 86,2.

**Tabla 24.** Análisis químico proximal de las galletas de avena (*Avena sativa*) fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga (*Beta vulgaris*) (g/100g)

<b>Componentes</b>	<b>Galleta de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga (mg%)</b>
Carbohidratos	57,7 ± 0,05
Grasa	16,9 ± 0,05
Humedad	9,6 ± 0,05
Proteína	12,0 ± 0,05
Fibra cruda	0,7 ± 0,05
Cenizas	3,1 ± 0,05
Energía (Kcal)	433,7
Digestibilidad in vitro	86,2

#### **4.6. Porcentaje de análisis de Vitaminas y Minerales en las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.**

En la tabla 25 se indican los niveles promedios de  $\beta$ -caroteno y minerales que contiene la galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.

**Tabla 25.** *Porcentaje de hierro, calcio, magnesio y  $\beta$ -caroteno en las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.*

<b>Componentes</b>	<b>Galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga (mg%)</b>
Hierro	4,3
Calcio	60,6
Magnesio	156,6
$\beta$ -caroteno	3,6

#### **4.7. Análisis microbiológico de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.**

**Tabla 26.** *Análisis microbiológico de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.*

<b>Ensayos</b>	<b>Resultados</b>
N. de coliformes (NMP/g)	<3
N. de Mohos (UFC/g)	<10
N. de Levadura (UFC/g)	<10
N. de Aerobios Mesòfilos (UFC/g)	<10

Al observar la tabla 26, se puede observar que la galleta de mayor aceptabilidad fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga presenta bajos niveles de crecimiento microbiológico < 10 UFC/g para el caso de mohos y levaduras, aerobios mesòfilos y <3 NMP/g para número de coliformes.

## V. DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Discusión

#### 5.1.1. Diseño y Formulación de las galletas de avena fortificada

Según el software Design Expert 10.0.001, se formuló las galletas fortificadas mediante el cual se obtuvo 10 corridas o formulaciones con las variables respuesta, aceptabilidad, humedad y textura. Se observó que las galletas fortificadas de los tratamientos T<sub>5</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>6</sub> son de mayor aceptabilidad (6,5; 6,8 y 7,9 respectivamente); esto podría deberse a que tienen mayores porcentaje de avena (62,5 a 65%) en copos, que harina de trigo (27,5 a 30%) y la cantidad de concentrado proteico foliar de betarraga (6,7 a 7,5%). Esto permitió que la galleta sea el adecuado y aceptado por los jueces evaluadores. (Tabla 10).

#### 5.1.2. Evaluación de la aceptabilidad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.

La respuesta de los diez jueces semi entrenados en relación a la aceptabilidad (Anexo 04) las galletas de avena fortificadas de los 10 tratamientos mostraron diferencias significativas. El T<sub>6</sub> obtuvo el mayor promedio de aceptabilidad (7,9), al analizar estos resultados se obtuvo un modelo matemático que se ajustó al comportamiento de la variable respuesta Aceptabilidad sensorial que fue el Modelo Cúbico con un coeficiente de determinación de 1,000 ( $R^2 > 85\%$ ). Asimismo, la adición de concentrado proteico foliar de betarraga y copos de avena tuvo efecto estadísticamente significativa al contar con un valor  $p$  de 0,0067 ( $p < 0,05$ ), obteniéndose la ecuación.

$$Y = 6,30*A + 6,30*B + 4,80*C - 0,40*A*B + 3,80*A*C + 9,4*B*C - 30,39*A*B*C - 3,80*A*B(A-B) + 3,40*A*C(A-C) + 0*B*C(B-C).$$

En esta ecuación se aprecia el efecto de las concentraciones puras y binarias sobre la aceptabilidad sensorial. Se observa que individualmente la harina de trigo y avena en copos afectan mayormente (6,30) que la del concentrado proteico foliar de betarraga (4,80), sin embargo la mezcla binaria de avena en copos con el concentrado proteico foliar de betarraga es mayor (9,4) a diferencia de la mezcla de harina de trigo con el concentrado proteico foliar de betarraga(3,80).

### **5.1.3. Evaluación de la humedad de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga**

El contenido de humedad de las galletas fortificadas en las diferentes formulaciones varía de 4,0 % a 7,8% a concentraciones de 7,5 a 5,0% del concentrado proteico foliar de betarraga, respectivamente, pero mayor al 5% del concentrado proteico disminuye el porcentaje de humedad significativamente entre 4 – 6,3%. Diversos autores, afirmaron que, al aumentar la sustitución de harina sucedánea en la elaboración de galletas, el contenido de humedad disminuye, debido a que existe menor absorción de agua en las masas (García & Pacheco, 2007; Bazán-Aliaga, Gabrielli-González, Acosta-Chinchayhuara & Rojas-Castillo, 2015), del mismo modo el contenido de humedad que aporta el concentrado proteico foliar de betarraga es de 14% (Navarrete & Tamayo, 2014). Las diez formulaciones de galletas fortificadas, presentan niveles de humedad dentro de los límites establecidos (12%) por la Norma Técnica Peruana (2016).

Asimismo, la adición de concentrado proteico foliar de betarraga y copos de avena tuvo efecto estadísticamente significativa al contar con un valor  $p$  de 0,0278 ( $p < 0,05$ ), obteniéndose la ecuación.

$$Y = 5,75*A + 4,67*B + 7,82*C + 5,49*A*B - 7,0*A*C - 7,16*B*C$$

En esta ecuación se aprecia el efecto de las concentraciones puras y binarias sobre la humedad de las galletas. Se aprecia que el concentrado proteico foliar de betarraga afecta considerablemente (7,82), que la harina de trigo (5,75) y copos de avena (4,67), así como también con las mezclas binarias con copos de avena y concentrado proteico es mayor (7,0 y 7,16).

#### **5.1.4. Evaluación de la textura de las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.**

La textura de las galletas fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga evaluada sensorialmente se encontró diferencias significativas entre tratamiento, siendo T<sub>2</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> los que presentan mejor textura, esto se debe a la formulación de los componentes como son CPF 7,5 a 10%, avena en copos 60-65% y harina de trigo 27,5-30%, se ha observado que a medida que se incrementa el % de concentrado proteico foliar la textura es afectada en forma positiva hasta un nivel máximo de sustitución del 10%, Esto se debe a que la adición de los insumos como la manteca y el concentrado proteico foliar de betarraga influyeron en la dureza de las galletas, por tanto la adición de la manteca en la elaboración de galletas fortificadas favoreció en la formación de una textura crujiente. (Moiraghi, Ribotta, Aguirre, Pérez & León, 2005). Así mismo la textura

también es el resultado del tipo de fórmula y moldeado de la masa, pudiendo ser una galleta con mayor o menor desarrollo (American Institute of Baking, 1994).

#### **5.1.5. Evaluación Nutricional de las Galletas fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga.**

##### **Composición químico proximal de la galleta fortificada:**

En cuanto a la composición proximal la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga de mayor aceptabilidad y fortificada con 7,5% de concentrado proteico foliar de betarraga, tiene 12% de proteína, un nivel mucho mayor que la galleta de avena dulce que tiene 7% (Bejarano et al 2002), que la galleta de avena enriquecida con linaza y caujil con 9,89% (Ortega et al., 2016), la galleta de avena con chocolate y estevia, 11,15% (Barboza-Martin et al., 2018), e incluso con la galleta enriquecida con concentrado proteico foliar de zanahoria 8,84% proteína (Mejía, 2009), pero a diferencia de la galleta de trigo enriquecida con harina de hoja de quinua y avena que presenta un 14,4% de proteínas (Bravo y Pérez, 2016). Las diferencias observadas en las distintas galletas en relación a proteínas se debe a las diferentes formulaciones que se realizaron para incrementar el valor nutricional de las galletas, pero en este caso se debe al uso del concentrado proteico foliar de betarraga que tiene un 49,8% de proteína (Navarrete & Tamayo, 2014) que contribuye a elevar la calidad nutricional de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga. La digestibilidad que presenta ésta galleta es de 86,2, en cuanto a su calidad de proteína podemos decir que tiene un buen balance de aminoácidos, aunque la calidad de las proteínas de la avena se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre todo lisina y treonina, pero tiene cantidades considerables de

aminoácidos azufrados como metionina, lo cual se complementa con los concentrados proteicos foliares que son ricos en lisina excepto en metionina y triptófano.

En relación a los otros componentes, la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga presenta 16,9% de grasa a diferencia de la galleta de avena dulce que presenta un mayor nivel (20,9%), el contenido de grasa en la galleta fortificada determina la textura del producto final, las grasas actúan y contribuyen a la plasticidad de la masa de la galleta, son los responsables de la percepción placentera de la textura de las galletas cuando son degustadas, en el impacto de la intensidad del aroma y en la calidad del producto final (Jacob y Leevathi 2007).

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos recomienda una ingesta diaria (RDA) de 24 g de proteínas por día para niños de 4 a 6 años de edad, por tanto una porción de 50 gr de galletas fortificada aporta 6 g proteína cubriendo el 25% del requerimiento diario de proteínas, considerando además que la digestibilidad in vitro de la galleta fortificada es 86,2%. En cuanto al requerimiento energético para preescolares, según el Centro de Alimentación y Nutrición (2009) Cenani/INS, es de 1.347 Kcal, en este caso de las galletas fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga cubre el 32% de esta recomendación, por lo que puede incluirse como alimento sólido en el desayuno preescolar, lo cual hace muy interesante su consumo por niños que presentan desnutrición calórico-proteica.

### **Minerales Fe y calcio y $\beta$ - caroteno**

Esta galleta fortificada con CPFB contiene 4,3 mg% de hierro y calcio 60,6 mg%, valores superiores a lo reportado por Bravo y Pérez (2016) en galletas de avena enriquecidas con harina de hojas de quinua con valores de 0,43 mg% y 8,32 mg% respectivamente. Del mismo modo a la galleta enriquecida con el concentrado proteico

foliar de zanahoria tuvo 3,80 mg% y valores similares de calcio (67,13 mg%) (Mejía, 2009). Las diferencias que existen entre la avena dulce tradicional y la fortificada se debe al uso del concentrado proteico foliar de betarraga que contiene 134,6 mg% de hierro y 233,3 mg% de calcio y cuando se agregan a las galletas se elevan estos contenidos, sin embargo la biodisponibilidad in vitro del hierro de los concentrados proteicos foliares según Pico et al, (2011) varían de 2,29% (yuca) 1,57% (alfalfa) y 1,35% (frijol). Su consumo puede servir como estrategia para la ingesta de hierro en niños y niñas en edad escolar, puesto que los valores recomendados, según el Ministerio de Salud (2012), son de 7-10 mg, y 100 g del producto aporta entre el 47 y 61,4 % de dicha recomendación, aunque este tipo de hierro no hemínico su absorción varía entre el 2 y el 20%, pues factores dietéticos intervienen en su biodisponibilidad. El Ácido ascórbico,  $\beta$ - carotenos, alimentos fuente de hierro hem, sorbitol, manitol y xilosa potencian la absorción del hierro no hem. En cambio, los oxalatos, fitatos, pectinas, calcio y otras sustancias reducen su absorción. Sin embargo este tipo de hierro no hem representa la mayor fuente del mineral en la dieta de las poblaciones de países en vías de desarrollo (más del 85%).

Estas galletas aportan también 3,6 mg% de  $\beta$ -caroteno (600  $\mu$ g retinol), las cuales provienen del concentrado proteico foliar de betarraga la cual contienen 8,48 mg% (Navarrete & Tamayo, 2014), además la biodisponibilidad de all- trans  $\beta$ -caroteno en los concentrados proteicos foliares son: yuca es 23,85%; alfalfa 61,71%; camote 25,82% y frijol 32,33% (Pico et al, 2011). El requerimiento de esta vitamina para niños de 4-8 años de edad es de 400  $\mu$ g de retinol.

### 5.1.6. Análisis microbiológicos.

En relación a los resultados microbiológicos reportados para la galleta fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga con mayor aceptabilidad, no se encontraron crecimiento de microorganismos, también demuestra la ausencia de coliformes totales, con estos resultados se demuestra que la galleta se encuentra en óptimas condiciones de higiene y salubridad para ser consumido. Estos valores se encuentra dentro de los límites permisibles en las especificaciones de la NTP 206.000103 (ITINTEC 1981) y la Norma Sanitaria para la fabricación Elaboración y Expendio de productos de panificación de galletería y pastelería R.M.N° 1020-2010-MINSA.

## 5.2. Conclusiones

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Se determinó la mejor formulación mediante análisis sensorial cuyas respuestas fueron analizadas por las pruebas estadísticas de Design Expert 10.0.01.
2. La formulación de mayor aceptación sensorial observada fue el T<sub>6</sub>, que correspondió a 30% harina de trigo, avena en copos 62,5% y concentrado proteico foliar de betarraga 7,5%. Sin embargo la aceptabilidad sensorial estimada con el modelo fue el T<sub>1</sub> cuya formulación es del 10% de concentrado proteico foliar de betarraga, 25% harina de trigo y 65% de copos de avena.
3. La caracterización organoléptica de la galleta fue: color verde amarillento, olor y sabor ligero a hojas, textura suave y semigranuloso.
4. La caracterización físico química de la galleta fortificada fue: 9,6% de humedad y 3.1% de cenizas, los análisis proximales fueron: 12% de proteínas; 16.9% grasas; 0.7% de fibra;

57,7% carbohidratos (por diferencia) y el valor calórico teórico proximal fue 443.7 Kcal.

Este enriquecimiento con concentrado proteico foliar de betarraga hizo que la galleta mostrase un buen balance nutricional, especialmente el aminoacídico.

5. El nivel de hierro en las galletas fue de 4,3 mg%; calcio 60,6 mg%; magnesio 156,6mg% y  $\beta$ -caroteno 3,6 mg%.

### **5.3. Recomendaciones:**

1. Evaluar la disponibilidad biológica del hierro y  $\beta$ -caroteno presente en las galletas fortificadas de avena con concentrado proteico foliar de betarraga.
2. Realizar un estudio del perfil aminoacídico de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga.
3. Evaluar la digestibilidad de la proteína de la galleta fortificada con proteína foliar de betarraga.

## CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abely M., (1995). Rapport bibliographique: interets nutritionnels des extraits foliaires dans l'alimentation humaine. Proteínas foliaires. Complements nutritionnel chez l'enfant. Centre Hospitalier Universitaire de Reims; pp 86-98
- Allen L et al, eds.(2006). Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva World Health Organization and Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- AIB (American Institute of Baking, US), (1994). Tecnología aplicada a la panificación. curso por correspondencia. Galletas. Manhattan, Kansas.
- Anzaldúa - Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2012): *Official Methods of Analysis* 15 Th. Ed. Pub. B y AOAC, Washington D.C
- Association pour la Promotion des Extraits Foliaires en nutrition (APEF).(2009). Les extraits foliaires de Luzerne. Paris (Francia): APEF. [citado 2009 febrero 8]. Disponible en: <http://www.nutrition-luzerne.org/>
- Auquiñivín, E. & Castro, E. (2015). Elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos. Chachapoyas, Región Amazonas. *Revista de Investigación Industrial Data*, 18(1): 84-90. UNMSM. Lima Perú. ISSN: 1810-9993 (Electrónico) Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81642256009>
- Barbosa-Martín, E. E., Franco-Carrillo, K.A., Cabrera-Amaro, D.L., Moguel-Ordoñez, Y.B. & Betancur-Ancona, D.A. (2018). Evaluación de la calidad de galletas reducidas en calorías endulzadas con hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Interciencia* 43(1): 17-22
- Bazan-Aliaga, G., Gabrielli-González, R., Acosta-Chinchayhuara, D. & Rojas-Castillo. J (2015). Galletas de buena aceptabilidad a base de harina de arroz (oriza sativa) y harina de papa (*Solanum tuberosum*) var. parda pastosa. *Agroind Sci.* 5 (1): 69-75.
- Bejarano, I. E., Bravo, A.M., Huamán D. M., Huapaya, H.C., Roca, N.A. & Rojas, Ch .E. (2002). Tabla de Composición de Alimentos Industrializados Ministerio de Salud Instituto Nacional de Salud Centro Nacional de Alimentación y Nutrición-Lima
- Blas, E. L & Moreno, T.E (2014), Evaluación de la composición nutricional y biodisponibilidad in vitro de la proteína foliar de nabo (*Brassica napus* L.). Tesis para

- optar el Título Profesional. Facultad de Bromatología y Nutrición. Universidad Nacional José F. Sánchez Carrión- Huacho.
- Bravo, J. & Pérez, J. (2016). Evaluación del grado de sustitución de harina de avena (*Avena sativa*) y harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) para formular una galleta enriquecida. *Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación* 3(2): 2313-1926.
- Caballero P.L., Maldonado O. Y., Maldonado M. L. (2011). Efecto de la adición de avena y café soluble en las características sensoriales de una galleta típica tipo dulce. *@Limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria* 9(2): 115-122
- Cabezas, G. (2010) “*Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y guayaba deshidratada*”. Tesis de Grado previa la Obtención del título de Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba. Ecuador
- Cheftel J.C & Cheftel H. (1996): Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos.* Vol. I. Zaragoza: Acribia,
- Criollo M.P & Fajardo C.S. (2010) “*Valor nutritivo y funcional de la Harina de amaranto (Amaranthus hybridus) en la preparación de galletas*”. Tesis previa a la Obtención del Título de Bioquímico Farmacéutico. Universidad De Cuenca Facultad De Ciencias Químicas Escuela De Bioquímica Y Farmacia Cuenca – Ecuador.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) (2010) .Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería. Ministerio de Salud. Report No.: RM N°1020-2010/Minsa. 2010.
- FAO (1975). Population, Food Supply and Agriculture Development. Rome
- FAO (Food and Agriculture Organization). (1996). Agricultura y la Alimentación. La fortificación de alimentos: la tecnología y control de calidad. Informe de una Reunión Técnica de la FAO celebrada en Roma, 20-23 de noviembre de 1995.
- FAO, (2013): Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Paper 92 31 March–2 April, 2011 Auckland, New Zealand. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
- Fasuyi Ayodeji, O & Aletor. V (2005). Varietal composition and Functional properties of cassava (*Manihot sculenta* Crantz) leaf meal and Leaf Protein Concentrates. *Pakistan Journal of Nutrition* 4(1):43-49.

- García, A., & Pacheco, E. (2007). Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza B.*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 60(2): 4195-4212. ISSN: 0304-2847. Colombia.
- Guzmán B. A; Blanco De Alvarado Ortiz, T & Ayala M. G. (1980). *Nutrición Humana*. Tomo I. Lima Perú
- Hernández-Monzón A, García- Pedroso D, Calle-Domínguez J. & Duarte C. (2014): *Desarrollo de una galleta dulce con ajonjolí tostado y molido* - Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana. La Habana.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2009). Perú: Consumo per cápita de los principales alimentos 2008-2009. Lima
- Jacob, J & Leelavathis, K (2007). Effect of fat type on cookie dough and cookie quality. *Journal of Food Engineering* 79(1):299-305.
- Johansson, L. Toumainen, M. Ekholm, P. and Virkki, L. (2004). Structural analysis of water soluble and insoluble b-glucans of whole grain oats and barley. *Carbohydrate polymers*. 58:267-274.
- Joussè, F (2008). Modeling to improve the efficiency of product and process development *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 7(1): 175–181
- Kirk RS, Sawyer R, Egan H. (2004). *Composición y Análisis de Alimentos de Pearson*. CECSA: México, pp. 348 - 350
- Lambo, A.M; Oste, R; Nyman, M. (2005). Dietary fibre in fermented oat And barley â-glucan rich concentrates. *Food Chemistry*. Vol.85, N°2, 283–93.
- Lehninger A.L. (2002): *Principios de Bioquímica* 3ª edición. Omega
- Lowe, A. (2002). The Effect of a Leaf concentrate supplement on Haemoglobin Levels in malnourished Bolivian Children: A pilot study
- Manley, D.J.R. (1983). *Tecnología de la Industria Galletera*. Galletas, crackers y otros horneados. Zaragoza, España. 442 pp.
- Mejía D, C. (2009). *Elaboración De Galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria (Daucus carota)*. Tesis para Optar el Grado de Maestro en Ciencia de los Alimentos. Universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión. Lima- Perú
- Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud (2009). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. 8va. Edición. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Lima.
- Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud (2012). *Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Situación de la fortificación de alimentos en el Perú*.

- Moiraghi, M., Ribotta, P., Aguirre, A., G. Pérez G., & A. León A. (2005). Análisis de la aptitud de trigos pan para la elaboración de galletitas y bizcochuelos. *Agriscientia*. 22(2):47-54.
- Morones, R. P (2012). *Efecto de la fortificación de galletas de avena con harina de lenteja y aceite de linaza y su impacto en la vida de anaquel*. Tesis para Obtener el Grado de Maestría en Ciencias con Acentuación en Alimentos. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México
- Muñoz, C.M. Ledesma, S.A. Chávez, V.A. Pérez-Gil R.F. (2002). *Tablas de Valor Nutritivo de Alimentos*. McGraw-Hill Interamericana, México
- Navarro R, T., Nilsson S, J & Ruiz T,S. (2012). Elaboración de galletas para niños a base de trigo con sustitución parcial de quinua (*Chenopodium quinoa*) y camote (*Ipomoea batatas*).
- Navarrete y Tamayo (2014). Composición químico proximal y perfil aminoacido del concentrado proteico foliar de betarraga (*Beta vulgaris*). Tesis para optar el Título. Facultad de Bromatología y Nutrición. Universidad nacional José F. Sánchez Carrión. Huacho.
- Norma Técnica Peruana- NTP 206.16. (2016). Panadería, pastelería y galletería. Galletas. Requisitos. 2da Edición. Instituto Nacional de la Calidad. Perú.
- Nutrition Review. (2002). Iron Compounds for Food Fortification: Guidelines for Latin America and the Caribbean.
- Ortega, M., Barboza, Y., Piñero, M.P. & Parra, K. (2016) Formulación y evaluación de una galleta elaborada con avena, linaza y pseudofruto del cauñil como alternativa de un alimento funcional. *Multiciencias*, 16 (1): 76-86
- Pagés, D.H. (2015). *Desarrollo de un producto alimenticio elaborado a base de: zanahoria (*Daucus carota*), avena (*avena sativa*) y trigo (*Triticum aestivum*)*. Tesis en opción al Grado Académico de Magister Facultad de Ingeniería Química Universidad de Guayaquil.
- Patiño H, G., Gallardo N, Y. y Hernández U, H. (2008). Desarrollo Tecnológico de galletas enriquecidas con licopeno para consumo de la población infantil. V Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica VI Jornadas Científicas de Biomedicina y Biotecnología Molecular Mar del Norte No. 5, Col. San Álvaro Azcapotzalco C. P. 02090, México, D. F. Tel. y Fax: 5623 3088 email: colegioibq@hotmail.com, colegioibq@yahoo.com.mx

- Pico F, S. (2008). *Evaluación Nutricional de Extractos Foliares de yuca, frijol, batata y alfalfa*. Universidad Industrial de Santander. Nutrición y Dietética.
- Plyer, E. (1988). *Baking Science & Technology*. Sosland Publishing Company: E.U.A., p. 1013.
- SOYNICA (Asociación Soya de Nicaragua.)-Barrio Ariel Darce (2005) [citado el 25 junio de 2009]. Disponible en: <http://www.soynica.org.ni>
- Stafford HR. (1968). *Process Biochemistry*. 3,58
- Turcios y Castañeda (2010). “*Desarrollo y evaluación de galletas fortificadas a base de Másica (Brosimum alicastrum) para niños y niñas entre 6-13 años de la escuela Lempira, Lizapa Maraita*”. Honduras. Tesis Ingeniero Agroindustrias Alimentarias. Zamorano – Honduras.
- Wade P, Watkin D.(1966). *Food Trade Review* 36, 44.
- Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery L. y Elías, L. (2001). *Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. CIID. Ottawa Canadá.
- World Health Organization/ Food and Agricultural Organization of the United Nation (WHO/FAO) (2006): *Guidelines on food fortification with micronutrients*. Edited by Lindsay Allen ... Bruno de Benoist, Omar Dary, Richard Hurrell.

### **Fuentes Electrónicas**

- AREX (Asociación Regional de exportadores de Lambayeque): *Perfil Comercial de la betarraga*. Sierra exportadora.  
[http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil\\_comercial/PERFIL%20COMERCIAL%20BETERRAGA.pdf](http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil_comercial/PERFIL%20COMERCIAL%20BETERRAGA.pdf). Acceso 22 de enero 2015

## ANEXO 01

### Obtención del Concentrado Proteico Foliar de Betarraga





**ANEXO 02**

**Elaboración de galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga**



**ANEXO 03**

**Galleta fortificada con proteína foliar de betarraga de mayor aceptabilidad con una formulación del 7,5% (Tratamiento 6)**





## ANEXO 04

## Aceptabilidad de las galletas de avena fortificadas con concentrado proteico foliar de betarraga

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
ESCALA										
1	0x1=0									
2	0x2=0	0x2=0	1x2=2	0x2=0	1x2=2	0x2=0	0x2=0	1x2=2	0x2=0	0x2=0
3	0x3=0	0x3=0	1x3=3	0x3=0	0x3=0	1x3=3	1x3=3	0x3=0	1x3=3	1x3=3
4	1x4=4	1x4=4	3x4=12	3x4=12	0x4=4	0x4=4	0x4=4	1x4=4	1x4=4	2x4=8
5	3x5=15	2x5=10	1x5=10	0x5=0	0x5=0	2x5=10	3x5=15	1x5=5	0x5=0	1x5=5
6	1x6=6	3x6=18	1x6=6	3x6=18	3x6=18	3x6=18	2x6=12	2x6=12	1x6=6	2x6=12
7	3x7=21	2x7=14	1x7=7	1x7=7	4x7=28	2x7=14	2x7=14	2x7=14	3x7=21	1x7=7
8	1x8=8	1x8=8	1x8=8	2x8=16	1x8=8	1x8=8	1x8=8	3x8=24	2x8=16	2x8=16
9	1x9=9	1x9=9	0x9=0	1x9=9	1x9=9	1x9=9	1x9=9	0x9=0	2x9=18	1x9=9
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>48</b>	<b>62</b>	<b>65</b>	<b>79</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>68</b>	<b>60</b>
	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>4,8</b>	<b>6,2</b>	<b>6,5</b>	<b>7,9</b>	<b>6,1</b>	<b>6,1</b>	<b>6,8</b>	<b>6,0</b>

### ANEXO 05. Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>1. Problema Principal</b>	<b>1. Objetivo General</b>	<b>1. Hipótesis General</b>	<b>1. Independiente</b>		
¿Se podrá elaborar galletas de avena ( <i>Avena sativa</i> ) fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga ( <i>Beta vulgaris</i> ) de alto valor nutricional?	- Elaborar galletas de avena ( <i>Avena sativa</i> ) fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga ( <i>Beta vulgaris</i> ) de alto valor nutricional.	Hi: Las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga presenta un alto valor nutricional. Ho: Las galletas de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga no presenta un alto valor nutricional.	Formulación de galleta de avena en copos, harina de trigo y concentrado proteico foliar de betarraga (CPFB)	Formulación adecuada de harina de trigo, avena y concentrado proteico foliar de Betarraga.	Diseño de Mezclas:  Formulación porcentual en base a avena en copos, harina de trigo y concentrado proteico foliar de betarraga.
<b>2. Problemas específicos</b>	<b>2. Objetivos Específicos</b>		<b>2. Dependiente</b>		
3. ¿Cuál es la formulación óptima de una galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga maximizando su aceptabilidad sensorial? 4. ¿Cómo afecta los diferentes porcentajes de inclusión de harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga sobre la aceptabilidad sensorial aplicando el diseño de mezclas? 5. ¿Cuál es la calidad nutricional de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga de mayor aceptabilidad (proteína, digestibilidad, valor energético, calcio, hierro, magnesio y $\beta$ -caroteno)? 6. ¿Cuál es la calidad microbiológica de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga?	7. Optimizar la formulación de una galleta fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga maximizando su aceptabilidad sensorial. 8. Evaluar el efecto de diferentes porcentajes de inclusión de harina de trigo, avena en copos y concentrado proteico foliar de betarraga sobre la aceptabilidad sensorial aplicando el diseño de mezclas. 9. Evaluar la calidad nutricional de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga de mayor aceptabilidad (proteína, digestibilidad, valor energético, calcio, hierro, magnesio y $\beta$ -caroteno). 10. Evaluar la calidad microbiológica de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga		Calidad nutricional y aceptabilidad de la galleta de avena fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga	Proteína  Hierro  $\beta$ -caroteno  Digestibilidad in vitro  Calidad Sanitaria  Aceptabilidad	Semi microkjeldahl  Espectrofotometría de absorción atómica  HPLC  Método enzimático  Análisis microbiológico  Evaluación sensorial